Miljökonsekvensbeskrivning Vindpark Noatun Nord

Administrativa uppgifter

Sökande:	Noatun Åland Norra Kb
FO-nummer:	3312356-8
Adress:	c/o Anders Wiklund Blomstringevägen 12 AX-22150 JOMALA
Telefon:	+358 40 550 13 26
Kontaktperson:	Ian Bergström, Projektledare E-post: ian.bergstrom@ox2.com
Berört vattenområde:	Ålands allmänna vattenområde, södra Bottenhavet
Adresserad myndighet:	Ålands miljö- och hälsoskyddsmyndighet

Beställare: Noatun Åland Norra Kb (c/o OX2)

Datum: 2025-10-03

Miljökonsekvensbeskrivningen har upprättats av AFRY: Stina Palmeby, Andrea Hansen, Linda Röjning, Sofia Hjalmarsson, Daniel Rasmusson, Cecilia Smedbro, Klara Kållberg, Christian Gatti, Ola Mattsson, Jesper Östlund, Karin Lundström, Emma Asterhag, Amelia Thelandersson, Simaz Moustafa m.fl. med bidrag från Svensk Natur AB; Marcus Arnesson

Miljökonsekvensbeskrivningen har granskats av AFRY: Selma Pacariz, Thomas Bonn

Miljökonsekvensbeskrivningen har godkänts av: Ian Bergström, Noatun Åland Norra Kb

Om Noatun Åland Norra Kb

Noatun Åland Norra Kb (3312356-8) samägs av OX2 AB (härefter OX2) och Ålandsbanken Havsvind I Kb, en fond som förvaltas av Ålandsbanken Fondbolag Ab (60/40). OX2 är en ledande utvecklare av förnybar energi inom alla större teknologier, som landbaserad och havsbaserad vindkraft, solkraft och energilagring. Totalt omfattar portföljen cirka 33 GW, inklusive utveckling, byggnation, förvaltning och drift av egna projekt. Företaget är också aktivt inom energilösningar kopplade till förnybara energislag som vätgas. OX2 har verksamhet på nio marknader i Europa, och Australien. Företaget har cirka 500 medarbetare och huvudkontor i Stockholm. OX2 ägs av EQT, en av världens största privata investerare.

OX2:s verksamhetsmål är att accelerera omställningen mot ett förnybart energisystem med en nettopositiv påverkan på naturen. Målsättningen är därför att de sol- och vindparker som OX2 utvecklar och anlägger ska skapa så stor klimatnytta som möjligt, samtidigt som biologisk mångfald skyddas eller stärks genom projekten. I linje med verksamhetsmålet har OX2 tagit fram en strategi för biologisk mångfald där målet är naturpositiva sol- och vindparker till 2030.

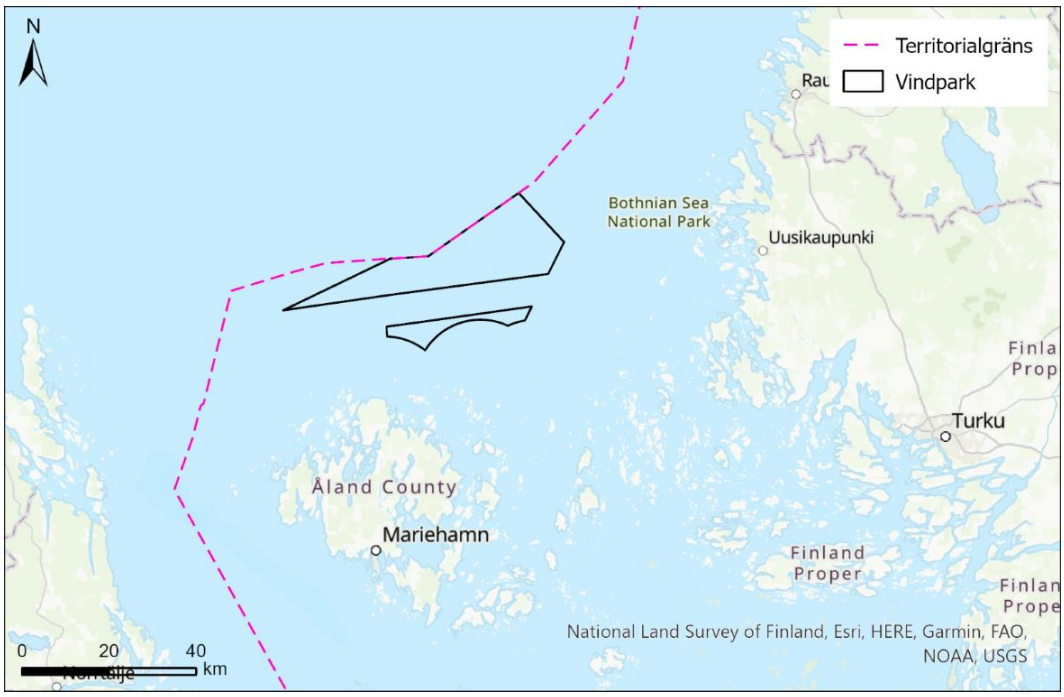
Ålandsbanken Havsvind I Kb är en fond som lanserades 2023 i syfte att utveckla havsbaserad vindkraft på norra Åland. Fonden ägs av finska investerare, både från Åland och från finska fastlandet. Fondförvaltaren, Ålandsbanken Fondbolag Ab, är ett helägt dotterbolag till Ålandsbanken Abp. Ålandsbanken är en finansiell institution som grundades 1919 på Åland med cirka 1000 anställda och har varit noterat på Helsingforsbörsen sedan 1942. Ålandsbanken har varit föregångare i att lansera gröna initiativ såsom Åland Index och gröna fonder.

Icke teknisk sammanfattning

Beskriven verksamhet

Noatun Åland Norra Kb (”Bolaget”) planerar att anlägga en storskalig havsbaserad vindpark i Bottenhavet, i den södra delen av Bottniska viken, inom Ålands allmänna vattenområde. Den planerade vindparken benämns Noatun Nord.

Vindpark Noatun Nord planeras anläggas norr om Åland (Figur 4). Vindparkens projektområde ligger cirka 15 kilometer från fasta Åland och cirka 40 kilometer från Nystad (Uusikaupunki), Finland. Projektområdet är uppdelat i två delområden, den sammanlagda ytan av dessa två delområden är cirka 680 km^2.



Figur 1. Översiktsbild över den tänkta lokaliseringen av den planerade vindparken Noatun Nord.

Det övergripande syftet med vindpark Noatun Nord är att producera fossilfri energi och på så sätt bidra till att nå Ålands och Finlands energi- och klimatmål, samt förse samhälle och näringsliv på Åland och i Finland med konkurrenskraftig energi.

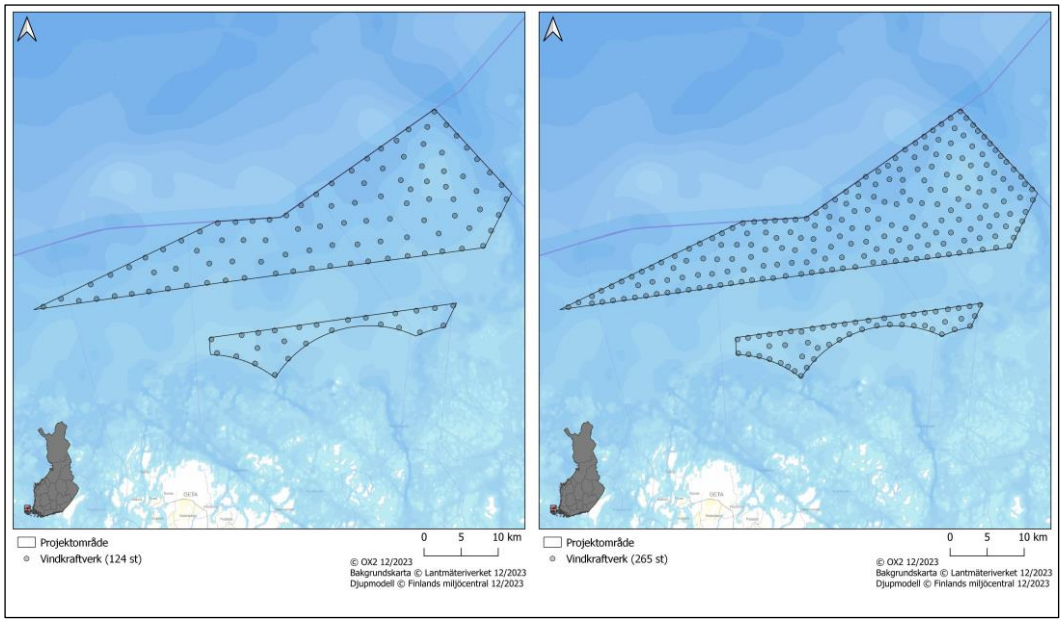
För vindpark Noatun Nord har det tagits fram två exempel på alternativa layouter; alternativ 1, vilket omfattar 265 vindkraftverk med en effekt om 15 MW (megawatt) och en totalhöjd om 270 meter, och alternativ 2, vilket omfattar 124 vindkraftverk med en effekt om 32 MW och en totalhöjd om 420 meter. För de två alternativa layouterna skiljer sig därmed antalet vindkraftverk och placeringen av vindkraftverken inom projektområdet åt. Båda de alternativa layouterna kommer att ha en uppskattad total maxeffekt om cirka 5 GW (gigawatt).

Den el som produceras av vindkraftverken kan komma att transporteras till land, men den kan också komma att användas inom vindparken för att producera vätgas genom spjälkning av avsaltat havsvatten till vätgas (och syrgas) genom elektrolys, där upp till 100 procent av den producerade elen kan komma att användas för produktion av vätgas.

I Tabell 1 och Figur 2 redovisas de exempel på alternativa layouter, med 265 respektive 124 vindkraftverk, som tagits fram för vindpark Noatun Nord.

Tabell 1. De exempel på alternativa layouter som tagits fram för vindpark Noatun Nord.

	Alternativ 1	Alternativ 2
Effekt per vindkraftverk	15 MW	32 MW
Antal vindkraftverk	265	124
Rotordiameter	240 meter	390 meter
Totalhöjd	270 meter	420 meter



Figur 2. De exempel på alternativa layouter som tagits fram för vindpark Noatun Nord. Vänster: 124 turbiner (med en effekt om 32 MW). Höger: 265 turbiner (med en effekt om 15 MW).

Exempellayouterna visar hur vindkraftverken skulle kunna placeras inom projektområdet. Det ska framhållas att detta är exempellayouter och att den slutgiltiga layouten av vindparken kan komma att se annorlunda ut. Det minsta avståndet mellan de enskilda vindkraftverken är vanligtvis cirka fyra rotordiametrar, det vill säga cirka 960 meter (för 15 MW vindkraftverk) respektive cirka 1 560 meter (för 32 MW vindkraftverk). Dessa avstånd kan dock komma att variera beroende på vad som visar sig vara den totalt sett mest optimala layouten för vindparken. Vindparkens totala maxeffekt om cirka 5 GW producerar maximalt 19,5 TWh (terawattimmar) el, om all energi från vindkraftverken används för elproduktion, och maximalt 400 000 ton vätgas, om all el från vindkraftverken används för vätgasproduktion. Vid en maximal produktion av vätgas produceras även cirka 3,2–3,3 miljoner ton syrgas, vilken kan komma att ventileras till atmosfären, alternativt tas tillvara för användning för industriella ändamål.

För vätgasen (och syrgasen) baseras den maximala produktionen på ett scenario där all el som genereras inom vindparken används för att producera vätgas. Vindparken

kan således komma att producera antingen enbart el eller vätgas, alternativt en kombination med mindre mängder av de två olika produkterna. Den maximala produktionen av el motsvarar årsförbrukningen av el för upp emot 3,9 miljoner hushåll[1].

Vid spjälkning av vatten till vätgas och syrgas genom elektrolys används avsaltat havsvatten, där cirka 9–10 liter avsaltat havsvatten går åt för att producera ett kilo vätgas. Den årliga mängden havsvatten som systemet behöver ta in, vid en maximal produktion av vätgas, är cirka 8,15 miljoner ton (exklusive eventuellt havsvatten som används för processkylning). Innan havsvattnet kan spjälkas behöver det avsaltas genom vattenrening. Saltlaken, vilket är den del av det intagna havsvattnet som innehåller de ämnen som avskilts genom avsaltningen och som släpps tillbaka till det omgivande havsvattnet inom projektområdet, kommer att ha ungefär dubbelt så hög koncentration av salt som det omgivande/intagna vattnet.

I elektrolysprocessen uppstår värmeförluster som hela tiden behöver kylas för att upprätthålla rätt drifttemperatur i elektrolysörerna. Både vattenkylning och luftkylning är möjliga tekniker, där användning av havsvatten för att kyla elektrolysörerna är ett alternativ. Vid vattenkylning kommer havsvatten att pumpas in och användas som kylande medium, vilket resulterar i ett utsläpp av uppvärmt kylvatten till omgivande havsvatten inom projektområdet. Det kan komma att ske ett intag av cirka 400 miljoner ton havsvatten per år för kylning av processen. Det utgående kylvattnet förväntas ha en övertemperatur på cirka 15 °C i förhållande till det intagna vattnet.

Inom havsbaserad vindkraft sker en snabb och kontinuerlig teknikutveckling, vilket bland annat medför att mer kostnads- och miljöeffektiv teknik successivt blir tillgänglig. Vindparkens utformning, inklusive placeringen av fundament, vindkraftverk, transformator- och/eller omriktarstationer, plattformar, anläggningar för produktion av vätgas, mätmaster, LIDAR och/eller SODAR, interna kablar och rörledningar samt planerade anläggningsundersökningar kommer att anpassas efter områdets förutsättningar avseende bland annat vind, temperatur, vågor, vattenströmmar, miljöpåverkan samt geotekniska förutsättningar. Den slutgiltiga utformningen av vindparken kommer därför att bestämmas utifrån den teknik som finns tillgänglig vid tidpunkten för upphandling och byggnation, dels utifrån en optimering av produktionen, dels med hänsyn till miljön. Vindpark Noatun Nord ligger inom Ålands territorialvatten och det interna kabelnätet samt det interna rörledningsnätet inom vindparken kommer att anläggas på, alternativt i havsbotten.

I Tabell 2 presenteras en sammanställning av de huvudsakliga komponenter som kan komma att ingå i vindpark Noatun Nord, beroende på vindparkens slutliga utformning. Tabellen presenterar fyra olika utformningar. En utformning med enbart elproduktion, två olika utformningar med enbart vätgasproduktion (centraliserad eller decentraliserad) samt en hybridutformning med produktion av både el och vätgas (centraliserad eller decentraliserad) inom vindparken.

[1] Baserat på en normal årsförbrukning av el för svenska hushåll boende i villa, vars uppvärmning sker på annat sätt än med el (Energimarknadsbyrån, 2024)

Tabell 2. Sammanställning av de huvudsakliga komponenter som ingår eller som kan komma att ingå i vindpark Noatun Nord.

	El	Vätgas Centraliserad	Vätgas Decentraliserad	Hybrid: El och Vätgas
Vindkraftverk inkl. fundament	Ja	Ja	Ja	Ja
Högspänningsplattformar inkl. fundament	Ja	–	–	Ja
Internt kabelnät inkl. kablar för kommunikation	Ja	Ja	–	Ja
Anslutningskablar	Ja	–[2]	–	Ja
Vätgasplattformar inkl. fundament	–	Ja	–	Eventuellt
Elektrolysörer inkl. reservkraft	–	Ja	Ja	Ja
Kompressor för vätgas	–	Eventuellt	Eventuellt	Eventuellt
Avsaltningssystem	–	Ja	Ja	Ja
Processkylningssystem	–	Ja	Ja	Ja
Kollektorstationer	–	Eventuellt	Ja	Eventuellt
Internt rörledningsnät inkl. kablar för kommunikation[3]	–	–	Ja	Eventuellt
Anslutningsrörledningar	–	Ja	Ja	Ja

För vindparken, det interna kabelnätet och det interna rörledningsnätet kommer Bolaget att ansöka om tillstånd enligt landskapslagen om miljöskydd (2008:124) samt vattenlagen (1996:61). Förevarande dokument utgör den miljökonsekvensbeskrivning som tagits fram för projektet. De kablar och/eller rörledningar som anläggs från vindpark Noatun Nord till landtagningsplatser på Åland och i Finland, samt de kablar och/eller rörledningar och luftledningar som anläggs från landtagningsplatserna till anslutningspunkter på land hanteras separat när anslutningspunkter för vindparken har fastställts, men beskrivs översiktligt och kortfattat i förevarande miljökonsekvensbeskrivning såsom följdverksamhet. Även fartygstrafiken till, från och inom vindparken under anläggnings-, drifts- och avvecklingsfasen beskrivs som en följdverksamhet.

Lokalisering

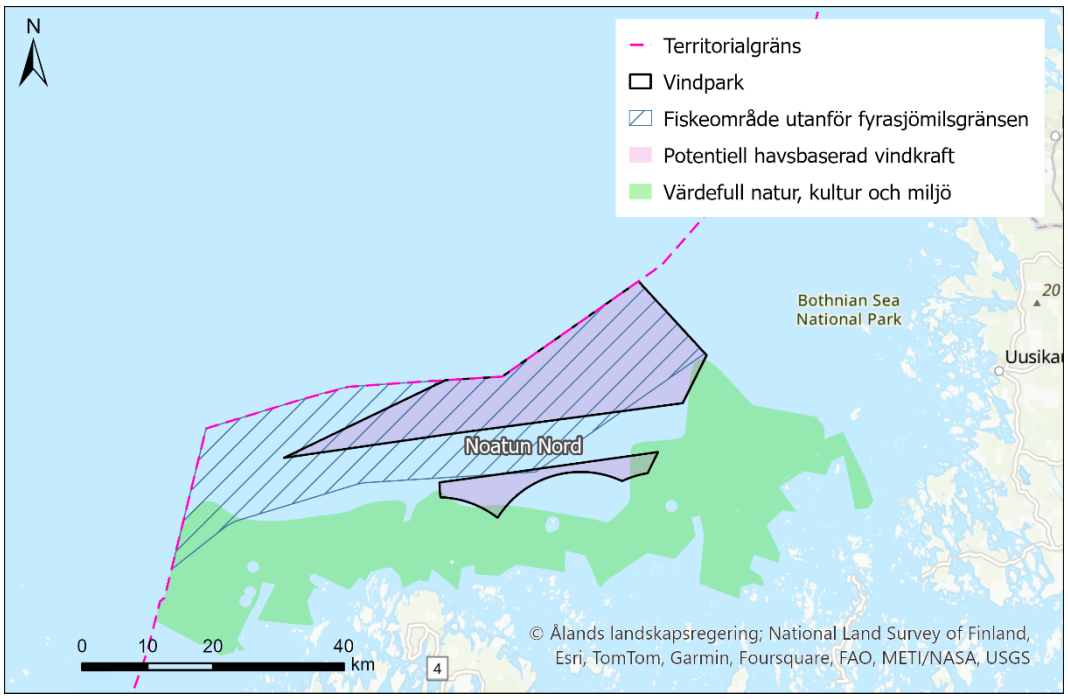
Det område i Bottenhavet inom vilket vindpark Noatun Nord planeras anläggas lämpar sig väl för en etablering av en havsbaserad vindpark. Området uppfyller de grundläggande tekniska förutsättningarna och de verksamhetsspecifika kraven med avseende på starka och stabila vindar, samt lämpliga vattendjup och geotekniska förhållanden.

[2] Kablar med en lägre spänningsnivå kan behövas för att bistå med reservkraft till vätgasutrustning vid perioder utan elproduktion.
[3] För styrning och kommunikation av vindkraftverk samt vätgasutrustning behöver det interna rörledningsnätet, liksom internkabelnätet, utrustas med kommunikations-/fiberoptiska kablar.

Den planerade vindparken ligger inom ett område där de förekommande naturvärdena är mycket begränsade. På grund av dåliga ljusförhållanden vid botten förväntas inga utbredda vegetationsklädda bottnar förekomma. Förekomsten av bottenlevande organismer, så som musslor, präglas av ett fåtal arter som finns i stora antal. Trots de relativt stora djupen inom projektområdet förekommer goda syreförhållanden genom hela vattenkolumnen.

Genomförda undersökningar såväl som tidigare utredningar har visat att förekomsten av tumlare är mycket ringa inom det område som omfattas av den planerade vindparken. Enligt fältundersökningar förekommer ett antal fiskarter inom projektområdet, dock är utbredningen av yrkesfisket inom projektområdet mycket begränsad. Det öppna havet och de relativt stora djupen inom projektområdet medför att endast ett fåtal fågelarter använder området, detta eftersom området ligger långt från närmaste häckningsplats samt till stora delar är för djupt för att vara lämpligt för födosökning för många fågelarter.

Vindparkens projektområde överlappar inte med något Natura 2000-område, naturreservat eller kulturreservat. Projektområdet ligger inte inom något utpekat minriskområde eller i närheten av någon känd dumpningsplats för kemiska stridsmedel eller ammunition. Vindparkens projektområde ligger inom ett område utpekat för havsbaserad vindkraft i Ålands havsplan (Ålands Landskapsregering, 2021), se Figur 3. Därutöver överlappar delar av vindparkens projektområde även med ett i havsplanen utpekat fiskeområde utanför fyrasjömilsgränsen samt i liten utsträckning med ett område utpekat för värdefull natur, kultur och miljö. Den planerade vindparken bedöms vara förenlig med antagen havsplan.



Figur 3. Projektområdet för vindpark Noatun Nord i förhållande till utpekade områden i Ålands havsplan.

Kunskapsunderlag

Inom ramen för projektutvecklingen har ett antal olika projekt- och områdesspecifika utredningar, inventeringar, modelleringar och beräkningar, med avseende på bland annat tumlare, fåglar, bottenfauna, ljud, sediment, strömningsförhållanden, kulturmiljö, sjöfart och risk utförts. Det övriga underlag som använts vid upprättandet av miljökonsekvensbeskrivningen har utgjorts av befintliga data från olika inventeringar och karteringar, forskning publicerad i vetenskapliga tidskrifter, miljörapporter, tekniska rapporter samt kunskap och information från olika myndigheter.

Resultaten från de genomförda utredningarna, inventeringarna, modelleringarna och beräkningarna stämmer väl överens med befintliga data från tidigare utförda undersökningar, vetenskapliga artiklar och rapporter. Utredningarna har även gett ny information om bland annat fåglars migration och födosöksbeteende. Tillgängligt underlag med information om områdets förutsättningar och förhållanden har beaktats i den mån det har ansetts vara tillämpbart och relevant för vindpark Noatun Nord. Det kunskapsunderlag som tagits fram för vindpark Noatun Nord bedöms därför vara tillräckligt omfattande och av tillräckligt god kvalitet för att tillförlitliga bedömningar av verksamhetens effekter och konsekvenser ska kunna göras.

Miljöbedömningarna har även utgått från en ekosystemansats, vilket är ett arbetssätt där det är av central betydelse att se till hela ekosystemet vid bedömning av en verksamhets eller åtgärds påverkan på miljön. Både inom vindparken och dess närområde finns olika livsmiljöer där interaktioner mellan olika arter är avgörande för upprätthållandet av ekosystemets balans och mångfald. Dessa interaktioner inkluderar bland annat konkurrens om resurser såsom mat och utrymme, men också symbiotiska relationer där olika arter samarbetar för att ömsesidigt gynna varandra.

De bedömningar som gjorts har utgått ifrån worst case antaganden, så att ett värsta scenario har definierats för de bedömda påverkansfaktorerna och de alternativa vindparksutformningarna. Detta möjliggör en tydlig jämförelse mellan de två alternativen och säkerställer att bedömningarna tar höjd för vad som kan bli den största påverkan på miljön.

Nollalternativ

Den valda lokaliseringen för vindpark Noatun Nord har bedömts som lämplig utifrån en omfattande lokaliseringsutredning, vilken har baserats delvis på Ålands havsplan, men även tagit i beaktande olika förekommande intressen utifrån tekniska, miljömässiga och ekonomiska förutsättningar. Den omfattande lokaliseringsutredningen har resulterat i det valda lokaliseringsalternativet för vindparken, vilket har goda förutsättningar för etablering av havsbaserad vindkraft och vätgasproduktion. Det tillgängliga områdets storlek möjliggör även anläggandet av en relativt stor vindpark, vilket medför såväl miljömässiga som tekniska och ekonomiska fördelar.

Nollalternativet innebär att den planerade verksamheten inte kommer till stånd. Därmed kommer vindpark Noatun Nords bidrag till Ålands och Finlands behov av storskalig utbyggnad av fossilfri energiproduktion att utebli, vilket medför konsekvenser för bland annat energiförsörjningen, förutsättningarna för en omställning av samhället och industrin samt för klimatet. Nollalternativet innebär att det aktuella området förblir oförändrat jämfört med idag, och att de positiva långsiktiga klimat- och miljöeffekterna

som den ansökta verksamheten kommer att medföra går förlorade. Vindpark Noatun Nord bedöms kunna utgöra en synnerligen viktig del i Ålands arbete för att uppnå klimatmålet om noll nettoutsläpp av klimatgaser senast 2035, men även för att uppnå hela Finlands energi- och klimatmål.

Konsekvenser av beskriven verksamhet

Klimatpåverkan och klimatnytta

Det uppstår inte några växthusgasutsläpp vid elproduktionen inom vindparken eller vid omvandlingen av el till vätgas. Etableringen av vindpark Noatun Nord kommer dock att innebära en viss klimatpåverkan i form av de växthusgasutsläpp som genereras vid framställningen av material och komponenter till vindparken, samt under själva anläggandet av vindparken genom utsläpp från de fartyg som används under anläggningsfasen. Baserat på beräkningar av utsläpp av växthusgaser per kWh producerad el, som gjorts för såväl havs- som landbaserad vindkraft, förväntas vindpark Noatun Nord generera utsläpp av växthusgaser motsvarande cirka 7,3 gCO_2e/kWh (gram koldioxidekvivalenter per kilowattimme) under sin livslängd.

I jämförelse med utsläppen av koldioxid som uppstår vid annan elproduktion[4] kan vindpark Noatun Nord minska utsläppen av koldioxid med upp till cirka 11,56 miljoner ton koldioxid årligen. Detta motsvarar ungefär 58 gånger Ålands totala koldioxidutsläpp för 2021, vilka låg på cirka 199 000 ton (ÅSUB, 2023). Vindpark Noatun Nord bedöms kunna bidra mycket positivt till arbetet med att ersätta fossil elproduktion och därigenom bidra till en storskalig minskning av växthusgasutsläpp.

Etableringen av vindpark Noatun Nord, oberoende av vilken alternativ utformning av vindparken som väljs, bedöms således kunna utgöra en synnerligen viktig del i Ålands arbete för att uppnå klimatmålet om noll nettoutsläpp av klimatgaser senast 2035, och även för att uppnå hela Finlands energi- och klimatmål.

Bottenflora och bottenfauna

Vattendjupet inom projektområdet varierar, inom det grundaste området i den södra delen av vindparken är djupet cirka tio meter, och inom det djupaste området i de nordöstliga delarna av vindparken är vattendjupet cirka 80 meter. Bottnarna inom projektområdet är syresatta året runt och utgörs till stor del av mjuka bottnar bestående av sand, gyttja och lera. Inom en mindre andel av projektområdet förekommer även hårda bottensubstrat i form av stenar och grus. Bottenfaunan inom området utgörs av ett fåtal arter, vilka förekommer i stora antal. Ljusförhållandena vid bottnarna inom projektområdet är relativt dåliga, och bottenflora förekommer endast i begränsad omfattning.

Under anläggningsfasen kommer bottenytor att tas i anspråk. Detta kan leda till förlust av habitat för mjukbottenfaunan samtidigt som nya habitat för hårdbottenarter kan skapas. Givet att projektområdet idag domineras av mjukbotten, bedöms känsligheten hos de bottenlevande organismerna som måttlig. Sedimentsuspension förväntas också uppstå under anläggningsfasen, och med hänsyn till närvaron av filtrerarande

[4] Beräkningarna för ersättningsmix grundar sig på bedömningen från Nätverket vindkraftens klimatnytta (2019), av att den samlade klimatnyttan med vindkraft och är i storleksordningen 600 g/kWh. Siffrorna baseras på att vindparken ersätter kol- och gaskraft genom elexport.

arter bedöms mottagarens känslighet som måttlig. Påverkan från sedimentsuspension kommer att vara temporär och lokal, varför påverkans storlek och omfattning bedöms som liten. Få fastsittande arter förekommer inom projektområdet, och bottenflora och bottenfauna bedöms därför ha en liten känslighet för den sedimentation som uppstår. Endast en mindre del av projektområdet, mindre än 0,1 procent, påverkas av en sedimentpålagring överstigande en decimeter, och därför bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig. Sedimentprovtagningar visar förhöjda halter av föroreningar i området. Många av de dominerande organismerna redan är exponerade för dessa halter och mottagarens känslighet bedöms som liten. Påverkan från spridningen av miljögifter och näringsämnen bedöms vara mycket begränsad, varför påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Vid bedömningen av påverkansfaktorn spridning av främmande arter bedöms mottagarens känslighet som liten och med hänsyn till barlastkonventionen och gällande regelverk bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig. Sammantaget bedöms konsekvenserna för bottenflora och bottenfauna under anläggningsfasen vara försumbar till liten negativ för både alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet. Sammantaget bedöms konsekvensen för bottenflora och bottenfauna under anläggningsfasen vara försumbar till liten negativ jämfört med nollalternativet.

Under driftsfasen kommer erosionsskydd och eventuella kabel- och rörledningsskydd att öka förekomsten av hårdsubstrat inom projektområdet, samtidigt som mjukbottenhabitaten bevaras. Förändringar i substratförhållandena inom vindparken kan medföra en viss positiv effekt på den biologiska mångfalden i området och vissa reveffekter kan uppstå. Känsligheten hos projektområdets bottenfauna och bottenflora bedöms som liten för den fysiska påverkan på havsbotten och för reveffekter, då de bottenlevande organismerna inom projektområdet huvudsakligen är anpassade till mjuka substrat. Förändringarna i miljön förväntas vara begränsade och lokala, vilket leder till att påverkans storlek och omfattning med avseende på vindparkens fysiska påverkan på havsbotten bedöms som obetydlig, medan påverkans storlek och omfattning för reveffekter bedöms som obetydlig till liten positiv. Under driftsfasen kommer en liten och lokal påverkan från magnetfält och hydrografiska förändringar uppstå, och för de båda påverkansfaktorerna bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig. Bottenfauna känner inte av magnetfält och känsligheten bedöms som liten. Däremot bedöms känsligheten för hydrografiska förändringar som måttlig, med tanke på förändringar hos vissa arters livsmiljöer. Sammantaget bedöms driftsfasens samtliga påverkansfaktorer ha en mycket liten positiv till försumbar konsekvens för bottenflora och bottenfauna för både alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet.

Under avvecklingsfasen av vindparken kommer den sedimentspridning som uppstår, och som leder till en efterföljande sedimentation samt spridning av miljögifter och näringsämnen, vara betydligt mindre än under anläggningsfasen. Påverkans storlek och omfattning bedöms vara obetydlig. Om fundament, erosionsskydd och eventuella kabel- och rörledningsskydd lämnas kvar bevaras de hårdbottensubstrat som tillkommit. När det gäller spridning av främmande arter bedöms mottagarens känslighet som liten och med hänsyn till barlastkonventionen och gällande regelverk bedöms påverkans storlek och omfattning som liten. Konsekvenser för bottenflora och bottenfauna bedöms som försumbar i avvecklingsfasen för både alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet.

Fisk

Provfiske och eDNA-inventeringar som utförts i projektområdet visar på förekomst av främst tånglake, strömming, rötsimpa och storspigg.

Under anläggningsfasen kan påverkan i form av sedimentsuspension och undervattensljud uppstå. Modelleringar visar att koncentrationer av suspenderat sediment som överstiger 100 mg/l uppstår inom en radie om 2 kilometer från position där borrning sker. På cirka 6 kilometers avstånd från positionen där borrning sker har koncentrationen sjunkit till under 10 mg/l. Den totala tiden för arbeten som utgörs av borrning, vilket är det arbetsmoment som genererar störst sedimentsuspension, är sammanlagt cirka 110 timmar per fundament.

Resultaten från modelleringen av undervattensljud visar att ljudnivåer som uppstår vid installation av fundament med skyddsåtgärder potentiellt kan medföra permanent hörselnedsättning (PTS) inom en radie <100 meter från ljudkällan och temporär hörselnedsättning inom en radie av 4,2 till 19,5 kilometer från ljudkällan för fisk. Resultaten visar därmed att bubbelgardinen, som vanligen placeras runt ljudkällan med ett avstånd om 50–200 meter, är så effektiv att PTS inte uppstår utanför bubbelgardinen. Därmed kan PTS endast uppstå hos möjliga enstaka individer som befinner sig innanför bubbelgardinen. Mjuk uppstart och ramp-up kommer att tillämpas, därmed förväntas de individer som befinner sig inom det närmaste området ha förflyttat sig innan installation med full styrka påbörjas. Då skyddsåtgärder för att minimera påverkan från undervattensljud och sedimentspridning implementeras under anläggningsfasen kan påverkan endast medföra en viss påverkan på fisk på individnivå dock bedöms det inte medföra någon betydande påverkan på fiskbestånden.

Det är sannolikt att fisk simmar bort från platser där arbeten pågår. Känsligheten hos fisk avseende sedimentsuspension och undervattensljud bedöms vara liten till måttlig. Påverkan från vindparkens anläggningsfas på fisk, både vuxen fisk och fisk i de tidiga levnadsstadierna, bedöms som liten till måttlig och konsekvensen som mycket liten för alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet.

Under driftsfasen kan påverkan på fisk uppstå genom driften och underhållet av vindparken samt genom de olika anläggningsdelarnas fysiska närvaro i havsområdet. I driftskedet bedöms fisk ha liten till måttlig känslighet, påverkan bedöms vara obetydlig avseende undervattensljud, magnetfält, reveffekter, utspädning av kylvatten och saltlake, intag av kylvatten samt indirekt påverkan av marint skräp, vilket medför att konsekvenserna bedöms vara försumbara för alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet.

Under avvecklingsfasen kommer ett visst undervattensljud och en begränsad sedimentspridning uppstå i området i samband med att vindparkens komponenter monteras ner och transporteras bort. I jämförelse med anläggningsfasen är påverkans omfattning mycket mindre. Sammantaget bedöms fisk ha liten till måttlig känslighet och påverkan bedöms vara temporär och begränsad. Konsekvenserna som vindparken medför under avvecklingsfasen bedöms vara liten negativ för sedimentsuspension och försumbar för undervattensljud för alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet.

Tumlare

I Egentliga Östersjön finns en tumlarpopulation som år 2012 uppskattades till cirka 500 individer och som är akut hotad. Även om passiv akustisk övervakning och eDNA-analyser inte har påvisat några tumlare inom Noatun Nords projektområde under åren 2022–2024, kan det inte uteslutas att enstaka tumlare kan förekomma sporadiskt inom området. Med tanke på det begränsade antalet tumlare i hela Östersjön är det svårt att detektera dem på platser där de tillfälligt vistas. Resultaten visar att tumlare inte regelbundet vistas eller förekommer i större grupper inom projektområdet.

Under anläggningsfasen kan förberedande arbeten, installation av fundament och ökad sjötrafik generera undervattensljud som potentiellt kan påverka tumlare som tillfälligt vistas i och kring projektområdet. Med tillämpning av mjuk uppstart vid genomförande av geofysiska undersökningar bedöms det som osannolikt att tumlare skulle utsättas för ljudnivåer som skulle orsaka hörselnedsättning, och det finns ingen risk för att hörselskador hos tumlare uppstår till följd av Noatun Nords anläggningsfas. Undervattensljuden från undersökningarna bedöms däremot, inom ett begränsat avstånd, kunna ge upphov till ett möjligt undvikandebeteende hos tumlare. Tumlare bedöms ha en måttlig känslighet för de undervattensljud som kan uppstå under anläggningsfasen. Vid installation av fundament kommer mjuk start och ramp-up att tillämpas vid eventuella pålningsarbeten och påverkan från undervattensljud kommer endast medföra en temporär habitatförlust för tumlare som tillfälligt passerar påverkansområdet.

Anläggningsarbetena kommer även att leda till sedimentspridning med efterföljande sedimentation. Tumlare använder ljud för att navigera och jaga, och påverkansfaktorn är därför av ringa betydelse för tumlarens förmåga att fånga föda. Tumlare bedöms således ha en liten känslighet för sedimentspridning och sedimentation. Sedimentspridningen kommer främst bli lokal och tillfällig, varför påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Sedimentsuspensionen kan även leda till att miljögifter som legat inlagrade i bottensedimenten åter suspenderar till vattenkolumnen, vilket i sin tur kan leda till en spridning av förhöjda halter av miljögifter. Miljögifter kan orsaka negativa hälsoeffekter hos tumlare artens känslighet mot miljögifter bedöms som måttlig. Spridningen av miljögifter kommer att vara temporär och mycket lokal, varför påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Under anläggningsfasen finns också risken för oväntade utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen, vilket kan skada tumlarnas hälsa och livsmiljö. Tumlare bedöms därför ha en måttlig känslighet för påverkansfaktorn. Påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig, då sannolikheten för påverkan på de tumlare som tillfälligt vistas inom projektområdet blir minimal med skydds- och försiktighetsåtgärder. Sammantaget bedöms konsekvensen för de eventuella tumlare som kan vistas i området under anläggningsfasen som försumbar till liten negativ för både alternativ 1 och 2.

Under driftsfasen kommer vindkraftverken ge upphov till mekaniskt och aerodynamiskt bredbandigt ljud vars ljudnivå avtar med avståndet. Fartyg som färdas i området kommer däremot att orsaka ett undvikandebeteende hos de tumlare, varför känsligheten bedöms som måttlig. Eftersom tumlare som eventuellt uppehåller sig i området sannolikt till viss mån redan är anpassade till den rådande ljudnivån från fartygstrafik i de närliggande fartygsstråken, bedöms påverkans storlek och omfattning obetydlig. Vidare kommer det interna kabelnätet i vindparken att ge upphov till ett

elektromagnetiskt fält när vindparken är i drift. Elektroreception förekommer sannolikt inte hos tumlare och arten bedöms därför ha en liten känslighet för magnetfält. Magnetfälten bedöms inte medföra någon påverkan på tumlare, och påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. I drift kan även marint skräp som driver med strömmarna fastna i vindparkens strukturer. Tumlare bedöms ha en måttlig känslighet för indirekt påverkan från marint skräp. Marint skräp som ansamlas i parken kan komma att tas bort vid underhållsarbete, vilket leder till en netto-positiv effekt på marint skräp i området. Påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. När det kommer till den reveffekt som kan uppstå i driftsfasen, bedöms tumlare ha en liten känslighet för påverkansfaktorn då det kan öka födotillgången för de eventuella tumlare som passerar området. Tillförseln av hårda substrat bedöms däremot vara begränsad, och påverkans storlek och omfattning bedöms som liten positiv. Tumlare bedöms ha en liten känslighet för vattenintag för kylning och vätgasproduktion samt utsläpp av kylvatten och saltlake, med hänsyn till att deras simförmåga gör att de kan undvika områden med sådana aktiviteter. Ingen direkt eller indirekt påverkan på tumlare bedöms uppstå, och påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Under driftsfasen bedöms tumlare ha en måttlig känslighet för utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen, och liksom under anläggningsfasen, bedöms skydds- och försiktighetsåtgärder göra att påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Sammantaget bedöms konsekvensen för de eventuella tumlare som kan vistas i området under driftsfasen som mycket liten positiv till liten negativ för både alternativ 1 och 2.

Avvecklingsfasen medför en liknande, men mer begränsad, påverkan jämfört med anläggningsfasen. Tumlare bedöms ha en liten känslighet för den sedimentsuspension och sedimentation som uppstår vid avvecklingsarbetena av Noatun Nord. Sedimentsuspensionen och sedimentationen kommer att vara temporär och lokal, varför påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Tumlare bedöms ha en måttlig känslighet för det undervattensljud, den spridning av miljögifter och för det utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen som avvecklingsfasen kan medföra. Undervattensljud från avvecklingsarbeten och fartygstrafik kommer medföra en viss undanträngning av tumlare som eventuellt vistas i eller i närheten till projektområdet, och påverkans storlek och omfattning bedöms som liten. Då spridningen av miljögifter förväntas bli tillfällig och lokal, bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig. Sannolikheten för att tumlare påverkas av ett utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen bedöms vara minimal, och påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Avvecklingsfasen medför således en försumbar till liten negativ konsekvens för de eventuella tumlare som kan vistas i området för både alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet.

Säl

Inom projektområdet förekommer de två sälarterna gråsäl (*Halichoerus grypus*) och vikare (*Pusa hispida*). Projektområdet bedöms vara av medelstor betydelse för gråsäl, då det ligger nära kända reproduktions- och födosöksområden för arten. Förekomsten av vikare i området är mindre omfattande och troligen saknas betydande reproduktionsområden i närheten av projektområdet. Vikarens närvaro inom projektområdet för Noatun Nord antyder att området sannolikt utgör en del av ett större födosöksområde eller en migrationskorridor.

Anläggningsarbetena för vindpark Noatun Nord kan ge upphov till impulsiva undervattensljud, och sälar bedöms ha en måttlig känslighet för dessa. Ljudnivåer som orsakar hörselnedsättningar hos säl förväntas uppstå inom ett mycket kort avstånd från ljudkällan vid pålning och med föreslagna skyddsåtgärder bedöms inga hörselskador hos sälar kunna uppstå. Påverkan under anläggningsfasen kommer främst innebära att sälarna tillfälligt kommer att undvika projektområdet och dess närområde när anläggningsarbeten utförts. Givet att projektområdet är beläget i ett område av medelstor betydelse för gråsäl bedöms påverkans storlek och omfattning som måttlig.

Anläggningsarbetena kommer även att leda till sedimentsuspension med efterföljande sedimentation. Givet att sälar har goda förutsättningar för att lokalisera och fånga sitt byte även i grumligt vatten, bedöms sälarnas känslighet för sedimentsuspension och sedimentation som liten. Sedimentsuspensionen och sedimentationen kommer främst bli lokal och tillfällig, varför påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Sedimentsuspensionen kan även leda till att miljögifter som legat inlagrade i bottensedimenten åter suspenderar till vattenkolumnen, vilket i sin tur kan leda till en spridning av förhöjda halter av miljögifter. Miljögifter kan bland annat leda till skador på sälarnas arvsmassa och reproduktion, och därför bedöms sälarnas känslighet som måttlig. Spridningen av miljögifter kommer att vara temporär och mycket lokal, varför påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Under anläggningsfasen kan även oväntade utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen uppstå, vilket kan ha negativa effekter på sälarnas hälsa och livsmiljö. Sälar är framför allt sårbara för utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen under kutning och pälsömsning, och bedöms ha en måttlig känslighet för påverkansfaktorn. Påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig, givet att risken för ett utsläpp bedöms vara minimal och att ett eventuellt utsläpp enbart riskerar att påverka enstaka individer. Den samlade konsekvensen av anläggningsfasen bedöms bli försumbar till liten negativ för både alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet.

Sälar bedöms ha en liten känslighet för de aktiviteter som driftsfasen medför, förutom när det gäller utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen vid eventuell olycka eller annan oförutsedd händelse, för vilket deras känslighet bedöms som måttlig. Under driften kommer ljudnivåerna från vindparken vara av lägre frekvens, och inga impulsiva ljud från pålningsarbeten kommer att uppstå. En viss påverkan på sälarnas kommunikation kan uppstå, och givet att projektområdet är beläget i ett område av medelstor betydelse för gråsäl bedöms påverkans storlek och omfattning som liten negativ. Vidare kommer det interna kabelnätet i vindparken att ge upphov till ett elektromagnetiskt fält. Under driftsfasen kan även marint skräp ansamlas i projektområdet, då drivande skräp kan fastna på vindparkens strukturer. Under anläggningsfasen finns också risken att en olycka eller ett haveri leder till ett oväntat utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen. Dessa påverkansfaktorer bedöms dock ha en obetydlig påverkan på sälar. Sälar bedöms inte påverkas av vattenintag för kylvatten och vätgasproduktion samt av utsläpp av kylvatten och saltlake, För dessa påverkansfaktorer bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig. Under driftsfasen kan en mycket liten positiv påverkan i form av reveffekt uppstå, då vindparkens strukturer kan förbättra möjligheterna till födosök i området. Den samlade bedömningen är att konsekvensen för säl blir mycket liten positiv till liten negativ under vindparkens driftsfas för både alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet.

Avvecklingsfasen innebär en betydligt mindre påverkan än anläggningsfasen och sälar bedöms ha en liten känslighet för den sedimentsuspension, sedimentation och de undervattensljud som avvecklingsarbetena av vindparken innebär. Påverkan från sedimentsuspension och sedimentation bedöms bli tillfällig och lokal, varför påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Undervattensljud från avvecklingsarbeten och fartygstrafik kommer medföra en viss undanträngning av sälar från projektområdet, och påverkans storlek och omfattning bedöms som liten. Sälar bedöms ha en måttlig känslighet för miljögifter samt för utsläpp av miljö och hälsofarliga ämnen under avvecklingsfasen. Då spridningen av miljögifter förväntas bli tillfällig och lokal, och ett eventuellt utsläpp av miljö och hälsofarliga ämnen enbart förväntas kunna påverka enstaka individer, bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig. Avvecklingsfasen medför således en försumbar till mycket liten negativ konsekvens för gråsäl och vikare för både alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet.

Fåglar

Projektområdet är uppdelat i två delar på grund av ett fartygsstråk som går genom området. Vattendjupet inom det norra delområdet överstiger på stora delar 30 meter, vilket medför ett alltför stort vattendjup för de flesta fågelarter som födosöker i bottenmiljöer. Vattendjupet inom det södra delområdet består av djupare områden med större förekomst av grundare områden jämfört det norra delområdet. Projektområdet utgörs av öppet hav, med närmaste skär cirka sex kilometer åt sydväst och sex kilometer åt söder. Fågelinventeringar har genomförts under alla årstider för att förstå fåglarnas användning av området, inklusive migration, ruggning, under häckningsperioden, födosök och övervintring. Resultatet från genomförda inventeringar visar att vårmigrationen domineras av bofink och sädgås, medan det under höstmigrationen förekommer en måttlig flyttning av sädgäss och kraftigare flyttning av bläsand och stjärtand. Övervintrande fåglar, som fiskmås, nyttjade främst de grundare delarna av projektområdet.

De påverkansfaktorer som uppstår till följd av vindpark Noatun Nord är kollisionsrisk, undanträngningseffekter, barriäreffekter och utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen, vilka alla kan uppstå under såväl anläggnings- som drifts- och avvecklingsfasen.

Under vindparkens driftsfas bedöms kollisionsrisken för fåglar vara låg på grund av begränsad förekomst av fåglar i projektområdet under häckningsperioden, även om vissa arter, som måsfåglar, potentiellt kan förekomma i projektområdet och kollidera med vindkraftverken vid födosök under häckningssäsongen. Dock utgör inte projektområdet huvudsakliga födosöksområden för exempelvis tordmule och silltrut. Migrationen genom området varierar för olika arter, men över lag bedöms kollisionsrisken som låg. Silltrut bedöms dock ha en ökad kollisionsrisk, varför konsekvensen av kollisionsrisk för fåglar bedöms som måttlig negativ för alternativ 1 och liten negativ för alternativ 2, jämfört med nollalternativet.

Undanträngningseffekterna är begränsade på grund av det öppna havet och de i huvudsak relativt stora djupen. Enbart vissa arter av alkor bedöms till mindre del använda projektområdet för födosök. Fåglar som tillhör familjen alkor är exempelvis sillgrissla, tordmule och tobisgrissla. Konsekvensen av undanträngningseffekter bedöms som försumbar för de flesta av projektområdets fågelarter, men för alkor bedöms vindparken innebära en mycket liten negativ konsekvens jämfört med nollalternativet. Barriäreffekterna förväntas vara små för migrerande fåglar och

dygnsmigranter, med en obetydlig påverkan på grund av att majoriteten av fåglarnas befintliga flygvägar går utanför området. Barriäreffekter bedöms därför innebära en försumbar konsekvens för fåglar under vindparkens driftsfas jämfört med nollalternativet.

Den samlade bedömningen för vindpark Noatun Nords anläggnings- och avvecklingsfas är att påverkan från de identifierade påverkansfaktorerna medför en försumbar konsekvens för migrerande, häckande och övervintrande fåglar jämfört med nollalternativet. Bedömningen bygger på att aktiviteter vid anläggnings- och avvecklingsfasen kommer att medföra en marginell påverkan och vara av temporär karaktär. Även utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen, som fåglar bedöms ha en hög känslighet för, bedöms ha en obetydlig påverkan tack vare skydds- och försiktighetsåtgärder. Jämfört med nollalternativet blir den sammanvägda konsekvensen av vindparkens samtliga faser därför försumbar till liten negativ för alternativ 1 och försumbar till mycket liten negativ för alternativ 2.

Fladdermöss

Det bedöms kunna förekomma födosökande fladdermöss inom projektområdet för vindpark Noatun Nord, detta dock i en begränsad omfattning med ett sannolikt lågt antal individer på grund av det stora avståndet till land. Under en begränsad tidsperiod under våren och under hösten kan det potentiellt ske migration av fladdermöss genom projektområdet. Migrationen sker generellt vid gynnsamma väderförhållanden med låg vind, mindre än fem meter per sekund. Det är inte klarlagt huruvida migrationen sker via samma rutt eller om migrationsvägarna är mer diffusa och varierar. De observationer av fladdermöss förekommande på Åland som gjorts ute till havs har visat att fladdermössen generellt sett flyger på låg höjd, under 10 meter, med få observationer av individer som flög på höjder över 40 meter.

Under förutsättning att ett undersökningsprogram genomförs under driftsfasens första tre år och att det vid betydande risk för kollision för fladdermöss införs en driftreglering av vindkraftverken, är den samlade bedömningen att det inte uppstår någon negativ påverkan på fladdermöss för någon av de två alternativa utformningarna av vindparken. Därmed blir konsekvenserna försumbara för fladdermöss.

Landskap, rekreation och friluftsliv

Den påverkan på landskap, rekreation och friluftsliv som utreds för vindparken är visuell och bedöms huvudsakligen uppstå under driftsfasen. Den visuella påverkan uppstår dels genom vindkraftverkens avteckning mot horisontlinjen dagtid, dels genom vindparkens hinderbelysning under skymning och natt. Inom analysområdet från den svenska sidan vid Gräsö och Grisslehamn, över till Åland och vidare till sydvästra Finland finns ett skiftande skärgårds-, kust- och inlandslandskap med många värden. Längst ute i skärgården med nära relation till det öppna havet i Bottenhavet finns ytterskärgården med små och spridda öar som har frilufts- och rekreationsvärden, samt natur- och kulturvärden.

I den framtagna landskapsanalysen presenteras tio landskapskaraktärer inom analysområdet. Dessa landskapskaraktärer har beskrivits, och en påverkansbedömning har tagits fram för respektive område. Landskapets känslighet inom respektive karaktärsområde har bedömts utifrån föreslagen etablering och dess geografiska placering med möjlig inverkan på landskapet. Påverkan och effekt i detta

sammanhang handlar om de visuella förändringar som uppstår till följd av vindparken. För att göra en bedömning av effekten analyseras och beskrivs hur och i vilken grad vyer förändras till följd av vindparken.

För bedömningen av konsekvenserna för landskap, rekreation och friluftsliv till följd av vindpark Noatun Nord tillämpas en sammanvägning av landskapets känslighet och effekterna av den visuella påverkan som vindparken innebär för respektive landskapskaraktär. Sammantaget bedöms landskapets känslighet inom det område som berörs av den planerade vindparken vara liten till måttlig. Påverkans storlek och omfattning bedöms under driftsfasen vara obetydlig till måttlig negativ, vilket sammantaget innebär att vindpark Noatun Nord bedöms medföra en försumbar till måttlig konsekvens för landskap, rekreation och friluftsliv. Totalt har konsekvenser för fem karaktärsområden bedömts som försumbara medan konsekvensen för det karaktärsområde som ligger närmast vindparken bedömts som måttlig. För resterande fyra områden har konsekvensen bedömts som mycket liten till liten. Konsekvenserna har bedömts vara samma för alternativ 1 och 2.

Natura 2000

Natura 2000-områden, etablerade enligt EU:s fågel- och/eller habitatdirektiv, syftar till att skydda biologisk mångfald genom identifiering och bevarande av specifika arter av flora och fauna samt naturtyper. För Noatun Nord har Natura 2000-områdena Södra Sandbäck, Rannö och Ytterstberg identifierats som aktuella för bedömning av eventuell påverkan på den marina miljön och fågellivet. Dessa områden är skyddade enligt habitatdirektivet.

Under anläggningsfasen kan flera faktorer påverka marina organismer som förekommer inom eller omkring projektområdet. När det gäller spridning av sediment som hamnar i suspension genom framför allt borrning och förläggning av kablar och/eller rörledningar kommer koncentrationen av suspenderat sediment och effekterna av sedimentation innebära en obetydlig påverkan på bottenlevande organismer och typiska fiskarter. Likaså bedöms risken för införande av främmande arter som obetydlig. Under anläggningsfasen kan impulsiva undervattensljud från framför allt pålning av fundament tillfälligt orsaka undvikandebeteende hos sälar och typiska fiskarter inom och omkring projektområdet, vilket bedöms innebära en måttlig negativ påverkan. Risken för påverkan från spridning av miljö- och hälsofarliga ämnen bedöms som obetydlig för den marina miljön, då ett antal skyddsåtgärder vidtas för att minimera risken för utsläpp i samband med anläggningsarbetena.

Under driftsfasen kommer undervattensljudet från framför allt vindkraftverken och plattformarna inom Noatun Nord innebära en obetydlig påverkan på marint liv, inklusive gråsälar och fisk. Främmande arter kan etableras på tillkommande hårdbottenytor, men påverkan förväntas inte medföra några negativa effekter. Fundamenten kan i stället medföra en ökad biologisk mångfald och därmed ge upphov till en mycket liten positiv påverkan på de arter som finns i närheten av vindparken. Magnetfält från kablar kommer inte nå Natura 2000-områdena och bedöms ha en obetydlig påverkan. Risken för spridning av marint skräp är liten under driftsfasen, med försumbar påverkan på fiskar och andra marina arter. Risken för spridning av miljö- och hälsofarliga ämnen bedöms som obetydlig för den marina miljön och fågellivet, då sannolikheten för ett utsläpp i driftskedet är liten samt att ett antal skyddsåtgärder vidtas för att minimera risken för utsläpp.

Under avvecklingsfasen förväntas påverkan vara betydligt mindre än under anläggningsfasen. Sedimentspridning och sedimentation vid avvecklingen förekommer endast i mycket begränsad omfattning jämfört med vid anläggningen och förväntas inte påverka Natura 2000-områdena. Undervattensljud genereras också i mindre omfattning än under anläggningsfasen och bedöms ha liten påverkan på Natura 2000-områdenas utpekade arter och naturtyper. Introduktion av främmande arter bedöms också vara obetydlig och leda till försumbara konsekvenser för Natura 2000-områdena jämfört med nollalternativet. Risken för spridning av miljö- och hälsofarliga ämnen liknar den i anläggningsfasen och bedöms som obetydlig för den marina miljön, då ett antal skyddsåtgärder vidtas för att minimera risken för utsläpp.

Sammanfattningsvis medför anläggning, drift och avveckling av vindpark Noatun Nord ingen fysisk inverkan på Natura 2000-områdena. Vindparken, enligt både alternativ 1 och 2, kommer inte påverka Natura 2000-områdenas bevarandestatus för naturtyper eller arter. Ingen betydande störning förväntas för utpekade eller typiska arter inom dessa områden för varken alternativ 1 eller 2 jämfört med nollalternativet.

Kulturmiljö

Vindparkens påverkan på kulturmiljön är visuell och beroende av avstånden mellan de enskilda kulturmiljöobjekten och vindparken. Interaktionen mellan kulturmiljöobjekten och vindparken påverkas av flera faktorer såsom siktförhållanden, det mänskliga ögats begränsningar och jordens krökning. De förekommande kulturmiljöerna är spridda och täcker ett stort geografiskt område. Påverkan varierar mellan de olika områdena, vilket medför att upplevelsevärdet av kulturmiljöerna kommer att vara olika beroende på om en betraktare befinner sig på Åland, i Finland eller i Sverige. Vindparkens hinderbelysning kommer att påverka det visuella intrycket, främst vid mörker och vid klar sikt.

För kulturmiljöer belägna i Sverige bedöms ingen påverkan uppstå under vindparkens anläggnings-, drifts- eller avvecklingsfas, detta då avståndet från vindparken till Sverige är 55 kilometer. På ett så stort avstånd kan vindkraftverken varken dominera eller konkurrera med de landbundna kulturmiljöerna. Under anläggningsfasen kommer de fartyg som arbetar inom projektområdet att öka den visuella påverkan på kulturmiljöer beroende på var i landskapet betraktaren befinner sig och allt eftersom vindkraftverk installeras. Under driftsfasen uppstår en visuell påverkan på kulturmiljöerna på Åland och i Finland beroende på var i landskapet betraktaren befinner sig. Närmaste avstånd till de åländska kulturmiljöerna från vindparken är 15–20 kilometer och till finska kulturmiljöer är avståndet 20 kilometer och däröver. Bedömning av påverkan gäller för lämningar och miljöer med en huvudsaklig koppling till havet och den fria horisonten och grundar sig på avstånd, synbarhet, värde och tålighet. Vid avveckling av Noatun Nord kommer visuell påverkan och konsekvenserna att öka för kulturmiljön för att sedan minska allt eftersom nedmontering av vindkraftverken fortgår. Konsekvenserna under driftsfasen bedöms som liten negativ och i anläggnings- och avvecklingsfaserna som försumbar för både alternativ 1 och 2.

Boendemiljö

Påverkan på boendemiljö förekommer främst genom ljud från vindkraftverken och visuell påverkan genom de i havsmiljön uppstickande industriella momenten i form av vindkraftverk och plattformar. Därutöver förekommer det även påverkan under

anläggningsfasen genom en ökad fartygsdrift och anläggande arbete så som exempelvis pålning. Då visuell påverkan avhandlas under avsnittet för landskap, rekreation och friluftsliv fokuserar detta avsnitt på påverkan genom ljud.

Ljud påverkar människors hälsa och möjligheten till god livskvalitet. Förekomsten av ljud påverkar människor olika beroende på typ av ljud, styrkan, frekvensen, hur det varierar över tid och i vilken situation man utsätts för det.

Påverkan i form av luftburet ljud under anläggningsfasen uppkommer främst genom pålning. Under driftsfasen avger vindkraftverken två typer av ljud; mekaniskt och aerodynamiskt. Det mekaniska ljudet alstras från bland annat generator, fläktsystem och i förekommande fall växellåda. I moderna vindkraftverk har man lyckats eliminera det mekaniska ljudet i stor utsträckning genom isolering av maskinhuset och elastisk montering av växellådan. Det aerodynamiska ljudet utgör den dominerande delen av ljudet från ett vindkraftverk och uppstår på grund av rotorbladens passage genom luften. Vid nära avstånd uppfattas detta vanligtvis som ett väsande eller svischande ljud, medan det på större avstånd ändrar karaktär och blir dovare.

Luftburet ljud från vätgasproduktionen bedöms inte överstiga de nivåer som uppkommer för luftburet ljud kopplat till vindkraftverk och ej heller leda till några samverkande effekter med ljudet från vindkraftverken.

Påverkan på boendemiljön genom luftburet ljud bedöms på grund av det stora avståndet som mycket begränsad. Utförda ljudberäkningar visar att såväl de finska som de svenska riktvärdena innehålls under vindparkens alla faser. För lågfrekvent ljud är det emellertid endast en marginell skillnad mellan riktvärdet och uppnådda ljudnivåer för lågfrekvent buller vid 40 – 62 Hz för alternativ 2, varför viss påverkan kan förväntas för detta alternativ. Värt att notera är att ljudberäkningen har använt sig av ett worst case scenario, där ljudet har spridit sig under optimala förhållanden. I verkligheten kommer ljudet sannolikt underskrida detta med få undantag. Känsligheten för boendemiljön bedöms som liten, påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig för alternativ 1 och liten negativ för alternativ 2 till följd av det lågfrekventa ljudet. Konsekvensen bedöms som försumbar för alternativ 1 och som mycket liten negativ för alternativ 2, detta i jämförelse med nollalternativet.

Marinarkeologi

Påverkan på maritima kulturmiljölämningar kan ske på lämningar som är belägna inom vindpark Noatun Nord. Vid en genomgång av tillgängligt geofysiskt underlag lokaliserades nio potentiella marina lämningar. De lämningar som kan påverkas utgörs av 1 vrak, 1 ankare och 7 vrakliknande objekt. Ytterligare geofysiska undersökningar kommer att utföras inför detaljprojekteringen av vindparken. Eventuella identifierade marinarkeologiska objekt kommer att rapporteras till berörd myndighet. Dessa objekt ska så långt som möjligt undvikas vid utformning av vindparken och de interna kabel- och/eller rörledningsnäten. Vid behov kan buffertzoner upprättas som skyddsåtgärd i samband med anläggning, drift och avveckling. Under anläggningsfasen bedöms det inte föreligga någon risk för påverkan eller skada på marinarkeologiska lämningar, då anpassningar görs för att undvika identifierade lämningar. Konsekvensen bedöms vara försumbar under anläggningsfasen för både alternativ 1 och 2. Under drifts- och avvecklingsfasen förväntas ingen påverkan på marinarkeologiska lämningar eftersom anpassningar med avseende på dessa gjorts redan inför anläggningsfasen.

Konsekvenserna bedöms därmed vara försumbara för både alternativ 1 och 2 med avseende på marinarkeologi även under drift och avveckling av vindparken.

Yrkesfiske

Det område som omfattas av den planerade vindparken har endast marginell betydelse för yrkesfisket och fiskenäringen. Det pelagiska fisket inom den planerade vindparken har skett sporadiskt och i huvudsak inom ett mindre delområde. Vidare motsvarar fångsterna inom den planerade vindparken endast en mycket liten del av de totala fångsterna i Bottenhavet. Den lokala påverkan som vindparken ger upphov till i form av minskad yta som är tillgänglig för fiske bedöms innebära små konsekvenser för yrkesfisket. Detta eftersom fiskeintensiteten är betydligt lägre inom projektområdet jämfört med angränsande havsområden och då de arter som fiskas som regel förflyttar sig över stora områden.

Utförda undersökningar visar att bottensubstratet inom delar av projektområdet har betydande inslag av sten och block, vilket medför att metoden bottentrålning är mindre lämplig. Detta kan förklara varför fiskeintensiteten i området, framför allt det södra delområdet, är mycket begränsad.

Sammantaget bedöms yrkesfiskets känslighet inom det havsområde som berörs av vindpark Noatun Nord vara liten. Påverkan på yrkesfisket som uppstår under vindparkens anläggnings-, drifts- och avvecklingsfas bedöms vara liten negativ, vilket medför en mycket liten konsekvens för både alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet. Yrkesfisket bedöms kunna fortgå obehindrat i angränsande havsområden där fiskintensiteten redan i dagsläget är högre. Under driftsfasen kan projektområdet komma att vara tillgängligt för begränsat fiske med andra metoder än trålning. Ersättning kan utgå till påverkade fiskare vid hindrande eller avsevärt försvårande av att utföra yrkesmässigt fiske (Ålands vattenlag 7 kap. 6d §).

Sjöfart

Risker i förhållande till sjöfarten har bedömts inom ramen för en nautisk riskutredning, vilken har utgått från ett konservativt worst case scenario. Vid värderingen av de risker som har identifierats har inga oacceptabla risker påträffats. Samtliga värderade risker har, givet konservativa analysantaganden, klassificerats som acceptabla eller som ALARP (As Low As Reasonably Practicable, ett begrepp som används inom riskanalys och riskhantering). För risker som klassificerats som acceptabla bedöms riskerna vara så låga att inga riskreducerande åtgärder behöver vidtas. För risker som klassificerats som ALARP bedöms riskerna vara tolerabla om rimliga riskreducerande åtgärder vidtas.

Vindparken påverkar inte förutsättningarna för navigering inom eller i närheten av något trafiksepareringssystem, och den påverkar inte heller möjligheterna för sjötrafiken att gå i raka kurser mellan trafiksepareringarna. Sjötrafiken inom området är inte särskilt omfattande, därtill är de förekommande fartygen generellt sett relativt små. De ytor som ligger i anslutning till vindparken, och inom vilka den absoluta merparten av sjötrafiken förekommer i nuläget är så pass stora att sjötrafiken, även för ett framtida trafikscenario, fortsatt kan nyttja dessa ytor utan förändringar i resväg. Detta innebär att sjötrafiken, även efter etableringen av vindparken kan framföras säkert och obehindrat.

Inför fastställandet av den slutgiltiga utformningen av vindparken kommer en kompletterande nautisk riskanalys att utföras. Vidare kommer en utvärdering avseende radarstörningar att genomföras. Radarstörningar är ett väl utrett fenomen när det gäller havsbaserad vindkraft, och det finns ett antal generella och beprövade metoder som i dagsläget nyttjas dels av sjötrafiken, dels vid ett stort antal befintliga havsbaserade vindparker. Om utvärderingen visar att det finns ett behov av att vidta åtgärder för att minska risken för radarstörningar kan sådana implementeras.

Sjöfartens känslighet inom det havsområde där vindpark Noatun Nord planeras bedöms sammantaget vara liten för vindparkens samtliga faser; anläggningsfasen, driftsfasen och avvecklingsfasen. Med beaktande av vidtagna skyddsåtgärder, försiktighetsmått och riskreducerande åtgärder bedöms påverkan på sjöfarten under den planerade vindparkens samtliga faser vara liten, vilket sammantaget innebär att vindpark Noatun Nord bedöms medföra en mycket liten negativ konsekvens för sjöfarten jämfört med nollalternativet. Bedömningen blir densamma för båda alternativen.

Luftfart

Vindpark Noatun Nord planeras anläggas på relativt stora avstånd från befintliga flygplatser. De närmast belägna flygplatserna är Mariehamn Airport (på Åland) och Turku Airport (i Finland), vilka ligger på ett minsta avstånd om cirka 46 kilometer respektive cirka 95 kilometer från vindparken.

Inför framtagandet av tillståndsansökan och miljökonsekvensbeskrivningen har Bolaget sökt och erhållit flyghindertillstånd enligt luftfartslag (864/2014) för vindparken från Traficom. Fyra olika ansökningar, vilka omfattar olika delar av vindparken, har lämnats in. Eftersom flyghindertillstånden har en begränsad varaktighet (cirka två år) kommer Bolaget att ansöka om tillstånd på nytt för samtliga vindkraftverk inför själva byggnationen av vindparken. Det flyghindertillstånd som avser området närmast Åland (och Mariehamns flygplats), vilket omfattar den sydligaste spetsen av vindparkens södra delområde, har en begränsning av totalhöjden till 279 meter. Detta på grund av MSA-ytan tillhörande Mariehamns flygplats. Det kan således bli aktuellt att begränsa vindkraftverkens totalhöjd inom det berörda området.

Vindpark Noatun Nord bedöms inte påverka någon flygplats eller några flygprocedurer. Vidare kommer vindparkens hinderbelysning att utformas, installeras och användas i enlighet med vid var tid gällande riktlinjer, till undvikande av påverkan på luftfarten.

De samlade konsekvenserna som uppstår för luftfarten genom anläggning, drift och avveckling av vindpark Noatun Nord bedöms vara försumbara jämfört med nollalternativet. Bedömningen blir densamma för båda alternativen.

Försvarsmaktens intressen

Anläggning, drift och avveckling av en havsbaserad vindpark kan generellt sett medföra en risk för påverkan på Försvarsmaktens intressen, verksamhet och/eller tekniska utrustning och system.

För de delar av vindpark Noatun Nord som överlappar med eller angränsar till de förekommande intresseområdena för Försvarsmakten föreligger en risk för en potentiell intressekonflikt. Vid behov kan anpassningar av projektområdet som syftar till att undanröja risken för potentiella intressekonflikter komma att vidtas. Eventuella

anpassningar kommer att preciseras i ett senare skede av tillståndsprocessen. Bolaget har erhållit ett utlåtande av Försvarsmakten enligt vilket Försvarsmakten inte motsätter sig etableringen av vindpark Noatun Nord.

Känsligheten hos Försvarsmaktens intressen, verksamhet och/eller tekniska utrustning och system bedöms sammantaget vara hög för vindparkens samtliga faser, anläggningsfasen, driftsfasen och avvecklingsfasen. Förutsatt att eventuella intressekonflikter hanteras genom att nödvändiga anpassningar av projektområdet genomförs bedöms påverkans storlek och omfattning under den planerade vindparkens samtliga faser vara obetydlig, vilket sammantaget innebär att vindpark Noatun Nord bedöms medföra en försumbar konsekvens jämfört med nollalternativet. Bedömningen blir densamma för båda alternativen.

Risk och säkerhet

Inga oacceptabla risker bedöms uppstå till följd av etableringen av vindpark Noatun Nord. Bolaget arbetar kontinuerligt med riskidentifiering, riskvärdering och riskhantering inom alla delar av projektutvecklingen. De risker som identifierats hanteras bland annat genom organisatoriska åtgärder och rutiner, olika tekniska åtgärder, samt åtgärder som utförs inom ramen för vindparkens drift och underhåll.

Vid driftsättning kommer vindpark Noatun Nord att ha tydligt fastslagna mål och policys gällande säkerhetsarbetet och Bolaget kommer, i enlighet med Sevesolagstiftningen, att arbeta systematiskt med åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor.

Ekosystemtjänster

Ekosystemtjänster används som ett samlingsbegrepp för de nyttor, i form av välfärd och livskvalitet, som människor och samhälle får från naturen. Påverkan på ekosystemtjänster i den planerade vindparkens närområde uppstår framför allt under anläggningsfasen i form av sedimentsuspension, sedimentation, undervattensljud och avstängningar som minskar tillgängligheten till delar av området. Sådan påverkan är dock begränsad geografiskt och i tid. Under driftsfasen bedöms en liten påverkan på kulturella ekosystemtjänster uppstå till följd av vindparkens visuella påverkan, vars omfattning dock minskas av att vindparken är lokaliserad på långt avstånd från land. Under avvecklingsfasen förväntas liknande påverkan som under anläggningsfasen uppstå, dock i betydligt mindre omfattning. Sammantaget bedöms anläggning, drift och avveckling av vindpark Noatun Nord inte påverka förutsättningarna för tillhandahållande av stödjande, reglerande eller försörjande ekosystemtjänster under driftsfasen, för varken alternativ 1 eller 2.

Hushållning med resurser

Anläggning, drift och avveckling av vindpark Noatun Nord medför en användning av olika resurser. Under anläggningsdelarnas och komponenternas livscykler krävs bland annat utvinning och framställning av metaller och andra material, installation, transport, nedmontering och avfallshantering/återvinning. De material som används går till största delen att återvinna eller återanvända, vilket innebär ett effektivt resursutnyttjande. Därutöver sker en omfattande utveckling av återvinningsmetoder för exempelvis rotorblad, varför återvinningen av dessa komponenter förväntas vara än mer effektiv vid tiden för avveckling av vindpark Noatun Nord. Sammantaget bedöms

konsekvensen för hushållning med resurser vara försumbara. Nyttjandet av dessa resurser möjliggör i sin tur även att stora mängder förnybar el och vätgas kan produceras. Vindparken bedöms därför i sin helhet innebära ett effektivt nyttjande av energi och material samt vara ett hållbart sätt att nyttja vindenergiresursen.

Lagring av koldioxid och materialutvinning

Geologisk koldioxidlagring (CCS, Carbon Capture and Storage) är en teknik som används för att fånga in och lagra koldioxidutsläpp från olika utsläppskällor. I processen ingår infångning av koldioxid vid källan, vanligtvis genom användning av kemiska processer, vilket efterföljs av transport av koldioxiden till underjordiska geologiska formationer där den kan lagras permanent. I dagsläget är det inte tillåtet att lagra koldioxid geologiskt eller i vattenpelaren inom Ålands territorialvatten, förutom för mindre mängder i forsknings- och utvecklingssyfte. Då det inte är aktuellt med lagring av koldioxid i området som berörs av vindpark Noatun Nord, bedöms vindparken inte medföra några konsekvenser avseende lagring av koldioxid.

Vindpark Noatun Nord berör ingen pågående eller planerad materialutvinning och berör inte heller några områden som pekats ut som områden för sandutvinning eller utredningsområden för sandutvinning. Vindparken bedöms således inte medföra några konsekvenser för materialutvinning från havsbotten.

Samverkande effekter

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

Under anläggningsfasen bedöms de samverkande konsekvenserna som skulle kunna uppstå vara försumbara, förutom för tumlare och säl, där konsekvensen gällande undervattensljud bedöms kunna bli liten negativ, samt för yrkesfisket, vilket kan påverkas av att tillgängliga ytor för fiske minskar vilket bedöms innebära en liten negativ konsekvens.

Under driftsfasen bedöms de samverkande konsekvenserna vara försumbara, förutom för landskap, där konsekvensen bedöms kunna bli måttlig negativ och för fisk, där en tillkommande reveffekt förväntas kunna ge en liten positiv konsekvens. För sjöfarten kan förekomsten av flera havsbaserade vindparker medföra en totalt sett ökad risk för sjötrafiken, detta då mindre ytor blir tillgängliga och då sjötrafiken kan komma att trängas ihop i fartygsstråken.

Avvecklingsfasen för vindpark Noatun Nord ligger så pass långt fram i tiden att det i dagsläget inte är möjligt att bedöma de eventuella samverkande effekterna för denna fas.

För den planerade vindparken Noatun Nord har samverkande effekter bedömts i förhållande till befintliga och tillståndsgivna havsbaserade vindparker, eller havsbaserade vindkraftsprojekt med påbörjad tillståndsprocess inom 100 kilometer från Noatun Nord, samt i förhållande till sjöfart och yrkesfiske.

Nollalternativ

Nollalternativet innebär att den planerade vindparken inte anläggs, vilket innebär att behovet av fossilfri elproduktion behöver tillgodoses på andra sätt. Ett möjligt alternativ till att bygga ut den havsbaserade vindkraften är en utökad import av el. Detta skulle dock kunna leda till ökade utsläpp av växthusgaser, beroende på hur den el som importeras produceras.

Andra alternativ för att tillgodose behovet av fossilfri elproduktion är en storskalig utbyggnad av landbaserad vindkraft eller solkraft. De markytor som skulle krävas för att uppnå motsvarande elproduktion som för vindpark Noatun Nord, och havsbaserad vindkraft generellt, genom anläggandet av landbaserad vindkraft eller solkraft är dock mycket omfattande. Även antalet intressekonflikter bedöms generellt sett vara större.

Nollalternativet innebär att ingen klimatpåverkan uppstår genom anläggningen av vindparken, framställningen av vindparkens komponenter och transporterna av dessa. Detta ska dock ställas i relation till den enormt mycket mer omfattande positiva effekt som den planerade vindparken kommer att ha på klimatet och som uteblir helt vid ett nollalternativ. Nollalternativ innebär även att inga naturresurser tas i anspråk för själva vindparken, det kan dock medföra att icke förnybara resurser i form av exempelvis kol, olja och naturgas fortsatt tas i anspråk för energiproduktion i en betydligt större omfattning än vad som skulle ha skett om projektet kommit till stånd.

Nollalternativet innebär att de begränsade positiva effekter som kan uppstå för bottenflora och bottenfauna, fisk och marina däggdjur, som ett resultat av uppkomsten av vissa reveffekter uteblir. För fåglar och fladdermöss innebär nollalternativet att riskerna för undanträngning, barriäreffekter och kollisioner som orsakas av den planerade vindparken uteblir. Utvecklingen hos miljöförhållandena inom projektområdet samt inom Bottenhavet och Östersjön som helhet förväntas vara beroende av påverkan från bland annat klimatförändringar, utsläpp av föroreningar, syreförhållanden och fisketryck. Eftersom klimatförändringarna är ett av de största hoten mot framför allt många växt- och djurarter förväntas dessa förvärras om en övergång till fossilfri energiproduktion inte blir av eller om en sådan övergång går för långsamt.

Vid ett nollalternativ uppstår ingen visuell påverkan till följd av projektet vilket innebär att det inte uppstår några konsekvenser för landskapsbild, kulturmiljö, rekreation och friluftsliv. Hur dessa förhållanden utvecklar sig om vindpark Noatun Nord inte etableras beror i ett kortare tidsperspektiv till stor del på vilka andra havsbaserade vindkraftsprojekt i Bottenhavet och Östersjön som realiseras. I ett längre tidsperspektiv kan även kulturmiljön samt förutsättningarna för rekreation och friluftsliv påverkas negativt av framför allt klimatförändringarna.

Yrkesfisket bedöms inte påverkas till följd av nollalternativet. Det område som omfattas av den planerade vindparken förväntas fortsatt vara av ringa betydelse för yrkesfisket då fiskeintensiteten inom projektområdet bedöms vara markant lägre än i angränsande havsområden.

Nollalternativet innebär att fartygstrafiken i anslutning till den planerade vindparken och dess närområde fortsätter på samma sätt som i nuläget. Olyckor i form av kollisioner kan ske även vid nollalternativet, dock uteblir eventuella allisioner med själva vindparken. Luftfarten bedöms inte påverkas till följd av nollalternativet.

Innehåll

Om Noatun Åland Norra Kb 2

Icke teknisk sammanfattning 3
- Beskriven verksamhet 3
- Lokalisering 6
- Kunskapsunderlag 8
- Nollalternativ 8
- Konsekvenser av beskriven verksamhet 9
  - Klimatpåverkan och klimatnytta 9
  - Bottenflora och bottenfauna 9
  - Fisk 11
  - Tumlare 12
  - Säl 13
  - Fåglar 15
  - Fladdermöss 16
  - Landskap, rekreation och friluftsliv 16
  - Natura 2000 17
  - Kulturmiljö 18
  - Boendemiljö 18
  - Marinarkeologi 19
  - Yrkesfiske 20
  - Sjöfart 20
  - Luftfart 21
  - Försvarsmaktens intressen 21
  - Risk och säkerhet 22
  - Ekosystemtjänster 22
  - Hushållning med resurser 22
  - Lagring av koldioxid och materialutvinning 23
  - Samverkande effekter 23
  - Nollalternativ 24

Bilagor 35

Begrepp och definitioner 37

1. Inledning 39
   - 1.1 Bakgrund och syfte 39
   - 1.2 Om behovet av fossilfri energi 40
     - 1.2.1 Havsbaserad vindkraft 41

1.2.2 Vätgas 41
1.3 Miljökonsekvensbedömning enligt åländsk lagstiftning 41
1.4 Utgångspunkter för miljökonsekvensbeskrivningen 43

2. Avgränsningar 44
2.1 Avgränsning relaterat till övriga prövningar och dokument 44
2.1.1 Natura 2000-prövning 45
2.2 Avgränsning av verksamheten 45
2.2.1 Verksamheten 45
2.2.2 Följdverksamhet 45
2.3 Geografisk avgränsning 45
2.4 Miljöaspekter 46
2.5 Beskrivna och bedömda faktorer 47
2.6 Avgränsningar i tid 48

3. Lokalisering och omgivningsbeskrivning 49
3.1 Lokalisering 49
3.2 Havsplan 49
3.3 Projekt Sunnanvind 50
3.4 Skyddade områden 51
3.5 Landskapsintressen för kulturmiljö på Åland 53
3.6 Nationellt värdefulla landskapsområden 54
3.7 Byggda kulturmiljöer av riksintresse 54
3.8 Geologiska förutsättningar och djupförhållanden 54
3.8.1 Djupförhållanden och bottentopografi 54
3.8.2 Stratigrafi 55
3.8.3 Bottensubstrat 56
3.9 Hydrografi och vindförhållanden 57
3.9.1 Strömförhållanden 57
3.9.2 Temperatur 57
3.9.3 Salthalt 58
3.9.4 Syrehalt 59
3.9.5 Siktdjup 59
3.9.6 Havsis 60
3.9.7 Vindförhållanden 60
3.10 Andra verksamheter i området 60
3.10.1 Vindparker, kablar och rörledningar 60
3.10.2 Yrkesfiske 61
3.10.3 Sjöfart 62

3.10.4 Försvarsmaktens intressen 62
3.10.5 Minor, dumpningsområden och miljöfarliga objekt 63

4. Verksamhetsbeskrivning 65
4.1 Vindparkens komponenter 65
4.2 Teknikutveckling inom vindkraften 66
4.3 Anslutning 68
4.4 Omfattning och utformning 68
4.5 Vindkraftverk 70
4.5.1 Vindkraftverkets komponenter 70
4.5.2 Kemikalier i vindkraftverk 71
4.5.3 Isdetektering och avvisningssystem 72
4.5.4 Installation 72
4.5.5 Utmärkning av vindkraftverken 73
4.6 Produktion av vätgas 73
4.7 Mätning av meteorologiska parametrar 76
4.8 Fundament 77
4.8.1 Bottenfasta fundament 77
4.9 Erosionsskydd 81
4.10 Korrosionsskydd 82
4.11 Fundament i isförhållanden 83
4.12 Jämförelse av bottenfasta fundament för vindkraftverk 83
4.13 Plattformar 85
4.13.1 Högspänningsplattformar 85
4.13.2 Plattformar för logistik och logi 87
4.13.3 Vätgasplattformar 87
4.13.4 Utformning och fundament 87
4.14 Internt kabelnät 88
4.14.1 Redundanskablar 89
4.15 Internt rörledningsnät 89
4.16 Följdverksamheter 90
4.16.1 Anslutningskablar och anslutningsrörledningar 90

5. Verksamhetens faser 92
5.1 Planerings- och projekteringsfas 92
5.1.1 Anläggningsundersökningar 92
5.2 Anläggningsfas 93
5.2.1 Slutmonteringshamn 93
5.2.2 Fartygstrafik 93

5.2.3 Vindkraftverk 94
5.2.4 Fundament 95
5.2.5 Elektrolysörer och kringutrustning 97
5.2.6 Internkabelnät samt internt rörledningsnät 97
5.2.7 Deponering av sediment 98
5.3 Driftsfas 98
5.3.1 Service och underhåll 98
5.3.2 Utbyte av större komponenter 99
5.4 Avvecklingsfas 99
5.5 Preliminär tidplan för projektet 100

6. Förutsättningar och metodik för bedömningar av konsekvenser 102
6.1 Underlag och metoder för beskrivning av rådande förhållanden 102
6.2 Metodik för konsekvensbedömningar 103
6.2.1 Beskrivning av potentiella påverkansfaktorer 104
6.2.2 Bedömning av (mottagarens) känslighet/värde 104
6.2.3 Påverkans storlek och omfattning (effekt) 105
6.2.4 Bedömning av konsekvens 105
6.3 Förutsättningar för konsekvensbedömningar 107
6.3.1 Bedömningar utifrån de två alternativa layouterna 107
6.3.2 Skyddsåtgärder 112
6.3.3 Samverkande effekter 113
6.4 Osäkerheter i bedömningen 113

7. Påverkansfaktorer till följd av planerad verksamhet 114
7.1 Bedömda påverkansfaktorer 114
7.1.1 Sedimentsuspension 115
7.1.2 Sedimentation 115
7.1.3 Miljögifter och näringsämnen 116
7.1.4 Undervattensljud 117
7.1.5 Elektromagnetiska fält 118
7.1.6 Reveffekter 118
7.1.7 Främmande arter 119
7.1.8 Indirekt påverkan av marint skräp 120
7.1.9 Undanträngningseffekter 120
7.1.10 Barriäreffekter 120
7.1.11 Kollisioner 120
7.1.12 Fysisk påverkan på havsbotten 121
7.1.13 Fysisk störning i luftrummet 121

7.1.14 Visuell effekt 122
7.1.15 Utsläpp av saltlake 122
7.1.16 Vattenintag för kylning och vätgasproduktion 122
7.1.17 Utsläpp av kylvatten 122
7.1.18 Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen 123
7.1.19 Hydrografiska förändringar 123
7.1.20 Begränsad tillgänglighet för yrkesfisket 123
7.1.21 Förändrad tillgång till fisk 124
7.1.22 Förändrat fisketryck 124
7.1.23 Nautiska risker 124
7.1.24 Luftburet ljud 124
7.2 Avskrivna påverkansfaktorer 125
7.2.1 Skuggor 125
7.2.2 Mikroplaster, BPA och PFAS 127
7.2.3 Infraljud 131

8. Utredningar av fysisk påverkan 132
8.1 Sedimentsuspension och sedimentation 132
8.1.1 Förutsättningar 132
8.1.2 Resultat 132
8.1.3 Sedimentspridning vid dumpning av muddermassor . 134
8.2 Undervattensljud 136
8.2.1 Förutsättningar 136
8.2.2 Resultat 138
8.3 Hydrografi 141
8.3.1 Förutsättningar 141
8.3.2 Resultat 141
8.4 Kylvatten och saltlake 143
8.4.1 Förutsättningar 143
8.4.2 Resultat 143
8.5 Kollisionsrisk 144

9. Effekter och konsekvenser 145
9.1 Klimatnytta och klimatpåverkan 145
9.1.1 Förutsättningar 145
9.1.2 Konsekvenser 147
9.2 Bottenflora och bottenfauna 151
9.2.1 Förutsättningar 151
9.2.2 Konsekvenser 153

9.3 Fisk 165
9.3.1 Förutsättningar..... 165
9.3.2 Konsekvenser..... 170
9.4 Tumlare 179
9.4.1 Förutsättningar..... 179
9.4.2 Konsekvenser..... 180
9.5 Säl 191
9.5.1 Förutsättningar..... 191
9.5.2 Konsekvenser..... 193
9.6 Fåglar 203
9.6.1 Förutsättningar..... 204
9.6.2 Konsekvenser..... 207
9.7 Fladdermöss 223
9.7.1 Förutsättningar..... 223
9.7.2 Konsekvenser..... 227
9.8 Natura 2000..... 229
9.8.1 Förutsättningar..... 229
9.8.2 Metodik för konsekvensbeskrivning 232
9.8.3 Konsekvenser..... 233
9.9 Landskap, rekreation och friluftsliv 252
9.9.1 Förutsättningar..... 253
9.9.2 Konsekvenser..... 257
9.10 Kulturmiljö..... 265
9.10.1 Förutsättningar..... 265
9.10.2 Konsekvenser..... 268
9.11 Boendemiljö..... 272
9.11.1 Förutsättningar..... 272
9.11.2 Konsekvenser..... 279
9.12 Marinarkeologi..... 281
9.12.1 Förutsättningar..... 281
9.12.2 Konsekvenser..... 282
9.13 Yrkesfiske..... 285
9.13.1 Förutsättningar..... 285
9.13.2 Konsekvenser..... 291
9.14 Sjöfart 295
9.14.1 Förutsättningar..... 296
9.14.2 Riskreducerande åtgärder 302
9.14.3 Säkerhetsavstånd 303

9.14.4 Konsekvenser ... 303
9.15 Luftfart ... 306
9.15.1 Förutsättningar ... 306
9.15.2 Konsekvenser ... 307
9.16 Försvarsmaktens intressen ... 309
9.16.1 Förutsättningar ... 309
9.16.2 Konsekvenser ... 311
9.17 Risk och säkerhet ... 314
9.17.1 Förutsättningar ... 314
9.17.2 Åtgärdshierarki ... 317
9.17.3 Miljörisker ... 318
9.17.4 Olycksrisker ... 319
9.17.5 Arbetsmiljörisker ... 321
9.17.6 Yttre händelser ... 321
9.17.7 Skyddsåtgärder ... 322
9.18 Ekosystemtjänster ... 324
9.18.1 Förutsättningar ... 324
9.18.2 Konsekvenser ... 326
9.19 Hushållning med resurser ... 328
9.19.1 Förutsättningar ... 328
9.19.2 Konsekvenser ... 334
9.20 Lagring av koldioxid och materialutvinning ... 334
9.20.1 Förutsättningar ... 334
9.20.2 Konsekvenser ... 335

10. Effekter och konsekvenser av följdverksamhet ... 335
10.1 Kablar och rörledningar ... 337
10.1.1 Aktuella påverkansfaktorer ... 337
10.1.2 Förväntad påverkan ... 337
10.2 Luftledningar ... 339
10.2.1 Aktuella påverkansfaktorer ... 339
10.2.2 Förväntad påverkan ... 339
10.3 Transporter ... 340

11. Samverkande effekter ... 341
11.1 Förutsättningar ... 341
11.2 Anläggningsfas ... 345
11.2.1 Bottenflora och bottenfauna ... 345
11.2.2 Fisk ... 346

11.2.3 Tumlare 347
11.2.4 Säl 347
11.2.5 Fåglar 348
11.2.6 Fladdermöss 348
11.2.7 Natura 2000 348
11.2.8 Landskap, rekreation och friluftsliv 350
11.2.9 Kulturmiljö 350
11.2.10 Boendemiljö 350
11.2.11 Marinarkeologi 350
11.2.12 Yrkesfiske 350
11.2.13 Sjöfart 350
11.2.14 Luftfart 351
11.2.15 Försvarsmaktens intressen 351
11.2.16 Risk och säkerhet 351
11.2.17 Ekosystemtjänster 351
11.3 Driftsfas 352
11.3.1 Bottenflora och bottenfauna 352
11.3.2 Fisk 352
11.3.3 Tumlare 353
11.3.4 Säl 353
11.3.5 Fåglar 354
11.3.6 Fladdermöss 354
11.3.7 Natura 2000 355
11.3.8 Landskap, rekreation och friluftsliv 355
11.3.9 Kulturmiljö 356
11.3.10 Boendemiljö 356
11.3.11 Marinarkeologi 358
11.3.12 Yrkesfiske 359
11.3.13 Sjöfart 359
11.3.14 Luftfart 360
11.3.15 Försvarsmaktens intressen 360
11.3.16 Risk och säkerhet 360
11.3.17 Ekosystemtjänster 360
11.4 Avvecklingsfas 361

12. Lokalisering 362
12.1 Utgångspunkter för lokalisering 362
12.2 Alternativ utformning 364
12.3 Fler vindkraftverk på en större yta 364

12.3.1 Fler eller färre vindkraftverk på samma yta 364
12.3.2 Vindpark med eller utan vätgasproduktion..... 365
12.3.3 Utformning av vindparken..... 366
12.4 Alternativa sätt att nå samma syfte..... 366
12.5 Alternativa komponenter och arbetsmetoder..... 366
12.5.1 Fundament 366
12.6 Nollalternativ 366
12.6.1 Vindparken och dess omgivning 367
12.6.2 Nationell elförsörjning 367
12.6.3 Klimatpåverkan 368

13. Skyddsåtgärder..... 370

14. Samlad bedömning 374
14.1 Samlade konsekvenser 374
14.2 Natura 2000..... 381
14.3 Havsvården och vattenvården 381
14.3.1 Påverkan på vattenvården 381
14.3.2 Påverkan på havsvården..... 382
14.4 Miljömål 384
14.4.1 Baltic Sea Action Plan..... 384
14.4.2 Ålands utvecklingsmål 385
14.5 Regionala effekter vid etablering av en havsbaserad vindpark 386

15. Gränsöverskridande konsekvenser 388
15.1 Samrådet avseende gränsöverskridande konsekvenser 388
15.2 Översiktlig redogörelse för inkomna synpunkter 389
15.3 Förutsättningar..... 389
15.3.1 Havsplanering 389
15.3.2 Bottenflora och bottenfauna 390
15.3.3 Fisk 390
15.3.4 Marina däggdjur 391
15.3.5 Fåglar 392
15.3.6 Fladdermöss 392
15.3.7 Natura 2000 och övriga skyddade områden 393
15.3.8 Landskap, rekreation och friluftsliv 394
15.3.9 Kulturmiljö..... 395
15.3.10 Boendemiljö..... 395
15.3.11 Marinarkeologi 395
15.3.12 Yrkesfiske..... 395

15.3.13 Sjöfart 395
15.3.14 Luftfart..... 396
15.3.15 Försvarsmaktens intressen..... 396
15.4 Konsekvenser..... 396
15.4.1 Havsplanering 396
15.4.2 Bottenflora och bottenfauna 396
15.4.3 Fisk 397
15.4.4 Marina däggdjur 397
15.4.5 Fåglar 398
15.4.6 Fladdermöss 398
15.4.7 Natura 2000 och övriga skyddade områden 399
15.4.8 Landskap, rekreation och friluftsliv 399
15.4.9 Kulturmiljö..... 400
15.4.10 Boendemiljö..... 400
15.4.11 Marinarkeologi 400
15.4.12 Yrkesfiske..... 400
15.4.13 Sjöfart 400
15.4.14 Luftfart..... 401
15.4.15 Försvarsmaktens intressen..... 401

16. Samråd..... 402

17. Sakkunskap 403
17.1 OX2:s Projektorganisation..... 403
17.2 Sakkunniga på uppdrag av OX2 404

18. Referenser..... 411

Bilagor

Bilaga 1 Vindpark Noatun Nord – Yrkesfiskebilaga. NIRAS, 2024

Bilaga 2 Trafikanalys – Havsbaserad vindpark, Noatun Nord. Sweco, 2024

Bilaga 3 Ljudberäkning av ljud från vindkraft – Vindpark Noatun Nord. OX2 och AFRY, 2024

Bilaga 3.A Vindpark Noatun Nord – Utredning av luftburet buller vid pålning. AFRY 2024

Bilaga 4 Skuggutbredning – Vindpark Noatun Nord. OX2, 2024

Bilaga 5 Spridning av sediment vid anläggning av vindpark Noatun Nord. AFRY, 2024

Bilaga 6 Noatun Nord Havsvindpark – Prognos för undervattensbuller. Konstruktion och drift. NIRAS, 2023 (översatt från original på engelska)

Bilaga 7 Utspädning och inlagring av utsläppt kylvatten och saltlake inom vindparken Noatun Nord. AFRY, 2024

Bilaga 8 Bedömning av vindparken Noatun Nords påverkan på hydrografiska förhållanden. AFRY, 2024

Bilaga 9 Simulering av fågelkollisionsrisk för Noatun Nord havsvindkraftsprojekt. AFRY, 2024 (översatt från original på engelska)

Bilaga 10 Vindpark Noatun Nord – Modellering och kartering av bottenmiljötyper. NIRAS, 2024

Bilaga 11 Noatun Nord, havsbaserad vindpark Åland. Miljöutredning, teknisk rapport. NIRAS, 2024 (översatt från original på engelska)

Bilaga 11.A Noatun Nord, havsbaserad vindkraftspark Åland. Fladdermössens migration och förekomst i Ålands havs- och ytterskärgårdsområden. NIRAS, 2024 (översatt från original på engelska)

Bilaga 12 Fågelinventeringar i Noatun Nord 2022–2024. Avescapes, 2024 (översatt från original på finska)

Bilaga 13 Landskapsanalys –Noatun Nord. AFRY, 2024

Bilaga 14 Fotomontage och synbarhetsanalys – Noatun Nord. AFRY, 2024

Bilaga 14.A PM Nattmontage, hinderbelysning och sikt – Noatun Nord. AFRY, 2024

Bilaga 14.B Natt- och skymningsanimering från Havsvidden – Noatun Nord. AFRY, 2024

Bilaga 15 Kulturmiljöutredning – Noatun Nord, AFRY, 2025

Bilaga 16 Vindpark Noatun Nord – Arkeologisk analys av multibeamdata. Nordic Maritime Group, 2024

Bilaga 17 Nautisk Riskutredning Noatun Nord vindpark. Sweco, 2024

Bilaga 18 Konsekvensbedömning av undervattensbuller – fiskar och marina däggdjur. NIRAS, 2024 (översatt från original på engelska)

Bilaga 19 Riskanalys Noatun Nord. OX2, 2024

Bilaga 20 Samrådsredogörelse för Ålands miljö- och hälsoskyddsmyndighet. AFRY, 2024

Bilaga 20.A Samrådsredogörelse – Samrådsunderlag. AFRY, 2024

Bilaga 20.B Samrådsredogörelse – Samrådskrets. AFRY, 2024

Bilaga 20.C Samrådsyttranden. AFRY, 2024

Begrepp och definitioner

För att underlätta för läsaren redovisas en förteckning över vissa allmänna begrepp och definitioner som används i denna miljökonsekvensbeskrivning nedan. Därutöver förklaras ämnesspecifika begrepp löpande i dokumentet.

ALARP	As Low As Reasonably Practicable. Är ett begrepp som används inom riskanalys och riskhantering. Risker klassificeras ofta som acceptabla, ALARP eller oacceptabla (där risker som klassificeras som ALARP kan tolereras om alla rimliga riskreducerande åtgärder är vidtagna).
Alternativ 1	Alternativ utformning av vindpark Noatun Nord bestående av 265 vindkraftverk på 15 MW med en totalhöjd på 270 meter.
Alternativ 2	Alternativ utformning av vindpark Noatun Nord bestående av 124 vindkraftverk på 32 MW med en totalhöjd på 420 meter.
Anslutningskablar	Elkablar som överför den producerade elektriciteten från vindparken till en eller flera anslutningspunkter på land.
Anslutningskorridorer	Området eller områden inom vilket vindparkens anslutningskablar, anslutningsluftledningar samt anslutningsrörledningar är lokaliserade.
Anslutningsluftledningar	Luftledningar som överför den producerade elektriciteten från ett eller flera landtag till en eller flera anslutningspunkter på land.
Anslutningsrörledningar	Rörledningar som överför den producerade vätgasen från vindparken till en eller flera anslutningspunkter på land.
Centraliserad vätgasproduktion	Vid centraliserad vätgasproduktion sker elektrolysen på ett fåtal plattformar inom projektområdet.
Decentraliserad vätgasproduktion	Vid decentraliserad vätgasproduktion sker elektrolysen vid respektive vindkraftverk.
Effekt	Hastigheten för energiomvandling. Installerad effekt mäts bland annat i kilowatt (kW) och dess multipelenheter; 1 000 kW = 1 megawatt (MW), 1 000 MW = 1 gigawatt (GW), 1 000 GW = 1 terawatt (TW).
Emma-område	Finlands ekologiskt betydelsefulla undervattensmiljöer. Emma-områdena, som sträcker sig från Finska viken till Bottenviken,

	är viktiga särskilt för mångfalden av arter och naturtyper och för den hotade och unika natur som finns där. Även områden med rik geologisk mångfald och områden i naturtillstånd finns med.
Haloklin	En gräns mellan vattenmassor med två olika salthalter. Skillnaden i salthalt mellan ytvatten och bottenvatten skapar en skiktning som försvårar omblandning av de olika skikten.
Internkabelnät	Nät av interna elkablar inom vindparken.
Internt rörledningsnät	Nät av interna rörledningar för transport av vätgas eller syrgas inom vindparken.
Miljökonsekvensbeskrivning	Ett dokument som bifogas till ansökan om tillstånd som ska beskriva direkta och indirekta miljöeffekter på människors hälsa och miljön samt möjliggöra en samlad bedömning av de konsekvenser som uppstår till följd av planerad verksamhet.
Projektområde	Området inom Ålands territorialvatten där vindparken planeras, se Figur 4.
Samrådsunderlag	Ett dokument som innehåller information om det planerade projektet och på ett övergripande sätt redogör för de miljöeffekter som planerad verksamhet bedöms kunna ge upphov till.
Samverkande effekter	En samverkande effekt uppstår då effekter från flera olika verksamheter samverkar med varandra. Effekterna kan antingen vara additiva, synergistiska eller motverka varandra.
Skyddsåtgärd	Åtgärder som vidtas för att undvika, minimera eller återställa eventuella negativa miljöeffekter.
Termoklin	En gräns mellan vattenmassor med två olika temperaturer. Skillnaden i temperatur mellan ytvatten och bottenvatten skapar en skiktning som försvårar omblandning av de olika skikten.
Totalhöjd	Vindkraftverkets höjd upp till bladspetsen när denna står som högst.
Vindparken	Fundament, vindkraftverk, stationer, plattformar, anläggningar för produktion av vätgas, mätmaster, kablar, rörledningar och därtill sammanhängande delar inom projektområdet Noatun Nord.

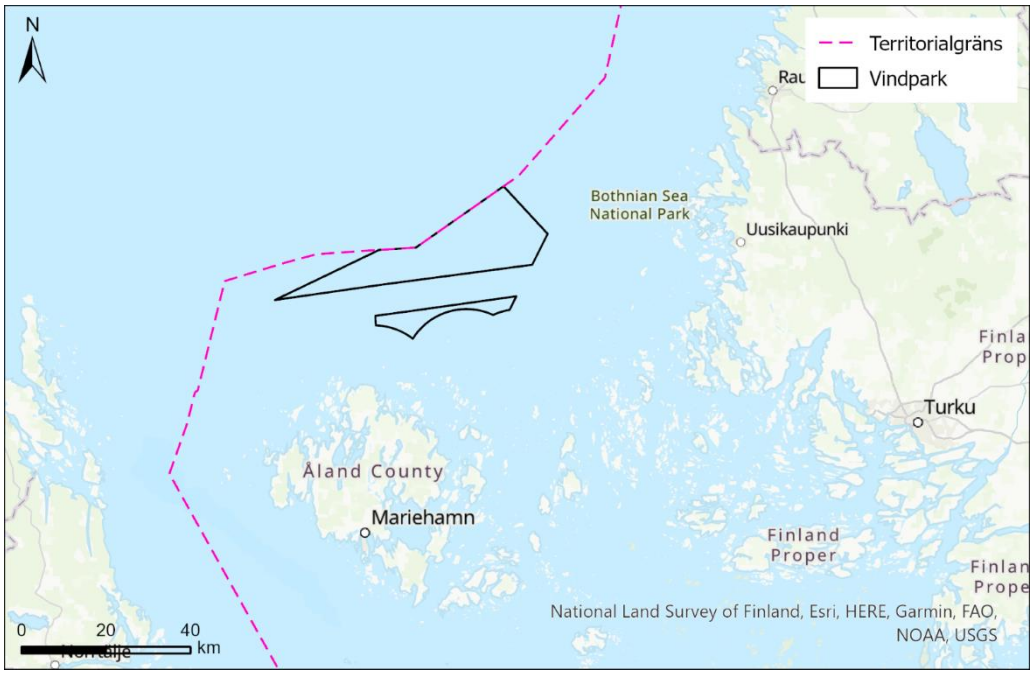
1. Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

OX2 planerar att uppföra en storskalig havsbaserad vindpark i Ålands vattenområde kallad Noatun Nord. Noatun Nord utvecklas av Noatun Åland Norra Kb (3312356-8), som samägs av OX2 AB och Ålandsbanken Havsvind I Kb, en fond som förvaltas av Ålandsbanken Fondbolag Ab (60/40).

Noatun Nord ligger i Bottenhavet, i södra delen av Bottniska viken, norr om Åland (Figur 4). Området ligger cirka 15 kilometer från fasta Åland och 40 kilometer från Nystad (Uusikaupunki), Finland. Det aktuella området är uppdelat i två delområden och den sammanlagda ytan av dessa två delområden är cirka 680 km^2.

Området består av öppet hav med vattendjup varierande mellan cirka 10 och 84 meter och området bedöms ha gynnsamma förhållanden för etablering av vindkraft, med en medelvind på cirka 9,2 – 9,4 m/s på en höjd av 150 meter över havsytan.



Figur 4. Översiktsbild över placeringen av planerade vindparken Noatun Nord.

Det övergripande syftet för vindpark Noatun Nord är att förse samhälle och näringsliv med konkurrenskraftig energi samt producera förnybar el och grön vätgas för att bidra till att nå målen i Ålands energi- och klimatstrategi för år 2030. Uppnådda resultat avseende utsläppsminskningar och produktion av förnybar energi som Åland åstadkommer kan vidare bidra till att uppnå Finlands energi- och klimatmål (Ålands landskapsregering, 2017), samt Ålands mål om att vara klimatneutralt år 2035 (bärkraft.ax, 2022).

Åland är beläget mellan Sverige och Finland, vilka båda har ökande energibehov och nationella mål om utbyggnad av fossilfri energiproduktion. På grund av Ålands lämpliga placering har Ålands landskapsregering som mål att göra Åland till ett centrum för förnybar energi i Norden (Ålands landskapsregering, 2021). För att åstadkomma detta har havsområden lämpliga för energiproduktion pekats ut i Ålands havsplan (Ålands

Landskapsregering, 2021). Sammanlagt bedömdes dessa utpekade områden för energiproduktion i havsplaneringen ha en potential att producera upp till 6 GW, vilket motsvarar ungefär 100 gånger Ålands nuvarande elbehov. En utbyggnad av havsbaserad elproduktion kan därmed, utöver att försörja Ålands elbehov, även skapa förutsättningar för export av energi. Därtill skapar en utbyggnad av vindkraft också incitament för utbyggnad och etablering av nya industrier på Åland.

Den planerade vindparken Noatun Nord kommer att ha en uppskattad maxeffekt om cirka 5 GW. Två alternativa layouter har tagits fram. Det ena alternativet, så kallat alternativ 1 består av 265 vindkraftverk på 15 MW med en totalhöjd om 270 meter, medan det andra alternativet, så kallat alternativ 2, omfattar 124 vindkraftverk på 32 MW med en totalhöjd om 420 meter. Med dessa alternativ har man täckt in maximalt antal vindkraftverk och maximal höjd som kan vara aktuellt för vindparken. Värt att notera är att placeringarna av vindkraftverk skiljer sig åt i de två alternativa layouterna. Därutöver är det vissa områden som utgår till följd av bottenförhållanden som inte bedöms vara lämpliga för etablering av bottenfundament.

All eller delar av den producerade elen kan komma att användas för produktion av vätgas och inom den planerade parken kan plattformar för exempelvis energilagring och/eller energiomvandling till vätgas, komma att anläggas. Totalt kan upp till cirka 400 000 ton vätgas komma att produceras per år om 100% av den producerade elen används för produktion av vätgas.

Då projektet enligt kriterier angivna i landskapslag (2018:31) om miljökonsekvensbedömning (”MKB-lagen”) antas medföra en betydande miljöpåverkan ska en miljökonsekvensbedömning utföras innan projektet framskrider till tillståndsfaserna. Föreliggande miljökonsekvensbeskrivning har tagits fram för att uppfylla dessa krav och omfattar den havsbaserade vindparken, interna kabelnätet som sammankopplar de enskilda vindkraftverken med vindparkens högspänningsplattformar samt det interna rörledningsnätet som sammankopplar anläggningarna för vätgasproduktion med vindparkens kompressorstationer (Projektområdet).

Föreliggande miljökonsekvensbeskrivning hänvisar dels till underlagsrapporter vilka ligger som bilagor till dokumentet (Bilaga 1–20), dels till referensrapporter som tagits fram inom ramen för projektet.

1.2 Om behovet av fossilfri energi

Den planerade vindparken Noatun Nord utgör en viktig del av den omfattande och nödvändiga energiomställningen på såväl Åland och i Finland som övriga Europa, från fossilberoende kraftkällor till energiproduktion helt och hållet baserad på fossilfri och hållbar teknik. Förutom att miljö- och klimatmål driver fram teknikutveckling och investeringar i fossilfria energikällor finns även ett mycket stort behov av att ny och fossilfri energiproduktion kan etableras snabbt och till en kostnad som möjliggör produktion av konkurrenskraftig energi.

Det finns redan idag en mycket stor efterfrågan från företag, industrier, transportsektorn med flera på fossilfri energi, då alla led i näringslivet genomgår eller planerar för omställning till mer hållbar produktion och förbrukning av energi, både vad gäller el och bränslen, såsom förnybar vätgas. Företag och industrier kan inte ställa om, växa eller etableras på grund av energibrist. För att klara den här omställningen

krävs en skyndsam och storskalig utbyggnad av energiproduktionen. Utveckling av vätgastekniken gör det möjligt att genom vindkraft generera en stabil energiproduktion som kan leverera fossilfri energi under dygnets alla timmar.

1.2.1 Havsbaserad vindkraft

I jämförelse med vindparker på land kan en vindpark till havs byggas med större vindkraftverk med högre effekt. Förutsättningarna för vindkraft till havs är också bättre då vindhastigheten är högre och vindarna blåser jämnare, vilket bidrar till en mer stabil och effektiv energiproduktion. Havsbaserad vindkraft kan också nyttjas för framställning av vätgas som kan användas till industri, fordon och transport, energilagring till elnät och även som energibärare genom vidareförädling till olika e-bränslen.

1.2.2 Vätgas

Vätgas kan produceras på ett antal olika sätt. I dagsläget är huvuddelen av den vätgas som produceras framställd genom metoder som ger upphov till utsläpp av växthusgaser (Europeiska kommissionen, 2020; Lara, et al., 2021) (Europeiska kommissionen, 2020; Lara, et al., 2021). Vätgas producerad genom elektrolys driven av förnybar energi är däremot helt fossilfri. Den fossilfria vätgasen kommer att vara avgörande för klimatomställningen av bland annat industrier, sjöfart och jordbruk som inte kan elektrifieras.

Vätgas har även fördelen att den kan fungera som lagring av energi. Vindkraft, solkraft och vågkraft är intermittenta till naturen, vilket innebär att produktionen varierar över tid. Vid gynnsamma förhållanden kan det ske en överskottsproduktion av el medan det vid mindre gynnsamma förhållanden kan innebära att det inte produceras tillräckligt för att möta efterfrågan. För att inte överskottet av el ska gå till spillo är mellanlagring ett alternativ, exempelvis genom omvandling till vätgas. Gasformiga energibärare, som vätgas, kan genom sin energilagrande förmåga därför spela en viktig roll i att balansera ett elsystem drivet av fossilfria energikällor (Lara, et al., 2021).

Europeiska kommissionen har satt ett mål om att det inom EU ska installeras elektrolysörer för förnybar vätgasproduktion motsvarande minst 6 GW till 2024 och 40 GW till 2030. Vätgas kommer därmed att vara en viktig del av framtidens energisystem.

1.3 Miljökonsekvensbedömning enligt åländsk lagstiftning

Bolaget avser att ansöka om tillstånd för Noatun Åland Norra Kb för etablering av vindparken enligt landskapslagen om miljöskydd (2008:124). Vidare kommer bland annat tillstånd enligt vattenlagen och bygglov enligt plan- och bygglagen för landskapet Åland att sökas. Föreliggande miljökonsekvensbeskrivning omfattar även produktion av vätgas, vilket prövas enligt lagen om säkerhet vid hantering av farliga kemikalier och explosiva varor (390/2005).

Enligt landskapslag (2018:31) om miljökonsekvensbedömning och miljöbedömning (”MKB-lagen”) 2 kap. 4 § ska en miljökonsekvensbedömning göras innan tillstånd ges till ett projekt som på grund av dess art, storlek eller lokalisering kan antas medföra en betydande miljöpåverkan. Detta preciseras i 2 § landskapsförordningen (2018:33) om miljökonsekvensbedömning och miljöbedömning, enligt vilken miljökonsekvens-bedömning bland annat ska tillämpas på projekt som omfattar två eller fler

vindkraftverk som står tillsammans (gruppstation), om vart och ett av vindkraftverken inklusive rotorblad är högre än 150 meter.

Utifrån detta konstateras att Vindpark Noatun Nord utgör ett projekt som enligt MKB-lagen kan antas medföra betydande miljöpåverkan och en miljökonsekvensbedömning ska därför göras innan projektet framskrider till tillståndsfaserna.

För sådana projekt som sannolikt har betydande verkningar för naturvärden i ett Natura 2000-område ska en konsekvensbedömning, en så kallad Natura 2000-bedömning, utföras enligt 4 kap. 24 a § landskapslagen (1998:82) om naturvård. Detta om det inte på objektiva grunder går att utesluta att projekten har en betydande inverkan på de mål som ställts upp för skyddet i området. Då projektområdet ligger i närområdet av ett antal Natura 2000-områden och då risk för påverkan föreligger, kommer konsekvenserna för Natura 2000-områden att bedömas för projektet. Utgångsläget är att projektet utformas på ett sådant sätt att betydande negativa konsekvenser för Natura 2000-områden inte uppstår och därför görs ingen separat prövning för detta utan bedömningar av påverkan på Natura 2000-områden ingår i föreliggande MKB. Vid händelse av att betydande konsekvenser inte går att undvika, kommer erforderliga tillstånd att sökas.

Färdigställd miljökonsekvensbeskrivning lämnas till Ålands miljö- och hälsoskyddsmyndighet (ÅMHM) för granskning. Efter granskningen avgör ÅMHM i ett särskilt beslut om miljökonsekvensbeskrivningen uppfyller kraven i MKB-lagen. Godkänd miljökonsekvensbeskrivning kan läggas till grund för den egentliga miljökonsekvensbedömningen och lämnas då för tillståndsprövning tillsammans med ÅMHM:s beslut och övriga handlingar i tillståndsärendet. Föreliggande dokument utgör den miljökonsekvensbeskrivning som gjorts för projektet.

När tillståndsfrågan avgörs ska ÅMHM slutföra miljökonsekvensbedömningen genom att med hänsyn till miljökonsekvensbeskrivningen och annat som framkommit identifiera, beskriva och göra en slutlig bedömning av miljöeffekterna.

Om tillstånd beviljas ska beslutet innehålla de miljövillkor som krävs, en beskrivning av projektets särdrag samt planerade åtgärder för att förebygga negativ miljöpåverkan.

Utläggning av interna undervattenskablar, interna undervattensrörledningar och genomförande av undersökningar av havsbotten för framtagande av underlag inför detaljprojektering och konstruktion, samt under själva anläggandet av vindparken, är direkt kopplade till och en integrerad del av anläggandet av en havsbaserad vindpark. Dessa verksamheter omfattas därför också av föreliggande miljökonsekvens-beskrivning.

1.4 Utgångspunkter för miljökonsekvensbeskrivningen

Följande utgångspunkter gäller för miljökonsekvensbeskrivningen av vindpark Noatun Nord:

- Den verksamhet vars konsekvenser beskrivs och bedöms i föreliggande miljökonsekvensbeskrivning är anläggande, drift och avveckling av fundament, vindkraftverk, plattformar, anläggningar för produktion av vätgas, mätmaster, interna kablar och rörledningar, samt genomförande av tillhörande anläggningsundersökningar.
- Vindkraftverken, plattformarna och vätgasanläggningarna kommer att placeras inom projektområdet, baserat på fundaments- och teknikval samt med hänsyn till miljön och platsspecifika bottenförhållanden.
- Teknikutvecklingen inom havsbaserad energiproduktion är mycket snabb och det är inte möjligt att vid tidpunkten för detta dokuments upprättande precisera vad som vid anläggningsskedet kommer att utgöra Bästa Möjliga Teknik (BAT). Med anledning av detta beskrivs den miljöpåverkan som verksamheten potentiellt kan orsaka utifrån två alternativa layouter för vindparken. Med dessa alternativ täcks maximalt antal verk samt maximal totalhöjd för de verk som kan vara aktuella. På detta sätt har det tagits höjd för förväntad teknisk utveckling och beskriven påverkan och bedömda konsekvenser blir inte större än vad som beskrivs i denna miljökonsekvensbeskrivning.

En mer utförlig beskrivning av metodiken för bedömningar utifrån de två alternativa layouterna återfinns i avsnitt 6.3.1 och en mer utförlig beskrivning av påverkansfaktorer återfinns i avsnitt 7. I avsnitt 2 beskrivs de avgränsningar som har gjorts för denna miljökonsekvensbeskrivning mer detaljerat.

2. Avgränsningar

2.1 Avgränsning relaterat till övriga prövningar och dokument

Förevarande miljökonsekvensbeskrivning har upprättats som en del av miljökonsekvensbedömningen för den havsbaserade vindparken, interna kabelnätet som sammankopplar de enskilda vindkraftverken med vindparkens högspänningsplattformar, samt det interna rörledningsnätet som sammankopplar anläggningarna för vätgasproduktion med vindparkens kompressorstationer (Projektområdet).

Etableringen av den planerade vindparken kräver ett antal tillstånd, vilka kommer att ansökas om och prövas separat:

- Tillstånd enligt landskapslagen om miljöskydd (2008:124) för anläggande av vindparken och tillhörande anläggningar, undervattenskablar, undervattensrörledningar samt anläggningsundersökningar inom Ålands marina vatten.
- Tillstånd enligt vattenlag (1996:61) för landskapet Åland.
- Bygglov enligt plan- och bygglag (2008:102) för landskapet Åland.
- Flyghindertillstånd enligt luftfartslag (2014:864).
- Tillstånd enligt lagen om säkerhet vid hantering av farliga kemikalier och explosiva varor (FFS 390/2005) (i det fall vätgasproduktion ingår).

I Tabell 3 redovisas vilka förfaranden, tillstånd och beslut som projektet kan komma att kräva. Här ingår inte de tillstånd och beslut som krävs för nedläggning av anslutningskablar och anslutningsrörledningar

Tabell 3. Tabellen redovisar vilka förfaranden, tillstånd och beslut som kommer att krävas för vindpark Noatun Nord. "X" symboliserar att behov bedöms finnas och "(X)" att behov kan finnas.

Förfarande/tillstånd/beslut	Havsbaserad vindpark
Miljökonsekvensbedömning	x
Natura-bedömning	x
Samtycke till undersökningsverksamhet inom Ålands vatten.	x
Tillstånd enligt vattenlagen	x
Tillstånd enligt lagen om säkerhet vid hantering av farliga kemikalier och explosiva varor	(x)
Planläggning	x
Bygglov	x
Flyghindertillstånd	x
Anslutningsavtal till elnätet	x
Tillstånd till undantag från naturvårdslagen	(x)
Specialtransporttillstånd	x
Försvarsmaktens godkännande	x
Utlåtande om konsekvenser för tv- och radiosändningar	x

Tillstånd för nedläggning av anslutningskablar och anslutningsrörledningar från vindparken till anslutningspunkter på land prövas i särskild ordning när anslutningspunkter och sträckningar har fastställts.

2.1.1 Natura 2000-prövning

Då ÅMHM beviljar tillstånd enligt vattenlagen måste myndigheten kontrollera att en bedömning av potentiell betydande försämring av naturvärden har gjorts som en del av MKB:n (24a § i landskapslagen om naturvård). Om den godkända MKB:ns bedömning visar att genomförandet av projektet inte i betydlig utsträckning försämrar ett Natura 2000-områdes naturvärden krävs ingen särskild prövning eller något särskilt beslut före vattentillståndet kan beviljas. Då verksamheten inte bedöms medföra betydande försämring ingår bedömningar av påverkan på Natura 2000-områden i föreliggande MKB och görs ej som en separat tillståndsprövning.

Om bedömningen i MKB:n är att en betydande försämring uppstår kan däremot vattentillståndet inte beviljas, om inte ett särskilt godkännande fås från Ålands landskapsregering (24b § i landskapslagen om naturvård).

2.2 Avgränsning av verksamheten

2.2.1 Verksamheten

Verksamheten som konsekvensbeskrivs är den planerade vindparken med tillhörande komponenter för vätgasproduktion, bestående av två olika alternativa layouter samt dess tillhörande anläggningsdelar. Även de förberedande undersökningar som utförs inför och i samband med anläggandet av vindparken konsekvensbeskrivs.

För en mer detaljerad beskrivning av den sökta verksamheten hänvisas till avsnitt 4.

2.2.2 Följdverksamhet

Vindparkens följdverksamheter utgörs framför allt av anläggning och drift av anslutningskablar för el och/eller anslutningsrörledningar för vätgas, vilka anläggs från vindparken till ett eller flera landfästen på Åland och/eller Finland, och vidare från landfästena till en eller flera anslutningspunkter på land, se avsnitt 4.16. Även fartygstrafiken till och från vindparken under anläggnings-, drifts- och avvecklingsfasen utgör en följdverksamhet.

Fartygstrafiken till och från vindparken under de olika faserna beskrivs och bedöms i förevarande miljökonsekvensbeskrivning. Vindparkens anslutningskablar och/eller anslutningsrörledningar kommer att vara föremål för separata prövningar och kommer därmed att beskrivas och bedömas inom ramen för framtagandet av de miljökonsekvensbeskrivningar som avser kablarna och/eller rörledningarna. Eventuella ytterligare följdverksamheter, exempelvis transformatorer, anläggningar för lagring av vätgas, anpassningar av hamnområden eller andra behov av mark kommer att beskrivas och bedömas inom ramen för de tillstånds- och/eller lovprövningar som respektive följdverksamhet omfattas av.

2.3 Geografisk avgränsning

Konsekvensbedömningarna omfattar det geografiska område som kan påverkas av den sökta verksamheten och som bedömts vara relevant att utreda. Detta innefattar

såväl det direkta påverkansområdet där verksamheten bedrivs och där fysiska åtgärder vidtas som kringliggande områden där en påverkan kan påvisas, exempelvis angränsande havsområden, närliggande fartygsstråk för sjöfarten och kuststräckan varifrån vindparken i någon mån kan uppfattas visuellt.

Den geografiska avgränsningen varierar beroende på vilken aspekt och vilket intresse som studeras. Som grund för den geografiska avgränsningen ligger de underlagsutredningar som tagits fram för respektive påverkansfaktor och intresse.

2.4 Miljöaspekter

De miljöaspekter som beskrivs och bedöms i miljökonsekvensbeskrivningen listas i Tabell 4. Miljökonsekvenser beskrivs för anläggningsfas, driftsfas och avvecklingsfas. Vilka faser som bedömts relevanta för respektive aspekt ses i tabellen, liksom om påverkan och konsekvenser uppkommer till följd av vindparken och/eller det interna kabelnätet.

Tabell 4. Miljöaspekter som beskrivs och bedöms i miljökonsekvensbeskrivningen och för vilken fas som dessa konsekvensbedöms, samt om konsekvenser uppkommer till följd av vindparken och/eller det interna kabelnätet.

Aspekt	Vindpark (V), internt kabelnät (IK), internt rörledningsnät (IR)	Anläggnings-fas	Driftsfas	Avvecklings fas
Klimatnytta och klimatpåverkan	V	X	X	X
Bottenflora och bottenfauna	V, IK, IR	X	X	X
Fisk	V, IK, IR	X	X	X
Tumlare	V, IK, IR	X	X	X
Säl	V, IK, IR	X	X	X
Fåglar	V	X	X	X
Fladdermöss	V	X	X	X
Kulturmiljö	V	X	X	X
Marinarkeologi	V, IK, IR	X	X	X
Landskap, rekreation och friluftsliv	V	X	X	X
Yrkesfiske	V, IK, IR	X	X	X
Sjöfart	V, IK, IR	X	X	X

Aspekt	Vindpark (V), internt kabelnät (IK), internt rörledningsnät (IR)	Anläggnings-fas	Driftsfas	Avvecklings fas
Luftfart	V	X	X	X
Totalförsvarets intressen	V, IK, IR	X	X	X
Risk och säkerhet	V, IK, IR	X	X	X
Ekosystemtjänster	V, IK, IR	X	X	X
Hushållning med resurser	V, IK, IR	X	X	X

Samverkande effekter bedöms för vindparker som har påbörjat en MKB-process och åtminstone uppnått samrådsfas (i Finland publicerat MKB-program), inom en radie på 100 kilometer samt sjöfart och yrkesfiske, se avsnitt 11 och avsnitt 14.

2.5 Beskrivna och bedömda faktorer

Beskrivna miljöeffekter som behandlas i miljökonsekvensbeskrivningen omfattar de faktorer som specificeras i 3§ i MKB-lagen. I Tabell 5 följer en redogörelse av vilka avsnitt som beaktar varje enskild faktor.

Tabell 5. Beskrivna och bedömda faktorer i miljökonsekvensbeskrivningen samt i vilka kapitel som information om respektive faktor står att finna.

Faktor	Kapitel i MKB	Beskrivs	Bedöms
Befolkning	9.9, 9.11	Berörs i relation till landskap, rekreation och friluftsliv, 9.9.1, samt i avsnittet om boendemiljö, 9.11.1	Aspekter som berör påverkan på befolkning bedöms i 9.9.2 för miljöer människor rör sig i och hur den upplevs samt i 9.11.2 (boendemiljö).
Människors hälsa	9.11, 9.18	Boendemiljö och ekosystemtjänster berör människors hälsa vilket beskrivs i 9.11.1 och 9.18.1	Bedömning av påverkan på människors hälsa görs i relation till boendemiljön, 9.11.2 samt berörda ekosystemtjänster. 9.18.2.
Biologisk mångfald	9.2, 9.8, 9.18.1, 14.1, 14.4.2,	Berörs i flertalet avsnitt i detta dokument, både avseende specifika mottagare samt mer övergripande i relation till Ålands miljömål.	Biologisk mångfald har särskilt beaktats i bedömningen avseende reveffekter. I avsnitt 14.4.2 beskrivs och bedöms utvecklingsmålet Biologisk mångfald.
Mark	10	Markexploatering i vattenmiljön utgörs av etablering av fundament, plattformar och kabel- och rörledningsnät.	Fysisk påverkan på havsbotten bedöms i avsnitt 9.2.2 och 9.12.2

Faktor	Kapitel i MKB	Beskrivs	Bedöms
		Markexploatering på land utgörs av följdverksamheter till den ansökta verksamheten, exempelvis landanslutning och ledning på land, detta beskrivs i kapitel 10.	
Jord	Inte relevant	Inte relevant	Inte relevant
Vatten	7.1.17, 8.1, 8.3, 8.4, 9.2, 9.3, 9.4, 9.5, 9.6 och 9.8.	Kapitel 8 behandlar till stora delar påverkan på vattenkvalitet genom sedimentsuspension samt utsläpp av kylvatten och saltlake. Även hydrografisk påverkan tas upp här. Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen beskrivs i 7.1.17.	En förändrad vattenkvalitet bedöms för relevanta mottagare i 9.2, 9.3, 9.4, 9.5, 9.6 och 9.8. I Bilaga 8 redogörs mer ingående för effekterna av hydrografisk påverkan.
Luft	9.1	Vindparkens inverkan på utsläpp av växthusgaser behandlas inom avsnitt 9.1 (klimatnytta och klimatpåverkan). El- och vätgasproduktionen genererar inga utsläpp till luft som påverkar luftkvaliteten.	Vindparkens inverkan på utsläpp av växthusgaser behandlas inom avsnitt 9.1 (klimatnytta och klimatpåverkan). El- och vätgasproduktionen genererar inga utsläpp till luft som påverkar luftkvaliteten.
Klimat	9.1, 9.17.6	Klimatnytta och klimatpåverkan redogörs för i avsnitt 9.1. Klimatanpassning redogörs för i avsnitt 9.17.6.	Bedömning av klimatnytta och klimatpåverkan redogörs för i avsnitt 9.1. Bedömning av klimatanpassning görs i avsnitt 9.17.6
Materiella tillgångar	9.13	Projektområdets roll för yrkesfisket beskrivs i avsnitt 9.13.1	Projektområdets roll för yrkesfisket bedöms i avsnitt 9.13.2
Kulturarv	9.10, 9.12	Kulturmiljö beskrivs i 9.10.1 och marinarkeologi beskrivs i 9.12.1	Påverkan på kulturmiljö och marinarkeologi redogörs för i 9.10.2 respektive 9.12.2
Landskapet	9.9	Landskapsbild och område som omfattas av landskapsanalys beskrivs i 9.9.1.2	Påverkan på landskapsbilden beskrivs i 9.9.2

2.6 Avgränsningar i tid

Miljökonsekvensbeskrivningen beskriver ett tidsperspektiv inom vilket de förväntade konsekvenserna bedöms uppstå. Bedömningen av miljökonsekvenserna omfattar anläggningsfasen, driftsfasen och avvecklingsfasen och de tidshorisonter som är aktuella för respektive fas. För en beskrivning av respektive fas, se avsnitt 5.

3. Lokalisering och omgivningsbeskrivning

3.1 Lokalisering

Den planerade vindparken Noatun Nord ligger i Ålands havsområde i Bottenhavet, cirka 15 kilometer norr om fasta Åland och cirka 40 kilometer väster om Nystad (Uusikaupunki) i Finland. Projektområdet är cirka 680 km^2 stort, se Figur 4. Vattendjupet inom projektområdet varierar mellan cirka 10–84 meter. Området innehåller inga öar utan består helt av öppet hav.

Det område i Bottenhavet inom vilket den planerade vindparken Noatun Nord är tänkt att anläggas lämpar sig väl för en etablering av en havsbaserad vindpark. Området uppfyller de grundläggande tekniska förutsättningarna och de verksamhetsspecifika kraven med avseende på starka och stabila vindar, samt lämpliga vattendjup och geotekniska förhållanden.

Den planerade vindparken ligger inom ett område där de förekommande naturvärdena är begränsade och bottensamhället kännetecknas av ett fåtal mycket rikligt förekommande arter. På grund av de stora djupen och de knappa ljusförhållanden som råder inom projektområdet förväntas inga utbredda vegetationsklädda bottnar förekomma.

Genomförda undersökningar av fisk i området för Noatun Nord visar att de vanligast förekommande arterna är tånglake, strömming, rötsimpa och storspigg. Projektområdet utgör inget viktigt lekområde för någon av de i undersökningarna identifierade arterna. Genomförda undersökningar såväl som tidigare utredningar bekräftar att förekomsten av tumlare (tillhörande östersjöpopulationen) är mycket ringa inom det område som omfattas av den planerade vindparken. Till följd av stort vattendjup utgör merparten av projektområdet inte ett lämpligt födosöksområde för fågelarter vars kost till stor del består av bottenlevande organismer så som musslor och vissa fiskarter.

Enligt ankommet yttrande från Försvarsmakten överlappar Noatun Nord delvis med ett militärt restriktionsområde och gränsar till ett militärt riskområde, se avsnitt 9.16. Utöver detta överlappar projektområdet för den planerade vindparken inte med några utpekade skyddade områden. Den planerade vindparken är även förenlig med antagen havsplan.

Området bedöms ha gynnsamma förhållanden för etablering av vindkraft med en medelvind på cirka 9,2–9,4 m/s på en höjd av 150 meter över havsytan.

Havsbotten inom den planerade vindparken är kuperad. I grundare delar domineras ytan av berggrund med stenar på, medan de djupare delarna domineras av lera, silt och sand samt till viss del gyttjelera. Stratigrafin i området utgörs av underliggande, dominerande kristallin, berggrund överlagrad av ett relativt tunt lager morän samt däröver lager bestående av främst lera och silt och på sina ställen gyttjelera.

3.2 Havsplan

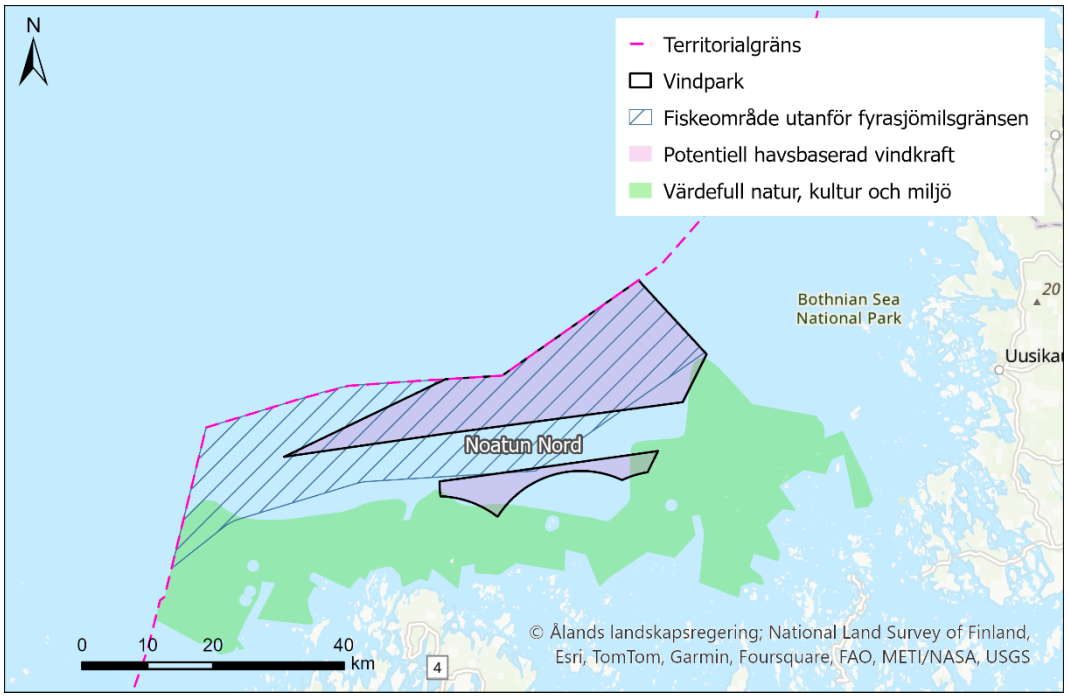
I enlighet med Europaparlamentets och rådets direktiv 2014/89/EU om upprättande av en ram för havsplanering har bestämmelser om havsplanering införts i den åländska lagstiftningen. I planen ska beskrivas “den rumsliga och tidsmässiga utbredningen av relevanta, befintliga och framtida verksamheter, intressen och användningsområden”.

Syftet är att främja en hållbar användning, utveckling och tillväxt samt bidra till god vattenkvalitet och god miljöstatus.

Utgångspunkten är att havsplanen ska omfatta alla kustvatten och marina vatten som hör till landskapet. Dock behöver inte sådana kustområden som omfattas av annan fysisk planering, såsom kommunal områdesplanering, tas med i havsplanen. Landskapsregeringen väljer därför att låta havsplanen omfatta enbart de allmänna vattnen, det vill säga de landskapsägda vatten som ligger utanför byarågång.

Havsplanen har tagits fram enligt bestämmelserna i vattenlag för Åland (1996:61) 5 kap. 24a och 24b §§ och antogs av Landskapsregeringen 2021.

Vindpark Noatun Nord ligger inom ett område utpekat för havsbaserad vindkraft i Ålands havsplan (Ålands Landskapsregering, 2021), se Figur 5. I havsplanen framgår det även att projektområdet överlappar med ett utpekat fiskeområde utanför fyrasjömilsgränsen[5] samt till en mycket liten del överlappar med områden som i havsplanen är utpekade för värdefull natur, kultur och miljö.



Figur 5. Noatun Nord tillsammans med utpekade områden i Ålands havsplan.

3.3 Projekt Sunnanvind

Projekt Sunnanvind drivs av Ålands landskapsregering och är menat att möjliggöra havsbaserad vindkraft inom Ålands norra havsområden. Detta genom att i den förberedande fasen av etableringen av en vindpark framarbeta koncept och processer för konkurrensutsättningen av havsområdenas nyttjanderätt för energiproduktion. Projekt Sunnanvind ska också ta fram underlag som säkrar åländska samhällsintressen i de avtal som styr vindparkens etablering, drift och avveckling.

[5] Fyra mil utanför baslinjen, där både svenska och finska fiskeflottan får fiska

Inom projektet ingår det bland annat ett förberedande arbete inför auktionering av havsområdenas nyttjanderätt. Inom projektet ingår också den planläggning och miljöbedömning som krävs för beviljande av bygglov, men även kommunikation med berörda myndigheter för tillståndsprocessen (Projekt Sunnanvind, u.d.). Projektet är finansierat av Europeiska unionens facilitet för återhämtning och resiliens.

I samband med projekt Sunnanvind kommer även en generalplan[6] enligt 4 kap. plan och bygglagen inklusive miljöbedömning för de havsområden som ingår i projektet att tas fram, detta inkluderande anläggning samt drift av vindkraftverk och kabelläggning (Ålands lanskapsregering, 2022b). Planläggningens målsättning är att den enhetliga generalplaneringen och den heltäckande miljöbedömningsutredningen ska underlätta, säkra och försnabba genomförande av projekt efter konkurrensutsatt auktion. Därutöver är syftet med generalplanen att bygglov som uppfyller planens krav ska kunna beviljas av berörda kommuner, för de delar av planområdet som en aktör planerar uppföra inom respektive kommuns område. Målsättningen med planen är även att avgränsa och anpassa det för generalplanen framtagna planläggningsområdet[7] så att miljöpåverkan minimeras.

I maj 2025 presenterade Ålands landskapsregering ett utkast till generalplan baserat på de synpunkter som inkommit i samrådet om medverkans- och informationsplanen (MIP) i mars 2024. Utkastet innebar en utvidgning av projektområdet, dels söderut i förhållande till det nordligare område som omfattas av havsplanen, dels västerut fram till gränsen mot Sverige. Det södra området är inte inkluderat i utkastet till generalplan. Tiden för inlämnande av synpunkter på utkastet löpte ut den 31 augusti 2025. Planutkastet bearbetas med hänsyn till synpunkter och uppdateras till ett planförslag, tillsammans med en miljörapport. Efter att Ålands landskapsregering utformat planförslaget tar kommunernas planläggningsprocess vid.

Slutrapporten för projekt Sunnanvind planeras lämnas till den Europeiska kommissionen senast den 30 juni 2026.

Mera information finns på sunnanvind.ax.

3.4 Skyddade områden

Ålands norra hav och kustområden samt angränsande havsområden i Finlands territorialvatten omfattas av olika typer av områdesskydd. Områden omfattas av: Privatägda naturskyddsområden; Helsingforskonventionens (HELCOM) ”Marine protected areas” (MPAs) som syftar till att skydda Östersjöns marina miljö; ”Konvention om våtmarker av internationell betydelse, särskilt som livsmiljö för våtmarksfåglar” (RAMSAR) som är en internationell konvention för skydd av våtmarker som är värdefulla för fågellivet; nationalpark; naturreservat; sälskyddsområden; fågelskyddsområde; EMMA-områden som är utpekade ekologiskt signifikanta undervattensmiljöer; Important Bird Areas (IBA), Finnish Important Bird Areas (FINIBA) samt Regionalt viktiga fågelområden (MAALI) se Figur 6, Figur 7 och Tabell 6. Natura 2000-områden i Ålands norra hav och kustområden samt angränsande havsområden

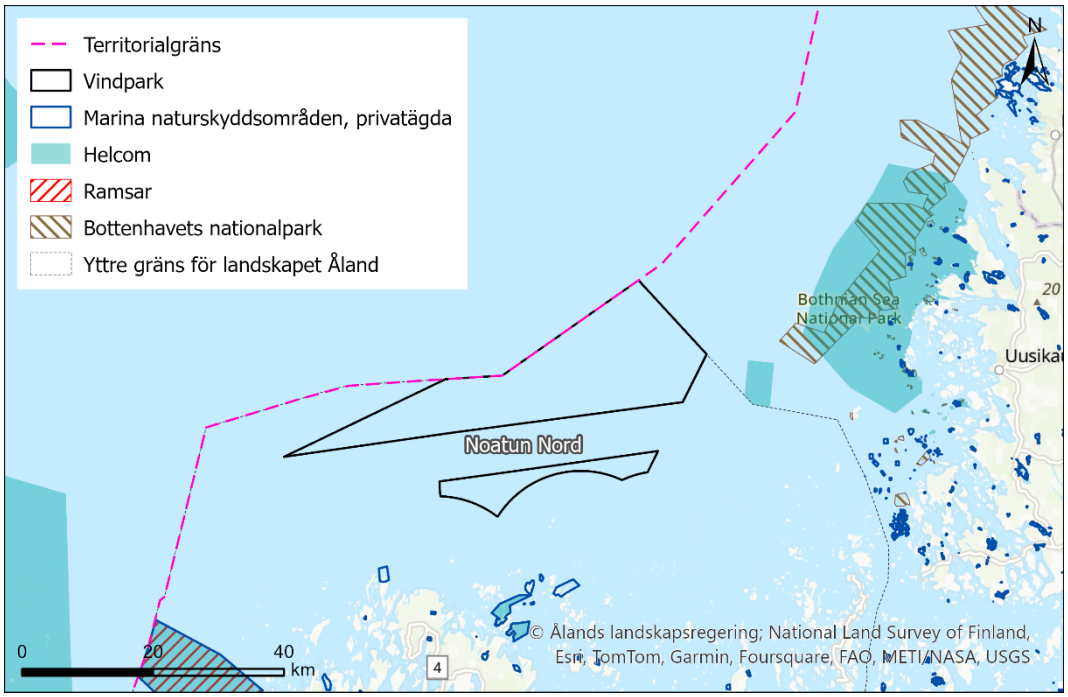
[6] Generalplanen anger principerna för den eftersträvade utvecklingen i det område som planen omfattar. I generalplanen ska områden som kräver en mer detaljerad planläggning anges samt områden för byggande och annan markanvändning anvisas.
[7] Planläggningsområdet är det område för vilket generalplanen tas fram.

i Finlands territorialvatten beskrivs i avsnitt 9.8. EMMA-området Väderskär beskrivs i avsnitt 9.2. Områden som är kopplade till skydd av fågellivet beskrivs i avsnitt 9.6.

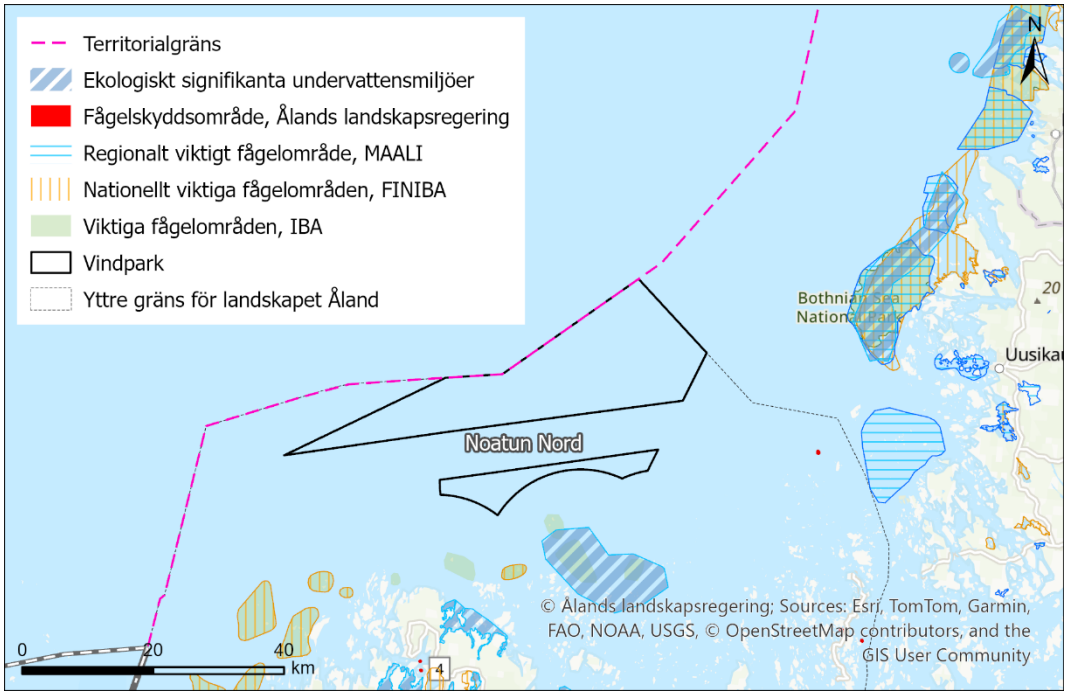
Projektområdet för vindpark Noatun Nord sammanfaller inte med något av de skyddade områdena för naturskydd. Det närmaste skyddade området ligger 6 kilometer från Noatun Nord. Områden inom ett avstånd om 35 kilometer från vindpark Noatun Nord beskrivs i Tabell 6.

Tabell 6. Områden som omfattas av övriga områdesskydd.

Område med naturskydd	ID	Skydd	Area (ha)	Avstånd till vindpark (km)
Bottenhavets nationalpark	-	Nationalpark	91 300	15
Boxö	397	HELCOM och Privatägda naturskyddsområden (Naturreservat)	1400	12
Eckerö och Hammarlands skärgård	-	IBA, FINIBA	16 170	22
Gadden		Fågelskyddsområde	4,3	22
Idskär	-	Privatägda naturskyddsområde (Naturreservat)	283	14
Knöppelskär - Pargrund - Kråkskär	-	Privatägda naturskyddsområden (Naturreservat)	118	11
Länsmansgrund	-	Privatägda naturskyddsområden (Naturreservat)	171	11
Ålands nordliga skärgård	-	IBA, FINIBA (delvis)	6000, 664	6
Grundområde i Nystad skärgård / Nystads kust	-	IBA, FINIBA	12 000, 23 876	15
Signilskär – Märket	399	HELCOM, RAMSAR och Privatägda naturskyddsområden (Naturreservat)	22 500	31
Södra Sandbäck	552	HELCOM (Sälskyddsområde)	2600	6
Nystads skärgård	142	HELCOM (Naturreservat), MAALI	56 800	15
Väderskär	-	EMMA-område	14 400	8



Figur 6. Skyddade områden i Ålands norra hav med omgivning.



Figur 7. Skyddade områden i Ålands norra hav med omgivning.

3.5 Landskapsintressen för kulturmiljö på Åland

Landskapsregeringen på Åland har initierat ett projekt för att utveckla landskapsintressen för kulturmiljövård på Åland. Målet är att presentera geografiskt avgränsade landskapsrum med höga kulturhistoriska värden enligt en liknande modell som de landskapsintressen för kulturmiljövård som används som planeringsverktyg för mark och vatten i Sverige, Norge och Finland. Dessa Landskapsintressen ska ge

geografisk representativitet för hela Åland samt representera för öriket signifikativa kulturmiljötyper.

Ett landskapsintresse för kulturmiljö som har identifierats är det så kallade Norrhavet (Ålands landskapsregering, u.d.). I samband med detta har det även framförts att Norrhavet potentiellt kan påverkas visuellt av vindkraftsprojektet Vågskär (Ålands landskapsregering , 2024). Då Noatun Nord är beläget angränsande syd/sydöst om projektområdet för Vågskär, men närmare Ålands fastland kan detta antas gälla även för Noatun Nord.

Det framgår vidare att utöver den ovan nämnda kulturmiljön Norrhavet kan landskapsbilden längs norra Ålands skärgård och kustlinje komma att påverkas, detta för kulturmiljön i sin helhet för dessa områden.

3.6 Nationellt värdefulla landskapsområden

I Finland finns det 186 så kallade nationellt värdefulla landskapsområden (VAMA). Dessa områden utgör de mest representativa kulturlandskapen på landsbygden och deras värde baserar sig på en mångformig kulturpåverkad natur, ett vårdat odlingslandskap och ett traditionellt byggnadsbestånd.

Inom utredningsområdet för den landskapsanalys som utförts för projektet finns det två nationellt värdefulla landskapsområden, Ströömin meriväylä (Ströms farled) i Gustavs (Kustavi) och Laitilan viljelymaisema Laitila (Laitilas odlingslandskap) utanför Nystad (Uusikaupunki), se bilaga 13.

3.7 Byggda kulturmiljöer av riksintresse

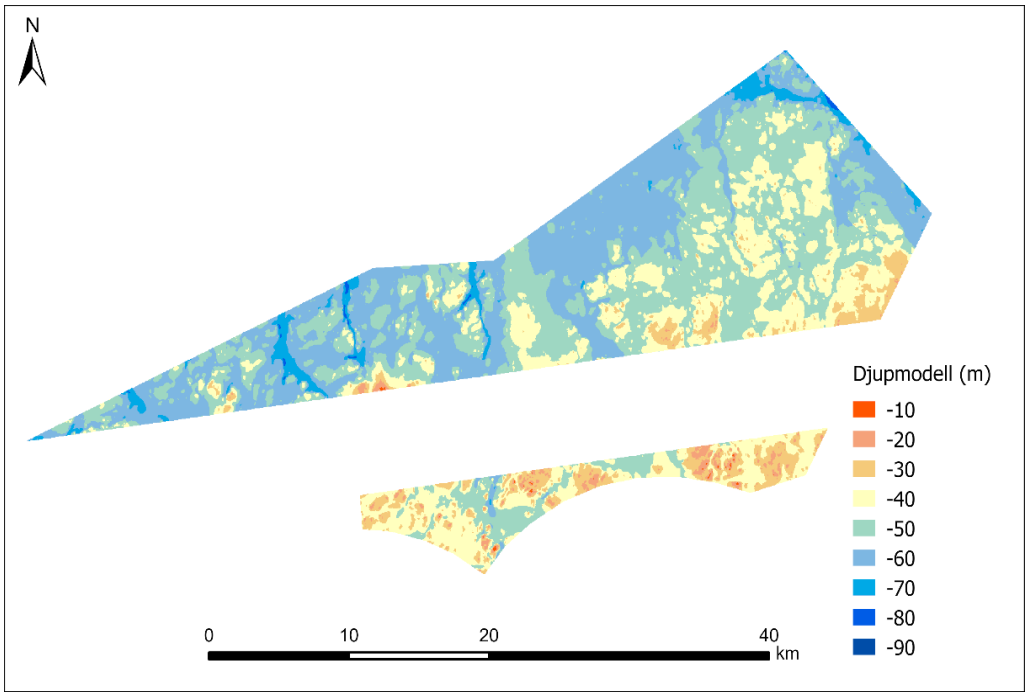
I Finland finns över 1 200 så kallade byggda kulturmiljöer av riksintresse (RKY). Dessa objekt beskriver mångsidig utveckling av byggandet över olika perioder. De byggda kulturmiljöerna av riksintresse ska tas som utgångspunkter för planering av områdesanvändning, för att trygga bevarandet av strukturen i den identifierade by- eller stadsbilden och de befintliga byggnaderna samt miljöerna i objekten. Ett ytterligare mål är att anpassa eventuellt kompletteringsbyggande och övriga ändringar till kulturmiljöns karaktär och särdrag, se bilaga 15.

3.8 Geologiska förutsättningar och djupförhållanden

Geofysiska undersökningar har utförts för projektet, med syfte att kartlägga batymetri och övre sedimentlager i det aktuella området. För detta har Bolaget anlitat Arctia och följande beskrivningar baseras på resultaten från dessa undersökningar (Arctia, 2023) (Arctia, 2023b) (Arctia, 2023c).

3.8.1 Djupförhållanden och bottentopografi

Inom Noatun Nord varierar vattendjupet mellan 10 och 84 meter, se Figur 8. Bottentopografin är mycket varierad och karakteriseras av den kuperade underliggande berggrundsreliefen, med bitvis branta stup ner i djupa dalar. Generellt är det grundare i söder med ökande djup norrut. Det finns ett antal tydliga dalar i topografin, som framför allt har en nord-sydlig riktning. Dessa representerar troligen äldre sprickzoner i berget, vilka även eroderats under istiden (Arctia, 2023). De djupare delarna i topografin utgörs främst av plana ytor där finkorniga material avsatts i bassänger och de grundaste punkterna associeras med berggrund i bottenytan.



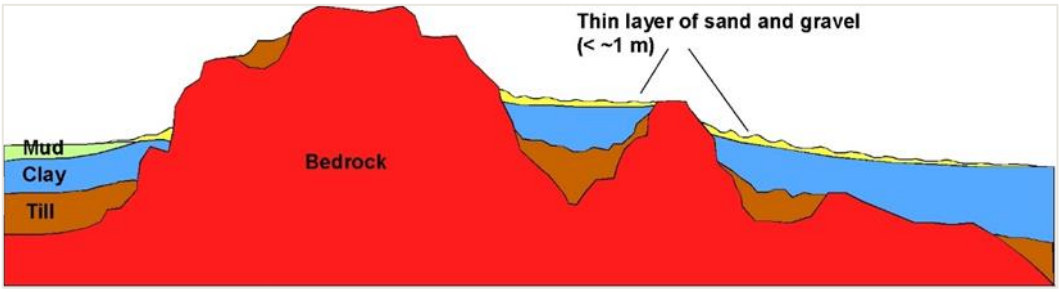
Figur 8. Djupmodell över Noatun Nord baserad på data från batymetrisk undersökning utförd av Arctia.

3.8.2 Stratigrafi

Den typiska stratigrafin i området (Figur 9) utgörs av kristallin berggrund överlagrad av enheter bestående av lera och silt av varierande mäktighet. Mäktigheten kan vara tiotals meter, särskilt i fördjupningarna i berggrunden, men tunnar ut mot de topografiska höjderna, där det fina sedimentet ofta är obefintligt. I insamlade data kan man med vald metod inte avgöra gränsen mellan morän och berggrund i djupet, men då morän är begränsat synlig i ytan antas lagret vara tunt (några meter) (Arctia, 2023c). Enligt geologiska kartor utgörs den underliggande berggrunden i området av Rapakivigranit (Östersjön.Fi, u.d.), förutom en liten del i norr där berggrunden består av sandsten.

I djupare delar täcks ler- och siltlagren av ett tunt (upp till ett par meter tjockt) ytlager av gyttjelera (lera med organiskt innehåll), medan det närmare topografiska höjder förekommer sand och grus som ytlager (vanligtvis 10–20 centimeter tjockt). Sand- och gruslagret tolkas ha sitt ursprung i erosion.

Det kan antas att överallt där hårdyta samt ler- och siltlagren är exponerade råder erosionsförhållanden (Arctia, 2023c). Det finns i det södra området tydliga tecken på att starka erosionsförhållanden råder och man har konstaterat tecken på bottenströmmar i den insamlade geofysiska datan (Arctia, 2023c).

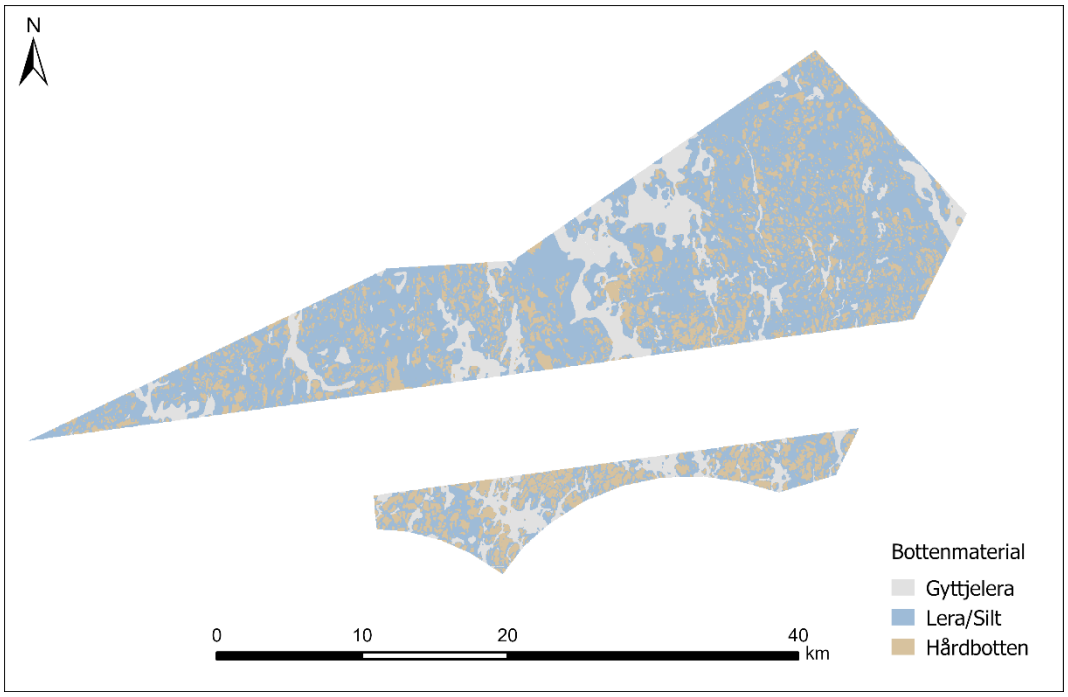


Figur 9. Schematisk illustration av en typisk geologisk profil genom området (Arctia, 2023c). Bedrock = Berggrund, Till = Morän, Clay = Lera, Mud = Gyttjelera, Gravel = Grus.3

3.8.3 Bottensubstrat

Karaktären i ytan varierar inom projektområdet, Figur 10 presenterar en översikt. I det norra området domineras ytan av lera/silt/sand, som upptar cirka 65 procent av ytan. Utöver det består ytan av cirka 20 procent hårdyta (berggrund/morän) och 15 procent gyttjelera. I det södra området är andelen hårdyta (berggrund/morän) större, 37 procent, medan lera/silt/sand täcker ytan till cirka 41 procent och gyttjelera till 22 procent.

Hårdytan exponeras i de topografiska höjderna och utgörs i ytan främst av berggrund med stenar på. Generellt finns inte mycket morän i ytan.



Figur 10. Bottensubstrat i Noatun Nord enligt resultat från geofysiska undersökningar utförda av Arctia.

Sedimentprovtagningar inom och nära Noatun Nord genomfördes under våren 2023 med avseende på organiska föroreningar, metaller och näringsämnen. Provtagningarna gjordes vid tio stationer, se Bilaga 11. De uppmätta halterna har jämförts med och klassificerats enligt svenska bedömningsgrunder, eftersom finska gränsvärden för metaller och organiska föroreningar i sediment inte har fastställts. Det är allmänt accepterat på Åland att de svenska Havs- och vattenmyndighetens

föreskrifter om klassificering och miljökvalitetsnormer för ytvatten (HVMFS 2019:25) används för att jämföra gränsvärden för både sediment och ytvatten.

Flera förorenande ämnen detekterades vid provtagningarna. Vid en av provtagningsstationerna överskred halten av koppar de effektbaserade bedömningsgrunderna. Emellertid överskreds inte gränsvärdena för kemisk och ekologisk status enligt HVMFS 2019:25 för övriga detekterade föroreningar. Organiska föroreningar detekterades vid fem av provtagningsstationerna, med halter som varierade från mycket låga till höga för PAH:er. Vid en provtagningsstation uppmättes medelhöga halter av PCB 28. Dessutom rapporterades medelhöga halter av arsenik vid en station, medan en annan station visade på mycket höga halter av krom samt medelhöga halter av koppar och nickel. Vid de resterande provtagningsstationerna mättes mycket låga till låga metallhalter av arsenik, krom, koppar, nickel, bly och zink.

Enligt expertutlåtande från STUK (2024) förekommer Cesium (Cs-137) med ursprung från Tjernobylolyckan i sediment i Bottenhavet. Detta är relativt hårt bundet till fina partiklar (lera och gyttja) och löser sig inte lätt i havsvatten.

3.9 Hydrografi och vindförhållanden

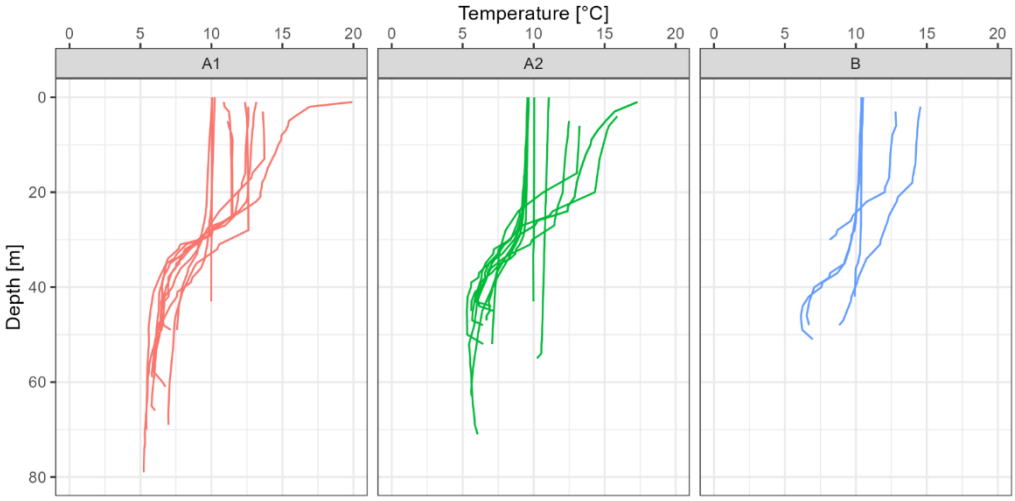
3.9.1 Strömförhållanden

Ytvattnet i Noatun Nords utredningsområde i Bottenhavet cirkulerar storskaligt motsols till följd av att avrinningsvatten från land strömmar ut och ändrar riktning av jordens rotation enligt Fonselius (1995) utredning av hydrografi i Östersjön. Han bedömer även att vinden sporadiskt inverkar på cirkulationen. På djup styrs strömningen av inflöde genom Ålands hav väster om vindparken. Detta flödar österut från Ålands hav mot vindparken. Strömmarna bedöms därmed över längre tidskalor vara östgående genom Noatun Nord.

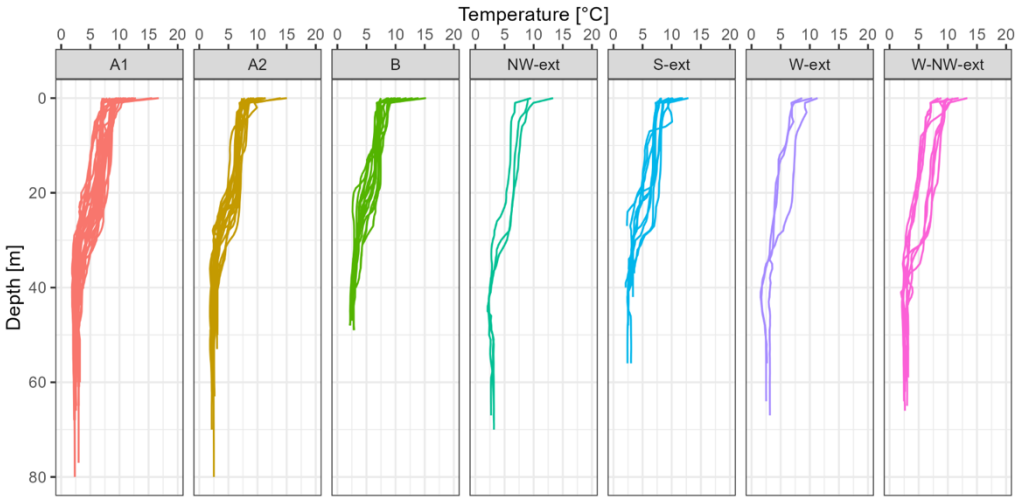
Strömriktningarna varierar dock i hög grad över mindre tidskalor och mycket lokalt. Ytströmmarna bedöms också vara frikopplade bottenströmmarna till följd av de skiktningar som råder i området, se följande avsnitt 3.9.2 och 3.9.3.

3.9.2 Temperatur

Under hösten 2022 och våren 2023 provtog NIRAS (2023) temperaturen i punkter som representerar utredningsområdet för Noatun Nord. Profilerna för dessa provtagningar visas för hösten i Figur 11 och för våren i Figur 12. I området varierar temperaturen med säsongerna, från och med maj är ytvattnet varmare än bottenvattnet. Under våren värms ytvattnet upp och når temperaturer på 17°C medan bottenvattnet har en temperatur på ungefär 4°C. Temperaturskillnaden leder till en skiktning i vattenmassan, eftersom varmt vatten är lättare än kallare och alltså inte sjunker nedåt, denna uppvärmning delar alltså ytvattnet ifrån bottenvattnet och en termoklin etableras. Under mätningarna på hösten, Figur 11, noteras denna termoklin i ett antal profiler vid ungefär 20 meters djup. Profiler uppmätta senare under hösten visar hur skiktningen försvagas då väderförhållandena blir stormigare och ytvattnet kyls ned.



Figur 11. Temperaturprofiler på flera representativa punkter i området för Noatun Nord hösten 2022, provtagna och tillhandahållna av NIRAS (2023).

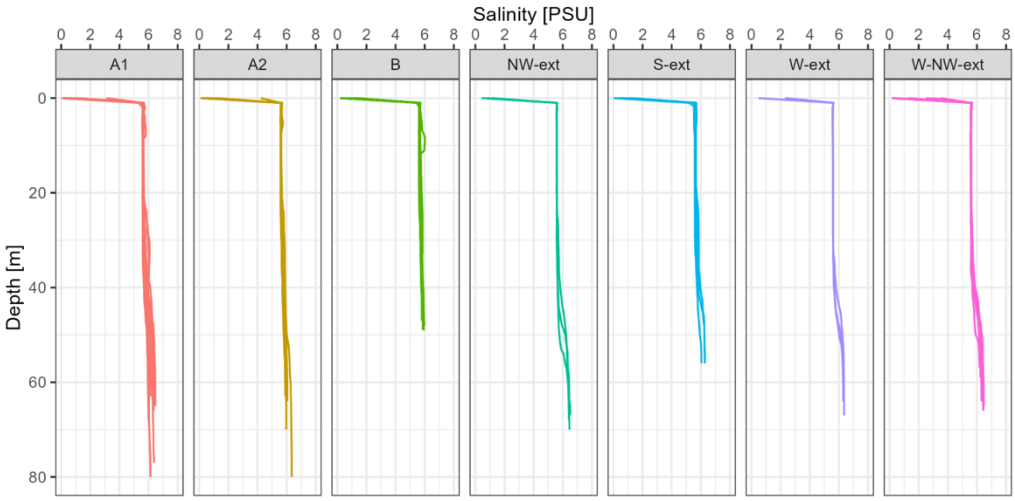


Figur 12. Temperaturprofiler på flera representativa punkter i området för Noatun Nord våren 2023, provtagna och tillhandahållna av NIRAS (2023).

3.9.3 Salthalt

Under hösten 2022 och våren 2023 provtog NIRAS (2023) salthalten i punkter som representerar utredningsområdet för Noatun Nord. Profilerna för dessa provtagningar visas för hösten i Figur 13 och för våren i Figur 14. Under hösten är saliniteten låg i ytskiktet men ligger konstant på cirka 6,5 psu ned till ungefär 35–40 meters djup, där en svag haloklin är etablerad. Under våren är salthalten nära noll i ytskiktet och ligger sedan på 5,5 psu ned till haloklinen på 50 meter, därefter ökar den något till 6,5 psu. Små skillnader i salthalt har större påverkan på skiktningen av vattnet än skillnader i temperatur och i Östersjön är denna skiktning, haloklinen, närvarande året runt. I Bottenhavet inkommer det saltare bottenvattnet från Egentliga Östersjön genom Ålands hav och rör sig österut mot Finlands kust och tillför då salt vatten i Noatun Nords projektområde (Fonselius, 1995).

Figur 13. Salthaltsprofiler på flera representativa punkter i området för Noatun Nord hösten 2022, provtagna och tillhandahållna av NIRAS (2023).



Figur 14. Salthaltsprofiler på flera representativa punkter i området för Noatun Nord våren 2023, provtagna och tillhandahållna av NIRAS (2023).

3.9.4 Syrehalt

I de södra delarna av Bottenhavet kan man förvänta sig att syrehalterna i bottenvattnet är låga och relativt stabila under året. Enligt Sveriges meteorologiska och hydrologiska instituts (SMHI) kartor över utbredningen av syrefria och syrefattiga bottnar, definierade som $O_2 \leq 0$ ml/l respektive $O_2 \leq 2$ ml/l, har det emellertid inte uppmätts syrefria eller syrefattiga bottnar inom projektområdet under 1960 – 2022 (SMHI, 2019; SMHI, 2020; SMHI, 2022; SMHI, 2023).

3.9.5 Siktdjup

Siktdjup är ett mått på ljusförhållandena i havsvattnet och används bland annat för att undersöka övergödning, detta då försämrat siktdjup i det öppna havet kan bero på en ökad produktion av plankton. Även halterna av suspenderat sediment kan påverka siktdjupet. Vid mätstationen Ålands hav (D64) varierade siktdjupet under 2020–2023 mellan 5 och 8 meter (Sveriges Vattenmiljö, 2023). I kustvattenförekomsten *Ålands*

hav norra, som delvis överlappar med södra delen av vindpark Noatun, har siktdjupet bedömts ha måttlig status.

3.9.6 Havsis

Havsis kan förekomma under vintrar med lägre temperaturer, under minus fem till minus tio grader. Isens tjocklek beror på salthalten i ytlagret, som ligger kring 5,5–6,5 psu i och nära projektområdet. Inom och i närområdet för Noatun Nord förekommer vintrar med fast havsis[8] (Meteorologiska institutet, 2022). Vid en svår isvinter kan is förväntas förekomma inom projektområdet.

3.9.7 Vindförhållanden

Inga specifika vinddata finns för projektområdet Noatun Nord, emellertid är projektområdet beläget i ett område utpekat för potentiell havsbaserad vindkraft i Ålands havsplan. I havsplanen uttrycks att ett av kriterierna för att ett område ska pekas ut för potentiell havsbaserad vindkraft är att vindnivåerna ligger på ett minimum av 8 m/s på 100 meters höjd över havsytan. Enligt tillgängliga uppgifter är medelvinden i projektområdet mellan 9,2 – 9,4 m/s i projektområdet på en höjd av 150 meter över havsytan. Området domineras av sydvästliga vindar.

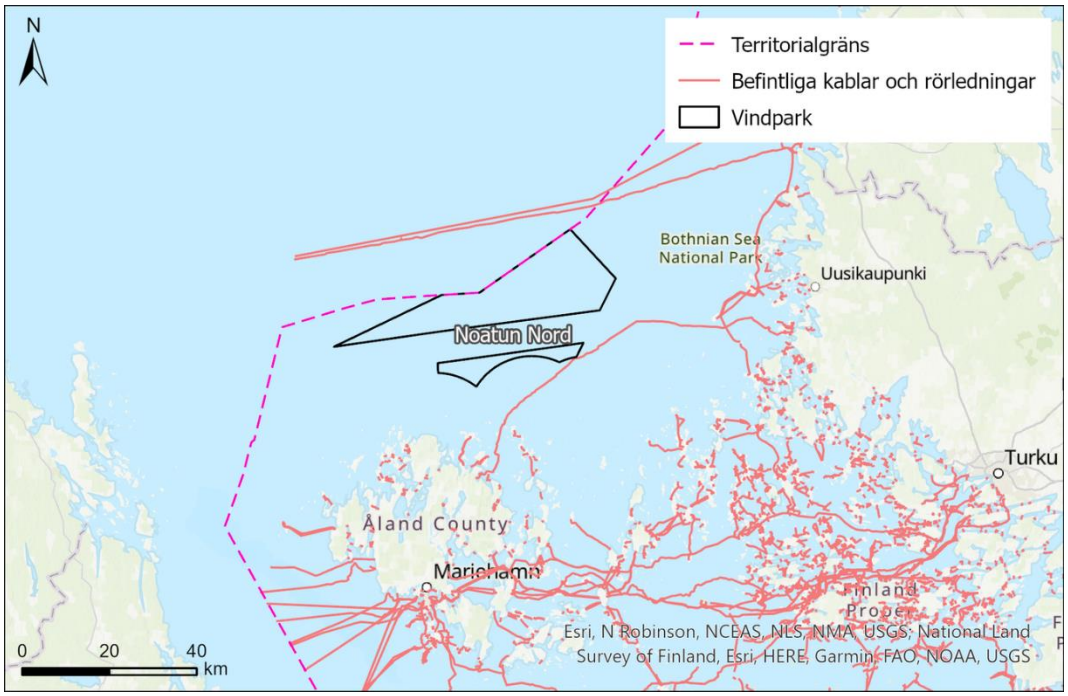
3.10 Andra verksamheter i området

3.10.1 Vindparker, kablar och rörledningar

I dagsläget finns inga befintliga havsbaserade vindparker inom åländskt vatten, och inte heller inom finska eller svenska vatten i Ålands närhet. Däremot finns ett antal planerade havsbaserade vindparker, vilka befinner sig i olika skeden av planerings- eller tillståndsprocessen.

Det finns inga befintliga kablar eller rörledningar som passerar genom projektområdet för vindpark Noatun Nord, se Figur 15. Cirka 250 meter söder om det sydöstra hörnet av den södra delen av projektområdet ligger en telekabel eller optofiber som går mellan Bertbyvik och Humalkari/Niittyniemi.

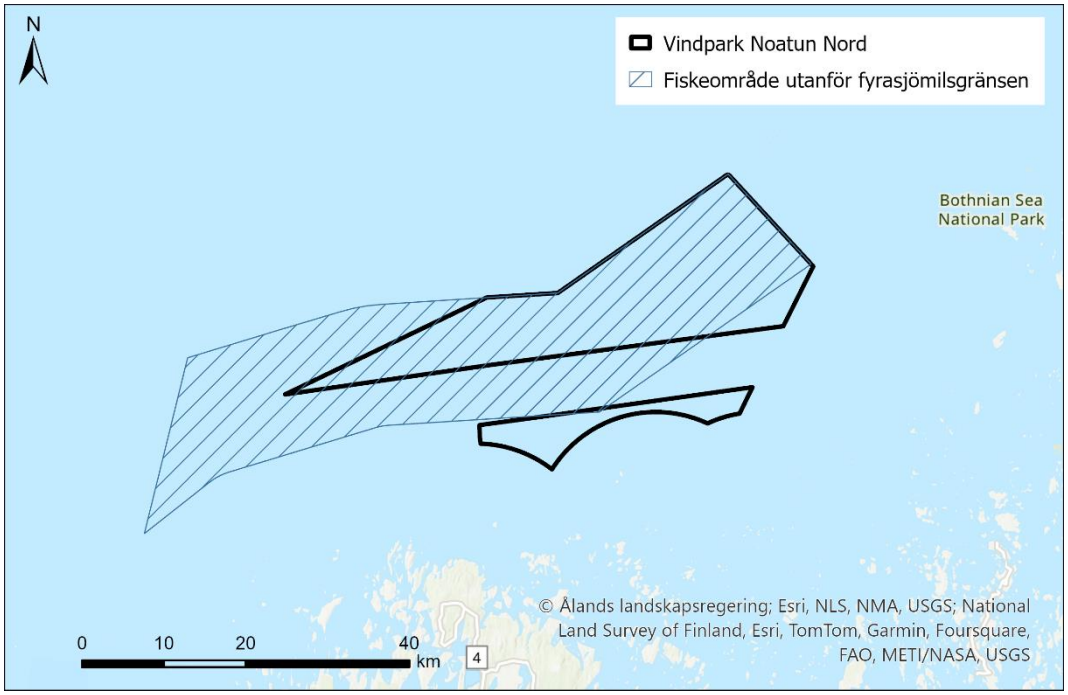
[8] Fast havsis är is som är förankrad i fastland eller öar



Figur 15. Befintliga kablar och rörledningar runt Noatun Nord.

3.10.2 Yrkesfiske

I Ålands havsplan finns områden definierade som fiskeområden[9]. Ett av dessa överlappar med det norra delområdet och angränsar till det södra området i Noatun Nord (Figur 16).



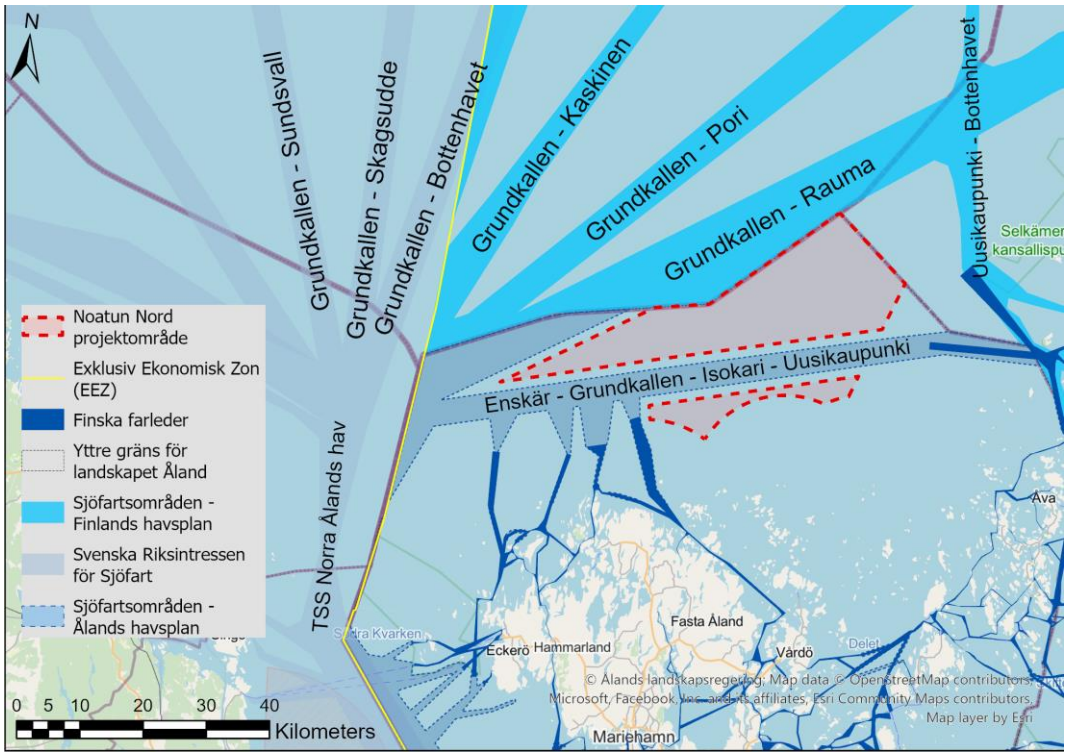
Figur 16. Fiskeområde i Ålands havsplan överlappar Noatun Nord.

[9] Områden utpekade för fiske i Ålands havsplan. Inom fiskeområde utanför fyrasjömilsgränsen får finländska och svenska fiskeflottan fiska, så länge som de följer gällande kvoter.

Finskt yrkesfiske dominerar i området för vindparken, men även svenska båtar fiskar där i mindre skala. Fiske sker i en mindre del av det norra delområdet och endast i liten skala i övriga projektområdet (Bilaga 1).

3.10.3 Sjöfart

De ruttsystem, farleder, fartygsstråk, områden för sjöfart och riksintresseanspråk som förekommer i vindpark Noatun Nords närområde redovisas i Figur 17. Väster om Åland ligger ett av IMO utpekat trafiksepareringssystem; TSS North Åland Sea, vilket passeras av sjötrafik på väg till och från ett antal olika fartygsstråk i svenska, finska och åländska vatten. Norr om vindpark Noatun Nord ligger ett fartygsstråk; Grundkallen – Rauma, vilket är utpekat som ett område för sjöfart i såväl den åländska som i den finska havsplaneringen. Mellan den norra och den södra delen av vindpark Noatun Nord ligger ett fartygsstråk; Enskär – Grundkallen (Isokari – Uusikaupunki), vilket är utpekat som ett område för sjöfart i den åländska havsplaneringen. Mellan vindpark Noatun Nord och Åland förekommer ett antal farleder.

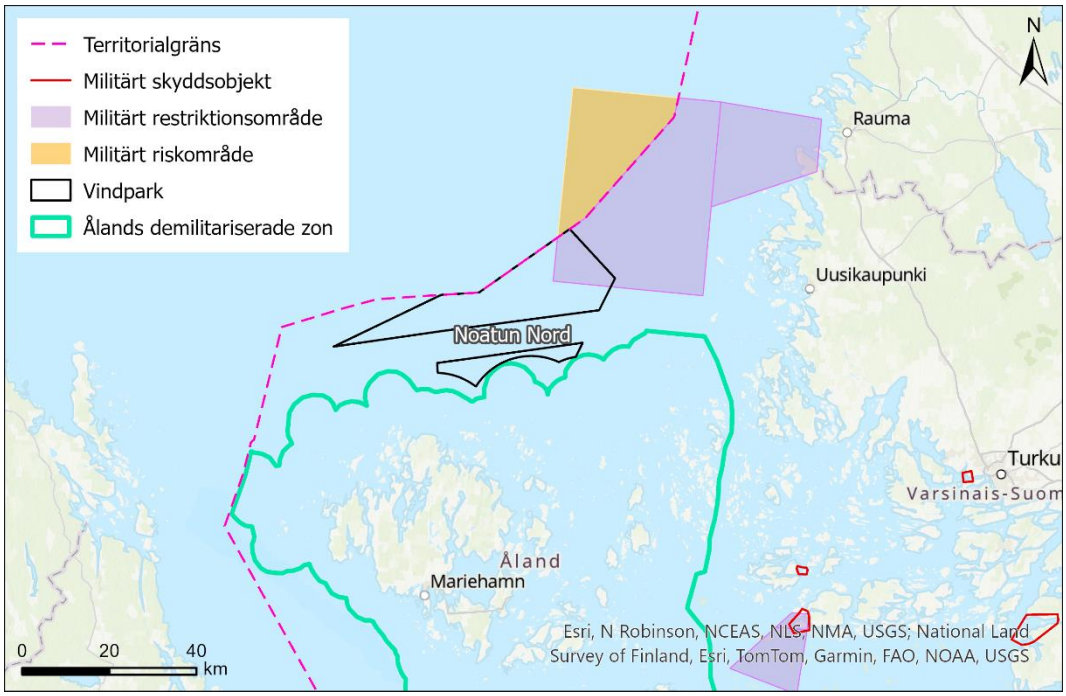


Figur 17. Ruttsystem, farleder, fartygsstråk, områden för sjöfart och riksintresseanspråk i Noatun Nords närområde. (Bilaga 2)

3.10.4 Försvarsmaktens intressen

Åland utgör till stor del en demilitariserad zon, vilket bland annat innebär att inga militära styrkor får befinna sig på Åland och att Finland endast kan låta lätta krigsfartyg besöka öarna ibland (Ålands landskapsregering, 2022c). Projektområdet för vindpark Noatun Nord är beläget utanför den demilitariserade zonen.

Den nordöstra delen av projektområdet för vindparken överlappar i viss utsträckning med ett militärt restriktionsområde, samt angränsar till ett militärt riskområde, se Figur 18.



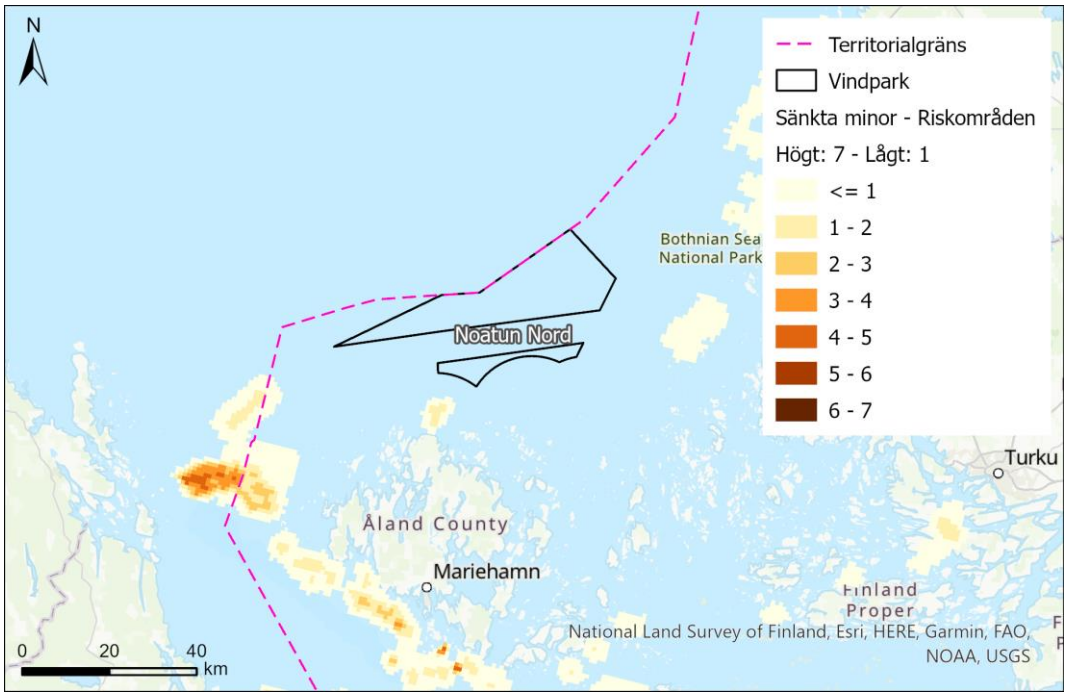
Figur 18. Översikt över Noatun Nord och områden av intresse för Försvarsmakten.

3.10.5 Minor, dumpningsområden och miljöfarliga objekt

Under de båda världskrigen fälldes upp emot 175 000 minor i Östersjön (Sjöhistoriska Museet, 2023), av dessa bedöms cirka 40 000 finnas kvar i området. Enligt uppgifter från Helcom ligger den planerade vindparken inte inom ett område som pekats ut som ett riskområde för minor, se Figur 19.

I vindpark Noatun Nords närområde finns inga kända militära dumpningsområden. De bottenundersökningar som planeras utföras inom projektområdet syftar bland annat till att detektera potentiellt farliga objekt.

Inom projektområdet för Noatun Nord finns ett känt vrak, M/S Irma, som förliste 1968 och återfanns 2019. M/S Maj, som sjönk 1949, kan enligt fartygets sista kända position också finnas inom området, men har ännu inte hittats. Dessa vrak kan eventuellt innehålla exempelvis olja.



Figur 19. Översikt riskområden för minor (HELCOM, 2021).

4. Verksamhetsbeskrivning

4.1 Vindparkens komponenter

Den planerade vindparken Noatun Nord kommer att ha en installerad effekt om upp emot cirka 5 GW och bestå av två primära delar; elproduktion och vätgasproduktion. Upp till 100 procent av vindkraftverkens totala kapacitet kan komma att användas till vätgasproduktion.

I Tabell 7 presenteras en sammanfattning av de huvudsakliga komponenterna som kan komma att behövas i Noatun Nord. Tabellen presenterar fyra olika utformningar. En utformning med enbart elproduktion, två olika utformningar med enbart vätgasproduktion (centraliserad eller decentraliserad) samt en hybridutformning med produktion av både el och vätgas (centraliserad eller decentraliserad) inom parken.

Tabell 7. Sammanställning över komponenter som kan komma att bli aktuella i vindpark Noatun Nord beroende på utformning.

	El	Vätgas Centraliserad	Vätgas Decentraliserad	Hybrid: El och Vätgas
Vindkraftverk inkl. fundament	Ja	Ja	Ja	Ja
Högspänningsplattformar inkl. fundament	Ja	–	–	Ja
Internt kabelnät inkl. kablar för kommunikation	Ja	Ja	–	Ja
Anslutningskablar	Ja	–[10]	–	Ja
Vätgasplattformar inkl. fundament	–	Ja	–	Eventuellt
Elektrolysörer inkl. reservkraft	–	Ja	Ja	Ja
Kompressor för vätgas	–	Eventuellt	Eventuellt	Eventuellt
Avsaltningssystem	–	Ja	Ja	Ja
Processkylningssystem	–	Ja	Ja	Ja
Kollektorstationer	–	Eventuellt	Ja	Eventuellt
Internt rörledningsnät inkl. kablar för kommunikation[11]	–	–	Ja	Eventuellt
Anslutningsrörledningar	–	Ja	Ja	Ja

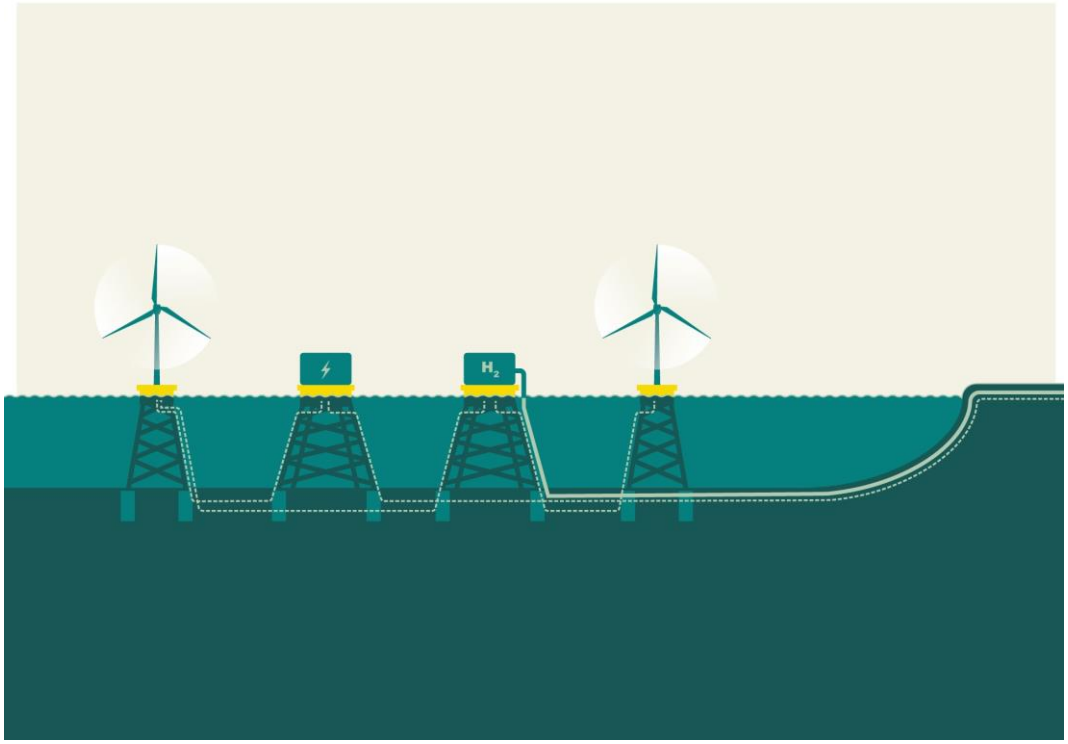
Vindkraftverken och plattformarna förankras på bottenfasta fundament. På havsbotten runt fundamenten anläggs (vid behov) erosionsskydd. Vid produktion av el kopplas vindkraftverken samman i ett internt kabelnät som förbinder vindkraftverken med ett

[10] Kablar med en lägre spänningsnivå kan behövas för att bistå med reservkraft till vätgasutrustning vid perioder utan elproduktion.
[11] För styrning och kommunikation av vindkraftverk samt vätgasutrustning behöver det interna rörledningsnätet, liksom internkabelnätet, utrustas med kommunikations/fiberoptiska kablar.

antal transformator- och/eller omriktarstationer. Producerad el leds via anslutningskablar till land.

Den planerade vätgasproduktionen sker genom elektrolys. Elektrolysen sker antingen vid respektive vindkraftverk (så kallad decentraliserad produktion) eller på ett fåtal plattformar inom projektområdet (så kallad centraliserad produktion). Hur stor andel av den producerade elektriciteten som kommer att användas till produktion av vätgas kommer att bero på bland annat om den centraliserade eller decentraliserade lösningen väljs, mängden vätgasproduktion samt teknikutvecklingen. Producerad vätgas leds i ett internt rörledningsnät (vid decentraliserad produktion), vid behov via en kollektor-/kompressorstation, genom anslutningsrörledningar till land. I Figur 20. redovisas en principskiss över de olika delarna som vindparken kan komma att bestå av.

Utöver ovanstående kan det även komma att anläggas en eller flera master för meteorologiska mätningar, alternativt LIDAR, samt bojar för våg- och strömningsmätning.



Figur 20. Principskiss med de olika delar som en vindpark (centraliserad vätgasproduktion) kan bestå av. Illustratör: Nina Fylkegård

4.2 Teknikutveckling inom vindkraften

Den havsbaserade vindkraftsindustrin är ingen ny industri, men den fortsätter att präglas av en omfattande teknisk utveckling gällande vindkraftverk, fundament och ökad storlek på rotor. Utformningen av vindparken som presenteras i detta underlag ska därför ses som ett exempel, i och med att tillgänglig teknik kan förväntas förändras och utvecklas innan planerad byggstart.

De senaste åren har vindkraftverken kunnat byggas allt större och därmed mångfaldigt effektivare, vilket är fördelaktigt då det möjliggör en större elproduktion på samma yta som tidigare. Ökad effekt kräver i regel större rotordiameter, vilket medför ett behov av en ökad totalhöjd, se Figur 21.. Större rotorer kräver också större avstånd mellan vindkraftverken för att vindresursen ska kunna nyttjas optimalt. Omkring år 2030 förväntas rotordiametern vara uppemot 390 meter. För att möjliggöra nyttjande av den senaste tekniken vid upphandling och byggnation av vindpark Noatun Nord uppgår den maximala totalhöjden för vindkraftverken till 420 meter.

Produktion av vätgas via elektrolys är en gammal och väl beprövad teknik, däremot är applikationen till havs ny, varför en betydande teknikutveckling väntas äga rum under de kommande åren. För produktion av vätgas sker en kontinuerlig utveckling av exempelvis elektrolysörer, framför allt gällande kapacitet, effektivitet (verkningsgrad) och tillgängliga tekniker. Det sker även en teknikutveckling för andra komponenter nödvändiga vid framställningen av vätgas, exempelvis olika lösningar för vattenrening med mera. I likhet med teknikutvecklingen för vindkraftverk är det därför svårt att förutse exakt vilken teknik som kommer att finnas tillgänglig och vad som kommer att vara den bästa möjliga lösningen vid tiden då den planerade vindparken anläggs.

Även undersökningsmetoder, utformning och storlek på vindkraftverkens och plattformarnas fundament samt dess installationstekniker utvecklas, effektiviseras och förbättras ständigt. Kapaciteten i överföringskablar har ökat och det har även blivit möjligt att konstruera allt större högspänningsplattformar. Utvecklingen av likströmsöverföringslösningar har framskridit, vilket kan övervägas som ett alternativ till växelströmsöverföring.

Figur 21. Illustration av historisk och förväntad utveckling av havsbaserade vindkraftverk. Indikationer visar vindkraftverk av storleksordningen att 20 MW är under utveckling redan nu. När Noatun Nord planeras byggas kan uppemot 32 MW finnas tillgängligt för upphandling.

4.3 Anslutning

Bolaget utreder vindparkens anslutningsmöjligheter och har identifierat ett antal möjliga anslutningspunkter till transmissionsnätet på land. Dessa utredningar kommer att fortgå parallellt med MKB- och tillståndsprocessen för vindparken.

4.4 Omfattning och utformning

Vindparkens utformning kommer att anpassas efter platsens förutsättningar avseende bland annat vind, klimat, vågor, vattenströmmar, miljömässiga hänsynstaganden, samt geotekniska egenskaper. Bolaget kommer därför att ansöka om ett tillstånd som innebär flexibilitet i fråga om placering, utformning och teknikval. Den slutgiltiga utformningen av vindparken kommer att bestämmas utifrån den teknik som finns tillgänglig vid tidpunkten för upphandling och byggnation, samt utifrån en optimering av energiproduktionen. Grundläggande uppgifter om vindparken redovisas i Tabell 8, till följd av osäkerheten kring vindkraftverkens slutgiltiga storlek presenteras maximala siffror för dimensioner och antal.

Maximalt antal vindkraftverk har reducerats jämfört med vad som presenterades i samrådsunderlaget. Det beror på en ökad kännedom om projektområdet. Nedanstående siffror och exempellayouter har optimerats utifrån tillgängliga data avseende bland annat bottenförhållanden, vattendjup, vindförhållanden och vakförluster.

Tabell 8. Grundläggande uppgifter om vindparken.

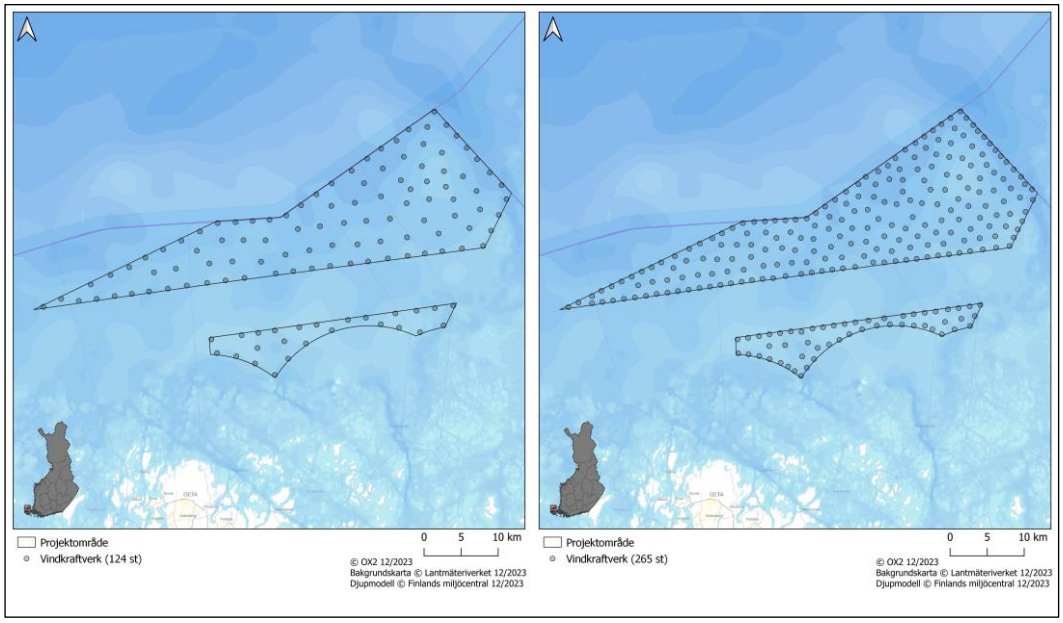
Grundläggande uppgifter om vindpark Noatun Nord	
Maximalt antal vindkraftverk	265
Vindkraftverkens maximala totalhöjd	420 meter
Vindkraftverkens maximala rotordiameter	390 meter
Förväntat minsta avstånd mellan vindkraftverken	4 rotordiametrar
Frigång (minsta höjd mellan vattenyta och rotorspets)	30 meter
Uppskattad total kabellängd (internt kabelnät)	370–800 kilometer
Uppskattad total rörledningslängd (internt rörledningsnät)	370–800 kilometer
Maximalt antal plattformar (inklusive eventuella vätgasplattformar)	12
Projektområdets yta	680 kvadratkilometer
Vattendjup inom projektområdet	10–84 meter
Uppskattad total installerad effekt	Upp till 5 GW

Uppskattad årlig elproduktion[12]	19,5 TWh
Uppskattad maximal årlig vätgasproduktion	Upp till 100 % av den installerade effekten[13]

I Tabell 9 och Figur 22 presenteras två exempel på parklayouter för Noatun Nord med 265 respektive 124 vindkraftverk. I exemplen har vindkraftverken en effekt på 15 MW respektive 32 MW, vilka har antagits ha en totalhöjd om 270 meter respektive 420 meter. De vindkraftverk som är aktuella vid tid för upphandling och byggnation av vindpark Noatun Nord har en livslängd på upp till 40 - 45 år.

Tabell 9. Exempel på dimensioner av vindkraftverk som kan bli aktuella för Noatun Nord. Även storlekar mellan 15 MW och 32 MW kan bli aktuella. Höjder avser nivå ovanför genomsnittlig havsnivå (MSL, mean sea level).

	Alternativ 1	Alternativ 2
Effekt per vindkraftverk	15 MW	32 MW
Antal vindkraftverk	265	124
Rotordiameter	240 m	390 m
Navhöjd	150 m	225 m
Totalhöjd	270 m	420 m
Frigång	30 m	30 m



Figur 22. Exempel på parklayout för vindpark Noatun Nord. 124 x 32 MW turbiner (vänster). 265 x 15 MW turbiner (höger).

[12] Total kapacitet om all installerad effekt tillägnas elproduktion
[13] För alternativ 1 respektive 2 motsvarar det cirka 400 000 ton vätgas per år.

Exempellayouterna visar hur vindkraftverken skulle kunna placeras inom parkområdet. Det ska framhållas att detta är exempellayouter och att den slutgiltiga utformningen kan se annorlunda ut. Minsta avstånd mellan vindkraftverken är vanligtvis cirka fyra rotordiametrar. I den slutgiltiga utformningen av vindparken kan vindkraftverken eventuellt placeras tätare längs med ytterkanterna och glesare i mitten av området för att minska den totala vakeffekten och maximera produktionen.

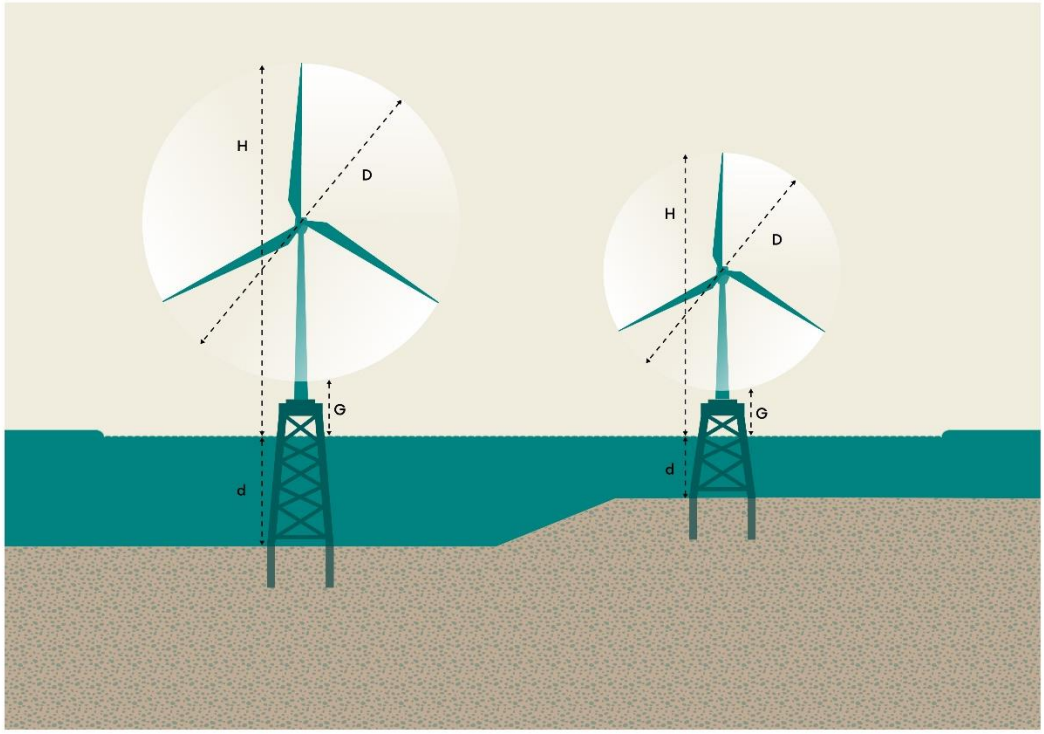
4.5 Vindkraftverk

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

4.5.1 Vindkraftverkets komponenter

Översiktligt består ett vindkraftverk av tre delar; torn, nacell (maskinhus) och rotorblad. I tornet finns hiss och stege för att kunna nå upp till nacellen. I tornet finns även elektriska komponenter. Huvudkomponenterna i nacellen är växellåda, generator och girmotorer. Ett vindkraftverks rotorblad är normalt tillverkade av i huvudsak kompositmaterial, medan tornen oftast utgörs av sektioner av stålrör.

Vindkraftverken i vindparken kommer med största sannolikhet att utgöras av trebladiga horisontalaxlade uppvindsturbiner (se exempel på sådana vindkraftverk i olika storlekar i Figur 23).



Figur 23. Exempel på trebladiga horisontalaxlade uppvindsturbiner. D = rotordiameter, H = totalhöjd, G = frigång, d = vattendjup.

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

Maskinhuset består av en rad olika delkomponenter och system, bland annat huvudaxel, generator, girmotorer, mekaniskt bromssystem och eventuellt en växellåda för att öka varvtalet på huvudaxeln, så det passar generatorn. En transformator finns antingen i maskinhuset eller i tornet. På maskinhuset finns en vindmätare som är kopplad till vindkraftverkets styrsystem. Vindmätaren ger bland annat information till girmotorerna som vrider hela maskinhuset mot rätt vindriktning.

Ett antal leverantörer erbjuder vindkraftverk utan växellåda, en komponent som innehåller olja. Sådana vindkraftverk kallas direktdrivna och har således färre rörliga komponenter i maskinhuset, vilket minskar behovet av underhåll samt det mekaniska ljudet från maskinhuset. För föreslagen vindkraftsetablering kan vindkraftverk både med och utan växellåda bli aktuella.

Antalet och storleken på vindkraftverken som kan komma att bli aktuella för de två olika exempelutformningar för vindpark Noatun Nord redovisas i Tabell 9. De vindkraftverk som sannolikt kommer att vara aktuella vid tiden för upphandling och byggnation av vindpark Noatun Nord förväntas ha en livslängd på cirka 40–45 år.

4.5.2 Kemikalier i vindkraftverk

I maskinhuset finns flera rörliga delar som behöver smörjas. Mängden olja och smörjmedel varierar beroende på komponenternas storlek och om det finns en växellåda eller inte. Utöver eventuell växellådsolja, brukar det i maskinhuset finnas bland annat hydrauloljor, smörjoljor, kylarvätska och batterivätskor. Därtill kommer exempelvis koldioxid eller andra gaser i brandsläckningsutrustning.

I de komponenter där olja/vätskor förekommer är systemen slutna för att förhindra läckage. Skulle läckage uppstå samlas det upp i avsedda uppsamlingstråg som rymmer hela den potentiella kemikalievolymen. En del oljor byts ut i intervaller under driftsfasen, beroende på vindkraftverkets drifttimmar och vilken typ av olja som används. Avfallsfettet som uppkommer i smörjprocessen kan samlas upp i speciella fettuppsamlingstankar och avlägsnas som en del av underhållsarbetet. Den totala mängden olja och fluider som förväntas finnas i ett vindkraftverk av storlek 25 MW uppgår till 20 000–25 000 liter. Notera att de volymer som anges i Tabell 10 är uppskattningar eftersom de anläggningsdelar som skulle kunna bli aktuella för Noatun Nord (exempelvis 32 MW-turbinen) inte finns på marknaden ännu. Därmed saknas exakta uppgifter avseende volymer av kemikalier i vindkraftverk av den storleksordningen.

Tabell 10. Estimerade volymer kemikalier som kan bli relevanta per vindkraftverk för vindpark Noatun Nord.

Kemikalier	Estimerad mängd Rådande turbinstorlek (15 MW)	Estimerad mängd – Framtida turbinstorlek (25 MW)
Transformatorolja, växellådsolja & hydraulolja	10 000 l	17 000 l
Kylvätska (vatten/glykol)	1500 l	2 500 l
Kväve/inert gas	70 m^3 @ 1 bar	100 m^3 @ 1 bar
SF6 gas (alternativt annat isolerande medium/vakuum)	50 kg	90 kg

4.5.3 Isdetektering och avvisningssystem

Givet vissa meteorologiska förutsättningar kan is bildas på vindkraftverkets torn och blad. Fenomenet är känt från framför allt landbaserad vindkraft i fjälltrakterna. Isbeläggningen gör att vindkraftverkens effektivitet kan minska samt utgöra en säkerhetsrisk i form av is som lossnar från rotorbladen och slungas iväg, så kallat iskast.

För att detektera isbildning och därmed risk för iskast från vindkraftverkens blad kan vindkraftverken komma att utrustas med isdetektorer. Alternativt kan vindkraftverken stängas av helt vid detektion av kraftig isbildning.

Utöver detektorer kan vindkraftverken förses med så kallade avisningssystem. Det finns flera olika typer av avisningssystem på marknaden. Rotorblad kan exempelvis värmas upp genom att blåsa varm luft inuti dem. Värmen kan till exempel komma från maskinhuset i form av spillvärme eller från ett värmeelement installerat i navet där bladen fäster. Alternativt kan avisning ske genom uppvärmning genom nyttjande av ett resistivt material, exempelvis en kolfiberduk under bladens yta som värms upp med hjälp av el.

Det pågår en kontinuerlig utveckling av metoder för att förebygga och motverka isbildning. Bolaget följer noga forskning och utveckling av dessa tekniska lösningar för att vid tidpunkt för uppförandet av vindparken kunna tillämpa bästa tillgängliga teknik på marknaden om nedisning på vindkraftverkets torn och rotorblad bedöms förekomma i vindpark Noatun Nord.

4.5.4 Installation

Ett vindkraftverk installeras vanligen i delar, med flera lyft där man utnyttjar ett kranfartyg. Vindkraftverkets komponenter kan transporteras ut på själva installationsfartyget, alternativt kan komponenterna transporteras via pråm till vindparken och monteras på fundamenten med hjälp av en stödbensplattform, se Figur 24., eller ett flytande kranfartyg. När vindkraftverken är installerade ansluts dessa till det interna kabelnätet eller det interna rörledningsnätet (decentraliserad vätgasproduktion).

Figur 24. Montering av vindkraftverk med ett fartyg av typen stödbensplattform (jack-up). Källa: COWI.

4.5.5 Utmärkning av vindkraftverken

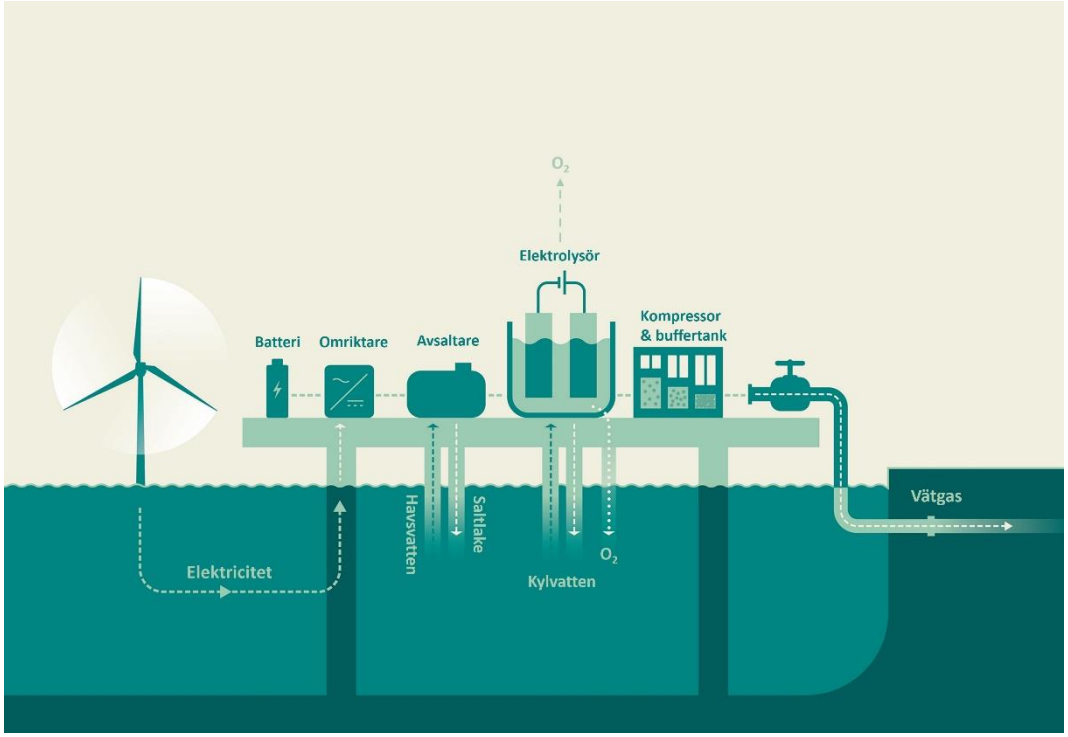
Vindkraftverken inklusive mätmaster kommer att märkas ut för flygtrafiken enligt gällande regelverk och föreskrifter vid tidpunkten för byggnation. Enligt nu gällande regelverk ska vindkraftverk, som har en höjd över 150 meter, under dagtid vara utrustade med högintensiva vita ljus. I skymningen ska det vara ett mindre intensivt vitt blinkande ljus och nattetid ska vindkraftverk vara utrustade med ett medelintensivt rött ljus.

Ytterligare sjösäkerhetsmärkning kan förekomma beroende på vindparkens placering i förhållande till fartygsstråk. Bland annat kan tornet markeras med ID-nummer, samt en gulmålad yta i enlighet med internationella standarder (IALA AISM, 2013). som markerar segelfri höjd. Vindkraftverken kan utrustas med radar (racon), mistsignal och AIS (automatic identification system).

Gällande utmärkning av vindkraftverken kommer en dialog att föras med relevanta myndigheter och aktörer

4.6 Produktion av vätgas

En energiomvandlingsanläggning för vätgasproduktion kan omvandla elektrisk energi från vindkraftverk till vätgas, se principskiss i Figur 25.

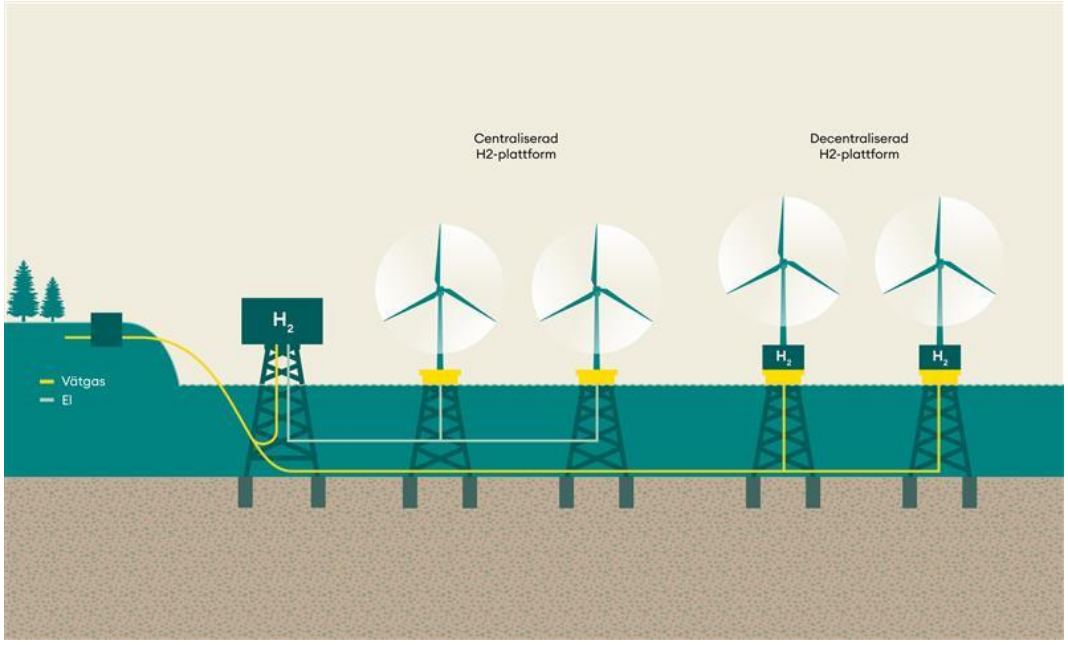


Figur 25. De olika delar som en anläggning för produktion av vätgas generellt sett består av. Observera att figuren utgör en principskiss, kylvattnet planeras preliminärt att släppas ut tillsammans med saltlaken, vilket har inkluderats i modelleringarna. Illustratör: Nina Fylkegård och Fredrik Folkesson.

Elektriciteten som vindkraftverken producerar driver elektrolysörer som spjälkar vattenmolekyler (H2O) till vätgas (H2) och syrgas (O2). Vid spjälkningen används avsaltat havsvatten, vilket kräver avsaltningssystem.

För att producera ett kilo vätgas behövs, beroende på teknik, cirka 50–55 kWh el. Om parkens årliga energiproduktion, utifrån exempellayouterna alternativ 1 och 2, enbart tillägnas vätgas skulle det innebära en vätgasproduktion om cirka 400 000 ton vätgas årligen. Vid produktion av mindre mängd vätgas inom parken kommer mängderna vätgas, syrgas, kylvatten och saltlake bli mindre än i scenariot ovan. Mängden vätgas som produceras årligen (och momentant) beror även på variationer i vindförhållanden.

Elektrolysörer kan antingen placeras på respektive vindkraftsfundament eller på specifika plattformar inom parken beroende på koncept. Se dessa två koncept illustrerade i Figur 26.



Figur 26. En schematisk konceptöversikt kopplade till en centraliserad vätgasproduktion såväl som en decentraliserad sådan. Illustratör: Nina Fylkegård.

Vid produktion av vätgas uppkommer även vatten med en förhöjd saltkoncentration, kallat saltlake, syrgas och kylvatten (förutsatt att processkylningen sker med hjälp av vatten) från processen. Nedan beskrivs dessa kortfattat. Det bör tilläggas att nedan angivna värden kommer att variera beroende på hur stor andel av energin från vindkraftverken som används för vätgasproduktion. Nedan angivna värden baseras på beräkningar för alternativ 1 respektive 2 där 100 procent av energin som produceras inom vindparken omvandlas till vätgas.

Saltlake och avsaltat vatten

Vid spjälkning av vatten till vätgas och syrgas används avsaltat havsvatten, där cirka 9–10 liter avsaltat havsvatten går åt för att producera ett kilo vätgas. Den årliga mängden havsvatten som systemet behöver ta in är cirka 8,15 miljoner ton (exklusive eventuellt havsvatten som används för processkylning), vid en maximal produktion av vätgas. Innan havsvattnet kan användas till spjälkning behöver det avsaltas genom vattenrening. Vid vattenrening avsaltas den ena delen av det intagna havsvattnet genom att allt salt koncentreras till den andra delen av det intagna havsvattnet. Den andra delen av det intagna havsvattnet kommer alltså att få en högre koncentration av salt än vad den hade vid intaget och benämns saltlake.

Saltlaken kommer att ha ungefär dubbelt så hög koncentration av salt som det omgivande/intagna vattnet. Saltlaken kommer sannolikt släppas tillbaka ut i recipienten och utsläppet av saltlake kan anpassas (djup och placering) för att skapa de mest optimala förutsättningarna för omgivningen. Utsläppet av saltlake kan även göras gemensamt med utsläpp av kylvatten, vilket skapar en ytterligare utspädning av saltlaken.

Bolaget undersöker olika typer av vattenreningstekniker löpande. Genom teknikutveckling kan det i framtiden även finnas elektrolystekniker som inte skadas av att mindre rent vatten tillförs processen. Detta skulle kunna minska behovet av en omfattande vattenrening och därmed stora utsläpp av högkoncentrerad saltlake.

Teknikval, egenskaper för restprodukter, utsläppspunkter samt miljöpåverkan vid utsläpp till recipient undersöks och kommer att beslutas i ett senare tillfälle.

Processkylning

I elektrolysprocessen uppstår värmeförluster som hela tiden behöver kylas för att upprätthålla rätt drifttemperatur i elektrolysörerna. Både vattenkylning och luftkylning är möjliga tekniker, där användning av havsvatten för att kyla elektrolysörerna är ett alternativ. På grund av de stora värmeförlusterna utreds även möjligheten att använda värmen till andra delar av processen, exempelvis till vattenrening. Liksom för övrig teknik, sker för processkylning ständigt en teknikutveckling.

Vid vattenkylning kommer havsvatten att pumpas in och användas som kylande medium, vilket resulterar i ett utsläpp av uppvärmt kylvatten till omgivande havsvatten inom projektområdet. Kylvattenanvändningen kan anpassas till att begränsa temperaturen på vattnet som släpps ut, samt på vilket djup det släpps ut. Det kan komma att ske ett intag av cirka 400 miljoner ton havsvatten per år för kylning av processen. Djupet för intaget kylvatten kommer att fastställas i ett senare skede, det utgående kylvattnet förväntas ha en övertemperatur på cirka 15 °C mer än det intagna vattnet.

Syrgas

Utöver vätgas produceras även syrgas vid elektrolysprocessen. För vindpark Noatun Nord beräknas en årlig produktion av syrgas omkring 3,2–3,3 miljoner ton.

I många av dagens elektrolysprocesser ventileras syre till atmosfären eftersom det antingen anses oekonomiskt att fånga syret, eller att det inte finns något uppenbart användningsområde för syrgasen som produceras. Vindpark Noatun Nord utreder möjligheten att använda syrgasen inom exempelvis industrier. Ett annat alternativ som Bolaget har tittat närmare på är möjligheten att ta vara på syrgasen som bildas i elektrolysprocessen och tillföra den till bottenvattnet. Utifrån nuvarande bottenförhållanden inom och omkring projektområdet bedöms dock syresättning inte vara aktuellt för Noatun Nord eftersom det inte finns några syrefattiga bottnar.

4.7 Mätning av meteorologiska parametrar

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

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

plattform. I dagsläget är denna mätteknik inte certifierad för att göra underlag för lastbestämningar men i framtiden förväntas detta vara möjligt. Även SODAR (Sound Detection and Ranging), som använder ljud för att mäta vindhastigheten, kan komma att bli aktuellt i framtiden.

4.8 Fundament

För vindpark Noatun Nord behövs fundament för att fästa plattformar, vindkraftverk och eventuella mätmaster i havsbotten. Valet av fundament beror på ett flertal olika faktorer: primärt vattendjup, geologi, vind- och vågförhållanden samt miljömässigt hänsynstagande och kostnader. Eftersom både vattendjup och geologiska förutsättningar varierar inom vindparkens projektområde kan olika typer av bottenfasta bli aktuella i olika kombinationer. Fundamentstyper och installationsförfarande för plattformar för vätgasproduktion samt transformator- och/eller omriktarstationer kan vara motsvarande fundamenten för vindkraftverken, men dimensionerade med hänsyn till de större laster som plattformens behov ger upphov till.

Utifrån geologiska förhållanden på platsen och den teknik som är tillgänglig idag är olika bottenfasta fundament aktuella för Noatun Nord. Den snabba teknikutvecklingen medför att även andra typer av fundament kan komma att bli användbara.

Nedan följer en kort beskrivning av de fundamentstyper som i dagsläget bedöms kunna bli aktuella för den planerade vindparken.

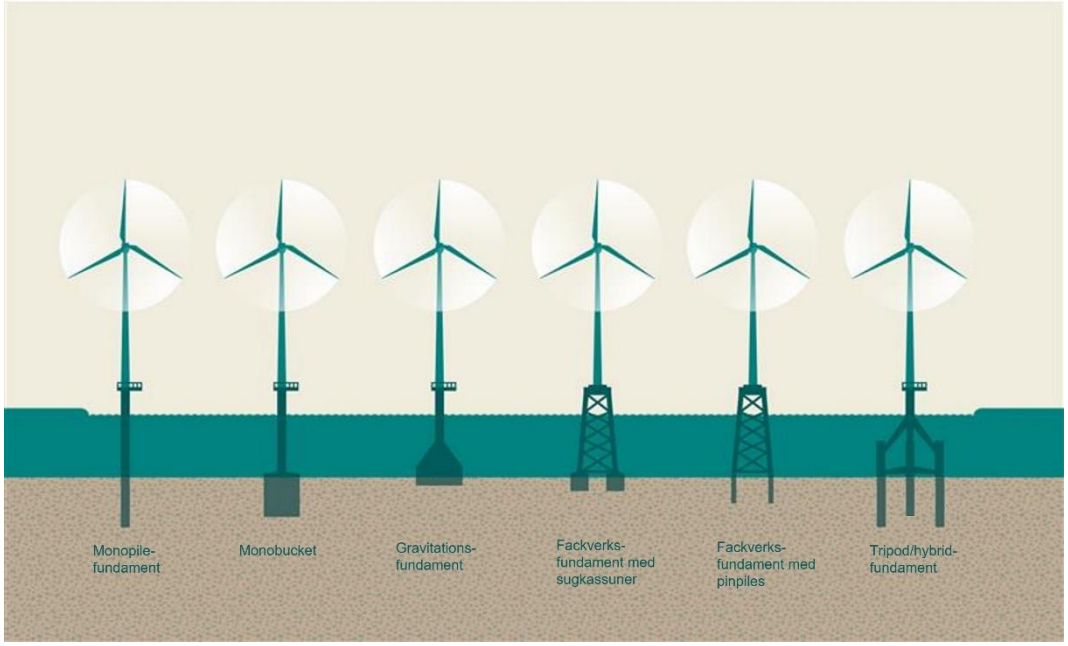
4.8.1 Bottenfasta fundament

Bottenfasta fundament består generellt av tre huvudsakliga delar; en nedre del som säkrar förankringen i eller på havsbotten, en del för att nå upp över vattenytan och ett övergångsstycke, en så kallad transition piece, som är en övergång mellan fundamentet och tornet. I anslutning till fundamenten kan ett erosionsskydd komma att anläggas, detta för att skydda fundamenten mot uppkomst av erosion och underminering av havsbotten kring fundamenten. Behovet av erosionsskydd varierar beroende på vågor, strömmar, typ av bottensediment samt typ av fundament. Den vanligaste typen av erosionsskydd är lager av sten, grus och sand i varierande storlek som läggs runt basen på fundamentet.

Beroende på utvecklingen av övriga fundamentstekniker bedöms följande bottenfasta fundament kunna bli aktuella för Noatun Nord:

- Monopilefundament: en stålcylinder som vanligtvis pålas ner i havsbotten.
- Fackverksfundament: en fackverksstruktur som grundläggs på tre eller fyra ben och vanligtvis förankras med så kallade pinpiles (mindre stålpålar som pålas ner i havsbotten).
- Gravitationsfundament: Stålbehållare som fylls med ballast och står stadigt på havsbotten tack vare sin egen tyngd.
- Hybridfundament: Exempelvis tripodfundament (typ av hybridfundament) som förenklat sett är en kombination av monopilefundament och fackverksfundament. Andra typer av hybridfundament kan i framtiden även komma att vara lämpliga.

I Figur 27 nedan visas exempel på olika typer av fundament som används inom havsbaserad vindkraft.



Figur 27. Exempel på olika typer av fundament som används inom havsbaserad vindkraft Illustratör: Fredrik Folkesson OX2 AB.

Havsbottenförhållandena och vattendjupet är oftast de primära faktorer som avgör vilka bottenfasta fundamentlösningar som är lämpliga att använda. Utifrån den teknik som är tillgänglig idag är det framför allt fyra olika typer av bottenfasta fundament som bedöms kunna bli aktuella: monopilefundament, fackverksfundament, hybridfundament (exempelvis tripodfundament) och gravitationsfundament. Då dessa fundament bedöms som de mest troliga för vindpark Noatun Nord kommer redovisade exempel i dokumentet främst att utgå ifrån dessa.

4.8.1.1 Monopilefundament

Ett monopilefundament består av en enkel stålcylinder (pile) (se Figur 28) som normalt försänks i botten genom pålning eller borrning, alternativt genom en kombination av pålning och borrning.

Figur 28. Till vänster: Illustration av monopilefundament. Till höger: tillverkning av monopilefundament. I bakgrunden syns färdiga övergångsstycken. Källa: COWI.

Fundamentets diameter och förankringsdjup dimensioneras bland annat efter belastningen från vindkraftverket, geotekniska förhållanden, vattendjup samt vind- och vågförhållanden. Monopilefundament kan även kompletteras med stödlinor (eng. guy lines/mooring system) som förankras i havsbotten, vilket kan möjliggöra installation i större vattendjup eller på platser med dåliga bottenförhållanden. På så sätt kan monopilefundamenten komma att installeras till ett vattendjup om upp till 90 meter.

För att minska kostnader, storlek och mängden material optimeras vanligen varje fundament efter platsens specifika förutsättningar. Den monopile som kan bli aktuell vid Noatun Nord för ett vindkraftverk med en rotor på upp emot 390 meter bedöms ha en diameter upp emot 16 meter och ett penetrationsdjup om cirka 40–60 meter utifrån medeldjupet i området. För att förhindra erosion kan erosionsskydd anläggas runt fundamentet. Erosionsskyddets diameter beräknas vara upp till cirka 80 meter beroende på val av vindkraftverk samt lokala förhållanden.

4.8.1.2 Fackverksfundament

Fackverksfundament utgörs av en nätverkskonstruktion av stålrör/balkar med tre eller fyra ben (se Figur 29). Stålrören i konstruktionen fixeras normalt i varandra genom svetsning eller gjutna hylsor. Fackverksfundament har inget separat övergångsstycke utan detta är direkt integrerat i fundamentet och utgör fundamentets överdel.

Figur 29. Illustration av fackverksfundament med pin-piles. Källa: COWI.

Fackverksfundament förankras i botten genom att tre eller fyra stålpålar, så kallade pin-piles, pålas fast i bottensedimentet varefter hela stålkonstruktionen kan monteras i ett stycke. På hård botten kan borrning av pålarna förekomma. Generellt krävs muddring/utjämning av havsbotten vid installation eftersom samtliga ben måste stå på samma nivå.

De fackverksfundament som kan bli aktuella för vindpark Noatun Nord bedöms ha en bottenbredd på upp till 46 x 46 meter, men själva bottenanspråket utgörs enbart av pålarna och eventuellt erosionsskydd. Vid användning av fackversfundament estimeras pålarna ha en diameter på 4–6 meter, med ett penetrationsdjup på cirka 80 meter, sett till medeldjupet i projektområdet.

Om geologin samt övriga förutsättningar gör det möjligt kan fackverksfundament förankras i havsbottnen med sugkassuner. En sugkassun är en stål- eller

betongcylinder som med hjälp av undertryck förankras i havsbottnen och kräver således ingen pålning eller borrning. Sugkassunerna förväntas i nuläget ha dimensioner om cirka 10–15 meter i diameter.

Behovet av erosionsskydd i form av sten eller motsvarande kommer utredas senare i projektet och kan komma att vara aktuellt för fackverksfundament. Erosionsskydd för pin-piles kan komma att bli upp till cirka 30 meter i diameter, eller upp till 80 meter i diameter runt hela fackverksstrukturen beroende på lokala bottenförhållanden. För sugkassuner bedöms erosionsskyddet vara cirka 2–3 gånger sugkassunens diameter.

Figur 30. Fackverksfundament vid kaj. Källa: COWI.

4.8.1.3 Gravitationsfundament

Gravitationsfundament utgörs av stora konstruktioner som står på havsbotten och håller vindkraftverket upprätt genom sin storlek och tyngd. Gravitationsfundament tillverkas vanligen som en betongkassun eller stålbehållare, alternativt med en kombination av betong och stål, som fylls med ballast så som sten, grus, betong eller annat material av hög densitet. Även vatten kan pumpas in.

Utformningen av gravitationsfundament kan variera men de har i regel en bred bas vid havsbotten som ger stöd och stabilitet till strukturen, för att sedan smalna av närmare havsytan. För att säkerställa att fundamentet har en jämn kontakt med havsbotten, samt för att öka friktionen, kan eventuellt en cementblandning användas mellan havsbotten och fundamentet. Gravitationsfundament kan även utrustas med ”kjolar” av stål eller betong längsmed basen som drivs ned i havsbotten i samband med fyllningen av ballast. De kjolliknande strukturerna hjälper till att motverka horisontella rörelser och minskar effekten av erosion som gräver ut och underminerar förankringen.

Gravitationsfundament kan anpassas till flera olika bottensubstrat, men de är fördelaktiga vid sediment med mycket god bärförmåga samt vid begränsade vattendjup. Detta då konstruktionen blir stor och tung med ökat vattendjup, särskilt med dagens ökande storlek av vindkraftverk. För större vattendjup är således stålfundament eller hybridfundament med en kombination av betong och stål att föredra framför enbart betong. För Noatun Nord estimeras vindkraftverkens gravitationsfundament ha en bottendiameter om cirka 40–50 meter.

4.8.1.4 Exempel på hybridfundament

Tripodfundament, en typ av hybridfundament, består av en central påle (likt ett monopilefundament) som övergår till en triangulär ram kopplad till tre ben som är förankrade i botten. Detta resulterar i att belastningen fördelas över flera infästningspunkter jämfört med ett monopilefundament. Benen på ett tripodfundament är oftast av mindre dimension än cylindern för ett monopilefundament.

Tripodfundamentet finns i flera olika utföranden där bland annat sammankopplingen av ben och central påle skiljer sig åt. Bottenanspråket för ett tripodfundament skiljer sig inte nämnvärt från monopilefundament eller fackverksfundament. Tripodfundament kan i framtiden vara ett möjligt alternativ för vindpark Noatun Nord.

Även andra typer av hybridfundament kan komma att bli aktuella. Exempelvis sker en pågående utveckling av gravitationsfundament som ska vara bättre anpassade till djupare vatten, upp till cirka 80 meter. Dessa består av en kombination av stål och betong, där bottenstrukturen utgörs av en betongstruktur som fylls med ballast medan den centrala pålen består av stål.

4.9 Erosionsskydd

Lokala hydrografiska förändringar som uppkommer runt fundamenten, exempelvis strömmar, kan riskera erosion och underminering av havsbotten kring fundamenten. I anslutning till bottenfasta fundament anläggs därför vanligen erosionsskydd för att förhindra detta.

Utformningen och behovet av erosionsskydd varierar beroende på bland annat fundamentstyp, material, bottensubstrat och vattnets strömhastighet. Det finns flera typer av erosionsskydd, däribland betongmadrasser och säckar med sten eller sand. Den vanligaste typen av erosionsskydd består dock av ett lager med mindre stenar och ovanpå det ett lager med större stenar som läggs runt basen på fundamentet. Vid nyttjande av monopilefundament eller fackverksfundament beräknas erosionsskyddets diameter bli upp till cirka 80 meter beroende på val av vindkraftverk samt lokala förhållanden. Vid nyttjande av gravitationsfundament beräknas erosionsskyddets diameter bli upp till cirka 90 meter. De borrmassor i form av söndermalda berg- och stenpartiklar som uppstår vid borrning, även kallat borrkax, kan eventuellt användas för erosionsskydd. Om massorna är förorenade kan de behöva transporteras in till land för korrekt hantering av miljöfarligt avfall, men som utgångspunkt förväntas massorna inte vara förorenade. Det pågår emellertid både forskning och utveckling av nya typer av erosionsskydd Utformning och val av erosionsskydd kommer att fastställas under detaljprojekteringen i ett senare skede av projektet.

Installation av erosionsskydd sker med ändamålsenligt fartyg, exempelvis en Fall Pipe Vessel (FPV). Beroende på exakt vilket fartyg som används kan ett FPV operera i vattendjup från cirka 15 till 1 500 meter. Säckar med sand eller grus kan även sänkas nedtill botten med hjälp av ett installationsfartyg.

4.10 Korrosionsskydd

De ytor och komponenter av fundamenten som är av metall (stål) kommer vid behov att skyddas mot korrosion. Olika delar av fundamenten utsätts för olika mycket korrosion beroende på den omgivande miljön, vilket i sin tur påverkar val av korrosionsskydd. För att skilja på den omgivande miljön brukar tre zoner definieras: atmosfärisk zon, stänkzon och undervattenszon.

I den atmosfäriska zonen befinner sig fundamentet ovanför vattenytan och är inte i direktkontakt med vatten. Ytor och komponenter i denna zon utsätts framför allt för salt och fuktig havsluft och skyddas vanligen från korrosion genom utvändig applicering av en korrosionsskyddande beläggning, exempelvis en zink/aluminiumrik grundfärg med en ovanliggande epoxi-och/eller polyuretanbaserad täckfärg.

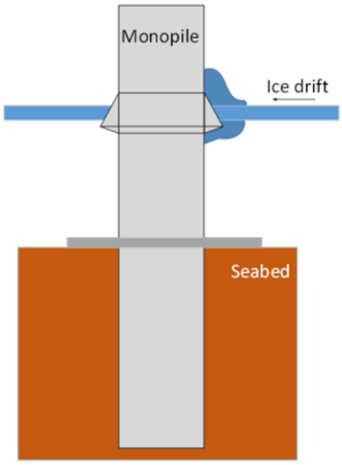
I stänkzonen befinner sig fundamentet växelvis under och ovanför vattenytan och utsätts för både salt och fuktig havsluft, vågor och eventuella mekaniska stötar vid exempelvis båtlandning. Korrosionsskyddet i denna zon brukar utgöras av liknande korrosionsskyddande beläggningar som i den atmosfäriska zonen. Eftersom den korrosiva miljön är betydande i stänkzonen och då vågor försvårar underhållsarbete av korrosionsskydd brukar stålkonstruktioner förses med extra material för att ta höjd för korrosion, så kallat korrosionstillägg.

I undervattenszonen är fundamentet ständigt omgivet av vatten. Här utgörs korrosionsskyddet vanligtvis av katodiskt skyddande offeranoder. Anoderna består av metallstavar som fästs utanpå fundamentet och är i kontakt med de metalliska delar av fundamentet som ska skyddas. Anoderna består vanligen av legeringar av aluminium, zink eller magnesium. Istället för att fundamenten korroderar är det anoden som förbrukas och korroderar. Det finns även andra metoder för att motverka korrosion på fundamentets delar som permanent återfinns i vatten, så som katodiskt korrosionsskydd med hjälp av ström (Impressed current cathodic protection, ICCP). Korrosionsskyddssystemen kan medföra kemiska utsläpp till havet, såsom metallerna aluminium och zink eller organiska komponenter i form av bisfenol A eller F (Kirchgeorg, et al., 2018). Exakt hur stora utsläpp olika korrosionsskyddssystem innebär är idag inte kartlagt, varför det är svårt att göra en exakt bedömning gällande potentiell påverkan på vattenmassan. Kirchgeorg et al. (2018) påpekar dock att existerande underlag pekar på att detta utsläpp från korrosionsskyddssystem för vindkraftverk endast utgör en smärre miljörisk, detta i synnerhet i jämförelse med andra källor för kemikalier i havsmiljön så som oljeutvinning, sjöfart och atmosfäriskt nedfall. Beroende på val av fundamentstyp kan det även bli aktuellt med korrosionsskydd på insidan av fundamentet. Exempelvis kan insidan av en monopilestruktur utrustas med anoder eller ICCP-system. Korrosionsskyddets utformning kommer utarbetas vid detaljprojektering.

4.11 Fundament i isförhållanden

Inom vindpark Noatun Nord finns det risk för både atmosfärisk is och havsis. Det är därför viktigt att framför allt fundament och torn kan hantera de laster som kan uppstå. Belastning från drivande isflak, isfält och isvallar mot fundamenten förväntas tillhöra de större belastningar som strukturerna i vindpark Noatun Nord kan komma att exponeras för.

För att hantera dessa laster kan fundament och vindkraftverk utrustas med teknik som förhindrar skada på fundament och övriga strukturer. En redan etablerad teknisk lösning är att montera isbrytande koner (*eng. ice cones*) på fundament. De är vanligtvis monterade på monopilestrukturer vid vattennivån för att minska påverkan av havsis på den vertikala strukturen. Istället för att bryta isen genom att knäcka eller krossa den mot fundamentet, böjer den koniska strukturen isen vilket resulterar i lägre horisontella isbelastningar. Konerna kan antingen vara uppåtböjda, neråtböjda eller dubbla koner (se Figur 31). Alternativt kan mindre iskoner monteras på benen på ett fackverksfundament.



Figur 31. Illustration av monopile med iskon. Illustratör: Sara Jarmander.

Gravitationsfundament kan utformas för att motstå arktiska förhållanden. Ofta görs de timglasformade, där den timglasliknande formen fungerar på motsvarande sätt som en iskon där den övre vinkeln kan bryta bort is. Bolaget följer noga forskning och utveckling av tekniska lösningar för att vid tidpunkt för uppförandet av vindparken kunna tillämpa bästa tillgängliga teknik för Noatun Nord utifrån sajtspecifika förhållanden.

4.12 Jämförelse av bottenfasta fundament för vindkraftverk

Vid anläggning av fundament och erosionsskydd för vindkraftverk kommer en bottenyta att tas i anspråk. I Tabell 11 och Tabell 12 visas en preliminär jämförelse av de olika fundamentsalternativ som bedöms vara mest relevanta för alternativ 1 och alternativ 2 gällande utformning av vindpark Noatun Nord, samt dess bottenanspråk. Notera att förankring med sugkassuner och hybridfundament också kan komma att bli aktuellt för Noatun Nord. Uppgifterna i tabellen är estimeringar och exakta dimensioner kommer att utarbetas under detaljprojektering.

Tabell 11. Jämförelse av bottenfasta fundament avseende bottenanspråk för 265 vindkraftverk av storleksordningen 15 MW. Uppgifterna i tabellen är preliminära estimeringar.

	Monopile-fundament (pålade)	Fackverks-fundament (pålade)	Gravitations-fundament
Antal vindkraftverk	265	265	265
Antal förankringspunkter	1	4[14]	1
Fotavtryck vid havsbotten per fundament	Ø 12 m	4 x Ø 4 m	Ø 40 m
Fotavtryck vid havsbotten per fundament inkl. erosionsskydd	Ø 60 m	4 x Ø 20 m eller Ø 60 m	Ø 70 m
Totalt bottenanspråk vindkraftfundament inom parken	0,030 km^2	0,013 km^2	0,33 km^2
Totalt bottenanspråk vindkraftfundament inom parken inkl. erosionsskydd	0,75 km^2	0,33–0,75 km^2	1,02 km^2
Andel av projektområdets totala area som upptas av fundament inkl. erosionsskydd.	0,11 procent	0,05–0,11 procent	0,15 procent

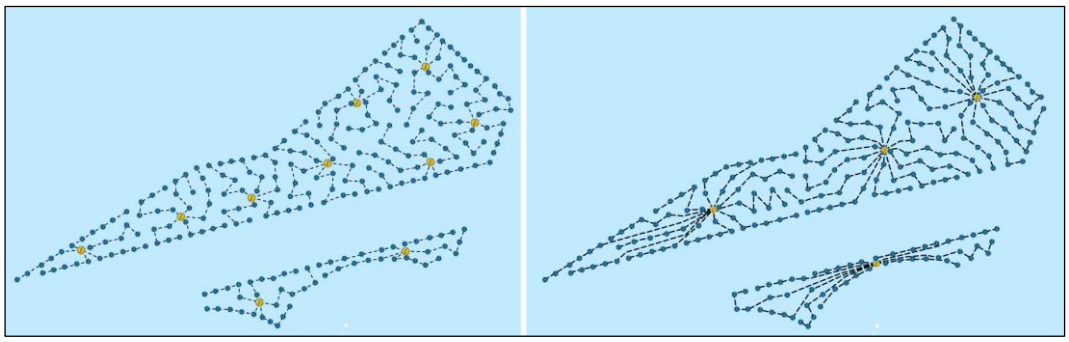
Tabell 12. Jämförelse av bottenfasta fundament avseende bottenanspråk för 124 vindkraftverk av storleksordningen 32 MW. Uppgifterna i tabellen är preliminära estimeringar.

	Monopile-fundament (pålade)	Fackverks-fundament (pålade)	Gravitations-fundament
Antal vindkraftverk	124	124	124
Antal förankringspunkter	1	4[15]	1
Fotavtryck vid havsbotten per fundament	Ø 16 m	4 x Ø 6 m	Ø 50 m
Fotavtryck vid havsbotten per fundament inkl. erosionsskydd	Ø 80 m	4 x Ø 30 m eller Ø 80 m	Ø 90 m
Totalt bottenanspråk vindkraftfundament inom parken	0,025 km^2	0,014 km^2	0,25 km^2
Totalt bottenanspråk vindkraftfundament inom parken inkl. erosionsskydd	0,62 km^2	0,35–0,62 km^2	0,79 km^2
Totalt bottenanspråk inkl. erosionsskydd i procent av projektområdet	0,09 procent	0,05–0,09 procent	0,12 procent

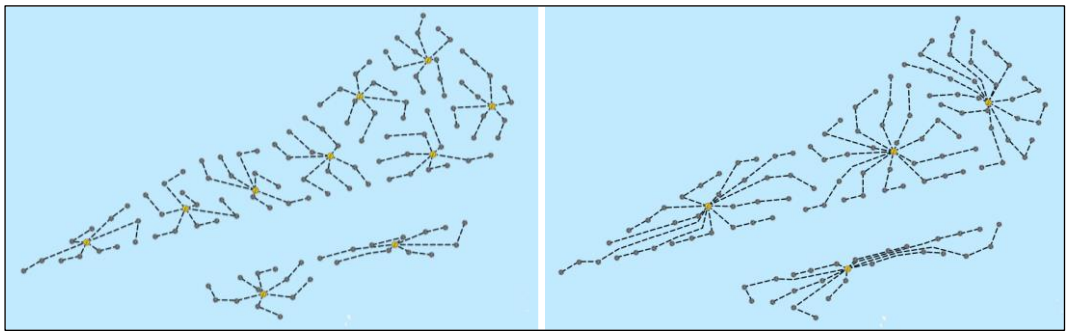
[14] Fackverksfundament förankras i havsbotten genom tre eller fyra stålpålar, I ovanstående exempel antas förankring med fyra stålpålar eftersom det medför ett större bottenanspråk.
[15] Fackverksfundament förankras i havsbotten genom tre eller fyra stålpålar, I ovanstående exempel antas förankring med fyra stålpålar eftersom det medför ett större bottenanspråk

4.13 Plattformar

Inom vindparken kan upp till 12 plattformar, vilka utgörs av högspänningsplattformar, det vill säga för transformator/-omriktarstationer, och/eller vätgasplattformar, komma att installeras. Antalet plattformar för vätgas respektive el beror på den slutgiltiga fördelningen av vindparkens produktion och dess totala kapacitet. Antalet plattformar som behövs för vätgasproduktionen beror även på vilket koncept som väljs för vätgasproduktionen. I Figur 32 och Figur 33 visas exempel med 10 mindre plattformar eller fyra större plattformar för exempellayouterna med 265 respektive 124 vindkraftverk. Plattformarna i exemplen nedan kan antingen vara högspänningsplattformar eller plattformar för vätgas. Utöver de ovan nämna plattformarna kan havsbaserade plattformar komma att installeras för logistik och logi.



Figur 32. Exempel på layout med 10 mindre plattformar (vänster) och 4 större plattformar (höger) baserat på exempellayouten med 265 x 15 MW turbiner. Därutöver presenteras även en exempellayout för internkabelnät, 66 kV, vilken även kan komma att överensstämma med det interna rörledningsnätet (decentraliserad vätgasproduktion).



Figur 33. Exempel på layout med 10 mindre plattformar (vänster) och 4 större plattformar (höger) baserat på exempellayouten med 124 x 32 MW turbiner. Därutöver presenteras även en exempellayout för internkabelnät, 66 kV, vilken även kan komma att överensstämma med det interna rörledningsnätet (decentraliserad vätgasproduktion).

4.13.1 Högspänningsplattformar

Elöverföring från vindparker till land har historiskt sett högspänd växelström (HVAC) varit den mest nyttjade överföringstekniken. På senare tid har däremot högspänd likström (HVDC) blivit en konkurrenskraftig lösning för havsbaserad vindkraft med långa avstånd till land.

Högspänningsplattformar för överföring av växelström omnämns vanligen transformatorstation. Transformatorstationer innehåller bland annat utrustning för att

transformera den lägre spänningen i internkabelnätet till en högre spänningsnivå som matas ut i anslutningskablarna.

Sker överföringen till land med likström krävs även omriktare för att konvertera växelströmmen som genereras av vindkraftverken till likström. Ibland implementeras all teknik som behövs för transformering och omriktning på en och samma plattform. Högspänningsplattformar för likström brukar då benämnas omriktarstation och liknar till utformningen en större transformatorstation. Det kan även förekomma separata plattformar för omriktning och transformering. Då anläggs växelströmskablar mellan transformatorstationen/erna och omriktarstationen/erna (”systerplattformar”). Separata plattformar för omriktning respektive transformering kan placeras bredvid varandra och exempelvis förbindas med en så kallas gang-way (landgång). omfattar både transformator- och omriktarstationer. Högspänningsplattformen har ett eller flera däck, ibland med landningsplats för helikopter. Plattformen prefabriceras och installeras i moduler på ett fundament.

I föreliggande underlag används samlingstermen högspänningsplattformar, vilket omfattar både transformator- och omriktarstationer.

Högspänningsplattformarna innehåller kemikalier, exempelvis transformatorolja till transformatorer och reaktorer. I Tabell 13 och Tabell 14 presenteras estimerade mängder kemikalier för högspänningsplattformar och omriktarstationer.

Tabell 13. Estimerad mängd kemikalier per 1500 MW för högspänningsplattformar (HVAC). Maximalt estimerad mängd kemikalier för hela vindparken är beräknad för en total parkkapacitet om 5000 MW.

Kemikalier	Estimerad mängd per 1500 MW för högspänningsplattformar (HVAC)	Maximal estimerad mängd hela vindparken
Transformatorolja	800 000 l	2 700 000 l
Dieselolja	40 000 l	130 000 l
Glykolvatten	25 000 l	83 000 l
Inert gas	1 000 m^3	3 300 m^3
SF6 gas (alternativt annat isolations- och brytmedium/vakuum)	3 000 kg	10 000 kg

Tabell 14. Estimerad mängd kemikalier per 1500 MW för omriktarstationer (HVDC). Maximalt estimerad mängd kemikalier för hela vindparken är beräknad för en total parkkapacitet om 5000 MW.

Kemikalier	Estimerad mängd per 1500 MW för omriktarstationer (HVDC)	Maximal estimerad mängd hela vindparken
Transformatorolja till transformatorer och reaktorer	800 000 l	2 700 000 l
Dieselolja	70 000 l	230 000 l
Glykolvatten	50 000 l	170 000 l
Inert gas	2 500 m^3	8 300 m^3
SF6 gas (alternativt annat isolations- och brytmedium/vakuum)	3 000 kg	10 000 kg

4.13.2 Plattformar för logistik och logi

En eller flera plattformar för logistik och logi kan komma att anläggas inom vindparken. Syftet med plattformarna är att möjliggöra för personal att bo över under längre perioder och således minska antalet resor till och från vindparken, samt att öka effektiviteten vid exempelvis underhållsarbete eller reparationer eftersom reservdelar och verktyg kan förvaras inom vindparken.

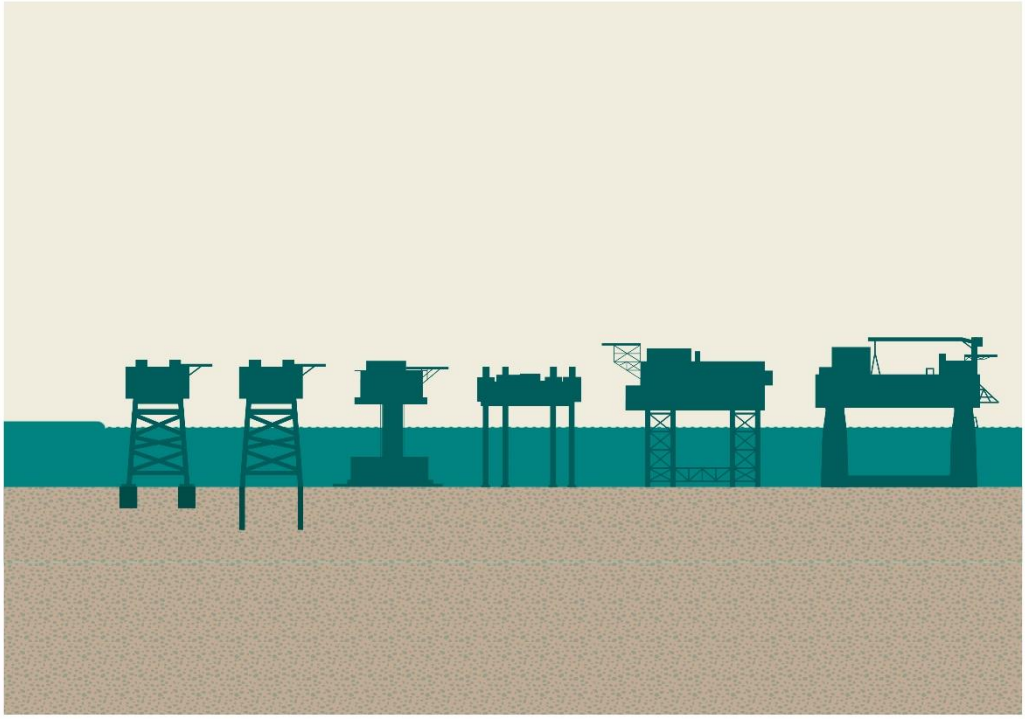
Plattformar för logistik och logi kan antingen vara kombinerade eller separata och kan exempelvis vara utrustade med logi, lagringsmöjligheter av utrustning samt verkstad- och logistikanläggningar för drift och underhåll av vindparkens komponenter. Plattformen kan komma att vara fristående eller i anslutning till en högspänningsplattform, då eventuellt en bro anläggas emellan plattformarna. Plattformar för logistik och logi liknar högspänningsplattformar, men är vanligtvis mindre.

4.13.3 Vätgasplattformar

Om vätgasproduktionen sker enligt det centraliserade konceptet behövs specifika plattformar för vätgasproduktion. Eventuella plattformar för vätgasproduktion är till utsidan lika högspänningsplattformarna, men eventuellt större. Huvudkomponenterna på plattformar för vätgasproduktion inkluderar elektrolysörer, avsaltningssystem, kompressorer, kylsystem och system för transformering/omriktning av spänning. Även för det decentraliserade konceptet kan mindre plattformar för kollektorstationer komma att behövas, detta för att sammankoppla det interna rörledningsnätet till en eller flera större anslutningsrörledningar som går in till land.

4.13.4 Utformning och fundament

De fundamentstyper som finns tillgängliga för havsbaserade plattformar är ofta snarlika de som finns för vindkraftverken. Förutom dessa kan även stödbensfundament, även kallade jack-up fundament, komma att bli aktuella. Fundamenten till plattformarna dimensioneras med hänsyn till de större laster som utformningen och miljön ger upphov till, samt den verksamhet som bedrivs. Figur 34 illustrerar några exempel på hur plattformarna och fundamenten kan vara utformade.



Figur 34. Exempel på plattformar med tillhörande fundament, illustratör: Fredrik Folkesson OX2 AB.

Plattformarna kan vara relativt stora och det finns exempel på plattformar med en längd på upp till 100–120 meter och en bredd på 100 meter och med en höjd ovanför vattenytan på upp till 100 meter. Frigången mellan plattformen och vattenytan ska säkerställa att vågor inte kan slå upp i botten.

Slutligt antal, utformning och placering av plattformar kommer att bestämmas under vindparkens detaljprojektering och baseras på bästa tillgängliga teknik för strömöverföring och vätgasproduktion, storlek och antal vindkraftverk, bottenförhållanden samt optimal dragning av kablar och rörledningar.

4.14 Internt kabelnät

Det interna kabelnätet utgör förbindelsen mellan vindkraftverken och de havsbaserade högspänningsplattformarna, genom att enstaka vindkraftverk sammankopplas i strängar eller grupper (också kallat radialer) som sedan kopplas till en högspänningsplattform. Den sammanlagda längden på det interna kabelnätet uppskattas till cirka 370–800 kilometer, men beror på vindkraftverkens spänningsnivå, effekt och antal. Även andra faktorer, som till exempel bottens beskaffenhet och topografi, kan påverka kabelnätets längd. Därutöver har kablarna en ytterdiameter om upp till cirka 300 millimeter.

Utifrån den kabelteknik som finns tillgänglig i dag, kan de interna kablarna exempelvis bestå av 66 kilovolt (kV) kablar, vilka kan överföra en samlad effekt på runt 80–90 MW per radial. Det betyder att sex vindkraftverk på 15 MW respektive tre 32 MW kan anslutas längs samma radial. Sannolikt kan högre spänningsnivåer, upp till 170 kV, bli aktuella för internkablar i framtiden. Detta skulle innebära att den totala överföringskapaciteten för varje kabel ökar och således reduceras antalet radialer och därmed den totala längden kablar. Kablar av 66 kV har antagits som ett worst case-

scenario eftersom den totala längden kablar blir längre jämfört med 170 kV. I Figur 32 och Figur 33 visas exempel på olika utformningar för vindparken med tillhörande internkabelnät, bestående av 66 kV-kablar.

4.14.1 Redundanskablar

Utöver det interna kabelnätet kan det komma att behövas ytterligare kablar, så kallade redundanskablar, som länkar samman högspänningsplattformar och logistik- och logiplattformar inom vindparken. Syftet med redundanskablarna är att skapa redundans i systemet om en högspänningsplattform är ur drift på grund av exempelvis fel eller service. Produktionen från en icke-fungerande högspänningsplattform kan då kopplas via en annan högspänningsplattform för vidare transmission till land. Vid drift i redundansläge kommer transformator-/omriktarstationernas maxkapacitet vara avgörande för effekten som kan produceras. Redundanskablar kan även syfta till att säkra kraftförsörjning till plattformen för logistik eller logi. Redundanskablar efterliknar till uppbyggnaden kablarna i det interna kabelnätet, dock kan spänningsnivån vara högre än resterande kablar inom vindparken, upp till 420 kV.

4.15 Internt rörledningsnät

Rörledningar för vätgas är ingen ny teknik utan används i dagsläget världen över och främst på land. Rörledningarna kan variera i både storlek och material, exempelvis kan ledningar i plast, kompositmaterial eller stål användas. Rörledningarna kan också dimensioneras för att klara olika tryck och flöden.

För konceptet med decentraliserad vätgasproduktion ansluts vindkraftverken via ett internt rörledningsnät. Ledningarna sammankopplar vindkraftverken antingen i radialer eller i stjärnformation till en kollektorstation som förbinder alla ledningar och komprimerar gasen till ett högre tryck. Därefter överförs vätgasen vidare genom en större anslutningsledning till land. Kollektorstationen kan placeras på vindkraftsfundament, en separat plattform eller på havsbotten. Beroende på rörledningarnas dimensioner och egenskaper, såsom drifttryck och överföringshastighet, kan kapaciteten för energiöverföring i en intern rörledning vara högre än för en internkabel. Detta innebär att fler vindkraftverk kan anslutas per radial rörledning jämfört med per radial internkabel, därmed kan färre radialer vara möjligt för vätgasdistribution. Om det interna rörledningsnätet utförs med en ledning i plast, som också är tät för trycksatta gaser, kan cirka 200 MW överföras per radial. Det betyder att upp till 13 stycken 15 MW vindkraftverk kan anslutas längs samma radial om rörledningar används, jämfört med upp till 6 stycken 32 MW vindkraftverk utifrån dagens teknik.

I dagsläget är det mest troligt att det interna rörledningsnätet för Noatun Nord kommer utgöras av rörledningar i plast eller kompositmaterial (se exempel i Figur 35). Flexibla rörledningar i plast eller kompositmaterial är en beprövad teknik till havs och återfinns inom exempelvis olje- och gasindustrin. De kan utformas på flera olika sätt, både vad gäller materialsammansättning och uppbyggnad. Rörledningar i plast eller kompositmaterial är relativt enkla att installera samt kostnadseffektiva. De rörledningar som kan komma bli aktuella för internrörledningsnätet förväntas ha en diameter kring 20 centimeter, men mindre eller större dimensioner kan förekomma.

Figur 35. Figuren visar en rörledning i plast-/kompositmaterial vilken kan komma att bli aktuell för det interna rörledningsnätet. Källa: SoluForce Gas Tight (GT).

Rörledningar i stål är också en beprövad teknik till havs. Förutom stål, bekläds även strukturen med en invändig friktionsreducerande beläggning (flödesbeläggning) samt ett utvändigt korrosionsskydd/rostskyddbeläggning. Därefter appliceras vanligen en betongbeläggning runt röret. Offeranoder kan även ingå för att förhindra korrosion.

Vätgasens egenskaper kan orsaka så kallad vätgasförsprödning av många metaller, inklusive stål. Det innebär att de små väteatomerna tränger in i metallstrukturen, vilket kan ändra stålets karaktär så att det inte klarar de belastningar som det normalt sett tål. Framför allt kan duktiliteten[16] påverkas negativt och stålet blir sprödare och mer känsligt för sprickinitiering. Rörledningar av stål behöver därför nå tillräckliga fysiska egenskaper beträffande seghet, duktilitet och svetsbarhet samt beläggas med ett polymerbaserat skydd av tillverkaren.

Rörledningsnätet kommer även att omfatta säkerhetsventiler, avstängningsventiler, trycksensorer och annan lämplig övervakning för att minimera risker för läckage och säkerhetsrisker. Dessa säkerhetsåtgärder kommer att kunna fjärrstyras.

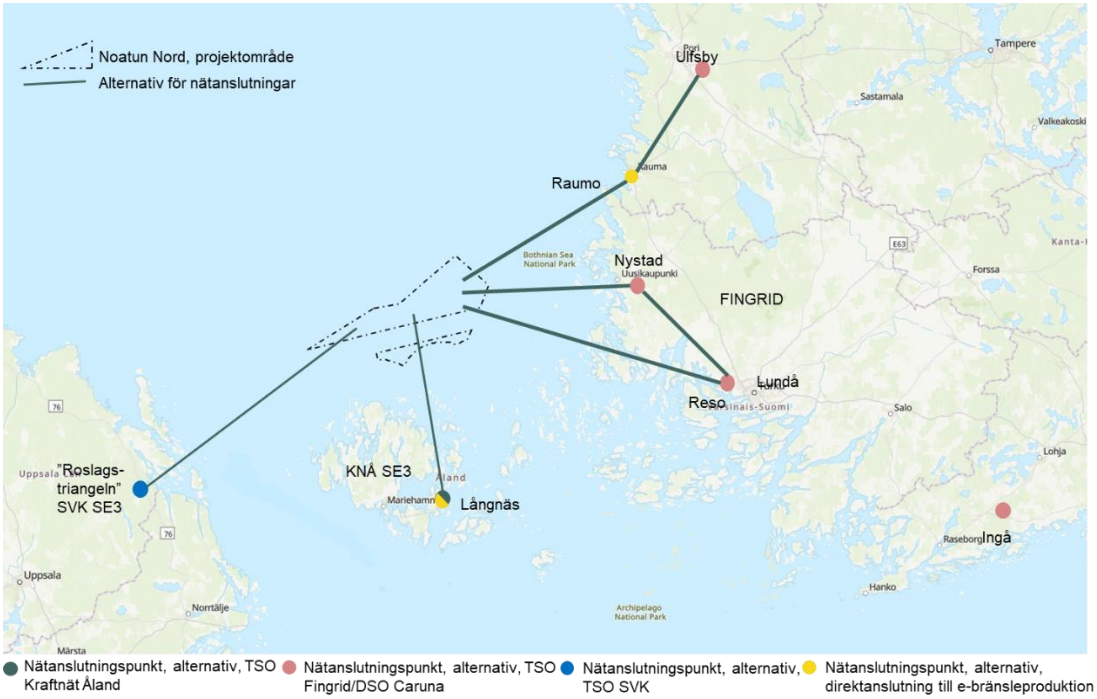
4.16 Följdverksamheter

4.16.1 Anslutningskablar och anslutningsrörledningar

Efter att elektriciteten och vätgasen har producerats ute till havs kommer den att transporteras till land via anslutningskablar och/eller anslutningsrörledningar. I Figur 36 visas möjliga anslutningspunkter och ruttalternativ som utreds för anslutningskablar och anslutningsrörledningar till havs och på land.

Även andra anslutningspunkter än de som presenteras i Figur 36 kan komma att bli aktuella. Transport av vätgas till land kan även komma att ske via operativa gasledningar till Åland, alternativt till kringliggande länder.

[16] Duktilitet är ett materialvetenskapligt begrepp som beskriver ett materials förmåga att permanent ändra form utan att gå sönder.



Figur 36. Potentiella anslutningspunkter och riktgivande kabel-/rörledningsrutter för el och/eller vätgas för vindpark Noatun Nord.

5. Verksamhetens faser

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

5.1 Planerings- och projekteringsfas

Planerings- och projekteringsfasen innefattar bland annat förberedande undersökningar, studier och mätningar samt framtagande av miljökonsekvensbeskrivning (MKB), parallellt som tillstånd ska sökas och beviljas. Planerings- och projekteringsfasen omfattar även detaljprojektering, som i sin tur innefattar detaljerande undersökningar som behövs för att kunna detaljprojektera vindparken inför anläggning.

I detaljprojekteringen tas en slutlig utformning av vindparken fram, detta sker flera år innan själva anläggningsarbetet påbörjas. Komponenterna anpassas utifrån tekniska krav samt utifrån platsspecifika förutsättningar såsom geologi, hydrologi och väderförhållanden och dimensioneras för att klara extremfall avseende temperatur, vindhastigheter, våghöjd, isförhållanden med mera enligt gängse standard. Därtill kommer de pågående klimatförändringarna att beaktas och vad dessa kan medföra för förändringar för exempelvis havsytans nivå, temperaturen och vindklimatet, såväl den genomsnittliga vindhastigheten som förekomsten av och styrkan hos extrema vindhändelser. Den slutliga utformningen av vindparken ska även säkerställa en minimal miljöpåverkan

5.1.1 Anläggningsundersökningar

Under detaljprojekteringen genomförs anläggningsundersökningar i vindparkens projektområde. Syftet med undersökningarna är bland annat att samla in information om bottenförhållandena inför beslut om leverantör och val av teknisk lösning, att kunna optimera konstruktionen på valda platser samt eventuellt komplettera tidigare utförda undersökningar för att slutligt fastställa de valda platserna, samt att kunna verifiera installationen av exempelvis bottenförlagda kablar och rörledningar. Undersökningarna planeras att utföras kampanjvis.

De typiska undersökningsmetoder som kan komma att bli aktuella är:

- Geofysiska undersökningar, inklusive sonarundersökningar (multibeam echosounder och side-scan sonar), magnetfältundersökning (magnetometri) och seismiska undersökningar inklusive sedimentekolod (sub-bottom profiler)
- Geotekniska undersökningar i form av exempelvis provborrning, spetstryckssondering (CPT) och vibrocorer;
- Metereologiska undersökningar genom mätmast, LIDAR och/eller SODAR;
- Mätning genom utläggning av bojar för att få högupplöst information om våg- och strömförhållanden; och

- Visuella undersökningar med exempelvis fjärrstyrd undervattensfarkost (ROV, remotely operated underwater vehicle) eller dykinspektioner kan förekomma, både inför anläggning och under anläggningsskedet.

Andra undersökningsmetoder än ovanstående kan komma att användas men miljöpåverkan kommer inte att vara större än vad som beskrivs i denna miljökonsekvensbeskrivning.

5.2 Anläggningsfas

När den slutgiltiga utformningen av vindparken är fastställd och komponenterna har tillverkats kan installationen av vindparken påbörjas. Installationen av parken kan väntas pågå under flera säsonger.

En vanlig ordning vid installation av vindparker till havs är att först installera fundament, transformator-/omriktarstationer, plattformar för vätgas samt anslutningen till land. Därefter installeras internkabelnätet och/eller det interna rörledningsnätet. Slutligen monteras vindkraftverk (inklusive eventuella vätgaskomponenter för decentraliserad vätgasproduktion). Allt eftersom vindkraftverken är färdiginstallerade sker driftsättning och provkörning. Troligtvis kommer flera installationsmoment ske parallellt med varandra men i olika delar av projektområdet. Pålning av fundament kommer dock endast att ske på en position i taget.

5.2.1 Slutmonteringshamn

De olika huvudkomponenterna tillverkas och transporteras från respektive tillverkningshamn direkt till projektområdet eller till en eller flera slutmonteringshamnar. Slutmonteringshamnen kan vara lokaliserad förhållandevis långt från den planerade vindparken. Både hamnar i Finland, Sverige, Litauen, Polen eller Tyskland är aktuella för vindpark Noatun Nord. Syftet med slutmonteringshamnen är att fungera som uppsamlingsplats och mellanlagring av komponenter inför installation till havs, samt som plats för montering av komponenter.

Vid slutmonteringshamnen färdigställs huvudkomponenterna så långt som möjligt inför installationen. Det eftersträvas att göra så mycket som möjligt på land eftersom motsvarande arbete till havs innebär en ökad komplexitet samt ställer höga krav på väderförhållandena.

Dagliga transporter av personal och mindre komponenter kommer att ske från en eller flera närliggande och mindre installations- och servicehamnar. Hamnar på Åland, i Finland eller i Sverige kan bli aktuella för detta ändamål.

5.2.2 Fartygstrafik

Under installationen av vindparken kommer ett flertal installationsfartyg och arbetsplattformar av olika slag att finnas i området för installation och transport av komponenter. Därutöver kommer även andra fartyg så som, supportfartyg, servicefartyg, pråmar, bogserbåtar, bevakningsfartyg och besättningsfartyg att vara verksamma. Beroende på installationsmoment kan speciella installationsfartyg användas.

Vindkraftverk, fundament, havsbaserade högspänningsplattformar, vätgasplattformar samt logistik-och logiplattformar kan transporteras till platsen på installationsfartyg eller

på pråmar, alternativt flytande med hjälp av bogserbåtar. Det är möjligt att samma fartyg transporterar och installerar komponenten.

Stora kranfartyg kommer att krävas för installation av vindkraftverk, fundament och havsbaserade högspänningsplattformar och/eller vätgasplattformar samt logistik- och logiplattformar. Dessa kranfartyg kan till exempel vara av typen stödbensfartyg, så kallat jack-up fartyg, eller stödbensplattform som kan sänka ner sina stödben och stå på botten. Själva fartygskroppen eller plattformen höjs sedan upp så att den befinner sig väl över högsta våghöjd. Stödbenen med en bottenyta om cirka 10 × 10 meter sjunker ner i havsbotten. Hur djupt de sjunker ner beror på bottens beskaffenhet.

Som ett alternativ kan även ett semi-jack-up -fartyg eller plattform användas, där skrovet förblir flytande men stödbenen sänks ner och ställs ovanpå havsbotten. Även halvt nedsänkbara fartyg som sänker ner fartygets skrov med hjälp av ballastvatten kan användas. Flytande kranfartyg med ett dynamiskt positioneringssystem kan också komma att användas under installation. Dessa har en stor lyftkapacitet men kan inte höjas ovanför vattenytan.

De större fartygen betjänas av mindre fartyg för transport av personal, resurser, mindre komponenter och förnödenheter, så kallade Crew Transfer Vessels (CTV). CTV eller andra liknande fartyg kommer att utgå från en eller flera närbelägna installations- och servicehamnar.

Kabelinstallation (interna kablar och anslutningskablar) sker vanligtvis med ett kabelläggningsfartyg som är specifikt utrustat med lämplig utrustning för vald installationsmetod. Troligtvis kommer det vara samma fartyg som transporterar kablarna från tillverkningshamnen som också installerar dem. För rörledningar (interna rörledningar och anslutningsrörledningar) kan exempelvis specialanpassade så kallade Pipe Laying Vessels (PLV*)* användas.

Utöver ovanstående kommer även fartyg för bottenförberedande arbete samt installation av erosionsskydd att tas i bruk under anläggningsarbetet. Vid installation av erosionsskydd kommer materialet att lastas på fartyg och transporteras till platsen. Därefter kommer det placeras på botten direkt från fartyget eller genom en gripanordning. Ytterligare några specialfartyg kan komma att operera i området, exempelvis för olika anläggningsundersökningar eller akuta insatser.

Fartygen som tas i bruk under anläggningsarbetet kommer om möjligt att väljas utifrån kostnadseffektivitet, energieffektivitet och minsta koldioxidavtryck.

5.2.3 Vindkraftverk

Huvudkomponenterna till vindkraftverken kan komma att transporteras till vindparken med installationsfartyget eller med ett separat transportfartyg. De olika komponenterna installeras därefter med hjälp av en kran, normalt inom ett dygn om väderförhållandena är gynnsamma.

Vindkraftverkens komponenter installeras genom flera separata lyftoperationer. Installation av vindkraftverk kräver hög precision och begränsas därmed av våg- och vindförhållanden.

5.2.4 Fundament

5.2.4.1 Monopilefundament

Det övergripande händelseförloppet för installation av monopilefundament är enligt följande:

1. Eventuell förberedelse av havsbotten
2. Transport av fundamentet till position
3. Lyft och positionering av fundamentet med installationsfartyg och eventuella supportfartyg
4. Pålning (och/eller borrning) inklusive ljuddämpande skyddsåtgärder
5. Anslutning av övergångsstycket och övriga delkomponenter
6. Installation av eventuellt erosionsskydd

Anläggning av monopilefundament kräver i regel ingen eller liten förbehandling av havsbotten. Eventuella stenblock eller andra föremål kan dock behöva tas bort. Inför installation kan monopilecylindrarna transporteras på en pråm eller ett installationsfartyg, alternativt transporteras de ut flytande. Anläggning påbörjas sedan genom att ett installationsfartyg positionerar sig. Vanligtvis är fartyget av typen jack-up som med hjälp av stödben lyfter upp sig över vattenytan, alternativt kan det vara ett flytande kranfartyg.

Pålning sker genom att en hammare, vanligen hydraulisk, driver ner fundamentet i havsbotten till önskat djup. Hydrauliska hammare använder sig av en stålkolv och tunga slag där styrka och slagfrekvens anpassas efter rådande förhållanden tills att fundamentet nått önskat djup under havsbotten. Om det förekommer bottenmaterial som inte kan pålas igenom kan borrning förekomma helt eller delvis. Därefter sker eventuell montering av övriga delkomponenter

Vanligtvis fästs övergångsstycket som en hylsa över det förankrade monopilefundamentet, antingen av samma installationsfartyg eller från ett separat fartyg dedikerat till denna installation. Övergångsstycket kan eventuellt vara integrerat i monopilefundamentet och då krävs ingen separat installation. Avslutningsvis läggs vid behov erosionsskydd runt fundamentet.

Installation av ett monopilefundament tar vanligen 1–2 dygn. Själva pålningen tar normalt sett cirka 6 timmar per fundament. Övrig tid inkluderar bland annat positionering och förflyttning av fartyg, hantering av skyddsåtgärder för undervattensljud samt förberedelser inför lyft av fundament. Den effektiva pålningstiden för monopilefundament inom parken, räknat på 265 vindkraftverk, är upp till 67 dygn. Totala installationstiden förväntas pågå i cirka 9 till 18 månader beroende på vilken säsong installationen sker, samt om eller hur mycket borrning som krävs. Installationsarbetet till havs kräver marginaler då vädret kan vara oberäkneligt och arbetet måste kunna genomföras på ett säkert sätt för miljön och människor. Väntetider förekommer därför beroende på säsong och aktuellt väder.

5.2.4.2 Fackverksfundament

Det övergripande händelseförloppet för installation av fackverksfundament (pålade) är enligt följande:

1. Eventuell förberedelse av havsbotten
2. Transport av fundamentet till position
3. Positionering av installationsfartyg och eventuella supportfartyg
4. Beroende på installationsmetod (A/B):

   A1) Pålningsmall anläggs på botten och pålar placeras i position

   A2) Pålning (och/eller borrning) inklusive ljuddämpande skyddsåtgärder

   A3) Huvudstrukturen placeras på pålarna och förankras

   B1) Huvudstrukturen placeras på botten i position

   B2) Pålarna placeras genom fackversfundamentets ben

   B3) Pålning (och/eller borrning) inklusive ljuddämpande skyddsåtgärder

5. Anslutning av övriga delkomponenter
6. Installation av eventuellt erosionsskydd

Inför installation av fackverksfundament kan viss bottenpreparering krävas. Primärt handlar det om att säkerhetsställa en relativt jämn yta genom att ta bort stenblock och dylikt. Fackverksfundament transporteras ut direkt på installationsfartyget eller på pråmar. Installationsfartyget är vanligtvis ett stödbensfartyg, halvt nedsänkbart fartyg eller flytande kranfartyg.

Om fundamentet installeras med *pin piles*, det vill säga mindre stålpålar, kan installationen ske på två olika sätt. Det första sättet innebär att pålarna installeras innan fackverksfundamentet anläggs. Då läggs en mall på botten för att säkerställa att pålarna hamnar i rätt position. Därefter pålas eller borras de ner till önskat djup. Efter att mallen tagits bort placeras fackverksfundamentets huvudkonstruktion i position och förankras i pålarna genom svetsning eller injektion. Den andra installationsmetoden sker i omvänd ordning, vilket innebär att fackverksfundamentets huvudstruktur sänks ner på botten i rätt position. Därefter pålas eller borras pålarna genom fackversfundamentets ben till önskat djup.

Eftersom pålarna är mindre än för monopile kan pålningen ske med mindre kraft och genererar därmed en mindre ljudutbredning. I övrigt sker pålningen på liknande sätt som för monopilefundament. Den totala tiden för pålning blir dock längre eftersom varje fundament har flera ben som måste förankras. Om borrning behövs, sker även detta på liknade sätt som för monopiles. Avslutningsvis anläggs vid behov erosionsskydd runt fundamentet.

Installation av ett fackverksfundament tar vanligen 2–3 dygn, där själva pålningen tar cirka 3–7 timmar per påle. Varje fundament har antingen tre eller fyra ben och därmed lika många pålar. Övrig tid inkluderar på samma sätt som för monopilefundament, positionering och förflyttning av fartyg samt hantering av eventuella skyddsåtgärder, samt förberedelser inför lyft av pålar och huvudstrukturer. Installationen kan ske med flera fartyg där till exempel ett fartyg installerar pålar och ett annat lyfter huvudstrukturen. Den effektiva pålningstiden för parken, räknat för 265 vindkraftverk,

förväntas vara upptill 310 dygn, medan den totala installationstiden av fundament kan pågå i cirka 2–3 år, beroende på vilken säsong installationen sker, samt om eller hur mycket borrning som krävs.

5.2.4.3 Gravitationsfundament

Det övergripande händelseförloppet för installation av gravitationsfundament är enligt följande:

1. Eventuell förberedelse av havsbotten
2. Transport av fundamentet till position
3. Fundamentet sänks till botten och ballast tillförs
4. Anslutning av övriga delkomponenter
5. Installation av erosionsskydd

Gravitationsfundament kräver varken pålning eller borrning, däremot förutsätter de en jämn botten, vilket innebär att bottenytan sannolikt behöver förberedas genom muddring och utjämning innan installation. Efter avslutad muddring läggs eventuellt ett bärlager av sten.

Gravitationsfundament transporteras till platsen direkt på installationsfartyg eller på pråmar. Alternativt kan de bogseras ut. Beroende på transportsätt kan olika typer av installationsfartyg krävas vid själva installationen, exempelvis kranfartyg. Väl på plats sänks gravitationsfundamentet till botten och fylls med ballast.

5.2.5 Elektrolysörer och kringutrustning

Installation av elektrolysörer, samt kringutrustning, för det decentraliserade konceptet kan antingen ske på land eller till havs. Om det sker på land förmonteras utrustningen på fundamentet i slutmonteringshamnen innan transport ut till parken för installation. Om installationen sker till havs används ett kranfartyg för att installera elektrolysörerna på vindkraftverkens fundament.

För det centraliserade konceptet installeras vanligen utrustningen på fundamentet med hjälp av ett kranfartyg eller ”float over-tekniken”, vilken innebär att utrustningen transporteras på en pråm eller stödbensfartyg som positionerar sig ovanför fundamentet och sänker ner utrusningen på plats. Transformator-/omriktarstation

En transformator-/omriktarstation installeras normalt på sitt fundament med hjälp av ett kranfartyg. Beroende på hur transformator-/omriktarstationerna samt dess fundament utformas kan de även installeras genom den så kallade “float over-tekniken”, vilket innebär att den flyter i position med hjälp av exempelvis en pråm eller stödbensfartyg.

5.2.6 Internkabelnät samt internt rörledningsnät

Innan installation utförs förberedande arbeten för att säkerställa en säker och obehindrad nedläggning och installation. Det förberedande arbetet inkluderar att röja klippblock och stenblock på havsbotten och ta bort eventuella främmande föremål på havsbotten såsom fiskenät, linor och dylikt. Det kan även förekomma utjämning av havsbotten om det finns sandvågor eller annan lättrörlig havsbotten som inte kan undvikas, eller på platser med branta partier.

Interna rörledningar och kablar transporteras till projektområdet med särskilda installationsfartyg. Kablarna och rörledningarna läggs ut på havsbotten och begravs sedan vanligen till ett djup om 1–2 meter under havsbotten (där bottenförhållandena tillåter detta) för att skyddas från skador från fiskeredskap, ankare och annat. I de fall då kablar eller rörledningar förläggs direkt på havsbottnen kan de skyddas genom att täckas med exempelvis sten, betongmadrasser eller genom att de läggs i rör.

Om en kabel eller rörledning behöver korsa en existerande kabel, rörledning eller annan existerande infrastruktur måste både existerande och nytt ledningsnät skyddas. Skydden kan till exempel bestå av betongmadrasser, stål- eller betongbryggor.

5.2.7 Deponering av sediment

Under anläggningsfasen kan det bli aktuellt att inom projektområdet deponera sediment som tagits upp vid muddring. NIRAS har genomfört en GIS-analys (2024) för att bedöma lämpliga områden för deponering av sediment. Analysen baseras på naturvärden (främst vitmärla), samt erosionsförhållanden där även riksintressen har beaktats. Utifrån resultaten har elva möjliga områden i den norra delen av projektområdet identifierats. Tre av dessa områden är tillräckligt stora för att ta emot hela den förväntade sedimentmängden. Dock finns det en fördel med att ha flera områden för att minimera påverkan av transport av massorna med pråm inom området. Inga områden identifierades i den södra delen på grund av förekomst av naturtypen rev.

5.3 Driftsfas

Under driftsfasen kommer regelbunden tillsyn, service och underhåll av vindparken ske under hela parkens livstid.

5.3.1 Service och underhåll

Den slutgiltiga strategin för drift och underhåll av vindparken kommer att fastställas i ett senare skede. Vindparkens komponenter kommer att fjärrövervakas under driftsfasen och service och underhåll kommer att utföras kontinuerligt. Personal och material kommer att transporteras till och från vindparken med mindre servicebåtar, fartyg eller helikoptrar. Under driftsfasen kan även undersökningar av havsbotten förekomma i syfte att inspektera anläggningen samt inför förberedelser av större underhållsinsatser med stödbensfartyg.

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

För varje vindkraftverk genomförs en årlig serviceinsats då verket är avstängt under en eller några dagar. Denna service utförs så långt möjligt under sommarhalvåret, när vädret är bättre och elbehovet mindre. Därtill kommer fortlöpande förebyggande underhållsåtgärder, icke-planerade underhållsåtgärder samt olika former av uppgraderingar. Normalt innebär även dessa insatser att ett enskilt verk är taget ur drift under några dagar per år.

5.3.2 Utbyte av större komponenter

Under vindparkens livstid kan större komponenter behöva bytas vid något tillfälle, exempelvis växellåda och rotorblad på något eller några vindkraftverk, komponenter i vätgasanläggningen samt delar av transformator-/omriktarstationerna. Större underhållsåtgärder kan komma att kräva stödbensfartyg.

5.4 Avvecklingsfas

När vindparken nått sin livslängd efter cirka 40–45 år kommer den att avvecklas. Nuvarande Vattenlag (1996:61) för landskapet Åland, kap 6, § 15, anger att ett vattenföretag är tillståndspliktigt om vattenföretaget omfattar:

”f) byggande, fyllning, pålning, grävning, muddring, sprängning eller rensning i vattenområde om den bottenyta som verksamheten omfattar i vattenområdet uppgår till mer än 500 kvadratmeter.”

Avvecklingen av vindparken kommer att omfatta en bottenyta överstigande 500 m². Det betyder att avvecklingen enligt nuvarande lagstiftning behöver ett miljötillstånd från tillståndsmyndigheten (för närvarande ÅMHM). Huvudkomponenterna som måste tas om hand är vindkraftverk, fundament, kablar och transformator/omriktarstationer. Platsen bör sedan återställas i erforderlig omfattning efter samråd med ansvariga myndigheter. Cirka två år innan demontering och återställande påbörjas kommer en avvecklingsplan att tas fram med syfte att minimera effekterna på miljön samt för att säkerställa att området ska vara säkert för fartygstrafik och annan framtida användning. Avvecklingssekvensen kan liknas vid en omvänd installationssekvens. Liknande fartyg och utrustning kommer att användas och i likhet med installationssekvensen är avvecklingsfasen komplex och påverkas av flera faktorer såsom kostnader, miljöfaktorer och regelverk. Enligt nuvarande förväntningar tar avvecklingen cirka 6–12 månader per installerad GW.

Avvecklingen kommer att ske enligt den praxis och lagstiftning som är gällande vid tidpunkten för avveckling. Enligt nuvarande praxis innebär detta att anläggningsdelar ovanför havsbotten i allmänhet demonteras, medan kablar, rörledningar och delar av fundament kan lämnas kvar under havsbotten. Sten som använts för att täcka kablar och/eller rörledningar lämnas troligtvis kvar på havsbottnen, likaså de skydd som använts vid korsningar eller för fundamenten. En anledning till att lämna kvar en del strukturer är att dessa kan ha blivit värdefulla artificiella rev.

Normalt vid avveckling är att oljor och vätskor lämnas kvar i maskinhuset vid nedmontering. Då dessa oljor är i slutna system kan de hanteras säkrare och mer kostnadseffektivt efter att maskinhuset monterats ned. Efter nedmontering fraktas maskinhusen till återvinningsstationen och töms. Oljor, vätskor och andra ämnen som betraktas som farligt avfall hanteras under hela avvecklingsprocessen utifrån gällande regelverk för hantering och transport av farligt avfall. Om oljor och andra fluider avlägsnas till havs används specialkonstruerade fordon som är utrustade med pump, slang och behållare (Energimyndigheten, 2016b).

I samband med avvecklingen kan ett arbetsområde i anslutning till vindkraftparken avlysas. Det är således förbjudet för utomstående att vistas inom området. Syftet med avlysningen är att förebygga olyckor samt säkerställa rörelsefrihet för berörd trafik. Därutöver kopplas all elanslutning ur och förblir bortkopplat från nätet.

Eftersom tekniken och kunskapsläget förändras snabbt är det osäkert exakt hur avvecklingen kommer att ske och exakt vilka delar som kommer att monteras ned i slutänden. I takt med att erfarenheterna ökar och kunskapsläget förbättras avseende avveckling av havsbaserade vindparker förväntas marknaden mogna och utvecklas. Detta kan till exempel leda till att nya och mer effektiva och ändamålsenliga fartyg kan finnas på marknaden eller att det kan finnas bättre möjligheter och förutsättningar för att återvinna material.

Bolaget har gjort en grov estimering av kostnaderna i samband med avveckling av vindparken och andra återställningsåtgärder som verksamheten kan föranleda till cirka 520 000 EUR per vindkraftverk i 2024 års prisnivå. Kostnadsuppskattningen är baserad utifrån dagens tekniker och dagens kostnadsbild, med viss hänsyn till den teknik- och kostnadsutveckling som förväntas äga rum fram till tid för avvecklingsarbetet. Branschen uppskattar att avvecklingskostnaden är cirka 4 procent av investeringskostnaden för vindparken. Beroende på vindparkens slutliga utformning (antal vindkraftverk, dess dimensioner, fundament, el/vätgasproduktion och så vidare) kan avvecklingsmetoder, typ av fartyg och utrustning komma att se annorlunda ut när avvecklingen väl ska ske och således påverka kostnaden.

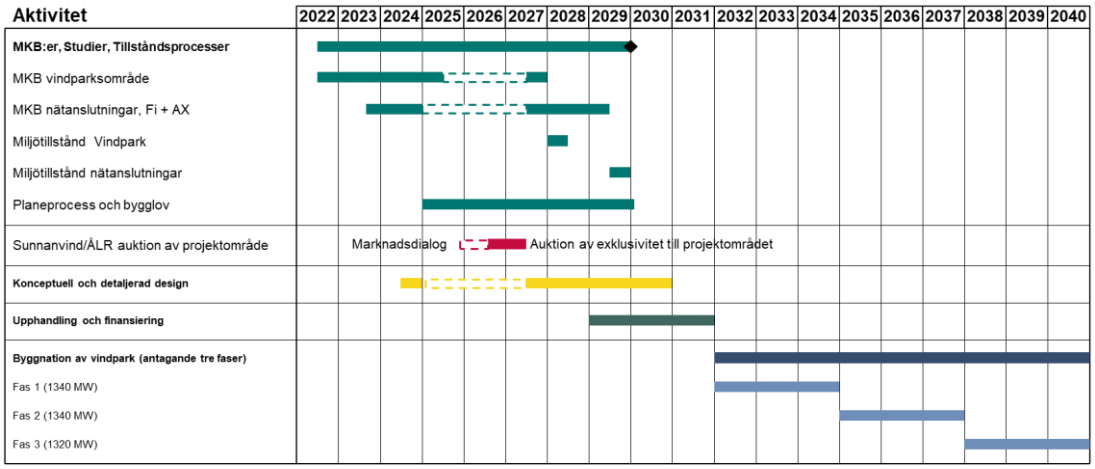
Bolaget förväntar sig att det i de kommersiella villkoren för vattenarrendet av projektområden för vindparken kommer att regleras hur finansieringen av avvecklingsfasen säkras så att vattenägaren kan vara säker på att medel alltid finns tillgängliga för avveckling av vindparken i slutet av dess livslängd i framtiden.

Medel för avveckling förväntas säkras via finansiella instrument som till exempel bank- eller försäkringsgarantier under projektutvecklingsprocessen efter att exklusivitet till vattenområdet erhållits, detta i god tid innan konstruktionsfasen inleds. Storleken på medlen som reserveras för avveckling kan då anpassas för den vindpark som kommer att byggas. Upplägget ger arrendegivaren kontroll över medlen oberoende av bolaget som utvecklar projektet. Alternativt kan krav på deponering av medel på konton som arrendegivaren har kontroll över användas för att säkra att tillräckligt med medel finns reserverat för avvecklingen av vindparken.

5.5 Preliminär tidplan för projektet

En övergripande tidplan som beskriver principerna för tillståndsprocesser, planering, och anläggningsarbeten för vindparken visas i Figur 37. Tidplanen visar storleksordningen på de olika faserna och hur de planeras i förhållande till varandra.

Tidplanen för projektet har delats upp i olika faser, vilka alla tar flera år i anspråk och delvis löper parallellt. Fasen med framtagande av miljökonsekvensbeskrivningar och tillståndsprocesser inleder, med till stor del parallellt arbete med design av vindparken. Designfasen innefattar bland annat val och utformning av fundament, vindkraftverk, kablar, rörledningar och plattformar. När designen tagit form påbörjas fasen med upphandling av tekniska komponenter och annat som krävs för installationen, där man räknar med vissa ledtider. Sista steget är byggnation av vindparken, vilken i nuläget antas ske med färdigställande i tre faser, delvis överlappande, där man i dagsläget ser att den första etappen kan vara färdigställd 2031.



Figur 37. Preliminär installationstidplan för Noatun Nord.

6. Förutsättningar och metodik för bedömningar av konsekvenser

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

6.1 Underlag och metoder för beskrivning av rådande förhållanden

Beskrivningen av rådande förhållanden har utgått från information och resultat som erhållits från ett antal olika projektspecifika undersökningar, mätningar, inventeringar, utredningar, modelleringar och beräkningar, vilka har omfattat bland annat tumlare, sediment, ljud, fåglar och fisk, se Tabell 15.

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

Tabell 15. De utredningar, inventeringar, modelleringar och undersökningar som genomförts specifikt för vindpark Noatun Nord och som utgjort underlag för miljökonsekvensbeskrivningen.

Utredning/undersökning	Utförd	Metod	Författare
Geofysisk kartering	2022	Inventering	Arctia, 2023
Framtagande av rapport för yrkesfiske	2024	Befintlig kunskap	NIRAS, 2024
Trafikanalys och nautisk riskanalys	2024	Befintlig kunskap	Sweco
Skuggor	2024	Beräkning	OX2
Luftburet ljud	2024	Beräkning	OX2, AFRY 2024
Beräkning av sedimentspridning	2024	Beräkning	AFRY, 2024
Modellering av undervattensljud	2023	Modellering	NIRAS, 2023
Beräkning av utspädning och inlagring av utsläppt kylvatten och saltlake	2024	Beräkning	AFRY, 2023
Beräkning av påverkan på hydrografiska förhållanden	2024	Beräkning, befintlig kunskap	AFRY, 2024
Simulering av fågelkollisionsrisk	2024	Modellering	AFRY, 2024
Modellering av bottenmiljöer	2022–2024	Inventering, befintlig kunskap, modellering	NIRAS
Miljöutredning (hydrografi, sediment, miljögifter, fiskar, bottenfauna och -flora, eDNA, tumlare, sälar, fladdermöss)	2024	Inventering, befintlig kunskap	NIRAS, 2024
Fågelinventeringar i Noatun Nord	2022–2024	Inventering	Avescapes Oy, 2024
Landskapsanalys	2024	Befintlig kunskap	AFRY, 2024
Fotomontage, animeringar och synbarhetsanalys (ZVI)	2024	Modellering	AFRY, 2024

Utredning/undersökning	Utförd	Metod	Författare
Analys kulturmiljö	2025	Befintlig kunskap	AFRY, 2025
Arkeologisk analys av multibeamdata	2024	Befintlig kunskap	Nordic Maritime Group, 2024
Förslag på områden för deponering av muddermassor	2024	Befintlig kunskap	NIRAS, 2024

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

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

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

6.2 Metodik för konsekvensbedömningar

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

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

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

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

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

- **Påverkan** – är den förändring av fysiska förhållanden som projektets genomförande medför. Det kan handla om exempelvis ljud, utsläpp av

föroreningar, förlust av värdefulla naturmiljöer, ökat antal transporter i området och så vidare. Påverkan kan vara lokal, regional eller nationell samt vara permanent eller temporär.

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

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

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

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

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

6.2.1 Beskrivning av potentiella påverkansfaktorer

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

I avsnitt 7 beskrivs närmare vilka påverkansfaktorer som påverkar respektive mottagare samt under vilken fas (anläggning, drift, avveckling) som påverkan uppstår.

6.2.2 Bedömning av (mottagarens) känslighet/värde

I ett andra steg bedöms och beskrivs mottagarens känslighet, alternativt värde. Mottagare i detta fall är de som kan påverkas av verksamheten och kan till exempel

avse en artgrupp, naturtyp eller andra intressen så som yrkesfiske eller landskapsbild. För de biologiska värdena används mottagarens känslighet och för andra intressen används känslighet/värde.

En mottagares känslighet bedöms utifrån:

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

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

6.2.3 Påverkans storlek och omfattning (effekt)

Effekten är en bedömning av påverkans storlek och omfattning (Tabell 16) och bedöms utifrån; geografisk utbredning, varaktighet i tid, storlek (magnitud) för påverkansfaktorn och sannolikheten för att påverkan inträffar. Påverkan utvärderas för relevanta påverkansfaktorer under den planerade verksamhetens olika faser enligt följande skala: ingen/obetydlig, liten, måttlig eller stor. Påverkan anges som positiv eller negativ.

Tabell 16. Beskrivning av nivåer av påverkans betydelse för mottagaren.

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

6.2.4 Bedömning av konsekvens

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

mycket stor och konsekvenserna kan vara antingen positiva eller negativa, se Tabell 17.

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

Tabell 17. Beskrivning av nivåer för konsekvensens betydelse för mottagaren.

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

I Tabell 18 redovisas den samlade skalan för känslighet och värde samt effekt och vilken konsekvens som sammantaget bedöms uppstå för respektive aspekt.

Tabell 18. Utvärderingsmatris avseende konsekvensernas nivåer.

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

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

6.3 Förutsättningar för konsekvensbedömningar

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

6.3.1 Bedömningar utifrån de två alternativa layouterna

Bolaget har tagit fram två representativa exempel på hur den planerade vindparken kan komma att utformas. Dessa exempel utgår från vindkraftverk med en effekt om 15 MW (utgår från 265 vindkraftverk) respektive 32 MW (utgår från 124 vindkraftverk). För de två alternativa lokaliseringarna skiljer sig placeringen av vindkraftverk åt. Med ökad effekt per verk ökar i regel också rotordiametern. Detta medför en ökad totalhöjd och att det krävs ett större avstånd mellan vindkraftverken. Vindkraftverkens effekt är inte styrande, men den används för att få en realistisk storlek på framtida vindkraftverk.

Den tekniska utvecklingen av bland annat fundament och vindkraftverk är mycket snabb och det är inte möjligt att vid tidpunkten för detta dokuments upprättande avgöra vilken teknisk lösning med avseende på tillverkning, installation, miljöpåverkan och produktion som kommer att vara mest lämplig när vindparken ska anläggas. Med anledning av detta beskrivs den miljöpåverkan som verksamheten potentiellt kan orsaka utifrån två alternativa layouter för vindparken. Bedömningarna baseras på antaganden om ett maximalt utformningsscenario som med betydande marginal tar höjd för vad som kan bli den största påverkan på miljön för vardera alternativ utformning.

För varje alternativ utformning har sedan ett så kallat värsta fall (worst case) definierats för de olika bedömda påverkansfaktorerna. Detta möjliggör en tydlig jämförelse mellan de två alternativen och säkerställer att bedömningarna tar höjd för vad som kan bli den största påverkan på miljön.

I Tabell 19 anges vilket worst case som bedömningarna utgår från när det gäller påverkan på identifierade möjliga mottagare. Worst case är beskrivet för varje alternativ utformning, detta möjliggör för en tydlig och objektiv jämförelse mellan de två alternativen. Beskrivning och avgränsning av påverkansfaktorer görs i avsnitt 7.

Tabell 19. Worst case -antaganden som använts i modelleringar/beräkningar för respektive påverkansfaktor kopplad till identifierade mottagare.

Påverkansfaktor	Alternativ 1	Alternativ 2	Mottagare
Sedimentsuspension	Borrning av monopilefundament i lera för worst case av koncentrationer suspenderat sediment och genomsnittlig pålagring. Borrning för monopile-fundament i hårt material för worst case av störst lokal pålagring. Muddring för gravitationsfundament worst case för transport av suspenderat sediment. Monopilefundament borras ner till sitt maximala förankringsdjup. Vid nedläggning av internt kabelnät och anslutningskablar utgår bedömningarna från att kablarna förläggs via spolning, den metod som orsakar störst sedimentsuspension. 265 stycken 15 MW turbiner anpassade för 80 meters djup. Maximal diameter 11,3 meter och 1 360 701 m^3 uppgrumlat material.	Borrning av monopilefundament i lera för worst case av koncentrationer suspenderat sediment och genomsnittlig pålagring. Borrning för monopile-fundament i hårt material för worst case av störst lokal pålagring. Muddring för gravitationsfundament worst case för transport av suspenderat sediment. Monopilefundament borras ner till sitt maximala förankringsdjup. Vid nedläggning av internt kabelnät och anslutningskablar utgår bedömningarna från att kablarna förläggs via spolning, den metod som orsakar störst sedimentsuspension. 124 stycken 32 MW turbiner, anpassade för 80 meters djup. Maximal diameter 15,2 meter och 1 273 548 m^3 uppgrumlat material.	Bottenflora och bottenfauna, fisk, marina däggdjur, Natura 2000
Sedimentation	Samma som för ”Sedimentsuspension”.	Samma som för ”Sedimentsuspension”.	Bottenflora och bottenfauna
Miljögifter och näringsämnen	Samma som för ”Sedimentsuspension”. Antagandet är att alla föroreningar som kan	Samma som för ”Sedimentsuspension”. Antagandet är att alla föroreningar som kan	Bottenflora och bottenfauna, fisk, marina däggdjur

Påverkansfaktor	Alternativ 1	Alternativ 2	Mottagare
	lösa sig i vatten också gör det.	lösa sig i vatten också gör det.	
Undervattensljud	Installation av monopilefundament, 16 meter i maximal diameter, eller fackverksfundament, 4 x 6 meter i maximal diameter, genom pålning, i mars månad när ljud-utbredningen är som störst. Användning av ljuddämpande åtgärder motsvarande dubbel bubbelgardin och mjuk uppstart utgör förutsättningar för modelleringen.	Installation av monopilefundament, 16 meter i maximal diameter, eller fackverksfundament, 4 x 6 meter i maximal diameter, genom pålning, i mars månad när ljud-utbredningen är som störst. Användning av ljuddämpande åtgärder motsvarande dubbel bubbelgardin och mjuk uppstart utgör förutsättningar för modelleringen.	Marina däggdjur, fisk
Luftburet ljud	265 vindkraftverk med rotor med 240 meter i diameter och totalhöjd 270 meter.	124 vindkraftverk med rotor med 390 meter i diameter och totalhöjd 420 meter.	Boendemiljö, rekreations- och friluftsområden, marina däggdjur
Magnetfält	Statiska kablar, internt kabelnät är begravda eller täckta och avger en maximal effekt om 23 µT vid havsbottnen.	Statiska kablar, internt kabelnät är begravda eller täckta och avger en maximal effekt om 23 µT vid havsbottnen.	Marina däggdjur, fisk, bottenfauna
Skuggor	265 vindkraftverk med rotor med 240 meter i diameter och totalhöjd 270 meter.	124 vindkraftverk med rotor med 390 meter i diameter och totalhöjd 420 meter.	Marina däggdjur, fisk
Reveffekter	Reveffekt bedöms inte utifrån ett worst case då inga negativa effekter förväntas uppkomma till följd av reveffekter.	Reveffekt bedöms inte utifrån ett worst case då inga negativa effekter förväntas uppkomma till följd av reveffekter.	Bottenflora och bottenfauna, fisk, marina däggdjur
Främmande arter	För främmande arter går det inte att definiera ett worst case. Anledningen till detta är att ett worst case skulle bygga på många olika antaganden och därmed bli väldigt spekulativt.	För främmande arter går det inte att definiera ett worst case. Anledningen till detta är att ett worst case skulle bygga på många olika antaganden och därmed bli väldigt spekulativt.	Bottenflora och bottenfauna, fisk, marina däggdjur

Påverkansfaktor	Alternativ 1	Alternativ 2	Mottagare
Indirekt påverkan av marint skräp	För indirekt påverkan av marint skräp går det inte att definiera ett worst case. Anledningen till detta är att ett worst case skulle bygga på många olika antaganden och därmed bli väldigt spekulativt.	För indirekt påverkan av marint skräp går det inte att definiera ett worst case. Anledningen till detta är att ett worst case skulle bygga på många olika antaganden och därmed bli väldigt spekulativt.	Marina däggdjur, fisk
Undanträngning	265 vindkraftverk med rotor med 240 meter i diameter och totalhöjd 270 meter. Minsta möjliga avstånd på fyra rotordiametrar (960 meter) mellan vindkraftverken.	124 vindkraftverk med rotor med 390 meter i diameter och totalhöjd 420 meter. Minsta möjliga avstånd på fyra rotordiametrar (1 560 meter) mellan vindkraftverken.	Fåglar
Barriäreffekter	265 vindkraftverk med rotor med 240 meter i diameter och totalhöjd 270 meter. Minsta möjliga avstånd på fyra rotordiametrar (960 meter) mellan vindkraftverken.	124 vindkraftverk med rotor med 390 meter i diameter och totalhöjd 420 meter. Minsta möjliga avstånd på fyra rotordiametrar (1 560 meter) mellan vindkraftverken.	Fåglar
Kollisioner	265 vindkraftverk med rotor med 240 meter i diameter och totalhöjd 270 meter. Minsta möjliga avstånd på fyra rotordiametrar (960 meter) mellan vindkraftverken.	124 vindkraftverk med rotor med 390 meter i diameter och totalhöjd 420 meter. Minsta möjliga avstånd på fyra rotordiametrar (1 560 meter) mellan vindkraftverken.	Fåglar, fladdermöss
Utsläpp av kylvatten och saltlake	Worst case utgår från 265 vindkraftverk med effekt om 15 MW och centraliserad vätgasproduktion med total elektrolyskapacitet på 3 975 MW.	Worst case utgår från 265 vindkraftverk med effekt om 15 MW (utgår även här från 265 verk, då det representerar worst case med avseende på installerad effekt) och centraliserad vätgasproduktion med total elektrolyskapacitet på 3 975 MW.	Fisk och marina däggdjur
Vattenintag för kylning och vätgasproduktion	Worst case utgår från 265 vindkraftverk med effekt om 15 MW och	Worst case utgår från 265 vindkraftverk med effekt om 15 MW (utgår	Fisk och marina däggdjur

Påverkansfaktor	Alternativ 1	Alternativ 2	Mottagare
	centraliserad vätgasproduktion med total elektrolyskapacitet på 3 975 MW. Intag av 61 519 ton/h av en vattenmassa som kan innehålla ägg och fisklarver.	även här från 265 verk, då det representerar worst case med avseende på installerad effekt) och centraliserad vätgasproduktion med total elektrolyskapacitet på 3 975 MW. Intag av 61 519 ton/h av en vattenmassa som kan innehålla ägg och fisklarver.	
Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen till vatten	För utsläpp till vatten går det inte att definiera ett worst case. Anledningen till detta är att ett worst case skulle bygga på många olika antaganden och därmed bli väldigt spekulativt.	För utsläpp till vatten går det inte att definiera ett worst case. Anledningen till detta är att ett worst case skulle bygga på många olika antaganden och därmed bli väldigt spekulativt.	Marina däggdjur, fåglar, Natura 2000
Fysisk påverkan på havsbotten	1,02 km^2 (cirka 0,15 procent) av vindparkens totala yta om 680 km^2 tas i anspråk varaktigt av fundament med tillhörande erosionsskydd vid användning av gravitationsfundament. Uppskattad längd för internkabelnätet är 400–800 kilometer för användning av 66 kV-kablar.	0,79 km^2 (cirka 0,12 procent) av vindparkens totala yta om 680 km^2 tas i anspråk varaktigt av fundament med tillhörande erosionsskydd vid användning av gravitationsfundament. Uppskattad längd för internkabelnätet är 400–800 kilometer för användning av 66 kV-kablar.	Bottenflora och bottenfauna
Fysisk störning i luftrummet	265 vindkraftverk med rotor med 240 meter i diameter och totalhöjd 270 meter.	124 vindkraftverk med rotor med 390 meter i diameter och totalhöjd 420 meter.	Luftfart
Visuell effekt	265 vindkraftverk med rotor med 240 meter i diameter och totalhöjd 270 meter.	124 vindkraftverk med rotor med 390 meter i diameter och totalhöjd 420 meter.	Landskap, rekreation och friluftsliv, kulturmiljö
Hydrografiska förändringar	265 vindkraftverk med de fundament som ger upphov till störst hydrografiska	124 vindkraftverk med de fundament som ger upphov till störst hydrografiska	Bottenflora och bottenfauna

Påverkansfaktor	Alternativ 1	Alternativ 2	Mottagare
	förändringar. I föreliggande fall monopile med en bottendiameter om 10,3 meter eller. 265x15 MW gravitationsfundament med en genomsnittlig diameter på 15,5 meter. Upp till 10 plattformar med vardera 16 pålar av 6 meter diameter.	förändringar. I föreliggande fall monopile med en bottendiameter om 14,5 meter eller gravitationsfundament med genomsnittlig diameter på 24,7 meter. eller 124x32 MW gravitationsfundament med en genomsnittlig diameter på 24,7 meter. Upp till 10 plattformar med vardera 16 pålar av 6 meter diameter.	
Nautiska risker	265 vindkraftverk med rotor med 240 meter i diameter och totalhöjd 270 meter.	124 vindkraftverk med rotor med 390 meter i diameter och totalhöjd 420 meter.	Sjöfart

6.3.2 Skyddsåtgärder

Som en förutsättning för den sökta verksamheten kommer ett antal skyddsåtgärder enligt slutligen konstaterat behov och tillståndsvillkor att vidtas för att minska den planerade vindparkens effekter och konsekvenser. De skyddsåtgärder som kommer att vidtas redovisas i huvudsak i avsnitt 13 och omfattar bland annat följande skyddsåtgärder vilka utgjort utgångspunkter för konsekvensbedömningarna:

- Geofysiska undersökningar med metoderna sidoavsökande sonar (side-scan sonar) och multistråleekolod (multibeam echosounder) kommer att användas i frekvenser överstigande 200 kHz för att ligga utanför tumlares hörselspann.

- Vid undersökningar med seismisk utrustning tillämpas skyddsåtgärder genom soft-start, passiv akustisk övervakning och observatörer.

- Tekniker som minskar ljudspridning som exempelvis dubbel bubbelgardin och Hydro Sound Damper (HSD) eller motsvarande kommer att användas vid pålning (HSD används på grund av tekniska begränsningar ej vid pålning av fackverksfundament).

- Pålning ska inledas med mjuk uppstart (soft start), varefter styrkan i hammarslagen succesivt trappas upp (ramp-up). Även akustiska metoder ska användas för att mota bort fisk och marina däggdjur innan perioden med soft-start och ramp-up inleds.

- Frigången mellan vattenytan och rotorbladen har satts till 30 meter, vilket har betydelse för områdets sjöfåglar samt eventuella migrerande och födosökande fladdermöss. De flesta sjöfåglar i området flyger lågt vilket innebär att en högre frigång medför en lägre kollisionsrisk. Migrerande fladdermöss har observerats flyga på öppet vatten på låg höjd (<10 meter).

- Utmärkning av vindparken sker i enlighet med gällande riktlinjer.

- Vindparkens utbredning ska framgå tydligt i sjökort.

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

6.3.3 Samverkande effekter

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

Befintliga och planerade verksamheter, som påbörjat MKB-processen, inom 100 kilometers radie från Noatun Nord har tagits i beaktande för bedömningen av samverkande effekter. Projekt som planeras och som befinner sig i utredningsstadiet är sällan tillräckligt väldefinierade för att det ska gå att göra en bedömning av samverkande effekter med hög grad av säkerhet och tillförlitlighet. Dessa projekt kommer därför endast i den mån det är möjligt att ingå i bedömningen av samverkande effekter och baseras utifrån vad som är känt om de planerade projekten vid tidpunkten för detta dokuments upprättande.

6.4 Osäkerheter i bedömningen

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

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

7. Påverkansfaktorer till följd av planerad verksamhet

I detta avsnitt beskrivs de miljöeffekter som den planerade vindparken kan ge upphov till, samt de påverkansfaktorer och förutsättningar som ligger till grund för konsekvensbedömningen. I avsnitt 9 beskrivs hur de förändringar som planerad verksamhet kan ge upphov till påverkar de olika mottagarna.

De påverkansfaktorer som bedömts relevanta att beskriva och som ingår i konsekvensbedömningen beskrivs i avsnitt 7.1.

7.1 Bedömda påverkansfaktorer

De påverkansfaktorer som beaktas i miljöbedömningen för den planerade vindparkens olika faser (anläggningsfas, driftsfas och avvecklingsfas) redovisas i Tabell 20. Urvalet av bedömda påverkansfaktorer baseras dels på ett antal olika påverkansfaktorer som är direkt eller indirekt relaterade till havsbaserade vindparker, dels på de yttranden som har inkommit vid genomförda samråd.

Tabell 20. De påverkansfaktorer som beaktats i miljöbedömningen för den planerade vindparkens olika faser. Påverkansfaktorer som ingår i bedömningarna indikeras med X för respektive fas.

Påverkansfaktor	Anläggningsfas	Driftsfas	Avvecklingsfas
Sedimentsuspension	X	X	X
Sedimentation	X	X	X
Miljögifter och näringsämnen	X	X	X
Undervattensljud	X	X	X
utsläpp buret ljud	X	X	X
Magnetfält		X	
Skuggor		X	
Främmande arter	X	X	X
Reveffekter		X	X
Indirekt påverkan av marint skräp		X	
Undanträngningseffekter	X	X	X
Barriäreffekter	X	X	X
Kollisioner	X	X	X
Fysisk påverkan på havsbotten	X	X	X
Fysisk störning i luftrummet	X	X	X
Visuell effekt	X	X	X
Utsläpp av saltlake		X	

Påverkansfaktor	Anläggningsfas	Driftsfas	Avvecklingsfas
Vattenintag för kylning och vätgasproduktion		X	
Utsläpp av kylvatten		X	
Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen	X	X	X
Hydrografiska förändringar		X	
Begränsad tillgänglighet för yrkesfisket	X	X	X
Förändrad tillgång till fisk	X	X	X
Förändrat fisketryck		X	
Nautiska risker	X	X	X
Mikroplast, Bisfenol och PFAS		X	

7.1.1 Sedimentsuspension

Under framför allt anläggningsfasen, men även i ringa omfattning under avvecklingsfasen, kommer den planerade verksamheten att ge upphov till en uppslamning av konsoliderat bottensubstrat (vid borrning genom fast material, muddring för gravitationsfundament och/eller pålning samt eventuell deponering av sediment inom området) samt resuspension av bottensediment (genom störning av de lösa bottensedimenten). Resuspension innebär att små partiklar av organiskt och oorganiskt material som tidigare sedimenterat på havsbotten rörs upp i vattenkolumnen och hamnar i suspension. Koncentrationen av suspenderat material, det vill säga mängden material som förekommer suspenderat i vattenkolumnen, är ett mått på grumligheten och mäts i milligram per liter (mg/l).

Under anläggningsfasen ger installationen av fundament, erosionsskydd, internt kabelnät och internt rörledningsnät upphov till sedimentsuspension.

Under driftsfasen förväntas endast en mycket begränsad resuspension av sediment uppstå, exempelvis vid eventuella åtgärder på de bottenförlagda kablarna eller rörledningarna.

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

7.1.2 Sedimentation

Sedimentationen kan mätas som tjockleken på det lager av uppslammat material och resuspenderat sediment som till slut lägger sig på botten och överlagrar bottenytan. Sedimentation är en naturligt förekommande process, men mänskliga aktiviteter både

på land och till havs kan ge upphov till förändringar av sedimentationen, med avseende på mängden material som sedimenterar, samt sedimentens sammansättning och utbredning.

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

Under driftsfasen förväntas endast en mycket begränsad resuspension av sediment ske, se avsnitt 7.1.1, vilket innebär att även sedimentationen förväntas bli mycket begränsad.

7.1.3 Miljögifter och näringsämnen

Under anläggningsfasen kan miljögifter och näringsämnen som förekommer bundna i bottensedimenten frigöras och spridas vid borrning och/eller pålning (se även avsnitt och7.1.1 avsnitt 7.1.2). I projektområdet förekommer erosionsförhållanden, särskilt i de södra, grundare delarna. Alla områden med exponerad berggrund och lera/silt i ytan kan antas vara dominerade av erosion (Arctia, 2023c). Där bottensubstratet utgörs av gyttjelera antas i stället ackumulationsförhållanden råda, där material som sedimenterar förblir liggande. Ackumulationsbottnarna utgör därmed ”slutstationen” för det sedimenterade materialet.

De flesta miljögifter (organiska samt oorganiska) och näringsämnen ligger bundna till sedimentpartiklar och organiskt material och kan därmed ansamlas på ackumulationsbottnarna. Så länge ingen störning av bottnarna förekommer ligger sedimentpartiklarna, och därmed även eventuella bundna miljögifter och näringsämnen, kvar på ackumulationsbottnarna. Eftersom sedimentation sker mer eller mindre kontinuerligt på ackumulationsbottnarna kan sedimenterade miljögifter och näringsämnen därmed överlagras efterhand.

Samtliga ytliga sediment i Östersjön innehåller miljögifter och näringsämnen även om innehåll och halter varierar. Halten metaller, som även kan ha naturliga källor, i sediment varierar mellan havsområdet beroende på mänskliga aktiviteter, geologisk variation och hur syresatta sedimenten är. Organiska föroreningar har däremot övervägande mänskligt ursprung där en del av ämnena kan ha transporterats långa sträckor i atmosfären medan andra ämnen huvudsakligen tillförs Östersjön direkt eller via vattendrag.

Miljögifter och näringsämnen i bottensedimenten kan spridas till överliggande vatten, i samband med resuspension av sediment. Då kan miljögifterna eventuellt också påverka marina organismer. Resuspension sker vid anläggnings- och (i ringa omfattning) avvecklingsfasen. En eventuell spridning följer då spridningen av sedimentpartiklarna och återsedimenterar tillsammans med dessa.

Under driftsfasen förväntas endast en mycket begränsad resuspension och sedimentation uppstå, se avsnitt 7.1.1 och 7.1.2. De miljögifter som har störst risk för spridning är de som sitter bundna till de finaste sedimentfraktionerna. Dessa fraktioner kan spridas långt men modelleringen visar att de snabbt späds ut.

Bolaget har begärt ett expertutlåtande från Strålsäkerhetscentralen (STUK) (2024) gällande risken för radioaktiva ämnen i sedimentet norr om Åland, utifrån frågeställningen om detta skulle kunna frigöras vid resuspension och på så sätt orsaka hälsorisker. Det förekommer radioaktiva ämnen i sediment i Östersjön, men bedömningen i utlåtandet är att dessa inte orsakar hälsoskada för människor eller organismer.

Spridningen av miljögifter och näringsämnen bedöms vara så begränsad att den inte kommer att medföra påverkan för människors hälsa. Eftersom påverkan på säl och tumlare från miljögifter bedöms vara obetydlig (se avsnitt 9.4 och 9.5), bedöms även påverkan på människors hälsa vara obetydlig då vi befinner oss på liknande nivå i näringskedjan. Därmed behandlas inte påverkan på människors hälsa av miljögifter och näringsämnen vidare i föreliggande miljökonsekvensbeskrivning.

7.1.4 Undervattensljud

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

Undervattensljud, framför allt impulsiva ljud, kan påverka marina däggdjur och fisk genom att orsaka olika beteendeförändringar, eller genom att orsaka tillfällig (TTS) eller permanent hörselnedsättning (PTS).

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

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

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

Vid tidpunkten för detta dokuments upprättande finns det inga befintliga verksamheter motsvarande den inom vindpark Noatun Nords planerade vätgasproduktion. Det finns

därför ingen praktisk erfarenhet gällande vilka nivåer av undervattensljud som uppkommer, bedömningar har därför baserats på befintlig kunskap rörande liknande verksamheter samt hur ljud sprids i vatten.

Ljud härrörande från produktionen av vätgas kan exempelvis uppkomma när vätgasen flödar genom det interna rörledningsnätet. Vidare kan även driften av pumpar, kompressorer och annan maskinutrustning som används för att upprätthålla tryck och flöde i rörledningarna leda till undervattensljud. Förhöjda ljudnivåer uppkommer emellertid endast i det absoluta närområdet för rörledningarna och i mycket begränsad omfattning. Det förekommer även mekaniskt ljud från anläggningarna för produktion av vätgas, vilket i likhet med mekaniskt ljud för vindkraftverk kan föras ned genom fundamenten varifrån det kan spridas till den omedelbart angränsande vattenmassan som lågfrekvent ljud.

Luftburet ljud bedöms inte ge upphov till undervattensljud, se avsnitt 7.1.24.

7.1.5 Elektromagnetiska fält

Inom den planerade vindparken Noatun Nord kommer ett internt kabelnät att anläggas. Det interna kabelnätet kommer att bestå av nedgrävda eller på havsbotten förlagda statiska kablar, se avsnitt 4.14. Kring elkablar bildas elektriska och magnetiska fält, samlat benämnt elektromagnetiska fält. Både växelströms- och likströmskablar generar elektromagnetiska fält. Växelström genererar ett växlande magnetfält medan likström genererar ett statiskt magnetfält.

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

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

De elektromagnetiska fälten från kablarna kan även påverka hydroakustiska och elektromagnetiska undervattenssensorer, vilka utgör en viktig del i Försvarsmaktens förmåga att upptäcka undervattensfarkoster (FOI, 2022).

7.1.6 Reveffekter

Anläggandet av den planerade vindparken medför en introduktion av nya, hårda undervattensstrukturer i form av fundament, erosionsskydd, eventuella förankringslinor samt eventuella kabel- och rörledningsskydd inom vindparken. Om dessa anläggs på mjukbottnar övergår bottensubstratet vid anläggningsplatsen från mjuk- till hårdbotten. De tillkommande hårda strukturerna och ytorna skapar förutsättningar för etablering av hårdbottenarter och strukturerna kan då komma att fungera som artificiella rev. Att tillgängligt utrymme koloniseras av olika arter är en naturlig process som sker vid introduktion av nya hårda strukturer i havet.

Förutsättningarna för kolonisering av de nya strukturerna är beroende av en mängd olika faktorer, bland annat tillgången till ljus, djupförhållanden, salt- och syrehalten i vattnet samt även på undervattensstrukturernas konstruktion.

Vindkraftverkens fundament är unika jämfört med de flesta andra typer av artificiella rev genom att de bildar vertikala strukturer som penetrerar hela vattenkolumnen och en ny livsmiljö kan därmed teoretiskt sett skapas från havsytan ner till havsbotten. Ljusberoende arter kan etablera sig på de övre delarna av fundamenten medan djuplevande organismer kan etablera sig på de nedre delarna eller på de eventuella erosionsskydden.

Det minsta avståndet mellan fundamenten är ungefär fyra rotordiametrar, därmed är det osannolikt att fundamenten och erosionsskydden kan komma att fungera som en sammanhängande revliknande livsmiljö. En sådan miljö kännetecknas av en utsträckt och obruten stenig eller klippig struktur med en mångfald av liv. Reveffekter kan dock uppstå punktvis vid de enskilda fundamenten och kan bidra lokalt till en ökad biologisk mångfald.

Det är sannolikt att varje fundament kommer att koloniseras och då främst av sessila organismer (det vill säga organismer som lever fästa på ett underlag), så som havstulpaner, blåmusslor och fintrådiga alger.

Artificiella rev attraherar fisk och kräftdjur samt skapar substrat åt fastsittande ryggradslösa djur och vegetation. Artificiella rev används ofta för att öka mängden fisk inom ett avgränsat havsområde (Bohnsack & Sutherland, 1985) och inom flera etablerade vindparker har tydliga reveffekter observerats.

Undersökningar i och kring den planerade vindparken visade att fisksamhället dominerats av bland annat tånglake, strömming, rötsimpa och storspigg, och att det finns en del arter i området som skulle kunna gynnas av en reveffekt.

7.1.7 Främmande arter

I samband med etableringen av vindparken tillförs hårdbottenytor i form av fundament, erosionsskydd samt eventuella kabel- och rörledningsskydd till ett område som till stora delar utgörs av mjukbottnar. Dessa tillförda hårdbottenytor kan potentiellt utgöra habitat för främmande arter, vilka inte förekommer naturligt inom området. Det måste dock beaktas att antalet främmande arter som har goda förutsättningar att etablera sig inom den planerade vindparken och inom Östersjön är begränsat, då de rådande brackvattenförhållandena inte utgör en optimal livsmiljö för många marina eller sötvattenslevande arter.

Det förekommer emellertid redan hårdbottnar naturligt inom projektområdet för den planerade vindparken, se 3.8.3. Förutsättningar för eventuella främmande arter att etablera och sprida sig i området finns därmed redan naturligt inom vindparken.

Under anläggnings-, drifts- och avvecklingsfasen förekommer fartyg, vilka använder sig av barlastvatten, inom området. För internationella fartyg kan barlastvattnet medföra en risk för att främmande arter introduceras och sprids. Eftersom de flesta komponenter under anläggningsfasen kommer att fraktas från en slutmonteringshamn i Östersjön direkt till projektområdet kan en eventuell risk för introduktion och spridning av främmande arter i samband med dessa transporter undvikas.

En del komponenter kan dock komma att fraktas från internationella tillverkare direkt till projektområdet. Dessa fartyg och samtliga övriga fartyg som genomför internationella resor omfattas av barlastkonventionen, vilken inrättats med syftet att förhindra introduktion och spridning av främmande organismer. Konventionen har införts i åländsk lagstiftning genom lagen om sättande i kraft av de bestämmelser som hör till området för lagstiftningen i den internationella konventionen om kontroll och hantering av fartygs barlastvatten och sediment (FFS 472/2016).

7.1.8 Indirekt påverkan av marint skräp

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

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

7.1.9 Undanträngningseffekter

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

7.1.10 Barriäreffekter

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

7.1.11 Kollisioner

Under vindparkens samtliga faser föreligger en risk för att flygande fåglar kolliderar med vindkraftverkens torn eller rotorblad. Marina dykänder flyger normalt sett lågt över vattenytan under dagtid, vilket innebär att de flyger under rotorbladen, vilket medför en låg risk för kollisioner (Fox & Petersen, 2019). Fåglar kan även kollidera med andra hinder i omgivningen, och vindpark Noatun Nord innebär därmed även en risk för att fåglar kolliderar med fartyg och redskap som används vid anläggnings- eller avvecklingsarbeten.

7.1.12 Fysisk påverkan på havsbotten

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

Den planerade vindparken kommer under driftsfasen att ta bottenyta i anspråk där fundament, eventuella förankringsanordningar och kablar samt rörledningar anläggs. Hur stor yta som tas i anspråk beror främst på vilken typ av fundament som kommer att användas, antalet vindkraftverk och plattformar, hur stora sträckor interna kablar samt/eller rörledningar som behöver förläggas ovanpå havsbotten samt i vilken omfattning som erosionsskydd behöver anläggas.

7.1.13 Fysisk störning i luftrummet

Flygsäkerhet

Vindkraftverk som uppförs inom vissa avstånd från en flygplats kan medföra en risk för påverkan på flygsäkerheten och tillgängligheten till flygplatsen, samt även påverkan på navigationsutrustning och vissa flygprocedurer för luftfarten. Påverkan kan uppstå dels som ett resultat av vindkraftverkens fysiska närvaro i luftrummet, dels genom vindkraftverkens hinderbelysning.

Försvarsmaktens verksamhet

Vindkraftverk kan medföra en påverkan på Försvarsmaktens olika fasta tekniska system, däribland spaningsradar, väderradar, radiokommunikation och signalspaning (FOI, 2022). Vindkraftverkens påverkan på Försvarsmaktens fasta system beror framför allt på deras fysiska utsträckning i luftrummet, vilket kan orsaka blockering och reflexer av de elektromagnetiska signalerna som används av radarsystem och radiolänkar. Därutöver kan vindkraftverk även påverka andra delar av Försvarsmaktens verksamhet, exempelvis förutsättningarna för att bedriva lågflygning eller annan övningsverksamhet med flygstridskrafter.

Övrig verksamhet

I likhet med Försvarsmaktens olika system kan vindparken även medföra påverkan för civil väderradar och civila radiosystem. Gällande radiosystem återkom kontaktade radiobolag inte med något utlåtande i samrådsskedet. Även om det inte finns egentlig lagstadgad skyldighet till detta i Finland, är det enligt kutym vindparksägaren som ska se till att eventuella störningar i televisions- och radiomottagning åtgärdas.

För väderradar gäller det i Finland att vindkraftverk inte får placeras närmare än 5 kilometer. Om vindkraftverk placeras närmare väderradar än 20 kilometer krävs utlåtande och godkännande av Meteorologiska institutet. Närmaste väderradar i Finland finns i Korpo på cirka 80 kilometers avstånd. Noatun Nord kan därför inte medföra störningar för väderradar i Finland och utlåtande av Meteorologiska institutet krävs inte.

7.1.14 Visuell effekt

Uppförande av en havsbaserad vindpark ger upphov till en visuell påverkan. Även vindparkens hinderbelysning kommer att påverka det visuella intrycket, särskilt efter mörkrets inbrott. Hur vindkraftverk visuellt påverkar landskapet beror bland annat på verkens storlek, antal, placering, ljusförhållanden, siktförhållanden, betraktningsavstånd samt tidpunkt på dygnet. Den visuella påverkan av vindkraftverken minskar med avståndet och är också beroende av landskapets naturgivna förutsättningar. I området där vindpark Noatun Nord planeras finns de öppna havsvidderna, vilket innebär att det inte finns någon vegetation eller topografi. Verkens visuella inverkan kan beröra landskapets karaktär, upplevelsevärden för rekreation och friluftsliv samt landskapets kulturhistoriska innehåll. Karaktär avser landskapet som en helhet, det vill säga naturgeografiska förhållanden ur ett holistiskt perspektiv, övergripande strukturer och enskilda element. Det är primärt landskapets karaktär som påverkas av vindkraftsanläggningar (Nordström, 2003).

Vindparken kommer att märkas ut med flyghinderbelysning, vilken ger upphov till ett artificiellt ljus, dels i form av ett högintensivt vitt ljus samt ett mindre intensivt vitt ljus, dels i form av ett medelintensivt rött ljus. Det artificiella ljuset kommer att vara synligt på relativt stora avstånd. Utformning, placering och användning av hinderbelysning regleras genom föreskrifter från myndigheter, sökande kommer att tillämpa den lösning som innebär minst påverkan.

7.1.15 Utsläpp av saltlake

Till följd av vätgasproduktionen kommer utsläpp av saltlake ske inom projektområdet. Saltlaken kommer att ha ungefär dubbelt så hög salthalt jämfört med det omgivande havsvattnet. Utsläpp med annan salthalt kan påverka stabiliteten i vattenmassan om vatten med en annan densitet än det omgivande havsvattnet släpps ut. Emellertid planeras saltlaken att släppas ut tillsammans med kylvattnet, vilket ger en omedelbar utspädning av saltlaken. Eftersom kylvattenflödet är betydligt större än saltlakeflödet kommer salthalten i det utsläppta vattnet endast vara någon tiondels psu högre än omgivande havsvatten vid utsläppspunkten. Efter utsläppet sker ytterligare utspädning vilket leder ännu lägre salthalt i det utsläppta vattnet.

7.1.16 Vattenintag för kylning och vätgasproduktion

Till vätgasproduktionen kommer vattenintag för kylning och vätgasproduktion att ske inom området. Vattenintaget kommer medföra att organismer som befinner sig i närheten av intaget och inte kan simma undan riskerar att sugas in. Intaget av havsvatten (djup och placering) kan anpassas för att skapa de mest optimala förutsättningarna för omgivningen. Därutöver kommer teknik väljas som minimerar risken för att organismer sugs in.

7.1.17 Utsläpp av kylvatten

Till följd av vätgasproduktionen kommer utsläpp av kylvatten att ske inom projektområdet under driftsfasen. Kylvattnet som släpps ut är varmare än det omgivande vattnet, vilket innebär en uppvärmning av vattenmassan. En förändring i temperatur skulle eventuellt kunna medföra påverkan på, framför allt, organismer som är känsliga för förändringar i vattentemperatur.

7.1.18 Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen

Utsläpp till vatten av miljö- och hälsofarliga ämnen (exempelvis oljor och drivmedel) under anläggningsfasen, driftsfasen eller avvecklingsfasen kan uppstå som ett resultat av läckage, olyckor eller haverier och kan komma från fartyg och/eller vindparkens olika komponenter. Skulle ett utsläpp ske inom vindparken styr rådande vind- och strömförhållanden vart utsläppet tar vägen. Avståndet mellan vindparken och närmast belägna Natura 2000-område är ungefär fem kilometer.

Hur stor skada ett utsläpp/läckage kan orsaka beror till stor del på utsläppets omfattning och egenskaperna hos det ämne som släppts ut. Tyngre och mer svårlösliga komponenter utgör det allvarligaste hotet eftersom dessa ofta hamnar på bottnarna till slut.

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

För att förebygga risken för olyckor och begränsa påverkan vid en eventuell olycka kommer en beredskaps- och räddningsplan att upprättas i samråd med berörda myndigheter. I planen kommer bland annat framkomligheten vid eventuella olyckor eller utsläpp, samt möjligheten till sanering av oljeutsläpp eller utsläpp av andra kemiska produkter som kan innebära påverkan på omgivningen att beskrivas. Det kommer under projektets samtliga faser att finnas en hög beredskap för utsläpp och läckage och ett eventuellt utsläpp eller läckage förväntas upptäckas och hanteras omedelbart. Ett snabbt omhändertagande av ett eventuellt utsläpp till vatten minskar avsevärt risken för att utsläppet hinner sprida sig till de känsligaste miljöerna.

7.1.19 Hydrografiska förändringar

Hydrografiska förändringar i form av förändrade ström-, våg-, omblandnings- och substratförhållanden kan, beroende av förändringarnas art och omfattning, potentiellt påverka den omgivande vattenmiljön. Påverkan uppstår under driftsfasen dels lokalt omkring fundamenten, dels i området i och i lä om vindparken där vindhastigheten nära vattenytan blir reducerad. Omstrukturering av botten kan ge en förändrad hydrodynamik som i sin tur kan leda till en förändring av bottensubstrat på platsen (Hammar, et al., 2009). SMHI (Arneborg, et al., 2023) har diskuterat relevansen i att bedöma den kumulativa påverkan av framtida planerade vindparker i Östersjön. Författarna diskuterar uppmätta variationer i salthalt och presenterar hypotesen att dessa uppstår som följd av minskad omblandning eller minskat omblandningsdjup i vindvaken. Förändringarna som noterats i salthalt är dock inte större än naturliga variationerna.

7.1.20 Begränsad tillgänglighet för yrkesfisket

Etableringen av en havsbaserad vindpark begränsar tillgängligheten för yrkesfisket till framför allt projektområdet under vindparkens anläggnings-, drifts- och avvecklingsfas.

7.1.21 Förändrad tillgång till fisk

Under anläggningsfasen skulle undervattensljud från framför allt pålning eventuellt kunna medföra att fisk temporärt kan komma att trängas undan från det område där pålning pågår, vilket skulle kunna medföra en tillfällig förändring av tillgången till fisk. Under vindparkens drifts- och avvecklingsfas kan eventuella reveffekter medföra positiva effekter för fiskbestånden, vilket kan leda till att tillgången till fisk ökar inom vindparken och dess närområde.

7.1.22 Förändrat fisketryck

Ett minskat fisketryck medför positiva effekter för fiskebestånden, vilket över tid kan leda till att tillgången till fisk ökar inom vindparken och inom dess närområde. Visst fiske, som nyttjar andra metoder än trålning kommer troligen att kunna fortgå inom vindparken.

7.1.23 Nautiska risker

Etableringen av en havsbaserad vindpark kan påverka de nautiska riskerna inom vindparkens närområde med avseende på exempelvis sannolikheten för kollisioner mellan fartyg samt allisioner mellan fartyg och vindkraftverk och/eller plattformar. En havsbaserad vindpark kan även medföra vissa risker för radarstörningar.

7.1.24 Luftburet ljud

Ljud påverkar människors hälsa och möjligheten till god livskvalitet. Förekomsten av ljud påverkar människor olika beroende på typ av ljud, styrkan, frekvensen, hur det varierar över tid och i vilken situation man utsätts för det.

Vindkraftverk i drift avger två typer av ljud; mekaniskt och aerodynamiskt. Det mekaniska ljudet alstras från bland annat generator, fläktsystem och i förekommande fall växellåda. I moderna vindkraftverk har man lyckats eliminera det mekaniska ljudet i stor utsträckning genom isolering av maskinhuset och elastisk montering av växellådan. Upplevelser av ljud från vindkraftverk har varit föremål för flera studier.

Det aerodynamiska ljudet utgör den dominerande delen av ljudet från ett vindkraftverk och uppstår på grund av rotorbladens passage genom luften. Vid nära avstånd uppfattas detta vanligtvis som ett väsande eller svischande ljud, medan det på större avstånd ändrar karaktär och blir dovare. Det aerodynamiska ljudet bestäms bland annat av bladspetsens hastighet, bladformen samt luftens turbulens. Av denna anledning har varje turbinmodell en specifik ljudeffektnivå (källjud). Ljudspridningen från olika vindkraftverk och leverantörer är således inte samma vid samma vindhastighet.

Ljudnivån avtar med avståndet från vindkraftverken. Ljudets hörbarhet och utbredningsförmåga beror på meteorologiska förhållanden, främst vindhastighet, fuktighet och lufttemperatur. Vatten är akustiskt hårt, vilket medför att ljudvågorna har en god reflexionsförmåga och kan höras över större avstånd i förhållande till exempelvis landbaserad vindkraft.

Ljud ovan vatten är emellertid inte inkluderat som en påverkansfaktor för marint liv i Vindvals syntesrapport om kunskapsläget 2021 (Vindval, 2022). Därtill kommer marina däggdjur som tumlare endast upp till vattenytan för att andas och bedöms därför inte

påverkas av luftburet ljud. Påverkansfaktorn luftburet ljud kopplat till vindkraftverk anses därför inte vara av relevans för de djurgrupper som bedöms kunna förekomma inom Noatun Nord.

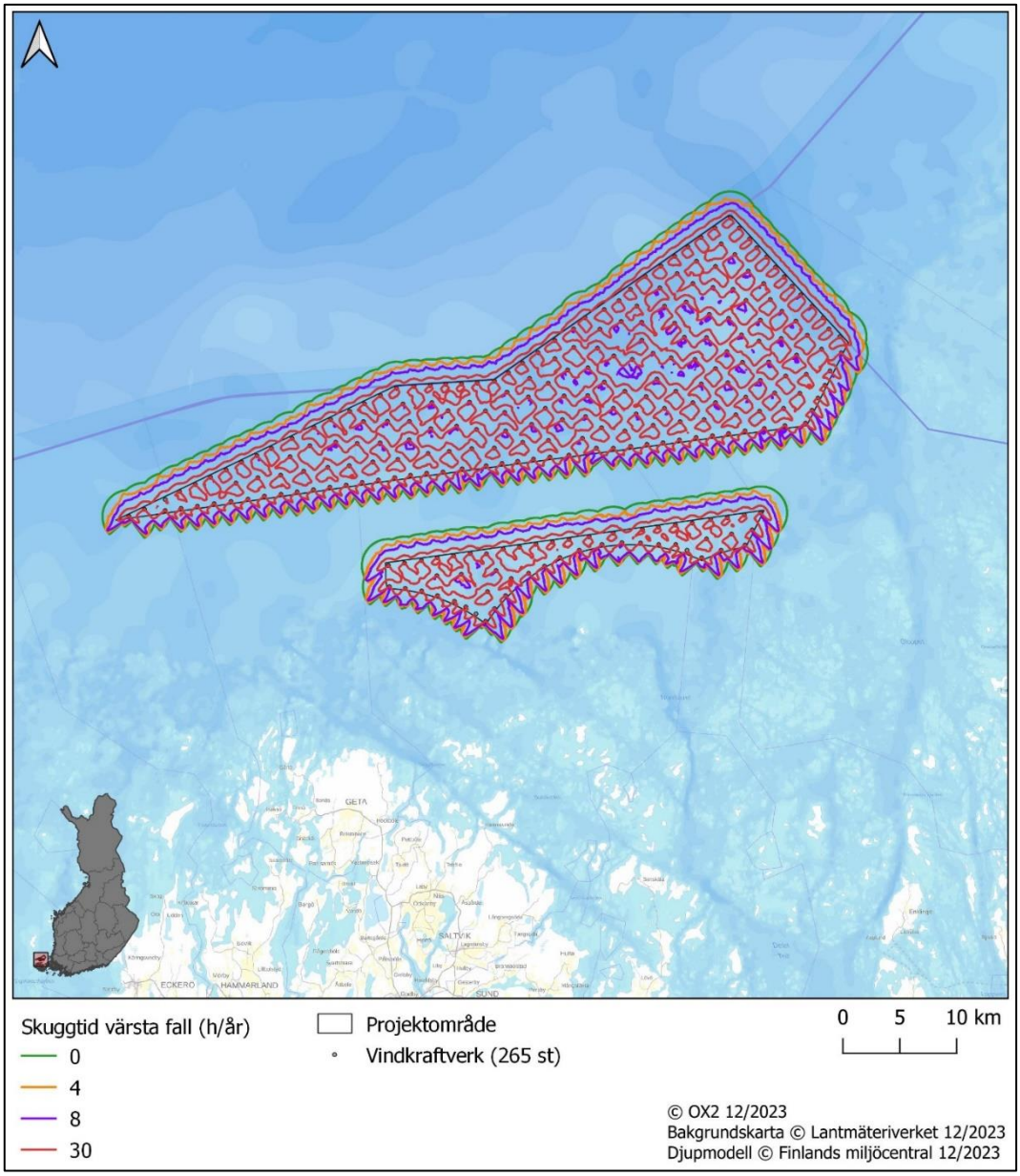
7.2 Avskrivna påverkansfaktorer

7.2.1 Skuggor

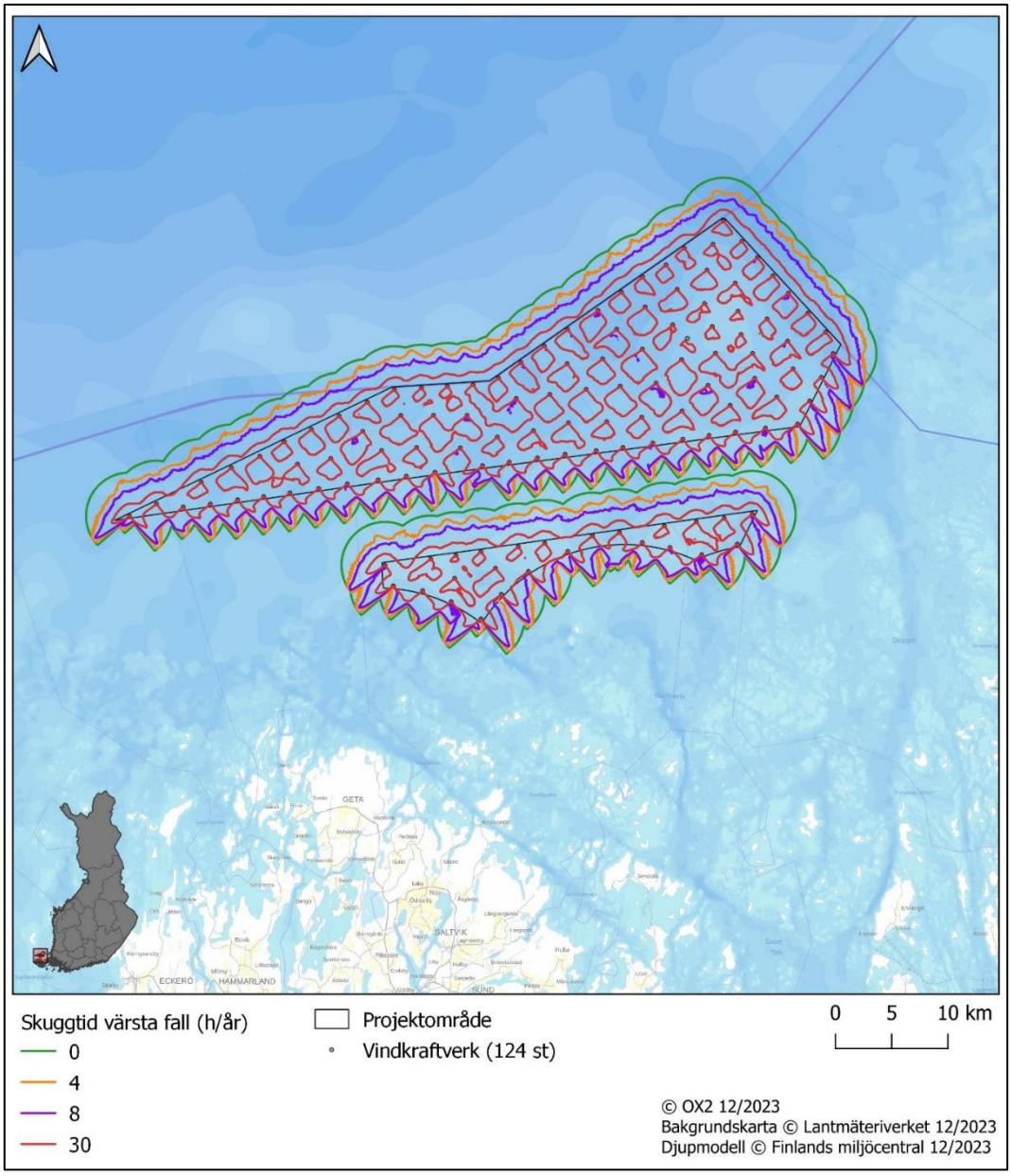
Vid drift kommer vindkraftverken (och övriga anläggningsdelar) att ge upphov till olika typer av skuggeffekter. En relativt stationär skugga förekommer runt varje torn och ändrar karaktär efter solens läge i förhållande till tornet, likt ett solur. Därtill kan vindkraftverkens rotorblad orsaka roterande skuggor när verken är i drift. Detta uppkommer genom att rotorbladen antingen bryter eller reflekterar solstrålar eller artificiell belysning.

Solens läge på himlen, tidpunkt på dygnet, årstid, väder, siktförhållanden, topografi och vågrörelser i vattnet har betydelse för i vilken utsträckning skuggor uppfattas som störande för omgivningen. Det begränsade siktdjupet innebär att skuggorna inte kan tränga ner till djupare vatten.

Skuggor från vindkraftverken (samt från övriga anläggningsdelar) har identifierats som en möjlig påverkansfaktor och har därmed beaktats vid framtagandet av miljökonsekvensbeskrivningen. Emellertid framgår det i Figur 38 och Figur 39 att det endast är en mycket begränsad del utanför projektområdet som skuggning förekommer inom, se även Bilaga 4. Skuggor kommer endast att uppkomma på vattnet och i vattnets övre skikt. Påverkansfaktorn skuggor kommer därmed inte att beskrivas vidare i föreliggande miljökonsekvensbeskrivning.



Figur 38. Resultat av skuggberäkning för alternativ 1 (265 WTG × 15 MW och navhöjd 150 m). De olika färgerna visar på hur många timmar per år ett visst område maximalt kommer vara skuggat under ett år.



Figur 39. Resultat av skuggberäkning för scenario 2 (124 WTG × 32 MW och navhöjd 225 m). De olika färgerna visar på hur många timmar per år ett visst område maximalt kommer vara skuggat under ett år.

7.2.2 Mikroplaster, BPA och PFAS

De mätningar och vetenskapliga studier som utförts visar inte att vindkraftverk utgör en viktig källa till utsläpp av mikroplaster. I jämförelse med de huvudsakliga utsläppskällorna för mikroplaster släpper vindkraftverk endast ut försumbara mängder. Små mängder av BPA (bisfenol A) kan läcka ut från vindkraftverk. BPA bryts dock ner snabbt i ytvatten, varför ett potentiellt läckage från havsbaserade vindkraftverk inte medför någon påverkan på miljön. PFAS (ett samlingsnamn för per- och polyfluorerade alkylsubstanser) kan, men behöver inte, användas i ytbeläggningen på vindkraftverkens rotorblad eller i andra komponenter inom vindparken. Inom vindkraftsindustrin används som regel ytbeläggningar som inte innehåller PFAS. Utsläppen och spridningen av mikroplaster, BPA och PFAS är globala problem och det

totala antalet utsläppskällor är mycket omfattande. Det finns dock ingenting som tyder på att vindkraften är en betydande källa till utsläpp av dessa ämnen.

Såväl havs- som landbaserade vindkraftverk utsätts för påverkan genom väder och vind, vilket orsakar en viss ytlig erosion av framför allt rotorbladens kanter. Erosionens omfattning varierar som regel beroende på bland annat vindkraftverkens lokalisering, vindförhållanden, mängden nederbörd och förekomsten av olika slags nederbörd (framför allt regn och hagel), förekomsten av luftburna partiklar, driftsförhållanden och exponeringen för UV-strålning. Erosion är den vanligast förekommande orsaken till skador på rotorbladen och den påverkar även elproduktionen från vindkraftverken negativt. Genom regelbundna inspektioner och löpande service och underhåll säkerställs att erosionen och dess negativa effekter begränsas. Därtill försöker utvecklare och tillverkare av vindkraftverk kontinuerligt förbättra och anpassa sina komponenter så att erosionen ska bli så liten som möjligt, vilket är fördelaktigt för såväl miljön som för vindkraftverkens elproduktion.

Ett vindkraftverks rotorblad består vanligtvis av härdplastkompositer, det vill säga epoxiplast (cirka 40 procent) armerad med glasfiber (cirka 60 procent), ofta målat med epoxibaserad färg (Edlund, et al., 2023), där den epoxibaserade färgen fungerar som ett yttre skyddslager. Även kolfiber kan förekomma i rotorbladen.

Härdplastkompositer har många användningsområden, bland annat inom fordons- och transportsektorn, och används även till fritidsbåtar. Epoxi är det starkaste materialet när det kommer till plaster och detta material används i rotorbladen för att dessa ska bli så lätta och starka som möjligt, vilket bidrar till att minimera erosionen.

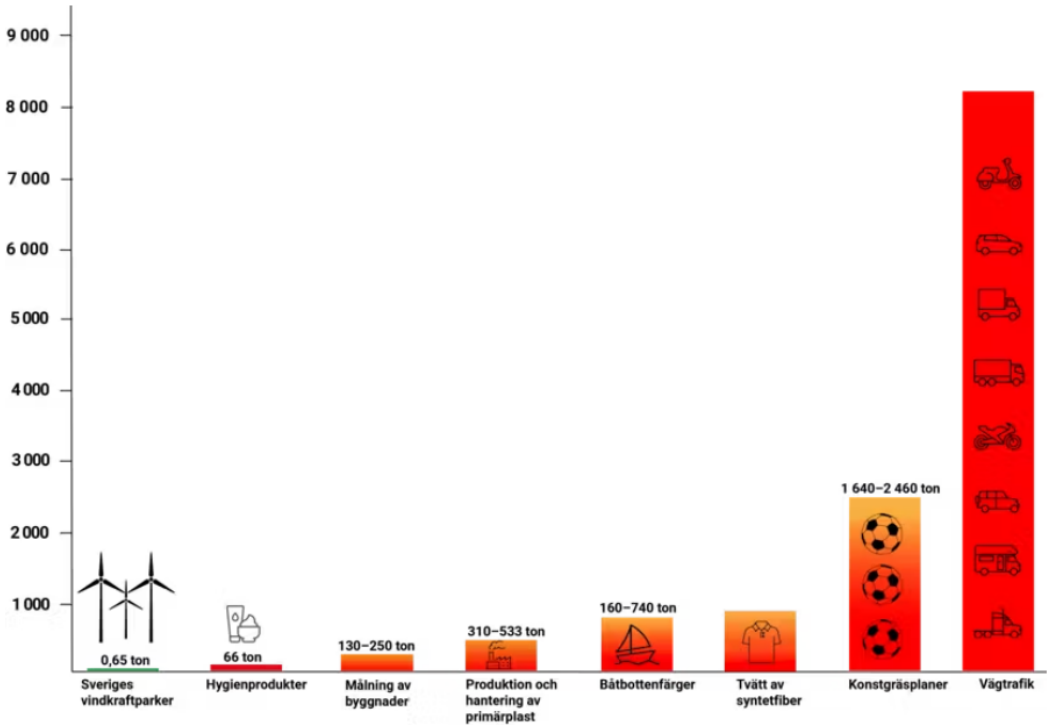
Den erosion som ändå förekommer leder till att små mängder partiklar i form av mikroplaster frigörs från framför allt rotorbladens kanter. Detta fenomen har undersökts i viss omfattning, både genom studier i befintliga vindparker, och genom olika laboratorieförsök där olika typer av material har utsatts för simulerade vind- och väderförhållanden. Dessa studier och försök har möjliggjort uppskattningar och översiktliga beräkningar av mängden mikroplaster som frigörs från vindkraftverk, vilka bland annat har kunnat användas för att göra jämförelser med andra källor till utsläpp av mikroplaster i samhället.

Trots att viss forskning har bedrivits finns det i dagsläget ingen validerad prediktiv matematisk modell som kan användas för att beräkna den exakta omfattningen av erosionen eller mängden mikroplaster som frigörs från ett visst vindkraftverk under olika förhållanden. Det är således inte heller möjligt att beräkna den totala mängden mikroplaster som frigörs från en specifik vindpark. Forskning som bland annat syftar till att ta fram en beräkningsmodell för detta pågår, exempelvis projektet PREMISE, vilket är ett samarbete mellan Danmarks tekniska universitet och universiteten i Aalborg och Roskilde (Project PREMISE, 2024).

Baserat på den kunskap som finns i dagsläget och det forskningsunderlag som har tagits fram, uppskattas det att mängden mikroplaster som frigörs från vindkraftverk är försumbar jämfört med många andra utsläppskällor i samhället. Den svenska myndigheten Naturvårdsverket har gjort kartläggningar över viktiga utsläppskällor av mikroplaster och vindkraftverk anges inte som en av dessa (Naturvårdsverket, 2017, 2019). Naturvårdsverket konstaterar även att de mätningar och vetenskapliga studier som har utförts inte tyder på att vindkraftverk skulle vara en betydande utsläppskälla

för mikroplaster. Oavsett om de beräkningar som används kommer från branschen eller från externa aktörer är Naturvårdsverkets slutsats att vindkraftverk sannolikt endast bidrar med försumbara mängder mikroplaster jämfört med andra utsläppskällor (Naturvårdsverket, 2024).

Enligt en uppskattning som gjorts rör det sig om cirka 0,15 kg plast som eroderas per vindkraftverk och år. För att sätta det i proportion kan det nämnas att samtliga befintliga vindkraftverk i Sverige uppskattas generera totalt sett cirka 0,65 ton mikroplaster per år (Svensk Vindenergi, u.d.), medan exempelvis vägtrafik inklusive däckslitage genererar cirka 8 200 ton per år, konstgräsplaner cirka 1 640–2 460 ton per år, båtskrov cirka 160–740 ton per år och målning av byggnader cirka 130–250 ton per år, se Figur 40 (Naturvårdsverket, 2017). Vindkraftens bidrag till de totala utsläppen av mikroplaster är således, även för ett scenario där en framtida utbyggnad av vindkraften beaktas, mycket litet i förhållande till bidraget från de huvudsakliga utsläppskällorna.



Figur 40. Utsläpp av mikroplaster från olika källor (ton per år), illustration från Naturskyddsföreningen (2023) baserad på (Naturvårdsverket, 2017).

De mikroplaster som förekommer i havet kommer både från källor i den marina miljön, exempelvis båtskrov, fiskeredskap och plastavfall som dumpats i eller transporterats till havet, och från källor på land där mikroplaster som frigjorts från exempelvis bildäck, konstgräsplaner eller textilier transporteras med avrinnande nederbörd och/eller vattendrag till havet.

Vindkraftverkens rotorblad innehåller en liten mängd BPA, vilket är ett misstänkt hormonstörande ämne. Ett rotorblad som väger 20 ton innehåller cirka 20 gram BPA (Svensk Vindenergi, 2021). BPA används i framställningen av den epoxi som används i vindkraftverken och då plasten är härdad är BPA bundet (Edlund, et al., 2023).

Mycket små mängder oreagerad BPA kan förekomma i epoxin och detta kan läcka ut. Dock bryts BPA ner relativt snabbt i ytvatten och potentiellt läckage från epoxi som används i vindkraftverk medför ingen betydande påverkan på miljön.

PFAS har tillverkats sedan 1950-talet och används i ett mycket stort antal olika produkter inom en mängd olika kategorier. Ett av de mest uppmärksammade användningsområdena är brandskum, men PFAS används även i bland annat impregnering av textilier, förpackningsmaterial, kosmetika och rengöringsprodukter. PFAS är extremt långlivade och kommer att finnas kvar i sjöar, vattendrag, kustvatten och grundvatten under en mycket lång tid framöver. Vissa PFAS ackumuleras i sediment och biota som till exempel fisk. De kan dessutom anrikas högre upp i näringskedjan, det vill säga biomagnifieras. Vissa PFAS kan ha skadliga effekter på människor och miljö. PFAS bryts inte ned fullständigt i miljön utan finns kvar i någon form. Många PFAS är vattenlösliga och hamnar förr eller senare i havs- och vattenmiljön.

PFAS kan, men behöver inte, användas i ytbeläggningen på vindkraftverkens rotorblad eller i andra komponenter inom vindparken. Inom vindkraftsindustrin används som regel ytbeläggningar som inte innehåller PFAS. Vindkraftens bidrag till de totala utsläppen av PFAS är, liksom för mikroplaster, mycket litet i förhållande till bidraget från de huvudsakliga utsläppskällorna.

Utsläpp av mikroplaster, PFAS och BPA är globala företeelser och utsläppen har skett i stor omfattning från ett mycket stort antal olika utsläppskällor under mycket lång tid. Detta har medfört att dessa ämnen numera förekommer i de flesta miljöer och att de flesta levande organismer exponeras i någon omfattning. De huvudsakliga källorna till utsläpp av dessa ämnen har identifierats genom bland annat olika forskningsprojekt, av vilka flera har pågått under lång tid. Det finns i dagsläget inget som tyder på att vindkraften är en betydande källa till utsläpp av dessa ämnen. Den sammanvägda bedömningen är att mängden mikroplaster som kan komma att frigöras från vindpark Noatun Nord under vindparkens livslängd är mycket liten, och att denna mängd är försumbar jämfört med de mängder som frigörs från de huvudsakliga utsläppskällorna i samhället. Utsläpp av mikroplaster från vindpark Noatun Nord bedöms inte ge upphov till någon påverkan på människors hälsa eller miljön.

För BPA kan det konstateras att BPA bryts ned relativt snabbt i ytvatten och att ämnet inte anses ha en hög potential för bioackumulation i levande organismer. Eventuella utsläpp av BPA från vindpark Noatun Nord bedöms inte ge upphov till någon påverkan på människors hälsa eller miljön.

För PFAS är bedömningen, liksom för mikroplaster, att den mängd som kan komma att frigöras från vindpark Noatun Nord under vindparkens livslängd är mycket liten, och att denna mängd är försumbar jämfört med de mängder som frigörs från de huvudsakliga utsläppskällorna i samhället. Eventuella utsläpp av PFAS från vindpark Noatun Nord bedöms inte ge upphov till någon påverkan på människors hälsa eller miljön.

Mot bakgrund av ovanstående avskrivs påverkansfaktorn mikroplaster, BPA och PFAS för vindpark Noatun Nord. Påverkansfaktorn beskrivs och bedöms därmed inte i större detalj i miljökonsekvensbeskrivningen.

7.2.3 Infraljud

Vindkraftverk genererar bredbandigt ljud, inklusive infraljud (1–20 Hz), som främst uppstår genom rotorbladens rörelse i luften. Denna aerodynamiska ljudbild påverkas av faktorer som turbulens, tryckförändringar, bladens vinkel och vindprofil (Nilsson, et al., 2011). Eftersom vindkraftverkens ljudkälla är placerad högt upp påverkas ljudets spridning även av meteorologiska förhållanden. Infraljud förekommer dock inte bara vid vindkraftverk utan även i naturen och stadsmiljöer, med källor som åska, starka vindar, fordon och ventilationssystem (Folkhälsomyndigheten, 2019).

Infraljud uppfattas normalt inte av människor, med undantag för mycket höga nivåer, som ofta upplevs som vibrationer. Höga nivåer av infraljud kan påverka balansorgan och tryckkänsliga receptorer, vilket kan leda till sömn- och koncentrationsproblem (Folkhälsomyndigheten, 2019). En finsk studie från 2020, vilken var ett tvärvetenskapligt samarbete mellan Statens tekniska forskningscentral, Arbetshälsoinstitutet, Helsingfors universitet samt Institutet för hälsa och välfärd, undersökte infraljud från vindkraftverk och dess påverkan på hälsan. Studien omfattade långtidsmätningar, enkäter och laboratorietester, där både personer med och utan rapporterade symptom deltog. Resultaten visade ingen direkt koppling mellan infraljud och negativa hälsoeffekter. Många som uppgav hälsoproblem hade andra kroniska sjukdomar, vilket tyder på att symptomen sannolikt har andra orsaker än vindkraftverkens infraljud (Maijala, et al., 2020).

Sammanfattningsvis finns det inga vetenskapliga bevis för att infraljud från vindkraftverk orsakar bullerstörning eller negativa hälsoeffekter, förutsatt att riktlinjer för avstånd och ljudnivåer följs. Därför bedöms det, baserat på nuvarande kunskap, som osannolikt att infraljud från vindpark Noatun Nord skulle medföra hälsoeffekter.

8. Utredningar av fysisk påverkan

För att undersöka fysisk påverkan av den planerade verksamheten har ett flertal utredningar gjorts. Modelleringar av sedimentsuspension och sedimentation samt undervattensljud har gjorts för anläggningsfasen. Modelleringar av spridning av kylvatten och saltlake för vätgastillverkning samt kollisionsrisk för fåglar har gjorts för driftsfasen. För driftsfasen har även en utredning av hydrografisk påverkan gjorts. Dessa utredningar sammanfattas i förevarande avsnitt.

8.1 Sedimentsuspension och sedimentation

8.1.1 Förutsättningar

För att bedöma påverkan av suspenderat sediment och sedimentation på bottenmiljöer inom och i närområdet för vindpark Noatun Nord har AFRY (2024) simulerat sedimentspridning i samband med anläggning av fundament och nedläggning av internkabelnät.

Spridningsberäkningarna utgår från att den planerade vindparken, när den är fullt utbyggd, kommer att bestå av upp till 265 vindkraftverk med en totalhöjd upp till 420 meter, vilket har exemplifierats i alternativ 1 och 2. De typer av fundament som övervägs för Noatun Nord är monopilefundament, gravitationsfundament, fackverksfundament samt hybridfundament, och beroende på lokalt djup kan olika typer av fundament behöva borras eller muddras till olika djup. I syfte att skapa ett worst case för den sedimentspridning och sedimentation som kan uppstå under anläggningsfasen, har de maximala dimensionerna av olika fundamenttyper använts vid beräkningarna. Internkabelnätet antas i beräkningarna installeras genom nedspolning i sedimentet, eftersom det bedöms utgöra den metod som ger störst sedimentspridning. För bedömning av sedimentspridning och sedimentering vid anläggning av vindparken har följande scenarion beräknats:

1) Borrning för det bredaste och djupaste monopilefundamentet
2) Muddring för det bredaste gravitationsfundamentet med öppen skopa
3) Nedspolning av internt kabelnät

Metod och indata för respektive scenario redovisas vidare i Bilaga 5.

8.1.2 Resultat

Resultaten av sedimentspridningsmodelleringarna sammanfattas nedan med fokus på de värsta scenarierna för olika parametrar. Observera att dessa scenarier inte nödvändigtvis inträffar samtidigt utan kan förekomma vid olika tillfällen under anläggningsfasen. Fullständig redovisning av resultatet hänvisas till Bilaga 5.

8.1.2.1 Sedimentspridning

För varje scenario har spridning och koncentrationer av suspenderat sediment beräknats. Vid borrning för monopilefundament i lera förväntas de högsta koncentrationerna av suspenderat sediment. I detta scenario kan koncentrationer av suspenderat sediment överstiga 1000 mg/l i närområdet till arbetspositionen under hela borrarbetet, som förväntas pågå i cirka 113 timmar. På cirka två och sex kilometers avstånd beräknas koncentrationerna minska till under 100 mg/l och 10 mg/l, respektive.

Borrning för monopilefundament i lera ger även upphov till de längsta varaktigheterna av koncentrationer av suspenderat sediment. Organismer som lever relativt stilla på botten kan under anläggningsfasen förväntas i ett teoretiskt worst case påverkas under upp till 113 timmars sammanhängande tid. Detta förutsätter bland annat att strömriktningen inte förändras under hela denna tidsperiod, vilket är osannolikt. I teorin skulle en kumulativ effekt på varaktigheten kunna uppstå om den första plym skulle komma att överlappas i tid och rum av en andra plym från en intilliggande borrning. Detta skulle kunna leda till dubbla varaktigheten. Eftersom strömriktningarna varierar över tid kan denna varaktighet ses som en övre teoretisk gräns som aldrig kan överskridas. En viss bottenyta kan också påverkas under flera tillfällen i anläggningsfasen. Organismer som driver med strömmarna, till exempel fisklarver, kan under anläggningsfasen förväntas påverkas av koncentrationer av suspenderade sediment i upp till cirka 90 timmar. Denna beräkning förutsätter att organismen flyter in i en andra plym precis efter att organismen har lämnat den första. I Tabell 21 presenteras varaktigheterna av olika koncentrationer av suspenderat sediment för de två organismgrupperna.

Tabell 21. Varaktigheter av olika koncentrationer av suspenderat sediment som medelvärde i de tre understa metrarna närmast botten vid borrning för en monopile i lermaterial (AFRY, 2024). Faktorn "×2" är inkluderad för att markera en övre teoretisk gräns för varaktigheten som i princip aldrig kan överskridas. Denna gräns förutsätter i fallet med stationära organismer att strömriktningarna är konstanta i nästan 10 dygn och att två plymer från intilliggande borrningar samverkar. För organismer som driver med strömmen förutsätter den övre gränsen att en organism som drivit in i en första plym precis när denna bildades, driver in i en andra plym strax innan allt sediment i den första plymen sedimenterat och precis när den andra plymen bildas.

Koncentration	Avstånd (m)	Varaktighet för organismer som är stilla på botten (h)	Varaktighet för organismer som driver med strömmen (h)
> 100	1 800	113 x 2	10 x 2
> 10	6 400	113 x 2	35 x 2
> 0	8 300	113 x 2	46 x 2

Worst case för transportsträcka uppstår vid muddring för gravitationsfundament i lera. Vid muddring skulle koncentrationer av suspenderat sediment överstigande 1 mg/l kunna förekomma på avstånd upp till tio kilometer.

8.1.2.2 Sedimentation

När de suspenderade sedimenten åter sedimenterar, kommer det att avsättas i olika tjocka lager på olika platser beroende på avståndet från utsläppspunkten. Grovkornigt material tenderar att landa nära utsläppspunkten och bilda relativt tjocka lager, medan finkornigt material transporteras längre bort på grund av att sjunkhastigheten minskar med kornstorleken. Pålagring av sediment har modellerats för respektive scenario.

Spridningsberäkningen visar att borrning för monopilefundament i lera utgör worst case scenario för totala volymer av pålagring, eftersom lera packar sig mindre tätt än grovkornigare material när den sedimenterar på botten. Lerpartiklar uppehåller sig länge i vattenmassan och kommer därför att pålagras relativt jämnt i lager upp till ett par centimeter förutom i absoluta närområdet. På områden med lermaterial kan en lokal sedimentpålagring på över en decimeter förväntas täcka ungefär 0,3 hektar.

Borrning för monopilefundament i hårt material kan ge upphov till den största lokala sedimentpålagringen i området där utsläppet sker. Worst case för lokal tjocklek av pålagring är därför när borrning sker i hårt material. I detta scenario kan en pålagring på upp till åtta meters djup uppstå inom begränsade områden, även om detta sannolikt är en överskattning. På områden med hårt material kan en lokal sedimentpålagring på över en decimeter förväntas täcka ungefär tio hektar. I vindparkens alternativ 1 (15 MW), där upp till 265 fundament kan installeras, kan således en decimeter sediment täcka omkring 2 650 hektar (0,04 procent) av projektområdet. För alternativ 2 (32 MW), där högst 124 fundament kan installeras, förväntas omkring 1 240 hektar (0,02 procent) av projektområdet påverkas av en decimeter sedimentpålagring.

8.1.3 Sedimentspridning vid dumpning av muddermassor

I detta stycke diskuteras sedimentspridning vid dumpning av muddermassor, vilket kan bli aktuellt vid anläggande av gravitationsfundament. Vid dumpning sker en form av sedimentspridning som inte studerats i Bilaga 5. Även om inga beräkningar av sedimentspridning vid dumpning har gjorts, kan spridningen relateras till resultaten av de andra typer av spridning som redovisas i Bilaga 5, eftersom fysiken vid dumpning av muddermassor kan ses som en kombination av de processer som där studeras.

8.1.3.1 Teknik, material och spridningsförlopp

Muddermassorna antas transporteras till dumpningsplatserna i täta bottentömmande pråmar. Pråmarna bedöms ha några meters djupgående och massorna släpps därmed några meter under vattenytan. Om muddringen skett med skopa kan muddermassorna på pråmen vara mer eller mindre konsoliderade, beroende på vilken typ av material som muddrats. Oavsett konsolideringsgraden har muddermassorna betydligt högre densitet än recipienten. Detta leder till att massorna kommer falla relativt rakt ner mot botten, samtidigt som konsolideringsgraden minskar som följd av mekanisk påverkan vid tömningen, fallet och landningen. De muddermassor som inte förblir konsoliderade kommer att forma en dynamisk plym som även den faller relativt rakt mot botten tillsammans med eventuellt konsoliderat material. Under tiden den dynamiska plymen faller mot botten kommer den att blanda in spädvatten från recipienten, samtidigt som den kvarlämnar en viss mängd material i vattenpelaren som transporteras iväg med de naturliga strömmarna i form av en passiv plym med betydligt lägre koncentrationer suspenderat sediment än de som råder i den dynamiska plymen.

8.1.3.2 Den dynamiska plymen

Den dynamiska plymen består av vatten med en mycket hög koncentration av suspenderade sedimentpartiklar. Dess sjunkhastighet är betydligt större än enskilda partiklars sjunkhastighet eftersom den höga sedimentkoncentrationen leder till att plymen får en signifikant högre densitet än recipienten. Detta skapar i sin tur gravitationsdrivna vertikala strömmar. Även om enskilda partiklars densitet är ännu högre än den dynamiska plymens densitet kommer enskilda mindre partiklar i högre grad att påverkas av omgivande vattens viskositet, vilket förklarar varför de trots sin högre densitet får lägre sjunkhastigheter. Enligt mätningar utförda av US Army Engineer Waterways Experiment Station sjunker den dynamiska plymen med en hastighet av i storleksordningen 1 m/s.

När den dynamiska plymen når botten kommer större klumpar av konsoliderat sediment att omedelbart landa på botten. Suspenderat material kommer fortsätta att spridas radiellt från nedslagsplatsen på grund av sin fortfarande högre densitet än recipienten, samtidigt som den fortsätter att spädas ut. Under denna transport längs botten kommer både enskilda och flockulerade partiklar att sedimentera. Detta, tillsammans med fortsatt utspädning, leder till allt lägre koncentrationer av suspenderat sediment. Den radiella spridningen avtar när koncentrationen antingen är tillräckligt låg för att de naturliga strömhastigheterna ska dominera över de gravitationsdrivna, eller när plymen har fyllt upp en lokal djuphåla. Om botten lutar i någon riktning kommer detta till viss del att styra plymens riktning efter nedslaget. När den densitetsdrivna transporten avstannat kommer det sediment som fortfarande är suspenderat i vattenmassan att transporteras iväg passivt med strömmarna i form av ett sedimentmoln.

När plymen rör sig utmed botten har den en viss tjocklek. Tjockleken beror till stor del av vilken kornstorleksfördelning materialet har. Om andelen ler- och siltpartiklar är liten fås en tunnare plym, och det omvända gäller om andelen grovkornigare material är liten.

Spridning av utsläppt suspenderat sediment från borrning för monopilefundament har beräknats i Bilaga 5 och översiktligt redovisats i avsnitt 8.1.2. Jämfört med denna typ av sedimentspridning där det kan tillföras sediment i över fyra dygn, är dumpningsprocessen mycket kortvarig. I övrigt är det dock i princip samma fysik som gäller. I Bilaga 5 har plymens tjocklek beräknats till omkring 5 meter för finkorniga sediment, tillsammans med en radiell utbredning på flera hundra meter. Vid dumpning bedöms tjockleken generellt sett bli tunnare på grund av högre sedimentkoncentrationer. Den radiella utbredningen beror bland annat på hur stora volymer muddermassor som dumpas vid varje enskilt tillfälle, konsolideringsgraden av materialet och vilken kornstorleksfördelning det har. En typisk storleksordning av den radiella spridningen bedöms dock även i detta fall vara flera hundra meter, vilket också indikeras i fältstudier av dumpningsförlopp som finansierats av USACE (Bokuniewicz, et al., 1978). Varaktigheten av grumling i den vattenmassa som påverkas av den dynamiska plymen bestäms av tiden det tar för de enskilda partiklarna att sedimentera, vilket i Bilaga 5 beräknats till cirka 90 timmar. Varaktigheten av grumling efter ett enstaka dumpningstillfälle inom det område som bestäms av den radiella utbredningen bestäms av strömmarna i recipienten som transporterar bort det resulterande sedimentmolnet från området. Vid typiska strömhastigheter nära botten på omkring 5 cm/s handlar det om betydligt kortare tid, exempelvis cirka 6 timmar om sedimentmolnet har en diameter på en kilometer.

8.1.3.3 Den passiva plymen

Initialt kommer den passiva plymen ha en densitet som är marginellt högre än omgivande vatten eftersom den annars skulle sjunka tillsammans med den dynamiska plymen, uppskattningsvis några tiondels promille högre än recipientens densitet. I Bilaga 5 (avsnitt 7.2) beräknas den övre gränsen för möjlig koncentration av suspenderat sediment i den passiva plymen ligga omkring 600–700 mg/l. Dock antas det att den passiva plymen inom kort har spätts ut ytterligare så att den inte sjunker ner mot botten på grund av sin högre densitet, utan endast på grund av de

suspenderade partiklarnas individuella sjunkhastigheter. Plymen kommer därmed att transporteras vidare av de naturliga strömmarna medan den fortsätter att spädas ut och medan suspenderat material sedimenterar på botten. Båda dessa processer leder till allt lägre koncentrationer av suspenderade sediment.

Den passiva plymens spridningsförlopp liknar det spridningsförlopp som i Bilaga 5 beräknats för spill vid muddring med öppen skopa. Även vid muddringen bildas en passiv plym som transporteras iväg med de naturligt förekommande strömmarna. Den stora skillnaden är att dumpningsförloppet är betydligt mer kortvarigt än muddringen som vid en viss plats kan pågå i över två dygn. Den passiva plymen av mudderspill späds främst på bredden under tiden den tillförs ytterligare material. Den passiva plymen efter den ögonblickliga dumpningen tillförs däremot inget ytterligare material, vilket kommer leda till en snabbare utspädning. Sammanfattningsvis bör initialkoncentrationerna av suspenderade sediment i den större delen av vattenpelaren vid dumpningsplatsen vara i nivå med de som skapas vid muddring, men de kommer att klinga av betydligt snabbare med avståndet från dumpningsplatsen. Således kommer även varaktigheterna av grumling överstigande givna tröskelvärden bli betydligt kortare. Varaktigheten för koncentrationer överstigande 10 mg/l bedöms bli kortare än 10 timmar. Den totala transportsträckan av enstaka partiklar blir dock ungefär lika lång som vid spridning av mudderspill.

8.1.3.4 Sammanfattning av sedimentspridning vid dumpning av muddermassor

Vid dumpning av muddermassor kommer suspenderat material att spridas i form av två plymer: en dynamisk snabbt sjunkande plym och en passiv plym som inte sjunker snabbare än de långsammast sjunkande enskilda suspenderade partiklarna. Den dynamiska plymen kommer att sprida sig över ett mindre område och vara betydligt mer kortlivad än de plymer av utsläppt borrkax som beräknats i Bilaga 5. Den passiva plymen kommer att sprida sig över ett mindre område och vara betydligt mer kortlivad än de plymer av mudderspill som beräknats i Bilaga 5.

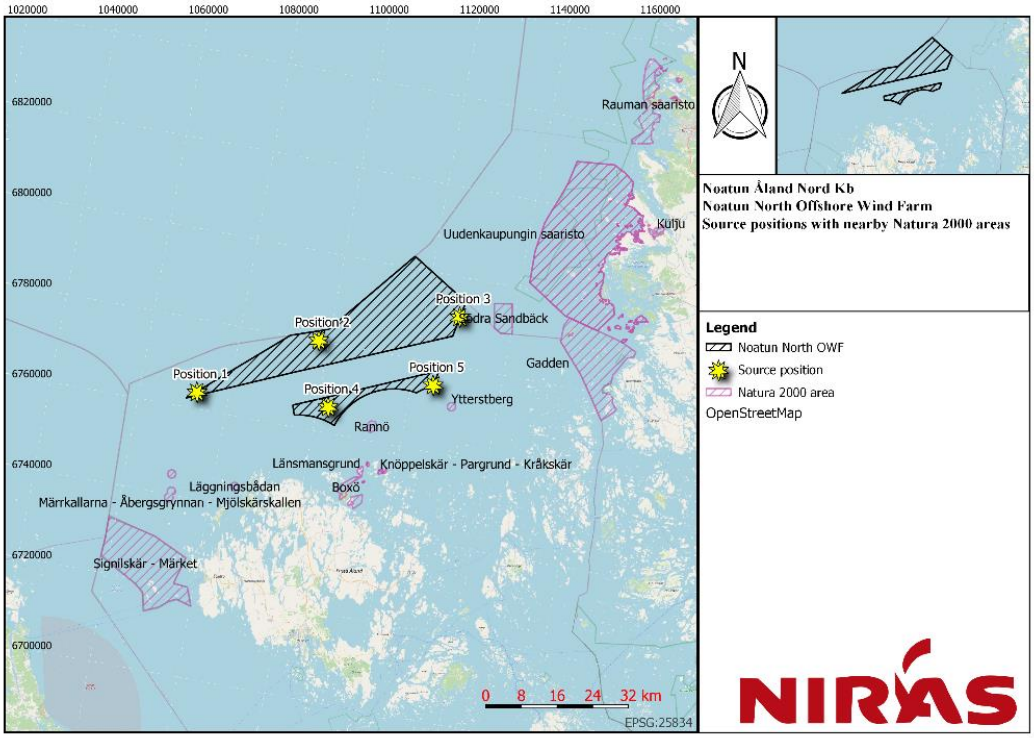
8.2 Undervattensljud

8.2.1 Förutsättningar

Modellering av undervattensljud som uppstår vid pålning för fundament har utförts för fem olika positioner inom den planerade vindparken, se Figur 41. Dessa positioner representerar ett worst case scenario där ljudutbredningen och dess konsekvenser förväntas bli som störst. Simuleringen har gjorts i en 3D akustisk modell med användning av dBSea 2.3.4.

Modelleringen är baserad på den bästa tillgängliga kunskapen om platsspecifika förhållanden, inklusive batymetri, sedimentkomposition på havsbotten, salinitet, temperaturgradienten i vattenkolumnen och en standardiserad källmodell. Hänsyn har tagits till säsongvariationen, vilken har betydelse för ljudutbredningen. Med hjälp av spridningsalgoritmer för undervattensljud beräknades ljudutbredningen i ett rutnät med måtten 25 x 0,5 meter i 45–90 riktningar från varje ljudkälla, med en upplösning om 4–8°. Antalet riktningar ökades för fundamentpositioner nära land.

Prognosen inkluderade ljudutbredningsmodellering vid slagpålning för två olika fundamenttyper: monopile-fundament med en diameter på 16 meter (scenario 1) och fackverksfundament med fyra stålpålar av sex meters diameter (scenario 2). Modelleringen förutsatte användning av ljuddämpande åtgärder, inklusive en dubbel bubbelgardin (DBBC), mjuk uppstart samt ramp-up. Simuleringarna genomfördes för mars månad, vilket är den period då ljudspridningen förväntas vara mest omfattande. Metod och indata för respektive scenario redovisas vidare i Bilaga 6.



Figur 41. Positioner valda som ljudkällor för undervattensljudmodellering, samt närliggande Natura 2000-områden (NIRAS, 2023).

De olika nivåerna av påverkan, från beteendeförändring till permanent hörselnedsättning, kan beskrivas som påverkansnivåer. Artspecifika gränsvärden för tumlare, säl, stationära fiskar, torsk, strömming, larver och ägg redovisas i Tabell 22. Stationära fiskar avser fiskar som inte förväntas fly vid ljudexponering.

Tabell 22. Artspecifika tröskelvärden vid impulsivt ljud för tumlare, säl, stationära fiskar, torsk, strömming, fisklarver och ägg. Tröskelvärden för tumlare och säl är viktade och adapterade från Tougaard et al. (2015) Southall et al. (2019) och NOAA (2018). Tröskelvärden för fisk är inte viktade och adapterade från Andersson et al. (2017) och Popper (2014).

Art	Artspecifikt tröskelvärde (impulsivt)			
	Undvikande-beteende	TTS	PTS	Skada
Tumlare	103 dB	140 dB	155 dB	-
Säl	-	170 dB	185 dB	-
Stationära fiskar	-	186 dB		204 dB
Torsk	-	186 dB	-	204 dB
Strömming	-	186 dB	-	204 dB
Larver och ägg	-	-	-	207 dB

8.2.2 Resultat

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

För stationära fiskar, torsk och strömming, samt larver och ägg, beräknades avstånden för tillfällig hörselnedsättning och skadetröskelvärden, vilka visas i Tabell 23. För både monopile- och fackverksfundament är avståndet för skadetröskelvärde under 100 meter både för torsk och strömming. Avståndet för skadetröskelvärde för ägg och larver är upp till 750 meter för monopilefundament och upp till 275 meter för fackverksfundament. För stationära fiskar sträcker sig avståndet för skadetröskelvärde upp till 1,4 kilometer för monopile-fundament och upp till 625 meter för fackverksfundament.

När det gäller ljudnivåer som kan orsaka TTS, är avståndet för vuxna torskar och strömming inom intervallet 4,2–9,3 kilometer från fundamenten, medan motsvarande avstånd för juvenila torskar och stationära fiskar varierar mellan 9,8–19,5 kilometer för monopile-fundament. För fackverksfundament kan ljudnivåer som orsakar TTS uppstå inom 200 meter från fundamenten för vuxna torskar och strömming, medan för stationära fiskar och juvenila torskar uppnås tröskelvärdet inom 1–13,1 kilometer.

Tabell 23. Resulterande tröskelvärde för avstånd för fysiska skador och temporär hörselnedsättning hos fisk. I simuleringen användes en dubbel bubbelgardin (DBBC). Position anger de positioner som anges i Figur 41.

Position	Påverkansavstånd till tröskelvärde [m]							
	Skada				TTS			
	Stationär	Torsk juvenil/ vuxen	Strömming	Larver och ägg	Stationär	Torsk juvenil	Torsk vuxen	Strömming
16 m monopile; DBBC								
1	1 100	<100	<100	650	16 800	12 000	6 900	5 900
2	1 200	<100	<100	600	14 400	9 800	5 200	4 200
3	1 300	<100	<100	750	19 500	14 700	9 300	8 100
4	1 000	<100	<100	550	18 000	13 300	8 700	7 800
5	1 400	<100	<100	<100	16 700	11 600	7 200	6 400
4 x 6 m fackverk; DBBC								
1	500	<100	<100	275	12 200	1 250	<200	<200
2	625	<100	<100	275	8 800	1 000	<200	<200
3	600	<100	<100	325	12 800	1 850	<200	<200
4	425	<100	<100	275	11 700	1 550	<200	<200
5	600	<100	<100	325	13 100	1 900	<200	<200

Modelleringsresultatet visar att ljudnivåer som kan orsaka PTS hos tumlare och säl kan uppkomma inom en radie av 100 meter från fundamenten, oavsett om vindparken anläggs med monopile- eller fackverksfundament. För tumlare kan ljudnivåer som orsakar TTS förekomma inom cirka 1,5 kilometers avstånd från monopilefundamentet och inom 900 meter från fackverksfundamentet. Hos säl kan TTS uppstå inom 200 meters avstånd från ljudkällan oavsett om vindparken anläggs med monopile- eller fackverksfundament. Vad gäller beteendepåverkan hos tumlare, kan den förekomma inom cirka 12,4 kilometers avstånd från monopilefundamentet och inom 10,9 kilometer från fackverksfundamentet. Modelleringsresultatet redovisas i sin helhet i Tabell 24.

Tabell 24. Resulterande tröskelvärden för avstånd till påverkan för marina däggdjur. I simuleringen användes ljuddämpande åtgärder motsvarande dubbel bubbelgardin (DBBC). Position anger de positioner som anges i Figur 41.

Position	Påverkansavstånd till tröskelvärde [m]				
	PTS		TTS		Undvikande beteende
	Tumlare	Säl	Tumlare	Säl	Tumlare
16 m monopiles; DBBC					
1	<100	<100	1 500	<200	12 400
2	<100	<100	1 150	<200	11 700
3	<100	<100	850	<200	11 100
4	<100	<100	750	<200	10 800
5	<100	<100	750	<200	11 300
4 x 6 m fackverk; DBBC					
1	<100	<100	900	<200	10 900
2	<100	<100	650	<200	10 100
3	<100	<100	550	<200	10 000
4	<100	<100	425	<200	9 400
5	<100	<100	475	<200	9 400

Beteendereaktionen hos tumlare överlappar med närliggande Natura 2000-områden, vilket finns listat i Tabell 25.

Tabell 25. Area av Natura 2000-områden där ljudnivåerna överstiger kriterierna för beteendetröskelvärden för marina däggdjur.

Park-utformning	Position (Se Figur 41)	Natura 2000-område	Påverkad Natura 2000-area	
			Area	Andel
16 m monopile	1	-	-	-
	2	-	-	-
	3	Södra Sandbäck	5,4 km^2	21 %
	4	Rannö	4,2 km^2	100 %
	5	Ytterstberg	2,7 km^2	100 %
4 x 6 m fackverk	1	-	-	-
	2	-	-	-
	3	Södra Sandbäck	1,5 km^2	6 %
	4	Rannö	4,2 km^2	100 %
	5	Ytterstberg	2,7 km^2	100 %

För fullständig redovisning av resultatet av undervattensljudmodelleringarna hänvisas till bilaga 6.

8.3 Hydrografi

8.3.1 Förutsättningar

En bedömning har gjorts av hur Noatun Nord kommer att påverka de hydrografiska förhållandena lokalt och regionalt. Bedömningen baseras på aktuell vetenskaplig litteratur och kompletteras med överslagsberäkningar och jämförelser av studier på andra platser.

Den påverkan som undersökts är på strömmar, på vågor och på skiktning och omblandning. I samtliga fall har påverkan bedömts med avseende på fundamenten och vindvaken (den reducerade vinden i lä om vindkraftverken och vindparken). Vilket scenario som bedömts beror på vad som bedömts som worst case för varje faktor, men fyra olika scenarion har undersökts:

1. 265 monopile-fundament med en genomsnittlig diameter på 10,3 meter.
2. 124 monopile-fundament med en genomsnittlig diameter på 14,5 meter.
3. 265×15 MW gravitationsfundament med en genomsnittlig diameter på 15,5 meter (medelvärde över medeldjupet baserat på en 22 meter hög kon med basdiameter 31 meter och skaftdiameter 8,5 meter).
4. 124×32 MW gravitationsfundament med en genomsnittlig diameter på 24,7 meter (medelvärde över medeldjupet baserat på en 40 meter hög kon med basdiameter 40 meter och skaftdiameter 14,5 meter).

Bedömningarna av den kumulativa påverkan av samtliga fundament är konservativa och kan därmed förväntas vara rimliga även om de mest lämpliga diametrarna och antalet fundament vid byggstart visar sig vara något annorlunda än ovan nämnda. Fundamentens påverkan på strömmar varierar exempelvis bara någon enstaka procent mellan de fyra olika scenarierna trots att både antalet och dimensionerna skiljer sig åt betydligt mer. Metod och indata för respektive scenario redovisas vidare i Bilaga 8.

Fackverksfundament bedöms ha en mindre hydrografisk påverkan än monopile-fundament och gravitationsfundament och diskuteras därmed inte för vindkraftverken.

Plattformars påverkan bedöms utifrån att 10 plattformar placeras där vardera har 16 pålar med diameter 6 meter.

I bedömningen har samverkande effekter av Noatun Nord och andra planerade vindparker i området, framför allt Vågskär som ligger i direkt anslutning till Noatun Nord, utretts.

8.3.2 Resultat

Strömmar: Både fundamenten och vindvaken kan förväntas lokalt reducera strömhastigheterna i vattnet. Vindvakens påverkan dominerar i det ytliga lagret, och fundamentens påverkan dominerar på större djup. Strömmotståndet från fundamenten bedöms bli större för scenarierna med fler fundament och är något större för gravitationsfundament än för monopile-fundament. I scenario nummer 3 ligger dock motståndet bara på någon procent och detta bedöms som en teoretisk övre gräns som

kräver att strömningen verkar i samma riktning över hela djupet vilket i realiteten är ovanligt. Området med reducerad vind kommer täcka mindre än en promille av Bottenhavet och bedöms således inte märkbart påverka den storskaliga cirkulationen i Bottenhavet.

De reducerade strömhastigheterna i den ytliga delen av vattenmassan bidrar till att minska omblandningsdjupet, vilket ytterligare kan reducera strömhastigheterna under omblandningsdjupet. Det finns därmed en viss ökad risk för ackumulation av exempelvis nedfallande organiskt material på de bottnar inom eller intill vindparken som kan beskrivas som transport- eller ackumulationsbottnar. Resultaten från den geofysiska undersökning som gjorts i området indikerar att det endast är en liten andel av projektområdet som utgör ackumulationsbotten, där ökad ackumulation kan vara aktuell, se avsnitt 3.8.

Vågor: Som följd av fundamentens och vindvakens påverkan på vågorna förväntas våghöjden minska med som mest storleksordningen en tiondel. Detta gäller för det fall då fundamenten är som tätast. Påverkan på vågor bedöms vara som störst i de vanligaste vindriktningarna, sydvästliga, vilket innebär att ytterskärgården i norra skärgårdshavet och finska kusten vidare upp mot Björneborg (Pori) kan få ett generellt sett mildare vågklimat. Samtidigt kan de största och längsta vågorna som förekommer i nämnda områden även fortsättningsvis förväntas rulla in i princip ostörda av Noatun Nord eftersom de kan förväntas vara fullt utvecklade redan innan de påverkas av vindvaken. Bottnar påverkas mer av långa vågor än av korta eftersom vågrörelsen i långa vågor når djupare ner i vattnet, Att våghöjden av den andel vågor som är icke fullt utvecklade reduceras med upp till en tiondel bedöms därför ha obetydlig effekt på bottnarna i ovan nämnda kustområden.

Skiktning och omblandning: I den övre delen av vattenmassan bedöms fundamenten kunna öka omblandningen lokalt till följd av turbulens orsakad av strukturerna, medan vindvaken stabiliserar vattenmassan på grund av lägre vindskjuvning mot vattenytan. Dessa processer kommer på regional skala motverka varandra och påverkan i den övre delen av vattenmassan bedöms över lag bli liten. Fundament och vindvak kommer tillsammans att bidra till att Noatun Nord i drift sannolikt kommer att förändra språngskiktets nivå i vattenmassan, både uppåt och nedåt på olika platser samtidigt. Språngskiktets nivå varierar dock redan idag helt oberoende av Noatun Nord ständigt både i tid och rum på grund av variationer i lufttryck, vind- och flödesförhållanden. Detta bedöms därför i sig inte utgöra något problem. Däremot kan exempelvis den primärproduktion som sker redan i nuläget komma att ske på andra platser och något förskjutna tidpunkter jämfört med hur den sker idag. Studier av vindparkskluster i Nordsjön indikerar att den årliga primärproduktionen lokalt kan förändras med ±10 % i närheten av stora kluster av vindkraftparker, samtidigt som den nästan blir oförändrad på regional skala (-0,5 %).

I den undre delen av vattenmassan förväntas gravitationsfundament (även monopile-fundament bedöms ha en påverkan men inte i samma utsträckning) leda till lokalt ökad omblandning vilket skulle kunna jämna ut temperatur- och salinitetsvariationer. Dessa variationer är dock redan idag relativt små.

Totalt kommer fundament och vindvak bidra till att språngskiktets nivå i vattenmassan förändras, men det kommer flyttas upp eller ned på olika platser samtidigt. Redan idag

varierar språngskiktet på grund av variationer i lufttryck, vind- och flödesförhållanden. Noatun Nord bedöms utifrån detta inte utgöra ett problem.

Samverkande effekter: Vid mindre förekommande vindriktningar kan vindvaken från Vågskär sammanfalla med den från Noatun Nord. Detta bedöms, med avseende på vindriktningarna i området, ske i så liten utsträckning och under kort tid att den samverkande påverkan blir försumbar.

8.4 Kylvatten och saltlake

8.4.1 Förutsättningar

Noatun Nord planerar att producera el och/eller vätgas inom projektområdet. Vätgasproduktionen kommer att medföra utsläpp av kylvatten och saltlake till omgivande vatten. För att bedöma påverkan av dessa utsläpp inom och i närområdet av vindpark Noatun Nord har AFRY genomfört beräkningar med CORMIX[17], som är en beprövad spridningsmodell som stöds av USEPA[18]. Modelleringen har baserats på lokala salt- och temperaturprofiler och har utgått från ett worst case scenario.

I worst case scenariot antogs att produktionen är centraliserad med en total installerad elektrolyskapacitet på 3 975 MW och att vindparken består av 265 turbiner med en kapacitet på 15 MW var. Det centraliserade alternativet, med ett fåtal större plattformar, valdes eftersom det förväntas generera större flöden av kylvatten och saltlake vid varje utsläppspunkt jämfört med det decentraliserade alternativet. Även om vindparken skulle kunna bestå av 124 turbiner med en kapacitet på 32 MW var, har beräkningen baserats på alternativet med 265 turbiner, eftersom det representerar ett worst case scenario med avseende på den installerade effekten. Med detta worst case scenario uppskattas det totala vattenbehovet vara 49 500 ton per timme, med en förväntad temperaturhöjning på kylvattnet med 15°C. Som en följd av produktionen av vätgas förväntas utflödet av saltlake vara 931 ton per timme.

Noatun Nord består av två delområden, och cirka 80 procent av den totala installerade effekten kommer att placeras i det norra delområdet. Bolaget bedömer att minst fyra plattformar kommer att behövas i det centraliserade alternativet. För att hantera detta vattenflöde utgår beräkningarna från att en av de större plattformarna kommer att kräva ett maximalt massflöde av kylvatten på 17 024 ton per timme.

Det centraliserade alternativet har studerats för tre olika recipientförhållanden, fyra olika strömriktningar och två olika kylvattenflöden, vilket resulterat i sammanlagt 24 simuleringar. Modelluppsättningen och aktuella indata för simuleringarna redovisas i sin helhet i Bilaga 7.

8.4.2 Resultat

I beräkningarna släpps saltlake ut tillsammans med kylvattnet. Det utsläppta vattnet kommer initialt att bilda en stråle ut ur mynningen som sedan stiger mot ytan. Inom några tiotals meter övergår jetstrålen till en plym som flyter upp mot vattenytan och som därefter drivs vidare av de naturliga ytströmmarna. Om recipientens temperatur är nära 0 °C kommer dock plymen att sjunka i vattenmassan.

---

[17] http://www.cormix.info/aboutcormix.php
[18] United States Environmental Protection Agency

Påverkan på recipienten av det utsläppta kylvattnet redovisas som övertemperatur. Övertemperaturen definieras som skillnaden i temperatur mellan det utspädda kylvattnet på ett visst avstånd från utsläppspunkten och den ursprungliga temperaturen i recipienten på samma nivå i vattenmassan. Enligt genomförd modellering beräknas de högsta övertemperaturerna i ytvattnet vid centraliserad vätgasproduktion vara lägre än 1 °C vid avstånd större än 500 meter från utsläppspunkterna. Ökningen av salthalt i ytvattnet blir obetydlig. En kilometer från utsläppspunkten är övertemperaturen i plymens mitt lägre än 0,5 °C. Resultaten presenteras fullständigt i Bilaga 7.

8.5 Kollisionsrisk

Kollisionsrisken för fåglar som flyger genom Noatun Nord har utvärderats med användning av Band-modellen från 2012 (Band, 2012). Band-modellen är en internationellt erkänd standardmetod för att beräkna riskerna för kollisioner med vindkraftverk för migrerande och rastande fåglar. Modellen använder tekniska data om vindparken och fågelinformation, inklusive antalet individer som passerar, fåglarnas storlek och flyghastighet. Även om fåglarnas flygbeteende i viss mån är platsspecifikt, ger modellen en indikation av omfattningen av antalet årliga olyckor i en vindpark (Band, 2012).

Kollisionsberäkningar utfördes för två alternativa utformningar. Alternativ 1 omfattar vindkraftverk av storleksordningen 15 MW, vilket omfattar 265 verk med en totalhöjd på 270 meter. Alternativ 2 omfattar 124 verk av storleksordning 32 MW med en totalhöjd på 420 meter.

Data om fågelpopulationerna, som används för att beräkna kollisionsrisken, hämtades från fältobservationer insamlade av Avescapes mellan åren 2022 och 2024, se Bilaga 12. Antalet fåglar som passerade genom projektområdet uppskattades huvudsakligen baserat på dessa observationer, med ytterligare extrapolering med stöd av andra datamängder och bästa uppskattningar. Kollisionsriskmodelleringen beaktar fåglars undvikandebeteende, och artspecifika undvikandegrader baserades på information från NatureScot (2018). För arter utan publicerade data användes en 98 procentig undvikandegrad. Genomsnittliga flyghastigheter erhölls från Alerstam et al. 2007. I modelleringen antogs att rotationstiden för vindkraftverken var 7,14 sekunder för mindre vindkraftverk (15 MW), och 20 sekunder för större vindkraftverk (32 MW). Bladvinkeln antogs vara vertikal, och dessa värden antas representera genomsnittliga vindförhållanden i området.

En fullständig beskrivning av kollisionsriskmodelleringen finns beskriven i Bilaga 9. Resultatet av modelleringen är inarbetat i text och bedömningar i avsnitt 9.6.2.3 som behandlar kollisionsrisker för fåglar.

9. Effekter och konsekvenser

9.1 Klimatnytta och klimatpåverkan

Samlad konsekvensbedömning

Elproduktionen från vindpark Noatun Nord beräknas minska utsläppen av koldioxid med cirka 11,56 miljoner ton om året. Vid produktionen av förnybar vätgas genereras inga nämnvärda tillskott av växthusgaser till atmosfären. Den fossilfria vätgasen som produceras inom Noatun Nord skulle kunna användas inom industri, sjöfart och jordbruk. Vätgaslager kan även användas för att ge stabilitet åt elsystemet.

Etableringen av vindpark Noatun Nord kommer att innebära en viss klimatpåverkan i form av de utsläpp som genereras under framställningen av vindparkens olika material och komponenter, samt under anläggning och avveckling av vindparken. Den förnybara energi som vindparken bidrar med under sin livslängd kommer dock att överstiga insatsenergin många gånger om, för ett vindkraftverk till havs tar det idag cirka 5–11 månader att producera den mängd el som motsvarar den energi som krävs för att tillverka, uppföra, driva och nedmontera vindkraftverket. Därav bedöms Noatun Nord vara en synnerligen essentiell del i Ålands arbete för att uppnå klimatmålet om noll nettoutsläpp av klimatgaser senast 2035 men även för att uppnå hela Finlands energi- och klimatmål. Vindpark Noatun Nord bedöms kunna bidra mycket positivt till arbetet med att ersätta fossil elproduktion och därigenom bidra till storskalig reducering av växthusgasutsläpp.

9.1.1 Förutsättningar

Klimatet påverkas av stigande temperaturer som är en effekt av förhöjda halter av koldioxid och andra växthusgaser i atmosfären. Konsekvenserna av en global ökning av medeltemperaturen innebär bland annat förändrade nederbördsmönster och vindförhållanden, påverkan på is- och snöfördelning samt uppvärmning av haven och stigande havsnivåer. Dessa effekter påverkar både naturliga ekosystem på land och i havet, såväl som det mänskliga samhället. Varmare hav skapar till exempel förutsättningar för mer omfattande algblomningar, kan påverka artsammansättningar i olika områden och bidra till ökad havsförsurning. Dessutom finns det en anmärkningsvärd ökning av antalet naturkatastrofer över hela världen, tillskrivet klimatologiska, hydrologiska och meteorologiska faktorer.

Klimatmål

EU har förbundit sig att minska utsläppen av växthusgaser med minst 55 procent från 1990 års nivå till 2030, och EU:s mål är att vara klimatneutralt till 2050. För förnybar energi siktar EU på en andel om 32 procent av den förbrukade energin till 2030 (Ympäristöministeriö, 2023).

I Finland trädde den reviderade nationella klimatlagen (423/2022: Kansallinen uudistettu ilmastolaki (423/2022)) i kraft den 1 juli 2022. Enligt den nya klimatlagen ska utsläppen av växthusgaser minska med minst 60 procent till 2030, med minst 80 procent till 2040 och med minst 90 procent till 2050 jämfört med utsläppsnivåerna för

1990. Lagen anger också mål om att Finland ska vara koldioxidneutralt 2035 och koldioxidnegativt strax därefter. Lagen utvidgades till att även omfatta markanvändningssektorn och målet att stärka kolsänkorna[19] har lagts till (Ympäristöministeriö, 2023).

För att möta målen i Parisavtalet har Ålands landskapsregering beslutat klimatmål för minskning av Ålands klimatpåverkan. Enligt klimatmålen ska Åland inte ha några nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären år 2035 för att därefter uppnå negativa utsläpp, det vill säga att sänka halten av växthusgaser i atmosfären. Utöver detta ska 100 procent av elanvändningen komma från fossilfria källor år 2030. Dessa målsättningar speglas även i utvecklingsmålet kraftigt minskad klimatpåverkan som beskrivs i avsnitt 14.4.2. Vikten av havsbaserad vindkraft speglas i att havsområden lämpliga för energiproduktion har identifierats genom Ålands havsplan.

Klimatnytta

På grund av Ålands lämpliga placering har Ålands landskapsregering som mål att göra Åland till ett centrum för förnybar energi i Norden (Kuismanen, et al., 2019). En utbyggnad av havsbaserad elproduktion kan därmed, utöver att bidra till att nå Ålands nationella klimatmål, även skapa förutsättningar för export av energi vilket även bidrar till uppfyllande av klimatmål i närliggande länder.

Vindpark Noatun Nord bedöms på kort tid producera energi motsvarande den mängd energi som används för tillverkning, anläggning, drift och avveckling av vindparken. Dessutom kommer vindparken vara i drift under en lång tid och kommer under sin livstid bidra till att ersätta den fossila energiproduktionen. Därmed kan växthusgasutsläppen reduceras i stor skala, och vindparken bedöms bidra positivt till uppfyllandet av Ålands klimatmål och därmed även Parisavtalet och Agenda 2030.

Jämfört med fossil elproduktion har förnybar el och el från kärnkraft runt hundra gånger lägre utsläpp per kWh. Genom livscykelanalyser[20] kan den samlade påverkan per kWh producerad el beräknas och jämföras med andra kraftslag. Utsläpp från fossil elproduktion ligger för kol på mellan 740–1689 g CO2e/kWh, olja 510–1170 g CO2e/kWh och naturgas 290–930 g CO2e/kWh. När det gäller solceller, vindkraftverk och kärnkraftverk sker i princip inga utsläpp vid elproduktionen, utan utsläppen orsakas framför allt vid tillverkning av komponenterna och uppförande av anläggningarna. Det spelar därmed stor roll vilka energikällor som används vid produktion. Ett exempel är solceller som produceras i Kina där kolkraft används vid framställning och därmed resulterar i högre koldioxidutsläpp. IPCC har genom en sammanställning påvisat att elproduktion från solceller genererar utsläpp på cirka 41 g CO2e/kWh. Utsläppen för kärnkraft är cirka 12 g CO2e/kWh. Som jämförelse visar utförda livscykelanalyser att vindkraft innebär utsläpp av växthusgaser på cirka 6–11 g CO2e/kWh (Vattenfall, 2019; IPCC, 2014; Hengstler, et al., 2021). Vattenfall AB har genomfört livscykelanalyser för nyare (landbaserade) vindkraftverk, vilka har resulterat i växthusgasutsläpp på cirka 6–7 CO2e/kWh (Vattenfall, 2019). Enligt IPCC genererar havsbaserad vindkraft 1 g CO2e/kWh mer än landbaserad (IPCC, 2014). Föregående livscykelanalyser går väl i linje med Hengstler et al. (2021) vars studie visar att ett

[19] Kolsänkor kan vara en process eller ett system där koldioxid tas upp från atmosfären och lagras. Skog är ett exempel på en naturlig kolsänka som binder in och lagrar kol.
[20] Livscykelanalysen är en metod för att undersöka miljöpåverkan under en produkts livscykel från råvaruutvinning, tillverkningsprocesser, användning och avfallshantering.

genomsnittligt vindkraftverk till havs har ett växthusgasutsläpp på 7,3 g CO2e/kWh under sin livslängd. Vindpark Noatun Nord antas följaktligen generera cirka 7,3 g CO2e/kWh el som produceras i parken.

Åland har ingen specifik strategi gällande vätgas, emellertid beskrivs vätgas i Ålands energi- och klimatplan som en möjlig framtida teknik för Åland, exempelvis gällande vätgasdrift för viss fartygstrafik. Vätgas är utpekat som en prioritet inom bland annat the European green deal, dels på grund av vätgasens förmåga att genom lagring balansera ett energisystem som till stor del är baserat på intermittenta energikällor och dels på grund av att det kan ersätta fossila bränslen i kolintensiva industriprocesser (Europeiska kommissionen, 2020). Som ett resultat av detta har Europeiska kommissionen (2020b) satt ett mål om att det inom EU ska vara installerat elektrolysörer för förnybar vätgasproduktion motsvarande minst 6 GW till 2024 och 40 GW till 2030.

När vätgas framställs via elektrolys beror vätgasens klimatpåverkan till stor del på koldioxidintensiteten av den el som används, varför produktionssättet av elen som elektrolysen drivs av spelar stor roll. För den vanligaste typen av vätgas, så kallad grå vätgas, där vanligtvis fossilgas används för att producera vätgas är utsläppen av koldioxid cirka 27 kg CO2e/kg H_2 beroende på hur fossilgasen framställts. När det används el som har samma koldioxidintensitet som världsgenomsnittet (460 g CO2e/kWh) blir vätgasens klimatpåverkan cirka 24 kg CO2e/kg H_2. När det används el som har lägre koldioxidintensitet (10 g CO2e/kWh) kan det innebära betydligt lägre klimatpåverkan på cirka 0,5 kg CO2e/kg H_2 (IEA, 2023). Vid produktion av förnybar vätgas baserat på el från de havsbaserade vindkraftverken uppstår följaktligen i princip inga utsläpp av växthusgaser, om än det föreligger utsläpp kopplat till exempelvis tillverkning av komponenter och transport.

9.1.2 Konsekvenser

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

9.1.2.1 Nollalternativ

Nollalternativet innebär att vindpark Noatun Nord inte förverkligas och att parkens klimatbelastning från anläggningsfasen och avvecklingsfasen uteblir. Samtidigt innebär nollalternativet att parkens bidrag till att minska koldioxidutsläppen uteblir och därmed även dess positiva effekter för klimatet.

Finlands energimix år 2022 bestod till 41,8 procent av förnyelsebara källor, varav vindenergi utgjorde 3,2 procent. Därutöver bestod energimixen till 33,7 procent av fossila bränslen, med en majoritet i form av olja (State Treasury Republic of Finland, u.d.). År 2022 uppgick den totala tillgängliga energimixen i Finland till cirka 382 TWh (Eurostat, 2024), vilket innebär att den totala vindenergin i Finland år 2022 utgjordes av cirka 12,2[21] TWh. I jämförelse innebär vindpark Noatun Nord ett maximalt tillskott om 19,5 TWh, motsvararande 5,1 procent. Detta motsvarar cirka 33 000 ton olja (Eurostat, 2024). Därutöver kan vindpark Noatun Nord, i jämförelse med utsläppen av koldioxid som uppstår vid annan elproduktion, minska utsläppen av koldioxid med upp till cirka 11,56 miljoner ton koldioxid årligen. Detta motsvarar ungefär 58 gånger Ålands

[21] 3,2 procent av 382 TWh

totala koldioxidutsläpp för 2021, vilka låg på cirka 199 000 ton (ÅSUB, 2023). Vidare motsvarar det cirka 25 procent av Finlands totala koldioxidutsläpp för år 2022, som låg på 45,8 miljoner ton (European Commission, 2023). Därtill möjliggör en ökad inhemsk energiproduktion även en självständighet och säkerhet vid ett instabilt geopolitiskt läge, exempelvis så halverades konsumtionen av importerad rysk gas i Finland från 2021 till 2022 (State Treasury Republic of Finland, u.d.). Nollalternativet innebär att detta betydande tillskott av inhemsk vindenergi inte kommer till stånd. Det fortsatta betydande utsläppet av koldioxid kopplat till nollalternativet leder i sin tur till ett påskyndande av klimatförändringarna, med konsekvenser på en lokal så väl som global nivå.

Östersjöns ekosystem är idag utsatt för flertalet stressfaktorer som bland annat övergödning, miljögifter och överfiske. Klimatförändringar ökar det redan existerande negativa trycket på Östersjöns marina miljö. Varmare klimat leder till starkare skiktning av vattenkolumnen som i sin tur medför att vattenutbytet och den vertikala transporten av syre och näringsämnen i vattenkolumnen begränsas. En påverkan på hydrografiska förutsättningar som följd av klimatförändringar kommer sannolikt att påverka biogeokemiska cykler såväl som ekosystemet i stort (Andersson, et al., 2015).

Klimatförändringar medför varmare havsvattentemperaturer, vilket medför att de årliga algblomningarna börjar tidigare på våren. Detta skulle kunna leda till en ökad belastning av organiskt material till bottnarna som i sin tur riskerar att orsaka en expansion av de syrefattiga/syrefria zonerna i Östersjön (Hjerne, et al., 2019; Meier, et al., 2012). Klimatförändringar kan även leda till mer intensiva algblomningar som i sin tur även leder till mindre ljusgenomträngning genom vattenkolumnen.

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

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

I en analys av klimatförändringarna bedöms påverkan på förvaltningen av kulturmiljön redan idag vara omfattande, både avseende plötsliga klimatrelaterade händelser, så som översvämningar, och avseende långsamma förlopp, så som högre fuktbelastning (Riksantikvarieämbetet, 2014).

De allra flesta miljöaspekter och intressen berörs redan idag negativt av pågående klimatförändringar och dessa påverkar såväl olika biologiska värden, arter och livsmiljöer, som grundläggande samhällsfunktioner så som infrastruktur och livsmedelsproduktion.

9.1.2.2 Anläggningsfas

Anläggandet av vindparken med tillhörande komponenter innebär en kortvarig negativ påverkan i form av utsläpp av växthusgaser jämfört med nollalternativet. Påverkan bedöms dock uppvägas av den mer långvariga positiva påverkan som vindparken

innebär med avseende på att den kan ersätta fossil elproduktion och därmed reducera utsläppet av växthusgaser i en större skala.

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

Större vindkraftverk med högre installerad effekt är mer effektiva än mindre vindkraftverk. Det tar därför kortare tid för stora vindkraftverk att producera den mängd elektricitet som motsvarar insatsenergin. De vindkraftverk som är aktuella vid tiden för anläggandet av vindpark förväntas ha en livslängd om cirka 40–45 år. Det innebär att vindkraftverken kommer att producera el motsvarande cirka 44–96 gånger mer än insatsenergin under den planerade totala driftsperioden. I likhet med vindkraftverken inom vindparken består klimatpåverkan för vätgasanläggningarna utav själva produktionen av komponenterna. Den vätgas som produceras inom vindparken kommer emellertid att kompensera för de utsläpp som tillverkningen av de olika tillhörande komponenterna för vätgasproduktionen innebär, detta genom att ersätta nyttjande av fossila bränslen. Vid längre livslängd ökar även klimatnyttan.

9.1.2.3 Driftsfas

Vindpark Noatun Nord bedöms medföra en mycket stor klimatnytta under driftsfasen och ingen klimatpåverkan från utsläpp av växthusgaser förväntas uppstå jämfört med nollalternativet. Detta med anledning av att det under driftsfasen inte uppstår några växthusgasutsläpp vid själva elproduktionen från ett vindkraftverk eller omvandlingen av den förnybara elektriciteten till förnybar vätgas. Utsläpp kopplade till underhållsarbeten är även begränsade. Om energi från Noatun Nord ersätter en annan elproduktion[22] kan vindpark Noatun Nord minska utsläppen av koldioxid med cirka 11,56 miljoner ton/år[23]. Detta motsvarar ungefär 58 gånger Ålands totala koldioxidutsläpp för 2021, vilket låg på 199 000 ton (ÅSUB, 2023).

Därutöver innebär den maximala produktionen av el på 19,5 TWh att cirka 3,9 miljoner hushåll[24] kan förses med förnybar el, eller att cirka 8,2 miljoner elbilar[25] kan framdrivas.

Vindpark Noatun Nord bedöms även ha positiv konsekvens för Ålands, Finlands och EU:s klimatmål då havsbaserad vindkraft möjliggör ett betydande tillskott av förnybar elproduktion i närtid, vilket är en grundläggande förutsättning för att uppnå klimatmålen.

---

[22] Beräkningarna för ersättningsmix grundar sig på bedömningen från Nätverket vindkraftens klimatnytta (2019), av att den samlade klimatnyttan med vindkraft är i storleksordningen 600 g/kWh. Siffrorna baseras på att vindparken undantränger kol- och gaskraft genom elexport.

[23] Beräkningar: 19 500 GWh (vindkraftens produktion) * (600 ton/GWh (klimatnytta) – 7,3 ton/GWh (klimatpåverkan enligt LCA)) = 11 557 650 ton CO2 besparing per år.

[24] Baserat på antagande att elförbrukningen för ett hushåll är 5000 kWh/år (Energimarknadsbyrån, 2024)

[25] Baserat på antagandet att en bil i snitt kör 1200 mil per år och att elbilen använder 2 kWh/mil (Naturvårdsverket, 2023)

9.1.2.4 Avvecklingsfas

De material som används går till största delen att återvinna eller återanvända, vilket innebär ett effektivt resursutnyttjande. Därutöver sker en omfattande utveckling av återvinningsmetoder för exempelvis rotorblad, varför återvinningen av dessa komponenter förväntas vara än mer effektiv vid tiden för avveckling av vindpark Noatun Nord.

Avvecklingsfasen bedöms medföra en liten mängd utsläpp av växthusgasen som vida överstigs av den fossilfria energi som vindparken producerat under sin livstid jämfört med nollalternativet. Om det dessutom antas att den teknik som finns tillgänglig vid tiden för avveckling är fossilfri, kommer ingen klimatpåverkan att ske. Detta då vissa komponenter under havsytan bedöms kunna kvarlämnas och omfattningen kommer att vara mindre än de arbeten som sker under anläggningsfasen.

Slutsats

Vid en sammantagen bedömning av påverkan från hela vindpark Noatun Nords livscykel medför vindparken en mycket stor positiv konsekvens för klimatet och möjliggör för omställningen till förnybar elproduktion i form av minskade CO2-utsläpp jämfört med nollalternativet, se Tabell 26. Detta gäller för både utformningsalternativ 1 och 2.

De resultat avseende utsläppsminskningar och förnybar energi som Åland åstadkommer kommer vidare att kunna bidra till att uppnå hela Finlands energi- och klimatmål (Ålands landskapsregering, 2017) samt Ålands mål om att vara klimatneutralt år 2035 (Bärkraft, 2022).

*Tabell 26. Bedömd konsekvens för klimatpåverkan. *Med mottagaren avses här atmosfären som tar emot de CO_2-utsläpp som genereras.*

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Minskade utsläpp av CO2	Hög	Stor	Mycket stor positiv	Stor	Mycket stor positiv

9.2 Bottenflora och bottenfauna

Samlad konsekvensbedömning

Bottensamhället i projektområdet består av ett fåtal arter av infauna (djur som lever nedgrävda i sedimentet) och en mindre utbredning av epifauna (djur som lever ovanpå havsbotten). Förekomsten av bottenflora är mycket begränsad och inga vegetationsklädda bottnar förekommer.

Aktiviteter under anläggningsfasen kommer innebära en spridning av suspenderat sediment, med en efterföljande sedimentation och potentiell spridning av miljögifter och näringsämnen. Spridningen av sediment kommer att vara tillfällig, varför vindparkens anläggningsfas, sett till den miljö som påverkas, innebär en försumbar till mycket liten negativ konsekvens för bottenflora och bottenfauna.

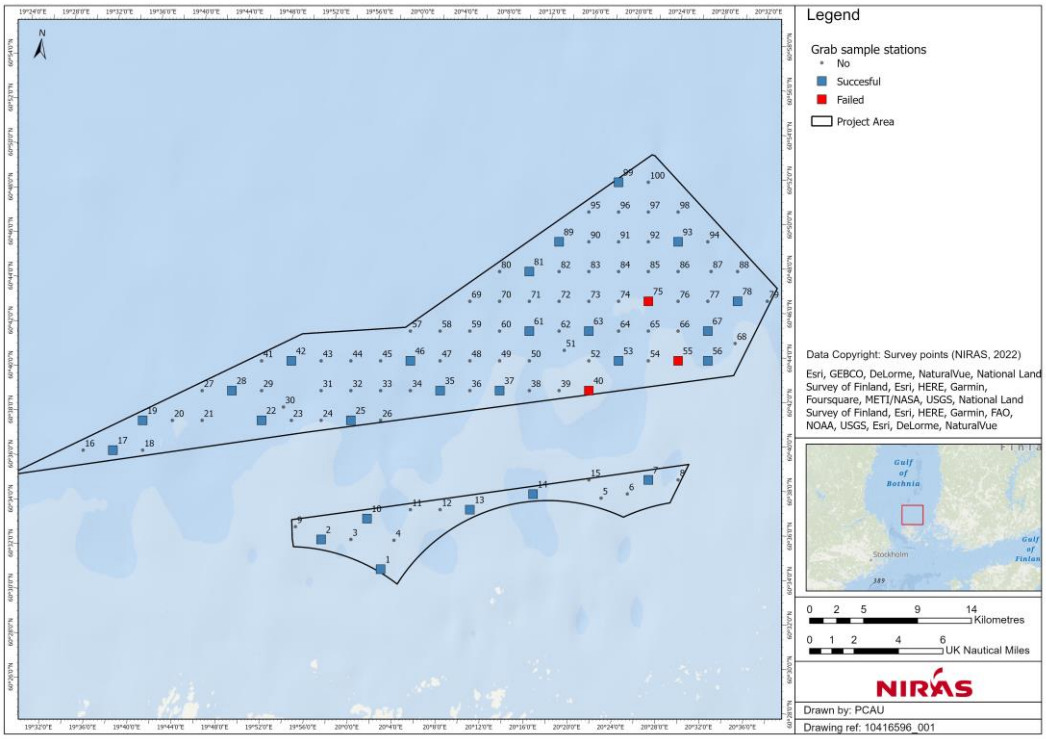
Under driftsfasen kommer vindparkens fundament och eventuella erosionsskydd att erbjuda nya hårdbottenytor för fastsittande organismer. De förändrade substratförhållandena inom vindparken kan medföra en viss positiv effekt för den biologiska mångfalden i området, och bedöms ge en obetydlig till mycket liten positiv konsekvens. Övriga påverkansfaktorer under driftsfasen bedöms innebära försumbara konsekvenser för bottenflora och bottenfauna.

Påverkan under avvecklingsfasen bedöms bli mindre än påverkan under anläggningsfasen och bedöms därför ha en försumbar till mycket liten negativ konsekvens för bottenflora och bottenfauna.

9.2.1 Förutsättningar

Bottensubstratet inom projektområdet domineras av mjuka bottnar bestående av sand, gyttja och lera. Hårda substrat i form av sten och grus förekommer till viss del, och då framför allt vid projektområdets södra del. Bottendjupet inom området varierar 10–70 meter i de södra delarna, och 10–84 meter i de nordliga och östliga delarna. Bottnarna är syresatta under såväl vår som höst. Endast 0,02 procent av projektområdets botten anses vara solbelyst (NIRAS, 2023), vilket indikerar en begränsad närvaro av vegetation inom området.

På uppdrag av Bolaget genomförde NIRAS under hösten år 2022 och våren 2023 bottenhugg och videoundersökningar inom projektområdet. Bottenhugg togs i 31 punkter, se Figur 42.



Figur 42. Undersökningspositioner för bottenhugg. Totalt togs 31 bottenhugg varav tre misslyckades.

De marinbiologiska undersökningarna visar på låg biodiversitet av bottenflora och bottenfauna inom projektområdet, där ett fåtal arter fanns i stora antal. Den låga observerade biodiversiteten hos mjukbottensamhället anses vara representativt för regionen. Enligt HELCOM:s undervattensbiotop (HUB)-klassificering dominerar biotopen AB.M1I (afotiskt blandat substrat karaktäriserat av epibentiska kräftdjur) inom projektområdet, täckande nästan 50 procent av den totala ytan, se Bilaga 10. Totalt identifierades 15 av HELCOM:s HUB-klasser inom projektområdet, där endast biotopen AB.H3N1 (afotiskt lerigt sediment dominerat av *Monoporeia affinis* och/eller *Pontoporeia*) är med på HELCOM:s rödlista. Biotopen är klassad som nära hotad (NT), och hotet mot habitatet inkluderar bland annat konkurrens från den främmande arten *Marenzelleria spp*. (HELCOM, 2013). Undersökningen har även kartlagt Natura 2000-naturtyper inom området, vilken visar att rev (1170) utgör ungefär 15 procent av projektområdet. Revmiljöerna i Noatun Nord är topografiskt avgränsade med hårdbotten, dock saknar de utmärkande naturvärden för hårdbottenlevande flora och fauna.

Samtidigt som den biologiska mångfalden av bottenflora och bottenfauna inom projektområdet är låg, finns en finsk ekologiskt betydelsefull marin undervattensmiljö, så kallat EMMA-område beläget cirka 8 kilometer från Noatun Nord. Väderskär som det kallas, betraktas vara av stor lokal ekologisk betydelse och karaktäriseras av ett unikt landskap med skär och små öar i ytterskärgården. Området utmärker sig som ett av Finlands EMMA-områden tack vare sin oskadade natur och minimala mänskliga påverkan. Väderskärs bottnar erbjuder en gynnsam miljö för bottenlevande organismer, där olika arter av blåstång och rödalger trivs. Dessutom bidrar närvaron av täta kolonier av blåmusslor (*Mytilus trossulus*) (Lappalainen, et al., 2020) till att ytterligare förbättra områdets biologiska mångfald.

Inom projektområdet domineras bottenfaunan däremot av havsborstmaskar, kräftdjur och musslor. Vid bottenhugg påträffades stora mängder av vitmärla (*Monoporeia affinis*) och havsborstmasken *Marenzellaria viridis*, men även Östersjömussla (*Macoma baltica*) rapporterades som en vanligt förekommande art. Bentisk epifauna, det vill säga djur som lever på sedimenten, är sparsamt förekommande inom projektområdet. Räkor från familjen *Caridae* observerades dock i hela projektområdet under både vår och höst och utgjorde den vanligaste epifauna-arten. Infauna, det vill säga djur som lever i sedimenten, återfanns främst i de västra och norra delarna av projektområdet, och totalt identifierades 14 arter av infauna. Inga vegetationsklädda bottnar har observerats men levande alger observerades vid ett fåtal stationer i projektområdet. Grönalger registrerades på finsand/grusbankar vid en station, medan makroalgsmattor och en rosa skorpa av kalkalger observerades på berg vid en annan station. Dessutom hittades makroalger associerade med musselbäddar på berg vid en tredje station. Löst algmaterial återfanns vid några stationer på olika djup. Inga rödlistade arter enligt den finska rödlistan eller HELCOM:s rödlista har identifierats (HELCOM, 2013; Hyvärinen, et al., 2019). En samlad artlista över de bottenlevande organismer som påträffats inom projektområdet finns i Bilaga 11.

9.2.2 Konsekvenser

9.2.2.1 Nollalternativ

Nollalternativet innebär att förhållanden och förutsättningar som råder på botten inom projektområdet i dagsläget inte förändras till följd av vindpark Noatun Nord. Nollalternativet innebär bland annat att inga bottenytor långsiktigt kommer att tas i anspråk av fundament och erosionsskydd. Även den påverkan av sedimentsuspension och efterföljande sedimentation som förväntas uppstå vid borrning av fundament och nedspolning av rörledningar och kablar uteblir. Likaså föreligger ingen ökad risk för spridning av miljögifter och föroreningar som förekommer i sedimenten. Sammanfattningsvis är det flertalet påverkansfaktorer som bedöms kunna medföra en negativ påverkan på bottenflora och bottenfauna i form av ökad stress och övertäckning som utgår i nollalternativet. Det finns andra planerade vindparker i Noatun Nords närområde som kan ge upphov till samma typ av påverkan som kan nå in i projektområdet (exempelvis suspenderat sediment), dock i betydligt mindre omfattning eftersom påverkanskällan då befinner sig utanför projektområdet.

Att tillförseln av nya hårdbottenytor uteblir innebär att de lokala positiva konsekvenser som en reveffekt kan medföra inte infinner sig.

Vidare är nollalternativet starkt kopplat till den klimatnytta som vindparken förväntas bidra till. De allra flesta miljöaspekter och intressen berörs redan idag negativt av pågående klimatförändringar vilket påverkar såväl olika biologiska värden, arter som livsmiljöer i Östersjön, detta beskrivs närmare i avsnitt 9.1.2.1.

9.2.2.2 Anläggningsfas

Under anläggningsfasen kommer installation av fundament, internkabelnät, erosionsskydd och rörledningar, och i viss mån även förberedande undersökningar, att påverka bottenfaunan i området. Påverkansfaktorer som bedöms för vindpark Noatun Nords anläggningsfas är fysisk påverkan på havsbotten, sedimentsuspension, sedimentation samt miljögifter och näringsämnen.

Fysisk påverkan på havsbotten

Under anläggningsfasen kommer installation av bland annat fundament, erosionsskydd och internkabelnät att ta bottenytor i anspråk. Dessutom kommer geotekniska undersökningar att genomföras, vilket även det kan medföra en fysisk påverkan på havsbotten.

Bottenfaunan inom vindparken domineras av vanligt förekommande arter för Östersjön, och den fysiska påverkan av havsbotten kommer framför allt att beröra projektområdets mjukbottenfauna. De arter som förekommer inom projektområdet bedöms kunna återetablera sig efter anläggningsfasen. Återetablering av bottenlevande arter har exempelvis undersökts av Hammar et al. 2019, som menar att opportunistiska arter av havsborstmaskar, rundmaskar och kräftdjur är snabba på att återkolonisera muddrade mjukbottnar. Mer långlivade arter, som musslor, tar längre tid att återkolonisera tidigare utbredningsområden (Hammar, et al., 2009). Återhämtningsprocessens varaktighet varierar mellan olika områden, men enligt Hammar et. al. 2009 tar återhämtningen av en muddrad yta vanligtvis 1–2 år. Givet att såväl opportunistiska som långlivade arter förekommer inom projektområdet bedöms bottenflorans och bottenfaunans känslighet för fysisk påverkan som måttlig.

För både alternativ 1 och 2 kommer vissa aktiviteter under anläggningsfasen att vara övergående, och återetablering av bottenlevande organismer bör kunna ske på de ytor där internkabelnät och rörläggningsnät anläggs, samt där stödben förankras i botten. De bottenytor där fundament och erosionsskydd installeras kommer långsiktigt att tas i anspråk, och på dessa platser erhålls en övergång från mjukt till hårt substrat. Detta skapar förutsättningar för bildandet av artificiella rev, vilket potentiellt kan leda till ökad etablering av hårdbottenlevande arter och därmed en lokal ökning av den biologiska mångfalden. Någon substratförändring sker inte där substratet är för hårt för nedplöjning eller spolning, då kabeln i stället kommer att behöva skyddas genom övertäckning av sten eller betongmattor. Fysisk påverkan i samband med de geotekniska undersökningarna är mycket begränsad och högst lokal. Sammantaget kommer den samlade bottenytan som påverkas under anläggningsfasen, både tillfälligt och permanent, att vara mycket liten i förhållande till projektområdets totala yta (cirka 0,12–0,15 procent). Under anläggningsfasen kommer de fysiska förändringarna i bottenmiljön således vara av ringa betydelse för områdets bottenlevande organismer, och påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig.

Sammantaget bedöms bottenfloran och bottenfaunans känslighet för påverkan från fysisk påverkan på havsbottnen som måttlig under projektets anläggningsfas, medan påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Jämfört med nollalternativet bedöms konsekvensen för bottenflora och bottenfauna som försumbar under anläggningsfasen både för alternativ 1 och 2.

Sedimentsuspension

De flesta bottenlevande djur är toleranta för tillfälligt förhöjda halter av suspenderat sediment, och flertalet arter uppvisar en tolerans mot upp till 100 mg/l under en total tid om upp till två veckor. Långvarig exponering av halter över 100 mg/l har däremot visat sig kunna resultera i minskad tillväxt hos vissa filtrerande arter. Östersjömusslan, den dominerande filtrerande arten inom Noatun Nord, tolererar förhöjda halter om 100 mg/l av suspenderat sediment upp emot en månad. Liknande tolerans har observerats

hos blåmussla (*Mytilus edulis*) som förekommer mer sällsynt inom projektområdet (Budd & Rayment, 2001). I ett worst case scenario förväntas borrarbetet i alternativ 1 och 2 innebära att en koncentration på 1000 mg/l uppstår lokalt i närområdet till fundamenten under ungefär 110 timmar. I större delen av området där fundament placeras, förväntas halter över 100 mg/l i upp till 1–2 veckor, se avsnitt 8.1.2.1. Givet att sedimentationen vid anläggningen av vindparken kommer att ske successivt, bedöms filtrerande arter vara toleranta mot den sedimentsuspensionen som kan uppstå i samband med anläggningen av Noatun Nord. Resterande arter som observerats och som kan förväntas förekomma inom Noatun Nord, däribland vitmärla, havsborstmask och korvmask (*Halicryptus spinulosus*), är antingen depositionsätare eller predatorer. Dessa bedöms därför som toleranta för de tillfälligt förhöjda halter som uppkommer i samband med anläggningsfasen. Sammantaget bedöms känsligheten hos projektområdets bottenflora och bottenfauna som liten avseende påverkan sedimentsuspension.

För både alternativ 1 och 2 kommer påverkan från sedimentsuspension att vara temporär. Resultaten från genomförd sedimentspridningsberäkning för ett worst case gällande utsläpp av borrkax vid borrning för monopile-fundament, visar i båda alternativen koncentrationer på över 100 mg/l i bottenvattnet inom en radie av 1,8 kilometer från utsläppspunkten, med en total varaktighet på maximalt cirka 230 timmar (drygt 11 dagar) sammanhängande tid, se avsnitt 8.1.2.1. Denna varaktighet tar hänsyn till möjligheten att den första plymen kan överlappa både i tid och rum med en andra plym från en intilliggande borrning och kan ses som en övre teoretisk gräns. En viss bottenyta kan också påverkas flera gånger vid olika tillfällen under anläggningsfasen. Emellertid bedöms det som osannolikt att påverkan skulle vara kontinuerlig från mer än två på varandra följande borrningar, och det är enbart på små och avgränsade områden som överlappning kan ske. Påverkans storlek och omfattning av sedimentsuspension bedöms som liten negativ för bottenfaunan. Muddring och dumpning av muddermassor ger mindre spridning respektive kortare varaktighet än utsläpp vid borrning för monopile-fundament, se avsnitt 8.1.3.

Sammantaget bedöms bottenfaunans känslighet som liten och påverkans storlek och omfattning som liten negativ. Konsekvensen för bottenflora och bottenfauna avseende sedimentsuspension bedöms vara mycket liten negativ jämfört med nollalternativet.

Sedimentation

Till följd av sedimentsuspensionen kommer en sedimentation uppstå, och de partiklar som avsätts på botten kan då täcka underliggande bottenflora och bottenfauna. Det är främst sessila organismer samt djur med begränsad förmåga att gräva sig upp genom sedimenten som kan påverkas vid långvarig övertäckning. Mobila djur som kan förflytta sig från platsen och djur som är anpassade till ett liv nedgrävda i havsbotten klarar sig normalt bättre än organismer som lever ovanpå bottnarna. Projektområdet för Noatun Nord domineras av arter som lever nedgrävda i sediment och enbart ett fåtal mobila arter av bottenfauna återfinns i projektområdet. Fastsittande djur och flora, såsom blåmusslor och alger, kan även förekomma i mindre utsträckning på de ytor som utgörs av grövre substrat i området. Östersjömusslan kan förflytta sig genom att gräva både horisontellt och vertikalt i havsbotten, och har en förhållandevis lång sifon (inandningsrör). Östersjömusslan har således goda förutsättningar för att överleva perioder med ökad sedimentation, och bedöms klara en övertäckning av sediment upp

till 80 millimeter (Brafield, 1963; Brafield & Newell, 1961). Då mottagarens förutsättningar för att klara denna typ av påverkan är god bedöms känsligheten som liten.

För både alternativ 1 och 2 kommer sedimentationen till stor del ske i närheten av fundamentet/kabeln och kan täcka de bottenlevande organismer som finns inom påverkansområdet. I ett worst case scenario förväntas en maximal lokal pålagring överstigande en decimeter över en yta om cirka tio hektar per fundament, se avsnitt 8.18.1.2.2. I alternativ 1 (15 MW), där upp till 265 fundament kan installeras, kan således en decimeter sediment täcka omkring 2 650 hektar (0,04 procent) av projektområdet. För alternativ 2 (32 MW), där högst 124 fundament kan installeras, förväntas omkring 1 240 hektar (0,02 procent) av projektområdet påverkas av en decimeter sedimentpålagring.

Trots att mjukbottnar dominerar i projektområdet och att sedimentation är naturligt förekommande i områden med sand och lera, finns det också en mindre andel hårdbottenytor inom området. För de fastsittande organismer som lever i dessa områden kan en viss påverkan inte uteslutas. För filtrerande organismer, såsom blåmusslor, kan sedimentpålagring täppa till eller störa filtrerande strukturer, vilket kan minska deras förmåga att fånga föda och syre. De enstaka fastsittande algplantor som finns i projektområdet kan även påverkas av en minskad ljustillgång om de täcks över av sediment, vilket i sin tur kan påverka deras fotosyntes. I såväl alternativ 1 och alternativ 2 är det dock mindre än en procent av projektområdets totala yta som omfattas av en sedimentpålagring överstigande en decimeter, vilket innebär att en liten andel av de fastsittande organismerna som finns inom projektområdet påverkas. Påverkans storlek och omfattning av sedimentation bedöms därför som liten negativ.

Sammantaget bedöms bottenfloran och bottenfaunans känslighet som liten och påverkans storlek och omfattning som liten negativ. Konsekvensen för bottenflora och bottenfauna från sedimentation bedöms således mycket liten negativ jämfört med nollalternativet.

Miljögifter och näringsämnen

Under anläggningsfasen kan miljögifter och näringsämnen som förekommer i bottensedimenten suspenderas och spridas till överliggande vatten vid borrning och/eller pålning. När miljögifterna är suspenderas till vattenkolumnen, antingen som bundna till organiskt material eller genom att de löser sig i det omgivande vattnet, kan de tas upp av vattenlevande organismer genom bland annat födointag eller absorbering genom huden.

Genomförda sedimentprovtagningar, som redogörs för i avsnitt 3.8.3 och Bilaga 11, visar på förhöjda halter av bland annat PAH:er, PCB28, krom, koppar och nickel i sediment i bottnar nära och inom Noatun Nord, vilka potentiellt kan spridas till vattenkolumnen. Även radioaktiva ämnen, så som cesium, finns i Östersjöns sediment. Enligt expertutlåtande från STUK (2024) om risken för radioaktiva ämnen i sedimentet norr om Åland, är det däremot osannolikt att schaktningsarbeten skulle leda till att skadliga mängder av Cs-137 löses upp och ansamlas i näringskedjorna.

Sedimentföroreningar kan negativt påverka både sediment- och vattenlevande organismer, och känsligheten mot förhöjda halter av toxiska ämnen varierar mellan arter. Studier har till exempel visat på en högre känslighet hos kräftdjur, medan flera

arter av havsborstmaskar har lägre känslighet (Peterson, et al., 1996). Höga halter av miljögifter kan exempelvis leda till skador på ägg, missbildade embryon och en ökad dödlighet. Bottenfaunan inom Noatun Nord domineras av infauna arter, och dessa exponeras redan kontinuerligt för de halter som finns i sedimenten. Det är därför epifauna som potentiellt skulle kunna påverkas av högre halter av suspenderade miljögifter i samband med anläggningen av vindparken. Det är därför epifauna som potentiellt skulle kunna påverkas av högre halter av suspenderade miljögifter i samband med anläggningen av vindparken. Samtidigt är förekomsten av epifauna sparsam inom projektområdet. Känsligheten hos projektområdets bottenflora och bottenfauna bedöms som måttlig avseende miljögifter och näringsämnen.

För både alternativ 1 och 2 kommer organiska föreningar och tungmetaller som ligger bundna i sedimentet frigöras till vattenkolumnen i samband med anläggningsfasen. Dessa föroreningar är vanligtvis bundna till små partiklar i sedimentet. Under anläggningsfasen förväntas majoriteten av de större partiklarna sedimentera i närheten av de fundament, kablar och rörledningar som anläggs, medan små partiklar kan spridas längre ut utanför projektområdet. Som beskrivs i avsnitt 8.1, visar genomförd sedimentspridningsberäkning att i ett worst case scenario kan maximala spridningsavståndet för suspenderade sediment uppgå till 80 kilometer eller längre. Dock beräknas koncentrationer av suspenderat sediment vara nere på mindre än 1 mg/l på avstånd större än tio kilometer från respektive fundament. Även om förorenande ämnen således kan spridas till närliggande kustvattenförekomster och känsligare områden, förväntas spridningen av föroreningar till dessa områden därför inte utgöra en betydande riskfaktor. Vidare förväntas sedimentspridningen medföra en utspädningseffekt där finare partiklar sprids i en relativt stor vattenvolym. Därav bedöms den resuspension av miljögifter som uppstår till följd av anläggningsfasen inte leda till att de bottenlevande organismerna utsätts för en skadlig exponering. Påverkans storlek och omfattning bedöms därmed som obetydlig.

Sammantaget bedöms bottenfaunans känslighet för påverkan från miljögifter och näringsämnen som måttlig under projektets anläggningsfas, medan påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Jämfört med nollalternativet bedöms konsekvensen för bottenflora och bottenfauna som försumbar under anläggningsfasen avseende miljögifter och näringsämnen.

Främmande arter

Under anläggningsfasen används installations- och fraktfartyg med barlastvatten, vilket medför en risk för spridning av främmande organismer. Då en introduktion av främmande arter medför risk för negativ påverkan på inhemska arter, såsom ökad konkurrens om föda och utrymme, bedöms känsligheten hos bottenfloran och bottenfaunan som måttlig.

Inom projektområdet är mångfalden av bottenlevande organismer sparsam. Östersjöns brackvattenförhållanden är inte optimala för många marina och sötvattenlevande arter, och antalet främmande arter som kan komma att nyttja vindparkens strukturer så här långt norrut i Östersjön bedöms därför vara begränsat. Dessutom kommer avstånden mellan fundamenten i vindparken vara stora i både alternativ 1 och 2, vilket skapar ett fragmenterat habitat som blir svårare för små organismer och larver att kolonisera. Risken för spridning av främmande organismer bedöms som obetydlig, eftersom fartyg som genomför internationella resor omfattas

av barlastkonventionen. Konventionen är implementerad i finsk lag genom miljöskyddslagen för sjöfarten (1672/2009) och miljöskyddsförordningen (169/2000). Denna lagstiftning fastställer regler för hantering av barlastvatten och gränsvärden för utsläpp av levande organismer, vilket minimerar risken för spridning av främmande organismer i åländska och finska vatten. Beaktat ovan, bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig för både alternativ 1 och 2.

Sammanfattningsvis bedöms känsligheten hos bottenfloran och bottenfaunan som måttlig och påverkan av främmande arter anses vara obetydlig med beaktning av barlastkonventionen och gällande regelverk. Följaktligen anses konsekvenserna av introduktion av främmande arter försumbara jämfört med nollalternativet.

Slutsats

Sammantaget bedöms konsekvensen för bottenflora och bottenfauna under anläggningsfasen, både för alternativ 1 och 2, vara försumbar till mycket liten negativ jämfört med nollalternativet, se Tabell 27.

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

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Fysisk påverkan på havsbotten	Måttlig	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Sedimentsuspension	Liten	Liten negativ	Mycket liten negativ	Liten negativ	Mycket liten negativ
Sedimentation	Liten	Liten negativ	Mycket liten negativ	Liten negativ	Mycket liten negativ
Miljögifter och näringsämnen	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Främmande arter	Måttlig	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar

9.2.2.3 Driftsfas

Under driftsfasen beaktas följande påverkansfaktorer avseende bottenflora och bottenfauna: fysisk påverkan på havsbotten, reveffekt, magnetfält och hydrografiska förändringar.

Fysisk påverkan på havsbotten

Vid dagens mjukbottenytor kommer fundament och erosionsskydd att anläggas, vilket ger en tillförsel av hårt substrat. Under driftsfasen kommer projektområdet således påverkas av förändrade substratförhållanden. Som beskrivs i avsnitt 9.2.2.2 bedöms bottenflora och bottenfauna ha måttlig känslighet för fysisk påverkan på havsbottnen.

Den fysiska påverkan under driftsfasen medför en substratförändring som kommer att innebära att etablering av hårdbottenarter kan ske på de hårdbottenstrukturer som anlagts. Den positiva reveffekt som detta skapar bedöms under påverkansfaktorn ”Reveffekt”, se nedan. Den fysiska påverkan på havsbottnen bedöms för både alternativ 1 och i alternativ 2 ha en obetydlig effekt på mjukbottensamhället under driftsfasen, eftersom det är en mycket liten andel av tidigare mjukbottenområden som

under driftsfasen kommer att utgöras av hårdbottenyta. I ett worst case scenario för alternativ 1 är det 1,02 kvadratkilometer (cirka 0,15 procent) av vindparkens totala yta som tas i anspråk av fundament och tillhörande erosionsskydd. Samma siffra för alternativ 2 motsvarar 0,79 kvadratkilometer (cirka 0,12 procent). Påverkans storlek och omfattning bedöms därmed som obetydlig.

Sammantaget bedöms bottenfloran och bottenfaunas känslighet för fysisk påverkan på havsbotten som måttlig medan påverkans storlek och effekt bedöms som obetydlig. Jämfört med nollalternativet bedöms fysisk påverkan på havsbottnen ge en försumbar konsekvens på bottenflora och bottenfauna under driftsfasen.

Reveffekt

Under driftsfasen kommer anläggningen av fundament och erosionsskydd att ge en tillförsel av nya hårda substrat. Dessa nya hårda strukturer och de nya ytorna som tillkommer kommer utgöra så kallade artificiella rev. Dessa artificiella rev skapar förutsättningar för etablering av hårdbottenfauna under vindparkens driftsfas. Vilka arter som etablerar sig är beroende på en mängd olika faktorer, bland annat salthalt, substrat och djup. Det är sannolikt att tillkommande hårda strukturer koloniseras av sessila organismer så som blåmusslor, havstulpaner och fintrådiga alger, vilka väntas bidra till en ökad biologisk mångfald. Bolaget bedriver testverksamhet vid Björkskär på norra Åland, för att ta fram metoder för att öka den biologiska mångfalden i samband med etablering av Noatun Nord (OX2, u.d.). Inom projektet samlar man information exempelvis om hur man bäst utformar artificiella rev och hur odling av alger och musslor kan integreras i utformningen av vindparken.

Att tillgängligt utrymme koloniseras av olika arter är en naturlig process som alltid sker vid introduktion av nya hårda strukturer i havet, och givet att projektområdet domineras av arter som är vanligt förekommande i Östersjön, bedöms bottenflorans och bottenfaunans känslighet för reveffekten som liten.

För alternativ 1 kan som högst 0,15 procent av projektområdets yta påverkas av förändrade substratförhållanden. Samma siffra för alternativ 2 motsvarar 0,12 procent. Tillskottet av hårt substrat kommer dock att vara större, eftersom vindkraftsfundamenten penetrerar hela vattenkolumnen. Således skapas en ny vattenmiljö hela vägen från havsbotten till havsytan. Habitatförändringarna kommer skapa förutsättningar för etablering av hårdbottenarter och ökad biologisk mångfald där det tidigare inte funnits. Förutsättningarna kommer uppstå punktvis vid enskilda hårdbottenstrukturer, och påverkans storlek och omfattning bedöms därmed som liten positiv för både alternativ 1 och 2.

Sammantaget bedöms bottenfloran och bottenfaunans känslighet för reveffekter som liten medan påverkans storlek och omfattning bedöms som liten positiv. Sammantaget bedöms reveffekt ge en mycket liten positiv konsekvens för bottenflora och bottenfauna jämfört med nollalternativet.

Magnetfält

Undervattenskablarna i vindparkens internkabelnät kommer att generera ett svagt elektromagnetiskt fält när vindparken är i drift. Det elektriska fältet kommer att uppstå inom kabeln och avskärmas av kablarnas isolerande hölje, men det magnetfält som

genereras kommer att nå utanför kabeln och riskerar därmed att påverka bottenlevande organismer.

Magnetfält har en begränsad påverkan på bottenfauna. Ingen effekt på överlevnad hos blåmusslor, östersjömusslor eller skorv har observerats i studier där bentiska arter har exponerats för magnetfält om 1 mT (1 000 µT). Hos östersjömussla och skorv observerades däremot begränsade fysiologiska effekter. Det är däremot osannolikt att dessa begränsade fysiologiska effekter uppstår hos östersjömusslor och ishavsgråsugga i samband med Noatun Nords driftsfas, eftersom styrkan på magnetfälten som användes i studien var cirka tusen gånger högre än den som kommer uppstå till följd av Noatun Nord. Få studier har undersökt magnetfältens påverkan på ryggradslösa djur, men det finns inga indikationer på att de magnetfält som uppstår runt vanliga transmissionskablar skulle påverka ryggradslösa djurs reproduktion eller överlevnad (Bergström, et al., 2012). Då utförda studier inte indikerar att bottenfloran och bottenfaunan påverkas nämnvärt av magnetfält bedöms känsligheten som liten.

För både alternativ 1 och 2 kommer magnetfältet ha en maximal effekt om 23 µT ovan kablarna. Åt sidorna avtar magnetfältet snabbt och cirka fyra meter från kabelns centrumlinje är magnetfältet under 1 µT. Påverkan från magnetfältet blir således mycket lokalt avgränsad, och påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig för både alternativ 1 och 2.

Sammantaget bedöms bottenfloran och bottenfaunans känslighet för magnetfält som liten, och påverkans storlek och omfattning som obetydlig. Konsekvensen för bottenflora och bottenfauna från magnetfält bedöms vara försumbar jämfört med nollalternativet.

Hydrografiska förändringar

Under driftsfasen kommer vindparkens fundament utgöra nya strukturer inom området. De nya strukturerna kan skapa en förändring i områdets hydrodynamik, som i sin tur kan leda till en förändring av platsens bottensubstrat. I förlängningen kan hydrografiska förändringar således påverka områdets bottenlevande organismer.

Utbredningen av arter i Östersjön styrs till stor del av miljöfaktorer som till exempel strömförhållanden, salthalt och ljustillgång. Bestående förändringar i hydrografiska villkor kommer på lång sikt ha betydelse för de arter som lever inom projektområdet idag. Inom projektområdet förekommer ett fåtal arter i stora antal, och med hänsyn till att de hydrografiska förändringarna kan påverka dessa fåtal arters utbredning, bedöms känsligheten hos bottenflora och bottenfauna som måttlig.

Under driftsfasen kan förändrade strömningsmönster kring fundamenten leda till en ansamling av finare sediment kring fundamenten, och studier vid etablerade havsbaserade vindparker har visat att finare sedimentstorlekar i högre grad återfinns i direkt anslutning till fundamenten jämfört med längre bort (Coates, et al., 2012; Schröder, et al., 2006; Byford, et al., 2011). Omfattningen av de hydrografiska förändringarna är däremot kopplad till fundamentens placering och avståndet mellan dem. I Bilaga 8 bedöms ytan som påverkas av vakar ungefär vara 2 procent av projektområdet om monopilefundament av antagen diameter används.

En reduktion av bottenströmmar, som beskrivs i Bilaga 8, bedöms vara den primära påverkan vad gäller den hydrografiska miljön. Etableringen av Noatun Nord förväntas minska strömhastigheterna nära botten med upp till några procent i hela projektområdet, vilket kan leda till ökad sedimentation eller minskad resuspension av nedfallande material. Om någon del av projektområdet idag utgörs av ackumulationsbottnar kan en ökad sedimentackumulation förväntas där. Med hänsyn till att projektområdet för Noatun Nord domineras av finkorniga bottensubstrat förväntas ingen betydande förändring av substratet under projektets driftsfas. Sammantaget förväntas de förändringar som kan uppstå vara små och främst påverka miljön nära fundamenten. Påverkans storlek och omfattning bedöms som försumbar för både alternativ 1 och 2.

Sammantaget bedöms känsligheten hos bottenflora och bottenfauna för påverkan från hydrografiska förändringar som måttlig, medan påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Jämfört med nollalternativet bedöms konsekvensen för bottenflora och bottenfauna som försumbar under driftsfasen.

Främmande arter

Under driftsfasen kan vindkraftverkens fundament och erosionsskydd koloniseras av främmande hårdbottenarter. Dessa hårda ytor förväntas framför allt bli koloniserade av arter med hög spridningsförmåga och de som snabbt etablerar sig i tidiga successionsmiljöer.

Som beskrivs i avsnitt 9.2.2.2 bedöms bottenflora och bottenfauna ha måttlig känslighet för introduktion av främmande arter. För alternativ 1 och 2 förväntas verksamheten i sig inte initiera en introduktion av främmande arter som inte redan är närvarande i området. Eventuell kolonisering av de hårda substraten förväntas främst ske av arter som redan har introducerats till området genom förbipasserande fartyg eller via havsströmmar. Antalet främmande arter som kan dra nytta av vindparkens strukturer förväntas vara begränsat, med hänsyn till att många marina och sötvattenlevande arter inte är anpassade för Östersjöns brackvattenförhållanden. Dessutom förutspås den nya tillförseln av hårdbottenstrukturer i samband med vindparkens etablering vara begränsad både i alternativ 1 och alternativ 2. Vindparken förväntas inte kunna öka spridningen av mjukbottenarten *Marenzellaria spp*., som bedöms kunna påverka den rödlistade biotopen AB.H3N1.

Inom vindparken förväntas emellertid en främmande hårdbottenart, slät havstulpan (*Amphibalanus improvisus*), etablera sig på fundamenten. Denna art introducerades för ungefär ett sekel sedan i Östersjön och har sedan dess blivit vanligt förekommande längs med Östersjöns kustvatten. Verksamheten förväntas dock inte öka introduktionen av denna art i området och tillförseln av nya hårda substrat i samband med vindparksetableringen bedöms därmed ha en försumbar påverkan på artens spridning i havsområdet. Påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig för både alternativ 1 och 2.

Sammantaget bedöms bottenflorans och bottenfaunans känslighet för främmande arter vara måttlig och påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Påverkan från introduktion av främmande arter under driftsfasen bedöms därmed få en försumbar konsekvens för bottenflora och bottenfauna jämfört med nollalternativet.

Slutsats

Sammantaget bedöms driftsfasen medföra en mycket liten positiv till försumbar konsekvens för bottenflora och bottenfauna jämfört med nollalternativet, se Tabell 28.

Tabell 28. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende bottenflora och bottenfauna under driftsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Fysisk påverkan på havsbotten	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Reveffekt	Liten	Liten positiv	Mycket liten positiv	Liten positiv	Mycket liten positiv
Magnetfält	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Hydrografiska förändringar	Måttlig	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Främmande arter	Måttlig	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar

9.2.2.4 Avvecklingsfas

När vindparken nått sin livslängd kommer den att avvecklas och vindkraftverk, fundament och plattformar demonteras varvid platsen för fundament återställs i erforderlig omfattning. Påverkansfaktorer som bedöms för bottenflora och bottenfauna under avvecklingsfasen är fysisk påverkan på havsbotten, sedimentsuspension, sedimentation samt miljögifter och näringsämnen.

Fysisk påverkan på havsbotten

Inför avveckling kommer en avvecklingsplan att tas fram som kommer att ta hänsyn till de förhållande som råder inom det berörda havsområdet samt teknikutvecklingen som skett. En bedömning kommer göras i vilken omfattning fundament och kablar ska avvecklas för att minimera miljöpåverkan. Om avvecklingen omfattar att endast delar ovanför botten tas bort, vilket är mycket sannolikt, kommer det inte medföra någon fysisk påverkan på botten. I annat fall, om avvecklingen skulle omfatta att fundamenten tas bort nära eller i nivå med botten samt att kablarna grävs upp från botten kommer detta medföra en liten fysisk påverkan på botten som är något mindre eller samma som påverkan vid anläggning. Det är sannolikt att en sådan avveckling görs endast om det inte etablerats någon värdefull bottenflora och bottenfauna på fundamenten och inom kabelkorridorerna, därav är naturvärdet lågt. Konsekvensen av fysisk påverkan på bottenflora och bottenfauna under avvecklingsfas bedöms vara försumbar till mycket liten för alternativ 1 och 2.

Sedimentsuspension

Under avvecklingen av vindparkens fundament kommer sannolikt endast de delar som finns ovanför botten att tas bort, vilket endast väntas leda till en mycket begränsad suspension och spridning av sediment. I vattenkolumnen kan tillfälligt förhöjda halter av sediment uppstå om undervattenskablar eller rörledningar ska avlägsnas och hämtas upp från botten.

Den förväntade sedimentsuspension som uppstår i större delen av området där fundament tas bort bedöms, liksom under anläggningsfasen, överstiga 100 mg/l. Bottenfaunans känslighet för suspenderat sediment bedöms som måttlig.

För alternativ 1 och 2 bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig. Eftersom endast delar ovanför botten förväntas avlägsnas, förväntas spridningen av suspenderat sediment i avvecklingsfasen vara begränsad och kortvarig. Bottenflora och bottenfauna bedöms vara toleranta mot dessa halter och varaktigheter.

Sammantaget bedöms bottenfauna ha en måttlig känslighet för sedimentsuspension, medan påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Påverkansfaktorn ger en försumbar konsekvens för bottenflora och bottenfauna jämfört med nollalternativet.

Sedimentation

Vid avveckling av vindparken kommer sediment suspendera när fundament till vindkraftverk och plattformar avlägsnas, vilket väntas resultera i en efterföljande sedimentation. Som beskrivs i avsnitt 9.2.2.2, bedöms bottenflorans och bottenfaunans känslighet för sedimentation som liten.

I nollalternativet byggs ingen vindpark och påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Även i alternativ 1 och 2 bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig. Den efterföljande sedimentationen kommer att utgöras av mycket små mängder sediment, vilken inte bedöms vara tillräcklig för att övertäcka projektområdets sessila bottenlevande organismer.

Sammantaget bedöms bottenflora och bottenfauna ha en liten känslighet för sedimentation under avvecklingsfasen, medan påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Påverkansfaktorn ger en försumbar konsekvens för bottenflora och bottenfauna jämfört med nollalternativet.

Miljögifter och näringsämnen

Under avvecklingsfasen finns en risk att organiska föreningar, metaller och näringsämnen sprids till nya områden när fundament nedmonteras och undervattenskablar eller rörledningar upphämtas. Bottenfloran och bottenfaunan i projektområdet bedöms ha en måttlig känslighet för miljögifter och näringsämnen, vilket beskrivs i avsnitt 9.2.2.2.

För både alternativ 1 och 2 bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig. Den sedimentspridning som uppstår under avvecklingsfasen och som leder till spridningen av miljögifter och näringsämnen, förväntas vara av kortvarig och av mindre karaktär. Eftersom spridningen av miljögifter och näringsämnen väntas bli begränsad under avvecklingsfasen, bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig.

Sammantaget bedöms bottenflora och bottenfauna ha en måttlig känslighet för miljögifter och näringsämnen, medan påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Påverkansfaktorn ger en försumbar konsekvens för bottenflora och bottenfauna jämfört med nollalternativet.

Främmande arter

Liksom under anläggningsfasen kommer installations- och fraktfartyg som använder sig av barlastvatten att förekomma inom området under projektens avvecklingsfas.

Detta medför en risk för spridning av främmande arter till projektområdet. Bottenflorans och bottenfaunans känslighet för introduktion av främmande arter bedöms vara måttlig.

För både alternativ 1 och 2 bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig med hänsyn till barlastkonventionen och gällande regelverk (se avsnitt 9.2.2.2). Konsekvensen av främmande arter bedöms således vara försumbar för bottenflora och bottenfauna jämfört med nollalternativet.

Slutsats

Sammantaget bedöms konsekvensen för bottenflora och bottenfauna under avvecklingsfasen vara försumbar till mycket liten negativ jämfört med nollalternativet, se Tabell 29.

Tabell 29. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende bottenflora och bottenfauna under avvecklingsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Fysisk påverkan	Hög	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Sedimentsuspension	Måttlig	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Sedimentation	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Miljögifter och näringsämnen	Måttlig	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Främmande arter	Måttlig	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar

9.3 Fisk

Samlad konsekvensbedömning

Fältundersökningar som utförts under hösten 2022 och våren 2023 visar att de arter som främst förekommer inom området för vindpark Noatun Nord är tånglake, strömming, rötsimpa och storspigg. Resultaten av beräkningen av sedimentspridning visar ett worst case för koncentrationer av suspenderat sediment under 100 mg/l och 10 mg/l på cirka 2 respektive 6 kilometers avstånd för alternativ 1 respektive 2. Koncentrationer som överstiger 100 mg/l uppstår inom en radie av 2 kilometer från borrplatsen och arbetet bedöms ta cirka 110 timmar per fundament.

Resultaten från modelleringen av undervattensljud visar att ljudnivåer som uppstår vid installation av fundament potentiellt kan innebära en temporär hörselnedsättning inom en radie av 4,2 till 19,5 kilometer beroende av fiskart.

Även om undervattensljud och suspenderat sediment kan medföra en viss påverkan på fisk på individnivå så bedöms påverkan på fiskbestånden som helhet vara liten och övergående. Det är sannolikt att fisk simmar bort från platser där arbeten pågår.

Sammantaget bedöms påverkan på fisk från vindparkens anläggningsfas, både vuxen fisk och fisk i de tidiga levnadsstadierna, vara liten och lokalt avgränsad. Konsekvensen bedöms vara liten negativ för alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet. I driftsfas bedöms påverkan bli obetydlig när det gäller undervattensljud, magnetfält, kylvatten och saltlake, vattenintag för kylning och vätgasproduktion, reveffekter och indirekt påverkan av marint skräp och konsekvenserna vara försumbara för både alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet. Under avvecklingsfasen förväntas liknande påverkan som i anläggningsfasen, men betydligt mindre i omfattning, varav konsekvensen bedöms bli försumbar jämfört med nollalternativet för alternativ 1 och 2.

9.3.1 Förutsättningar

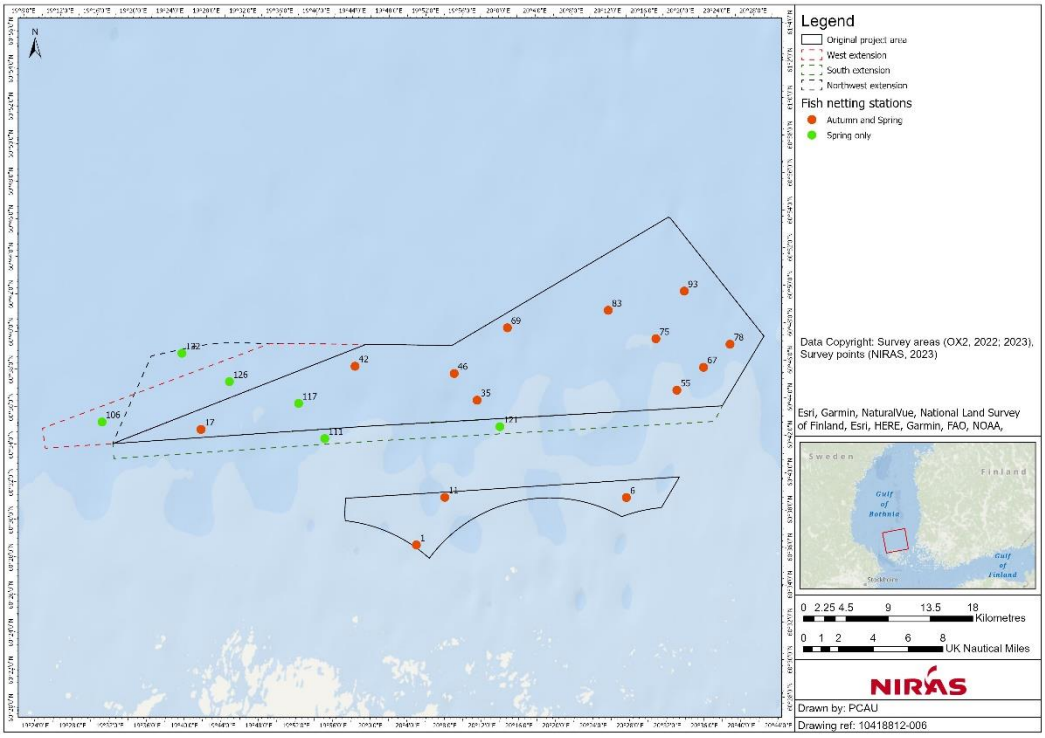
9.3.1.1 Resultat av utförda nätprovfisken

För att undersöka förekomsten av fisk inom vindpark Noatun Nord har provfiske med nät utförts av NIRAS på uppdrag av Bolaget under hösten 2022 och våren 2023, nedan redovisas en kortare sammanfattning av resultaten. Se fullständiga resultat i bilaga 11.

Nätfisket utfördes i flertalet punkter under våren och hösten, se Figur 43. Fångade individer identifierades på artnivå och längd och vikt noterades. Tecken på sjukdomar och skador registrerades även. När det var möjligt undersöktes även gonadstatus (könsmognad) hos strömming (*Clupea harengus*) för att utvärdera huruvida lekmogen fisk förekommer inom projektområdet. Under höstens nätfiske fångades fyra fiskarter, strömming, nors (*Osmerus eperlanus*), hornsimpa (*Myoxycephalus quadricornis*), och rötsimpa (*Myoxocephalus scorpius*). Under våren fångades strömming, nors, hornsimpa, rötsimpa och tånglake (*Zoarces viviparus*). Undersökningen av gonadstatus hos strömming visade på en mindre andel av lekmogna individer på våren.

Den fördjupande bilaga som behandlar yrkesfisket inom den planerade vindparken samt kringliggande områden visar att yrkesfiskets utbredning inom vindparken är

begränsat och koncentrerat till avgränsade stråk i det norra delområdets mitt, se avsnitt 9.13. Detta indikerar att förekomsten av fisk inte är utbredd inom projektområdet.



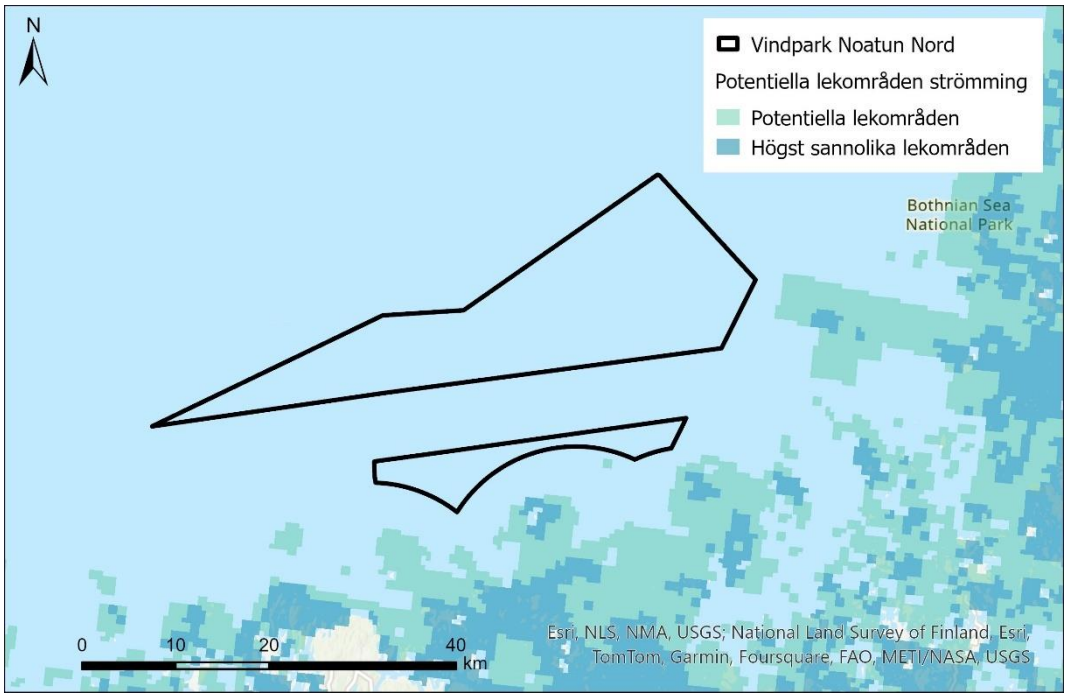
Figur 43. Lokalisering av provnät under vår- och höststudier.

9.3.1.2 Gonadstatus

Under hösten 2022 undersöktes gonadstatusen hos 117 individer av strömming för att undersöka förekomsten av lekmogen fisk i projektområdet. Under höstens undersökning påträffades totalt 15 lekmogna individer. Majoriteten av individerna som undersöktes klassificerades som juvenila och under mognad, alltså ej lekmogna.

Under våren 2023 undersöktes gonadstatusen hos 398 individer av strömming. Majoriteten av individer klassificerades som juvenila och under mognad. Tre honor och två hanar bedömdes vara mogna, men ingen av dessa kunde konstateras faktiskt vara lekmogna.

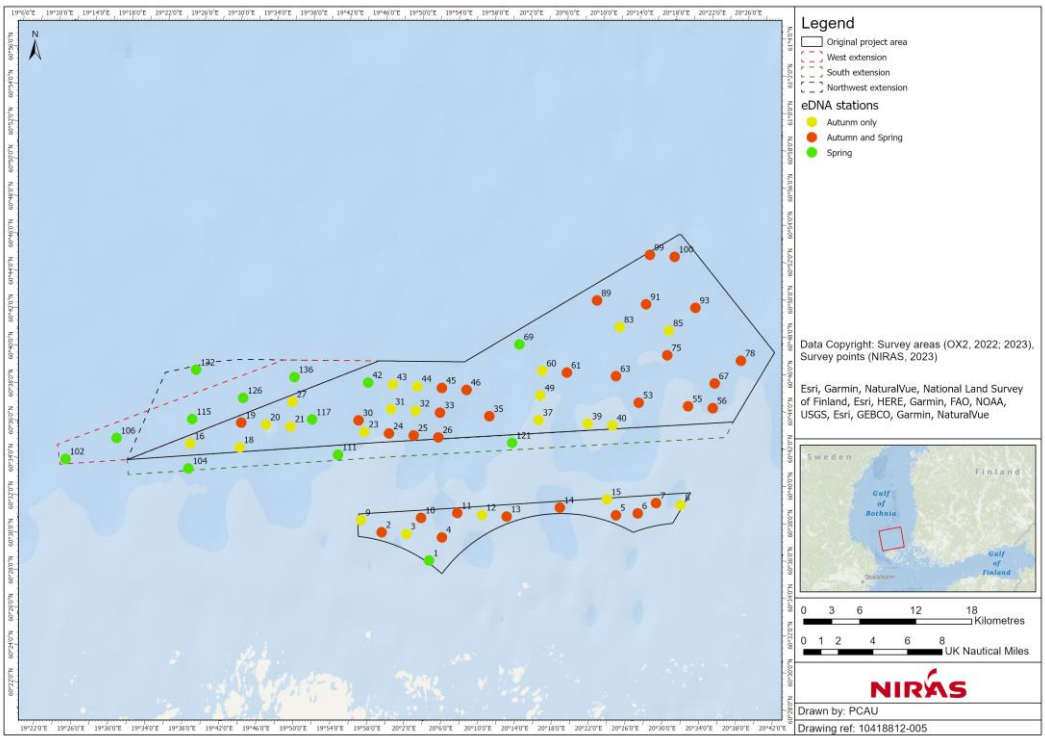
Undersökningen av gonadstatus visar att en liten minoritet av fångade individer under hösten kan vara lekmogna. Under våren påträffades inga lekmogna individer. Enligt HELCOM-data är strömmingens lekområden främst koncentrerade närmare Ålands kuster och utanför projektområdet för vindpark Noatun Nord, se Figur 44.



Figur 44. Potentiella lekområden för strömming kring Åland. Källa: HELCOM map and data service, 2024.

9.3.1.3 eDNA-inventering

Inom projektområdet har eDNA-inventering utförts under hösten 2022 och våren 2023 i 53 stationer för att undersöka artsammansättningen inom projektområdet, se Figur 45. Djupet i stationerna varierar mellan 8 och 81 meter.



Figur 45. eDNA provtagningspunkter under hösten 2022 och våren 2023.

Under höstprovtagningen kunde 29 arter identifieras ned till artnivå. Resultaten visar en dominans av tånglakefiskar (*Zoarces sp*), strömming, storspigg (*Gasterosteus aculeatus*) och hornsimpa/rötsimpa, samt en relativt konstant fördelning av läsningar per art mellan stationer. Även torsk (*Gadus morhua),* lax och flera mer eller mindre utpräglade sötvattensarter detekterades. I april 2023 detekterades totalt 13 arter. Under provtagningen i maj till juni 2023 var artsammansättningen liknande som under hösten, men med en större andel strömming och vassbuk jämfört med hösten 2022.

Under maj till juni 2023 detekterades relativt höga halter strömming–DNA i ett område i de centrala delarna av norra projektområdet. Eftersom större delen av detta område inte utgörs av gynnsamma lekområden (grunda bankar <10 meters djup), utan områden med djup mellan 20 och 80 meter, är detta troligen inte ett tecken på vårlek utan snarare högre tätheter av vuxna strömmingar i området.

9.3.1.4 Fiskarter i projektområdet

Tånglake

Tånglake påträffades i hela projektområdet. Tånglake är allmänt förekommande i Östersjön och åländska vatten med utbredning från Skagerak till Bottenviken. Tånglaken fiskas inte kommersiellt i området, men förekommer som bifångst. HELCOM har klassat tånglaken som nära hotad (NT) eftersom svensk och tysk miljöövervakning har visat att tånglaken har minskat med 50 procent i två av fyra områden i Östersjön. Hot mot tånglaken utgörs av ökande temperaturer till följd av klimatförändringar samt miljögifter (HELCOM, 2013).

Strömming

Strömming har påträffats framför allt i den nordöstra och sydvästra delen av den planerade vindparken. Strömming är tillsammans med vassbuk den vanligaste fisken i Östersjön. Strömming spelar en central roll i Östersjön då den utgör en grundpelare i näringsväven och förflyttar energi från sin föda, plankton och småfisk, till större fiskar, havsfåglar och marina däggdjur.

Strömmingspopulationen i Östersjön består av många genetiskt skilda delbestånd, som är mer eller mindre geografiskt åtskilda och migrerar till olika platser vid lek. Strömmingen kan även delas upp i höstlekande och vårlekande bestånd. Den lek som sker under våren infaller vanligen i april-juni, men varierar mellan olika områden och sker främst på vegetation eller hårdbottnar inne i skärgårdarna. Lek senare på säsongen sker närmare ytterskärgården, och höstleken, som infaller i augusti-oktober, kan även ske på utsjögrund. I Östersjön dominerar vårlekande strömming (SLU Aqua, 2022).

Då vårlekande strömming främst leker i grundare områden närmare land bedöms vindpark Noatun Nord inte utgöra ett lekområde för den vårlekande strömmingen. Data från HELCOM (se figur 41) visar även att området för vindparken inte sammanfaller med potentiella eller högt sannolika lekområden för strömmingen.

I Östersjön förvaltas strömmingen som fyra olika bestånd, det västra vårlekande beståndet, beståndet i centrala Östersjön, beståndet i Bottniska viken och beståndet i Rigabukten. Det strömmingsbestånd som kan förekomma i projektområdet tillhör centrala Östersjön. I centrala Östersjön har strömmingsbeståndet minskat med över 80 procent jämfört med 1970-talet. Fisket är det största hotet mot strömmingen i

Östersjön och påverkar både mängden fisk i bestånden samt beståndens storleks- och åldersstruktur (Stockholms Univeresitet , 2023).

Vassbuk

Vassbuk har påträffats inom hela projektområdet. Vassbuk lever i stora stim, huvudsakligen pelagiskt. Den förekommer ner till 150 meter, men lever främst på ett djup mellan 10 och 50 meter. Yngre individer uppehåller sig ofta i anslutning till flodmynningar. Vassbuken leker under perioden februari till augusti i öppet vatten från ytan ned till cirka 40 meters djup. Enligt den finska rödlistan är vassbuk klassad som livskraftig (SYKE, 2019).

Hornsimpa

Hornsimpa påträffades framför allt i den södra och den västra delen av projektområdet. Hornsimpan förekommer i hela Östersjön ner till Bornholm. Den förekommer främst i djupa och kalla vatten, ned till cirka 100 meters djup. Under hösten kan den förflytta sig till grundare vatten (Havsmiljöinstitutet, 2022). I samband med leken under november–februari söker sig hornsimpan upp till grundare bottnar. Enligt HELCOM samt den finska rödlistan har hornsimpan livskraftig status (SYKE, 2019; HELCOM, 2013).

Rötsimpa

Rötsimpa förekommer inom projektområdet. Rötsimpan finns i bräckt vatten främst i kustområden då den lever på grundare bottnar upp till cirka 15 meters djup. Rötsimpan leker under vintern på grunt vatten. Rötsimpan fiskas inte kommersiellt (Havsmiljöinstitutet, 2022). Enligt HELCOM har rötsimpan livskraftig status (HELCOM, 2013). Enligt den finska rödlistan är rötsimpans status klassad som bristfälligt känd (SYKE, 2019).

Nors

Nors påträffades huvudsakligen i projektområdets östra del. Populationsstatusen bedöms vara livskraftig enligt den svenska och finska rödlistan (Finlands miljöcentral , 2019; SLU, 2020). Norsen lever i stim ute i den fria vattenmassan på större djup i kallare vatten. Vid leken går norsen upp i vattendrag (Havsmiljöinstitutet, 2023). Enligt den finska rödlistan har norsen livskraftig status (SYKE, 2019).

Storspigg

Storspiggen finns i både sött, bräckt och salt vatten, och kan vandra mellan vattendragen och kusten. Den leker i grunda områden, helst där det finns mycket växtlighet, men tillbringar en stor del av sin livscykel i utsjön. Enligt den finska rödlistan har storspiggen livskraftig status (SYKE, 2019).

Torsk

Under provfisket som utfördes under två säsonger inom projektområdet fångades ingen torsk. Utförda eDNA-inventeringar visar dock på viss förekomst av torsk inom projektområdet.

I Östersjön har det östra torskbeståndet minskat kraftigt de senaste åren. Orsaker är bland annat högt fisketryck, sämre syresituation i Bornholmsdjupet där torsken fortplantar sig vilket medför sämre förutsättningar för fortplantning, lägre tillväxt,

förändrad födotillgång, ett ökat antal sälar som ökar predationstrycket samt parasitangrepp (Bergenius, et al., 2019; Eero, et al., 2023).

Kring Åland har förhållandevis stora individer av torsk i god kondition och hög tillväxt påträffats. Trots en hög parasitbelastning är torsken kring Åland välmående. Dessa individer i god kondition kan vara värdefulla för återhämtningen av torsken i södra Östersjön och i synnerhet för en ökning av större individer. En sammanställning av data från yrkesfiskets fångster visar även att torsk historiskt har fångats i stora kvantiteter i Ålands hav och att fångsterna de senaste åren har ökat, i motsats till fångsterna i övriga Östersjön (Heimbrand, et al., 2022; Eero, et al., 2023).

Sveriges Lantbruksuniversitet och Göteborgs universitet har gjort en genetisk undersökning för att undersöka huruvida torsken i Ålands hav kan utgöra ett separat lekbestånd. Undersökningen indikerar att torsken i Ålands hav kan vara genetiskt skild från det bestånd som leker i södra Östersjön, även om skillnaderna är små. För att belägga detta krävs dock ytterligare studier. Fångstområdet för torsken som ingick i studien utgjordes av djupområdet sydväst om Åland och sammanfaller inte med området för vindpark Noatun Nord (Bergström, et al., 2015).

Bornholmsdjupet utgör det idag viktigaste lekområdet för torskens östra bestånd i Östersjön. Lekperioden sträcker sig främst från mars till september med den intensivaste perioden under juni till augusti, men kan även förekomma sporadiskt året runt. Torsk behöver en salinitet av minst ~11 PSU och en syrehalt på minst 2 ml/l för äggutveckling, vilket gör arten synnerligen känslig för syre- och saltvariationer. Förändringar i salt och syrehalt kan begränsa reproduktionen, då äggen riskerar att sjunka till botten och utsättas för syrebrist om salthalten är för låg (Nissing & Westin, 1997). Salthalten inom projektområdet med omnejd är 5,5 PSU ned till cirka 50 meters djup och bottenvattnet har en salthalt på cirka 6,5 PSU, vilket inte gör det lämpligt som lekområde för torsk.

Lax

I Östersjön jagar laxen stimfiskar som vassbuk och strömming, men även nors, spigg och löja. Laxen följer bytesfisken och kan vandra långa sträckor då de lever flera år i Östersjön innan den återvänder till sin födelseplats för lek. Lekvandringen sker i rinnande vattendrag på vår, sommar eller tidig höst. Laxen har minskat i antal till följd av utbyggnad i anslutning till vattendrag som hindrar den att nå lekplatser, i kombination med ett högt fisketryck (Sportfiskarna, 2024).

ICES[26] har rekommenderat att ingen lax ska fångas i Östersjön under 2024 (exklusive Finska viken och Bottenviken) (ICES, 2023).

9.3.2 Konsekvenser

9.3.2.1 Nollalternativ

Nollalternativet innebär att de förhållanden och förutsättningar som råder för fisk i dagsläget inte kommer att påverkas till följd av vindpark Noatun Nord. Eftersom det finns andra planerade vindparker i Noatun Nords närområde kan dock projektområdet utsättas för påverkan även i nollalternativet. Anläggning och drift av närliggande

[26] The International Council for the Exploration of the Sea eller Internationella havsforskningsrådet

vindparker antas för nollalternativet generera samma typ av påverkan som identifierats för Noatun Nord. För fisk innebär det bland annat att suspenderat sediment och undervattensljud från anläggning av andra vindparker kan nå in i projektområdet. Dock i betydligt mindre omfattning än vad som redovisats i föreliggande dokument eftersom påverkanskällan då befinner sig utanför projektområdet. Sammanfattningsvis blir den förväntade negativa påverkan på fisk inom projektområdet som bedömts för dessa påverkansfaktorer under anläggningsfasen avsevärt mindre i nollalternativet.

Dock innebär nollalternativet bland annat att tillförseln av nya hårdbottenytor uteblir och de lokala positiva konsekvenser som en reveffekt kan medföra för fisk inte infinner sig. Vidare förväntas inget yrkesfiske förekomma inom projektområdet under vindparkens driftsfas vilket för nollalternativet innebär att projektområdet inte längre har potential att fungera som ett fredat område för fisk under driftsfasen.

Nollalternativet är även starkt kopplat till den klimatnytta som vindparken förväntas bidra till. De allra flesta miljöaspekter och intressen berörs redan idag negativt av pågående klimatförändringar vilket påverkar såväl olika biologiska värden som arter och livsmiljöer i Östersjön, detta beskrivs närmare i avsnitt 9.1.2.1. För fisk kan klimatförändringar medföra stressfaktorer i livsmiljön som påverkar fiskbestånden negativt, till exempel förändrade salthalts- och syreförhållanden.

9.3.2.2 Anläggningsfas

Under anläggningsfasen är det framför allt sedimentsuspension och undervattensljud som kan påverka fiskar som uppehåller sig inom området. Generellt gäller att påverkan från undervattensljud eller sedimentsuspension under anläggningsfasen är temporär och kan antas påverka endast en liten del av de totala populationerna av olika fiskarter och därmed medför en mycket liten total inverkan på fiskbestånden.

Sedimentsuspension

I anläggningsfasen kan det komma att ske spridning av sediment från borrning i havsbotten, muddring samt nedspolning av kabel eller rörledningar. Suspenderat material kan påverka fiskars beteende, stressnivå, försvåra andningen samt leda till försämrad sikt och ökad mortalitet. Känsligheten för suspenderat material skiljer sig åt mellan olika arter och funktionella grupper (organismer som delar funktioner inom ett ekosystem). Större och vuxna fiskar är generellt mer tåliga och klarar högre koncentrationer av suspenderat material bättre. Fiskar som är mindre, fiskägg och framför allt fisklarver är mer känsliga för höga koncentrationer av suspenderat material. Eftersom många arter har pelagiska ägg och fisklarver som är utsprida över stora ytor bedöms påverkan bli liten. Den eventuella påverkan från anläggningsarbetena bedöms vara lokal och utgöra en obetydlig del av den naturliga variationen.

Halten och varaktigheten av suspenderat sediment i vattnet, samt storleken hos spridningsytan, är de faktorer som är avgörande för den påverkan och effekt som uppstår för fisk. Flertalet fiskarter klarar en koncentration på upp till 100 mg/l i två veckor. Enligt den beräkning som utförts (Bilaga 5) kommer worst case scenario av koncentrationer av suspenderat sediment avseende borrning av monopilefundament i lera för alternativ 1 och 2 ge koncentrationer under 100 mg/l och 10 mg/l på cirka 2 och 6 kilometers avstånd respektive, och då främst i vattenmassans nedre skikt nära botten. Koncentrationer som överstiger 100 mg/l uppstår i närområdet till arbetspositionen under hela borrarbetet, som bedöms ta cirka 110 timmar sammanlagt

per fundament. Överskridande av en koncentrationsnivå kan ske vid olika tidpunkter under anläggningsfasen då alla fundament och kablar/rörledningar inte anläggs samtidigt. De angivna koncentrationerna och varaktigheterna kommer aldrig att inträffa över hela området vid ett och samma tillfälle. Istället kommer påverkan att uppkomma vid olika tidpunkter och vid det fundament som installeras för tillfället.

Bedömningen blir därmed att sediment som skulle kunna frigöras i vattnet, som en följd av att fundament och internt kabelnät och/eller rörledningar anläggs inom projektområdet, förväntas ha en obetydlig påverkan på fisk, undantaget 0 till 2 kilometer från där centrala plattformar installeras för både alternativ 1 och 2. De höga koncentrationerna av suspenderade sediment förekommer i bottenvattnen, vilket minimerar påverkan på pelagiska ägg och larver. Viktiga lekområden för strömming sammanfaller ej med vindparken vilket indikeras av resultat av undersökning av könsmognad samt att området till stor del är djupare än vad strömming föredrar för lek.

Fiskar skulle kunna få i sig föroreningar från uppvirvlande sediment i anläggningsfasen Detta bedöms dock inte ske i sådan utsträckning att det ger upphov till ökade halter av föroreningar i fisk.

Alternativ 1 innebär att 265 fundament ska anläggas, jämfört med alternativ 2 där 124 fundament ska anläggas. Beräkningen visar dock att den maximala volymen uppborrat material inte skiljer sig avsevärt mellan alternativen, då alternativ 1 medför mindre uppborrat material per fundament.

Känsligheten för påverkan från sedimentsuspension hos fisk, fiskägg och fisklarver bedöms vara liten till måttlig och påverkans storlek och omfattning bedöms vara liten negativ. Sammantaget bedöms konsekvensen av suspenderat sediment på fisk vara liten negativ för både alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet under anläggningsfasen.

Undervattensljud

Geofysiska undersökningar som planeras inför anläggningen av vindparken kan alstra ljud som kan ha en temporär effekt på fisk. Då undersökningar pågår under en begränsad tid och en mjuk uppstart planerar att användas, för att fisk ska kunna simma ifrån området, bedöms påverkan vara obetydlig. Vid installation av fundament genom pålning genereras undervattensljud som kan påverka fisk, fisklarver och ägg som uppehåller sig eller förekommer i närheten av en anläggningsplats. Faktorer som avgör effekten på fisk är bland annat ljudets styrka, den omgivande miljön, antalet fiskar som exponeras för ljudet och vilka arter som eventuellt uppehåller sig i området. Genom att tillämpa ljuddämpande skyddsåtgärder, som dubbel bubbelgardin, hydrosound dampers eller motsvarande, reduceras effekten från undervattensljud.

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

Modellering av undervattensljud under anläggningsfasen har utförts inom ramen för miljökonsekvensbedömningen se bilaga 6. En utredning av påverkan av undervattensljud på fisk i anläggningsfasen har utförts av NIRAS 2024, se bilaga 18.

Modelleringen visar att den mest signifikanta ljudkällan under anläggningsfasen är ljud från pålning, som potentiellt kan orsaka temporär hörselnedsättning (TTS) och skada hos fisk. Resultaten från simuleringen av undervattensljud med skyddsåtgärder visar att det undervattensljud som uppkommer endast är starkt nog för att kunna inducera permanent hörselskada (PTS) hos fisk inom en <100 meters radie från pågående pålning. Resultaten visar därmed att bubbelgardinen, som vanligen placeras runt ljudkällan med ett avstånd om 50–200 meter, är så effektiv att PTS inte uppstår utanför bubbelgardinen. Därmed kan PTS endast uppstå hos möjliga enstaka individer som befinner sig innanför bubbelgardinen. Avståndet för skadetröskelvärde för ägg och larver är som mest cirka 750 meter från ljudkällan. Ljudutbredningen varierar beroende på fundamentens position inom vindparken då omgivande miljö, så som djup och bottensediment, varierar. Resultaten från modelleringen utifrån angivet worst case scenario visar att ljudnivåer från installation av fundament potentiellt kan innebära en temporär hörselnedsättning (TTS) inom en radie av 4,2 till 19,5 kilometer beroende av fiskart.

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

Worst case scenario för undervattensljud från installationsarbeten under anläggningsfasen är samma för alternativ 1 och 2, varav bedömningen om påverkan blir densamma.

Känslighet för påverkan från undervattensljud bedöms vara liten. Då ljuddämpande skyddsåtgärder tillämpas och påverkan från undervattensljud minskas bedöms påverkans storlek och omfattning vara måttlig. Sammantaget bedöms konsekvensen vara liten negativ under anläggningsfasen för alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet.

Slutsats

Sammantaget bedöms konsekvensen avseende sedimentsuspension och undervattensljud vara liten negativ för fisk för alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet, se Tabell 30.

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

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning Konsekvens	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning Konsekvens	Konsekvens
Sedimentsuspension	Liten till måttlig	Måttlig	Liten negativ	Måttlig	Liten negativ
Undervattensljud	Liten	Måttlig	Liten negativ	Måttlig	Liten negativ

9.3.2.3 Driftsfas

Under driftsfasen kan följande faktorer påverka fisk: undervattensljud, magnetfält, reveffekter, utspädning och inlagring av kylvatten och saltlake och indirekt påverkan av marint skräp.

Undervattensljud

Undervattensljud från vindkraftverk till havs kommer i första hand från två källor: mekaniska vibrationer i nacellen (växellåda etc.) som överförs genom tornet och utstrålas i det omgivande vattnet och undervattensbuller från servicebåtarna i vindparken. I en granskning av Tougaard (2020) redovisas mätningar av undervattensbuller från befintliga vindkraftverk. Samtliga mätningar av turbiners undervattensbuller visar att bullret är begränsat till låga frekvenser under några kHz och med en toppenergi vid några hundra Hz. En typisk medelstor turbin är i spektrumet i banden 160 Hz och 320 Hz.

De flesta fiskar upptäcker ljud från infraljudsfrekvensområdet (<20 Hz) upp till några hundra Hz (t.ex. lax, sandskädda och torsk) medan andra fiskarter med gasfyllda strukturer i anslutning till innerörat (t.ex. strömming) upptäcker ljud upp till några kHz. Huvudfrekvensen i hörselintervallet för fisk överlappar därför de frekvenser som produceras av vindkraftverk i drift (under några hundra Hz). Det finns inga studier som definierar tröskelvärden för fiskbeteende för kontinuerliga ljudkällor och de vetenskapliga data som inriktar sig på temporär hörselnedsättning (TTS) från sådana ljudkällor är mycket begränsade. De enda studier som ger ett tröskelvärde från temporär hörselnedsättning för fisk är från experiment med guldfisk. Guldfisk är en hörselspecialist i sötvatten med den mest känsliga hörseln hos alla fiskarter. I projektområdet för vindparken Noatun Nord är de vanligaste fiskarterna strömming, rötsimpa och nors (NIRAS, 2023). Alla dessa arter har en mindre känslig hörsel jämfört med guldfisken (Popper, et al., 2014) och att använda tröskeln för guldfisk kommer att leda till en överskattning av påverkan. Empiriska data för flera av fiskarterna utan samband mellan innerörat och den gasfyllda simblåsan visade ingen temporär hörselnedsättning (TTS) som reaktion på långvarig kontinuerlig exponering för buller (Popper, et al., 2014). I en studie av Wysocki m.fl. (2007) visade regnbåge som utsatts för ökat kontinuerligt ljud (upp till 150 dB re 1 µPa rms) under nio månader i en vattenbruksanläggning ingen hörselnedsättning eller negativ hälsoeffekt. Därför görs bedömningen att det är osannolikt att temporär hörselnedsättning (TTS) kommer att inträffa till följd av en vindpark till havs som är i drift.

Den fartygstrafik som behövs för underhåll av vindparken under driftsfasen förväntas ha en obetydlig påverkan på fisk då omfattningen av trafiken inom vindparken är begränsad. Etableringen av en vindpark kan dessutom leda till att övrig sjötrafik minskar inom själva vindparken, vilket kan minska förekomsten av undervattensljud.

Känslighet för påverkan från undervattensljud bedöms vara liten för hörselgeneralister och måttlig för hörselspecialister. Påverkans storlek och omfattning från undervattensljud under driftsfasen bedöms vara obetydlig och konsekvensen bedöms vara försumbar för både alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet.

Magnetfält

Där bottenförhållandena tillåter kommer undervattenskablarna att vara nedgrävda cirka en meter under bottensedimenten, alternativt vara täckta av erosionsskydd som sten eller betongmadrasser, vilket minimerar utbredningen av det magnetfält som alstras. För kablarna i det interna kabelnätet har ett worst case definierats där magnetfältets styrka vid sedimentytan ovan kablarna (för nedgrävd kabel) är maximalt 23 µT för både alternativ 1 och 2. Magnetfält från undervattenskablar bedöms ha en begränsad påverkan på fisk då styrkan hos fälten avtar snabbt med avståndet från kabeln. Redan cirka fyra meter från kabeln minskar styrkan till cirka 1 µT.

Tidigare studier visar att de flesta fiskarter inte påverkas av magnetfält från kablar på botten. Det finns fiskarter, som till exempel ål och lax, som visar att de känner av det svaga magnetfältet från kabeln. Ett par studier har visat att ål som passerar i närheten av en sjökabel temporärt kan bli desorienterad medan andra studier inte har kunnat påvisa någon påverkan alls på ål från magnetfält (Westerberg & Lagenfeldt, 2008; Lagenfeldt, et al., 2012).

Om magnetfälten från sjökablar påverkar migrerande lax kan detta leda till desorientering och fördröjd vandring för de laxar som uppehåller sig inom vindparken. En studie som undersökte Atlantlaxens (*Salmo salar*) beteendemässiga respons på magnetfält från undervattenskablar kunde inte identifiera någon beteendepåverkan hos vare sig vuxen lax eller smolt vid magnetfältsintensiteter på 95 µT och lägre (Armstrong, et al., 2015). Inom vindparken beräknas magnetfältsstyrkan vara betydligt lägre än 95 µT, även direkt över kablarna. Lax tillbringar större delen av sina liv i pelagialen på stora djup (HELCOM, 2011). Vilket djup laxen uppehåller sig på har betydelse för hur de eventuellt påverkas av sjökablar. I en studie där laxar försetts med satellittaggar visade att de generellt simmar nära ytan på ett djup mellan 0 och 5 meter (Godfrey, et al., 2015). Detta innebär att den lax som eventuellt befinner sig inom vindparken nästan uteslutande kommer att befinna sig på långt avstånd från kablar på sjöbotten.

Känsligheten för fisk bedöms vara liten och påverkan blir mycket lokalt avgränsad till ett fåtal meter från kabeln. Studier visar även att det observerats en ökad mängd fisk inom vindparker i drift, vilket indikerar på att magnetfälten inte medför någon negativ påverkan på fisk (Öhman, 2023). Den ökade förekomsten av fisk förklaras av de reveffekter som uppstår i anslutning till fundamenten och andra strukturer i vindparken. Påverkans storlek och omfattning från undervattenskablarna förväntas bli obetydlig. Sammantaget bedöms konsekvensen vara försumbar för både alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet.

Utsläpp av kylvatten och saltlake

Den planerade vätgasproduktionen leder till utsläpp av vatten med förhöjd salthalt (saltlake) och uppvärmt havsvatten (kylvatten) på ett djup om cirka 5 meter. Förändringar i salthalt och temperatur har potential att lokalt påverka fisk som uppehåller sig i området. En rapport som modellerat spridning, inlagring och utspädning av kylvatten och saltlake för alternativ 1 och 2 har tagits fram, se bilaga 7.

Rapporten redovisar påverkan på recipienten av det utsläppta kylvattnet som övertemperatur samt ökad salthalt. Övertemperaturen är skillnaden i temperatur mellan det utspädda kylvattnet på ett visst avstånd från utsläppspunkten och den opåverkade recipientens temperatur på samma nivå i vattenmassan. De högsta övertemperaturerna i ytvattnet vid centraliserad vätgasproduktion beräknas bli 16 °C nära utsläppspunkten och lägre än 1 °C vid avstånd större än 500 meter från utsläppspunkterna. På 1000 meters avstånd är övertemperaturerna lägre än 0,5 °C. Saltlaken beräknas ha dubbelt så hög salthalt som intagsvattnet. Ökningen av salthalt i ytvattnet blir obetydlig. Salthalten i det utsläppta kylvattnet är endast någon tiondels PSU högre än salthalten i recipienten vid utsläppsdjupet eftersom saltlaken späds med kylvattnet 66 gånger redan innan den släpps ut. Efter ytterligare utspädning i recipienten blir därför ökningen av salthalt i ytvattnet ytterst marginell. Ökningen av salthalt i ytvattnet blir obetydlig.

Känsligheten hos fisk i området för förändringar i temperatur och salthalt bedöms vara liten då de naturligt upplever förändringar över olika säsonger och förhållanden. Påverkans storlek och omfattning bedöms bli obetydlig då modellering av kylvattenutsläpp visar att övertemperaturen kring vätgasanläggningar blir mycket liten och ökningen av salthalt blir obetydlig. Salthalten i det utsläppta kylvattnet är endast någon tiondels PSU högre än salthalten i recipienten vid utsläppsdjupet eftersom saltlaken späds med kylvattnet 66 gånger redan innan den släpps ut. Efter ytterligare utspädning i recipienten blir därför ökningen av salthalt i ytvattnet ytterst marginell. Konsekvensen för fisk bedöms vara försumbar för både alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet.

Vattenintag för kylning och vätgasproduktion

Vid produktion av vätgas behövs vatten till vätgasproduktionen och till kylning. En rapport som modellerat mängden vatten som krävs för alternativ 1 och 2 har gjorts, se bilaga 7. Mängden vatten som behövs som kylvatten är betydligt större än mängden som behövs för vätgasproduktionen. I det worst case scenario som bedöms krävs 61 519 ton kylvatten per timme vid maximal produktion, men kylvattenbehovet som årsmedelvärde beräknas ligga på cirka 50 procent av worst case scenariot. Vattenintaget beräknas ske på cirka 20 meters djup.

Den största påverkan på fisk anses vara ökad mortalitet vid intag av kylvatten. Påverkan bedöms vara lokal kring intagspunkterna. Vuxen och juvenil fisk bedöms inte påverkas avsevärt medan fiskägg och larver riskerar en större påverkan då de saknar eller har svag simförmåga och därmed riskerar att svepas med i kylvattenintaget. Inom området för vindparken finns inga viktiga identifierade lekområden för bland annat torsk och strömming och den naturliga mortaliteten hos fiskägg och larver är hög. Den eventuella påverkan från vattenintaget bedöms vara mycket lokal och utgöra en obetydlig del av den naturliga variationen.

Känsligheten för fisk bedöms vara liten och påverkans storlek och omfattning bedöms vara obetydlig. Den sammantagna konsekvensen av vattenintag för kylning och vätgasproduktion bedöms därför som försumbar jämfört med nollalternativet.

Reveffekt

Den största påverkan under driftsfasen som en havsbaserad vindkraft har på fisk är det som beskrivs som reveffekt. Reveffekter uppstår som ett resultat av att nytt hårt substrat tillförs vilket ofta ger högre fisktätheter då de erbjuder skydd och utgör möjliga levnadsytor för andra organismer. Reveffekten kan variera över tid givet att fiskpopulationer är dynamiska och av naturliga skäl ändras över kortare eller längre tid. Fisketrycket kring vindparker minskar också ofta, vilket kan vara positivt för de fiskarter som förekommer inom projektområdet. Reveffekten bedöms bli marginellt större för alternativ 1 jämfört med alternativ 2 då alternativ 1 omfattar fler fundament och därmed större tillkomst av hårdbottenyta. Den slutliga konsekvensen avseende reveffekt bedöms dock bli samma för alternativ 1 och 2 då skillnaden är liten.

Känsligheten för fisk bedöms vara måttlig för reveffekt och påverkans storlek och omfattning bedöms bli liten positiv för projektområdet som helhet. Sammantaget bedöms konsekvensen bli liten positiv för alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet.

Indirekt påverkan av marint skräp

I driftskedet kan marint skräp, främst förlorade fiskeredskap, fastna i förankringslinor och fundament. Förlorade fiskeredskap kan fortsätta fiska under en lång tid. Dock tappar redskapen cirka 80 procent av sin effektivitet efter bara tre månader, men de kan fortsätta fiska med cirka 5–6 procent av nätens fiskeffektivitet i flera år (Hall, et al., 2022). Inför nedläggning av kablar och/eller rörledningar och installation av fundament samt under driftsfasen kan eventuellt marint skräp som upptäcks tas upp, vilket medför en netto-positiv effekt på marint skräp i området. Den indirekta påverkan av marint skräp är oberoende av parkutformningen, varav påverkan bedöms vara lika för alternativ 1 och 2.

Fiskars känslighet på populationsnivå avseende indirekt påverkan av marint skräp bedöms vara liten då effektiviteten av spökfiskande redskap är begränsad och avtar med tiden, påverkans storlek och omfattning bedöms vara obetydlig. Sammantaget bedöms konsekvensen på fiskpopulationsnivå vara försumbar för både alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet.

Slutsats

Sammantaget bedöms konsekvenser avseende undervattensljud, magnetfält, utspädning av kylvatten och saltlake, vattenintag för kylning och vätgasproduktion och indirekt påverkan av marint skräp vara försumbara avseende fisk för alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet. Konsekvenser avseende reveffekter bedöms bli liten positiv konsekvens för alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet, se Tabell 31.

Tabell 31. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende fisk under driftsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Undervattensljud	Liten till måttlig	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Magnetfält	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Utsläpp av kylvatten och saltlake	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Vattenintag för kylning och vätgasproduktion	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Reveffekt	Måttlig	Liten positiv	Liten positiv	Liten positiv	Liten positiv
Indirekt påverkan av marint skräp	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar

9.3.2.4 Avvecklingsfas

Under avvecklingsfasen förväntas samma påverkansfaktorer som i anläggningsfasen uppstå, som sedimentspridning och undervattensljud, men i betydligt mindre omfattning. Antalet fartygstransporter till och från vindparken kan även öka då vindparkens olika anläggningsdelar monteras ner och transporteras bort. Påverkan kommer vara temporär och begränsad.

Sedimentsuspension

Avvecklingen av fundament samt rör/kablar kan generera sedimentsuspension. Mängden suspenderat sediment som frigörs beror av om fundamenten avlägsnas ned till befintlig havsbotten, eller om delar eller hela fundamentet lämnas kvar. Om det interna kabel- och rörledningsnätet avlägsnas förväntas sedimentsuspensionen bli motsvarande den under anläggningsfasen. Känsligheten för sedimentsuspension hos fisk bedöms vara liten till måttlig, påverkans storlek och omfattning bedöms bli liten negativ, vilket medför liten konsekvens för alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet.

Undervattensljud

Påverkan från undervattensljud under avvecklingsfasen förväntas framför allt uppstå från fartyg som nedmonterar infrastrukturen och vara av mycket mindre omfattning än under anläggningsfasen till följd av avsaknaden av pålningsarbeten. Känsligheten för undervattensljud hos fisk bedöms vara liten till måttlig, påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig, vilket medför försumbar konsekvens för alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet.

Slutsats

Sammantaget bedöms konsekvenser avseende sedimentspridning bli liten negativ och undervattensljud försumbar avseende fisk för alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet. Avseende reveffekter bedöms konsekvenser bli mycket liten negativ för alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet.

Tabell 32. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende fisk under avvecklingsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentsuspension	Liten till måttlig	Liten negativ	Liten negativ	Liten	Liten negativ
Undervattensljud	Liten till måttlig	Måttlig	Liten negativ	Måttlig	Liten negativ
Förlust av reveffekt	Måttlig	Obetydlig till liten negativ	Försumbar till liten negativ	Obetydlig till liten	Försumbar till liten negativ

9.4 Tumlare

Samlad konsekvensbedömning

Östersjöpopulationen av tumlare bedöms vara akut hotad. Området kring Noatun Nord har av HOLAS-III bedömts ha låg betydelse för tumlare, och vid övervakning har ingen förekomst av tumlare registrerats. Med endast cirka 500 individer i hela Östersjön är det svårt att säkerställa att tumlare inte finns i projektområdet.

Under anläggningsfasen kan impulsiva undervattensljud från projektområdet innebära att tumlare riskerar att trängas undan från potentiellt viktiga områden. Sedimentsuspension och sedimentation, liksom spridning av miljögifter och näringsämnen samt utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen, förväntas ha en obetydlig påverkan på tumlarnas födosökning och hälsa. Konsekvensen under anläggningsfasen bedöms bli försumbar till liten negativ.

Även under driftsfasen kan lågfrekventa undervattensljud genereras vilket väntas ge en mycket liten negativ konsekvens för tumlare. Vidare kommer den nya livsmiljön som skapas kring fundamenten locka mer fisk, potentiellt attrahera tumlare och minska risken för att tumlare blir bifångst vid fiske. Reveffekten bedöms resultera i en liten positiv effekt för tumlare. Lokalt avgränsade magnetfält från vindparkens kablar kommer uppstå, vilken bedöms vara av obetydlig omfattning för tumlare. Indirekt påverkan från marint skräp, vattenintag för kylning och vätgasproduktion, utsläpp av kylvatten och saltlake från vätgasproduktionen samt utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen bedöms som obetydlig. Den samlade konsekvensen av driftsfasen bedöms som mycket liten positiv till liten negativ.

Potentiella effekter under avvecklingsfasen förväntas vara mindre eller jämförbara med påverkan under anläggningsfasen. Påverkan under avvecklingsfasen bedöms innebära en försumbar till liten negativ konsekvens för tumlare.

9.4.1 Förutsättningar

I Östersjön förekommer tumlare, och mest relevant för projektområdet är östersjöpopulationen som uppehåller sig i Egentliga Östersjön. Antalet tumlare norr om Åland är extremt lågt och vid den senaste undersökningen av populationens storlek, som genomfördes inom ramen för projektet SAMBAH (år 2010–2012), uppskattades östersjöpopulationen av tumlare uppgå till cirka 500 individer år 2012 (Amundin, et al., 2022). I Sveriges senaste rapportering till art- och habitatdirektivet

bedömdes bevarandestatusen för Östersjöpopulationen av tumlare (*Phocoena phocoena*) som dålig, och Östersjöpopulationen av tumlare är klassad som akut hotad (CR) av Internationella naturvårdsunionen (IUCN) och Helsingforskommissionen för skydd av Östersjöns miljö (HELCOM).

Tumlare föder sina kalvar och börjar ge di runt maj till juni (Bjørge & Tolley, 2009), medan parningen vanligtvis äger rum mellan juli och augusti (Carlström & Carlén, 2016). Tumlare är känsliga för störningar året runt, men under reproduktionstiden och när kalvarna är nyfödda är de särskilt känsliga. Störningar som medför ett avbrott i amningsprocessen för digivande honor och deras kalvar kan orsaka en negativ påverkan på kalvens överlevnad. Under diandet övergår kalvarna till en juvenil diet bestående av olika fiskarter såsom sill och strömming (Smith & Read, 1992), vilket minskar deras känsligheten för störningar.

Baserat på data från projektet SAMBAH och expertbedömningar från passiv akustisk övervakning som utförts i Finland har även ett område strax öst om vindpark Noatun Nord pekats ut av HOLAS-III som ett betydelsefullt område för tumlare (Sveegaard, et al., 2022). Däremot har området norr om Åland och strax söder om projektområdet bedömts ha låg betydelse enligt HOLAS-III (SAMBAH, 2016). Enligt HELCOM förekommer ändå detekteringar och tillfälliga observationer av tumlare norr om Åland (HELCOM, 2023c).

Projektområdet har inte en hög densitet av fisk, se avsnitt 9.3, och utgör sannolikt inte ett betydande födosöksområde för tumlare. Förekomsten av tumlare inom projektområdet undersöktes under år 2022 och år 2023 med hjälp av eDNA-analyser och åren 2022–2024 genom passiv akustisk övervakning. Ingen detektion av eDNA från tumlare identifierades och ingen förekomst av tumlare detekterades genom passiv akustisk övervakning. Med tanke på att det endast finns omkring 500 tumlare kvar i hela Östersjön är sannolikheten att detektera en tumlare mycket liten i områden där enstaka individer tillfälligt passerar. Resultaten från utförda undersökningar indikerar således att tumlare inte vistas i området för vindparken under längre tid eller i stora antal. Det går dock inte att utesluta att tumlare inte förekommer inom Noatun Nord men projektområdet antas vara av låg betydelse för arten.

9.4.2 Konsekvenser

9.4.2.1 Nollalternativ

Nollalternativet innebär att de förhållanden och förutsättningar som råder för tumlare i dagsläget inte kommer att påverkas eller förändras som följd av vindpark Noatun Nord. Eftersom det finns andra planerade vindparker i Noatun Nords närområde kan dock projektområdet utsättas för liknande påverkansfaktorer som identifierats för Noatun Nord även i nollalternativet. Detta eftersom anläggning och drift av närliggande vindparker antas generera samma typ av påverkan som identifierats för Noatun Nord. För tumlare innebär det att till exempel undervattensljud från anläggning av andra vindparker kan nå in i projektområdet, dock i betydligt mindre omfattning än vad som redovisats för Noatun Nord eftersom påverkanskällan då befinner sig utanför projektområdet. Då tumlare rör sig över stora områden i Östersjön och projektområdet inte kan förväntas bli helt fredat från undervattensljud ens för nollalternativet kan beteendepåverkan hos tumlare fortsatt förekomma som följd av havsbaserad vindkraft i denna del av Bottenhavet.

Vidare är nollalternativet även starkt kopplat till den klimatnytta som vindparken förväntas bidra till. De allra flesta miljöaspekter och intressen berörs redan idag negativt av pågående klimatförändringar vilket påverkar såväl olika biologiska värden som arter och livsmiljöer i Östersjön, detta beskrivs närmare i avsnitt 9.1.2.1. För tumlare kan nollalternativet ur klimatsynpunkt bidra till en negativ påverkan på tumlarnas bytesdjur. Eftersom tumlare har en hög metabolism och därmed kräver ett högt födointag kan minskande fiskpopulationer till följd av klimatförändringar och andra stressfaktorer påverka även tumlare negativt.

9.4.2.2 Anläggningsfas

Sedimentsuspension och sedimentation

Under anläggningsfasen kan installation av fundament, vissa geotekniska undersökningar samt nedspolning av kablar och rörledningar orsaka en spridning av sediment, vilket resulterar i temporärt förhöjda halter av suspenderat material i vattnet och en efterföljande sedimentation.

Tumlare använder ljud för att kommunicera, navigera och jaga. Detta gör att tumlare kan navigera och jaga utan att vara beroende av ljus (Akamatsu, et al., 2005; Møhl & Andersen, 1973; Wisniewska, et al., 2016). Deras förmåga att navigera och jaga är således inte primärt baserat på deras syn, vilket innebär att de troligen kan fortsätta jaga i det grumliga vatten som förväntas uppstå vid anläggningen av vindparken. Tumlarens känslighet för sedimentsuspension och sedimentation bedöms som liten.

Om vindparken anläggs kommer den geografiska omfattningen av sedimentsuspensionen och sedimentationen vara begränsad och det är framför allt områden runt fundamenten som berörs av sedimentsuspensionen. Koncentrationer av suspenderat sediment förväntas vara nere på mindre än 1 mg/l på avstånd större än tio kilometer från respektive fundament, se avsnitt 8.1. Strömmar och andra vattenrörelser kommer att späda ut de suspenderade sedimenten i områden längre bort från fundamenten, och den efterföljande sedimentationen kommer att vara marginell och kortvarig. Sedimentsuspensionen och sedimentationen bedöms ha obetydlig påverkan på tumlarnas förmåga att söka föda i området. Områdets betydelse som ett eventuellt födosöksområde skulle däremot kunna påverkas indirekt via effekter på tumlarens bytesdjur till följd av grumligheten och sedimentationen. Som beskrivs i avsnitt 9.3.2.2, bedöms sedimentsuspension och sedimentation ha en försumbar till liten negativ konsekvens för fiskar. Födotillgången bedöms därmed inte påverkas i någon betydande grad. För både alternativ 1 och 2 bedöms påverkans storlek och omfattning därmed som obetydlig.

Sammantaget bedöms tumlare ha en liten känslighet för sedimentsuspension och sedimentation under anläggningsfasen, medan påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Påverkansfaktorn ger en försumbar konsekvens för tumlare jämfört med nollalternativet.

Miljögifter och näringsämnen

Sedimentspridning kan medföra en spridning av organiska föroreningar, näringsämnen och metaller som funnits lagrade i sedimenten.

För tumlare är det framför allt påverkan från en eventuell spridning av organiska föroreningar och metaller som potentiellt kan generera en negativ effekt på tumlare.

Tumlare födosöker högt upp i födokedjan och miljögifter kan snabbt ackumuleras hos enskilda individer (Roos, 2021). Hos tumlare kan miljögifter leda till negativa hälsoeffekter och reproduktionssvårigheter (Neimane, et al., 2021), och för Östersjöpopulationen av tumlare utgör persistenta organiska föreningar och tungmetaller ett särskilt starkt hot (SLU Artdatabanken, 2023). Genomförda sedimentprovtagningar inom och närliggande till Noatun Nord (Bilaga 11) visar att sediment som sprids från anläggningsarbetena kan innehålla halter av bland annat PAH:er, PCB, krom, nickel och koppar. Tumlares känslighet för miljögiftsspridningen som kan uppkomma vid Noatun Nord bedöms därmed som måttlig.

En eventuell spridning av miljögifter kommer att följa spridningen av sedimentpartiklar. För både alternativ 1 och 2 kommer spridningen av sedimentpartiklar och de miljögifter som finns bundna till dem, att vara begränsad och tillfällig. Naturlig omblandning i vattenkolumnen, som uppstår till följd av strömmar och andra naturliga faktorer, kommer även att leda till att miljögifterna snabbt späds ut i vattnet. Den potentiella spridningen av organiska föreningar och metaller bedöms därför ha en ringa påverkan på tumlare. Det är inte heller sannolikt att det uppkommer någon indirekt effekt på tumlare genom att deras bytesdjur påverkas. Som redogörs för i avsnitt 9.8 och 9.3, bedöms konsekvensen av påverkansfaktorn för fisk vara försumbar. Påverkans storlek och omfattning bedöms därmed som obetydlig.

Sammantaget bedöms känsligheten som måttlig och påverkans storlek och omfattning som obetydlig. Jämfört med nollalternativet bedöms konsekvensen av miljögifter och näringsämnen som försumbar för tumlare under projektets anläggningsfas.

Undervattensljud

Tumlare besitter ett välutvecklat hörselsinne, vilket gör dem särskilt känsliga för ljudstörningar. Speciellt vid pålning under anläggning av vindkraftsfundament kan kraftiga och impulsiva ljud påverka tumlare negativt. Den sträcka inom vilken tumlare kan detektera ljud påverkas av både ljudets källstyrka och frekvens. Spridningen av ljudet korrelerar dels med källstyrkan, dels med frekvensen, där låga frekvenser färdas längre sträckor i vattnet.

För tumlare finns olika nivåer av påverkan från undervattensljud. Ju högre ljudnivå desto större blir påverkan. I det första steget detekterar tumlaren ljudet utan att det påverkar beteendet. Vid högre ljudnivåer kan det dock uppstå beteendepåverkan, där tumlaren störs av bullret och avlägsnar sig från området där störningen sker. Vid kontinuerlig exponering för höga ljudnivåer utan avvikelse finns risk för fysiska skador på hörseln. Höga och impulsiva ljud, exempelvis vid pålning utan bullerdämpande åtgärder, kan utöver beteendepåverkan även leda till tillfällig hörselnedsättning (TTS) eller permanent hörselnedsättning (PTS). Höga ljud kan även störa tumlarens födosöksförmåga och förmåga att kommunicera med andra tumlare för parning (Villadsgaard, et al., 2007). Tumlare uppvisar undvikandebeteende vid 103 dB, medan TTS kan uppstå vid 140 dB och PTS vid 155 dB för impulsiva ljud (Tougaard, et al., 2015; Southall, et al., 2019; NOAA, 2018). Med hänsyn till att tumlare bedöms kunna undvika ljudnivåer som orsakar hörselnedsättning vid Noatun Nords anläggningsarbeten, bedöms artens ha en måttlig känslighet för de undervattensljud som uppstår under anläggningsfasen. En fullständig bedömning av tumlares känslighet finns i Bilaga 18.

Under anläggningsfasen genererar pålning de högsta bullernivåerna, men arbetet pågår under en begränsad tid och kommer att utföras inom specifika delområden. Detta innebär att stora områden utan ljudalstrande arbete kommer att vara tillgängliga under hela anläggningsfasen. För att minimera störningen vid anläggningsarbeten kommer även skyddsåtgärder användas för att begränsa påverkan och spridningen av undervattensljud. Skyddsåtgärderna minimerar risken för hörselskador hos marina däggdjur, och inom Noatun Nord bedöms användning av dubbel bubbelgardin (DBBC) som en lämplig skyddsåtgärd för att minimera påverkan från pålning. Även mjuk uppstart och ramp-up kan minska att påverkan från pålning uppstår, se Bilaga 6.

För att kvantifiera påverkan har NIRAS genomfört en undervattenljudsmodellering baserat på ett worst case scenario, vilket beskrivs mer ingående i avsnitt 8.2. Enligt den utförda modelleringen sträcker sig påverkansområdet för PTS upp till 100 meter, medan TTS kan förekomma upp till 1 500 meter bort för monopile-fundament och upp till 900 meter för fackverksfundament vid användning av DBBC. Påverkan uppstår inom mycket korta avstånd från ljudkällan, och med en mjuk uppstart och ramp-up minimeras risken för hörselnedsättning, då tumlare hinner avlägsna sig från närområdet innan skadliga ljudnivåer uppnås. Under förutsättning att föreslagna skyddsåtgärder tillämpas, förväntas påverkan från Noatun Nord huvudsakligen vara i form av beteendeförändringar som kan innebära att projektområdet tillfälligt överges. Beteendeförändringar bedöms kunna uppstå upp till 12,4 kilometer från projektområdet vid anläggning av monopilefundament, medan risken för beteendeförändringar sträcker sig upp till 10,9 kilometer från projektområdet vid anläggning av fackverksfundament.

Vid en etablering av vindparken, och med föreslagna skyddsåtgärder, bedöms påverkans storlek och omfattning som liten negativ för tumlare avseende både alternativ 1 och alternativ 2. Detta beror på den låga sannolikheten att tumlare överhuvudtaget ska påverkas, med tanke på den begränsade förekomsten av tumlare i projektområdet.

Sammanfattningsvis bedöms tumlare ha en måttlig känslighet för de undervattensljud som kan uppstå under anläggningsfasen. Det är samma typ av påverkan på tumlare för båda alternativen, där eventuell undanträngning från projektområdet bedöms vara den mest kritiska faktorn. Påverkans storlek och omfattning bedöms som liten negativ i alternativ 1 och 2. Jämfört med nollalternativet bedöms konsekvensen av undervattensljud som liten negativ för tumlare under projektets anläggningsfas.

Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen

Under vindparkens anläggningsfas finns en risk för oavsiktliga utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen. Den största risken för tumlare utgörs av oljeutsläpp, då dessa har potential att sprida sig över stora avstånd och orsaka störningar i det lokala ekosystemet (Edman, et al., 2011; Teilmann & Dietz, 1995). Vid Noatun Nord kan ett oavsiktligt oljeutsläpp ske i samband med olyckor eller haverier kopplade till fartygstrafik till och från vindparken, eller från vindparkens egna moduler.

Tumlare bedöms kunna undvika olja i både vattenkolumnen och på ytan (Edman, et al., 2011). De har dessutom ett tjockt späcklager som minskar värmeförlusten i kallt vatten, vilket innebär att eventuell olja som fäster på huden inte medför några allvarliga konsekvenser för deras värmereglering (Edman, et al., 2011; Teilmann & Dietz, 1995).

På lång sikt kan dock oförutsedda utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen skada tumlarnas livsmiljö och öka deras exponering för miljögifter, som medför negativa hälsoeffekter (Murphy, et al., 2015; Teilmann & Dietz, 1995). Ett oljeutsläpp skulle kunna således ha en negativ påverkan på populationsstorleken på sikt, varför mottagarens känslighet bedöms som måttlig.

Under Noatun Nords anläggningsfas kommer flera skydds- och försiktighetsåtgärder att vidtas för att minimera risken för utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen. Om ett utsläpp ändå skulle ske, kommer åtgärder att vidtas för att hantera dess eventuella konsekvenser, se avsnitt 9.14.2. Om ett utsläpp inträffar bedöms som mest de individer som för tillfället vistas i direkt närhet till vindparken riskera att påverkas. Med tanke på den begränsade förekomsten av tumlare i projektområdet är sannolikheten för påverkan på tumlaren försumbar. Påverkans storlek och omfattning bedöms därmed som obetydlig.

Sammanfattningsvis bedöms tumlare under anläggningsfasen ha en måttlig känslighet för utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen. Påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig i alternativ 1 och 2. Jämfört med nollalternativet bedöms konsekvensen av utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen som försumbar för tumlare jämfört med nollalternativet.

Slutsats

För båda alternativen blir den samlade bedömningen för Noatun Nord att konsekvensen blir försumbar till liten negativ jämfört med nollalternativet.

Tabell 33. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende tumlare under vindparkens anläggningsfas.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentsuspension och sedimentation	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Miljögifter och näringsämnen	Måttlig	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Undervattensljud	Måttlig	Liten negativ	Liten negativ	Liten negativ	Liten negativ
Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen	Måttlig	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar

9.4.2.3 Driftsfas

Undervattensljud

Under driftsfasen kommer vindkraftverkens turbiner och olika typer av fartyg och båtar som besöker vindparken för underhåll och service att generera ett lågfrekvent ljud som kan detekteras av tumlare (Kastelein, et al., 2002; Møhl & Andersen, 1973).

Ljudnivåerna varierar med storlek på turbinerna och vindhastighet, men ligger oavsett storlek på minst 10–20 dB lägre nivåer än ljud från fartygstrafik inom samma frekvensspann. Under driftsfasen ligger ljudet från vindkraftverk vanligtvis under 200 Hz, även om det ibland kan överstiga 2 kHz.

Studier vid vindkraftverk i drift har påvisat en varierande beteendepåverkan hos tumlare, och det har konstaterats att undervattensljuden från operativa havsbaserade vindparker inte nödvändigtvis utgör en betydande störning för tumlare. Resultat från studier vid fem havsbaserade vindparker visar att i fyra av fem fall har tumlare under driftsfasen återvänt i samma antal som innan etablering (Vallejo, et al., 2017), och i vissa fall har tumlartätheten till och med ökat inom projektområdet jämfört med tätheten innan etableringen. I de fall då tumlartätheten ökat finns en trolig koppling till en minskad fartygstrafik och en ökad tillgång på föda, då fundamenten attraherar fisk (Scheidat, et al., 2011). Undervattensljud från vindkraftverk i drift förväntas därmed utgöra en mycket liten störning för tumlare, och tumlares känslighet bedöms som liten.

Tumlares känslighet mot fartygsljud bedöms däremot som måttlig, eftersom studier har visat att stora fartyg, såsom konstruktionsfartyg, kan tränga undan tumlare flera kilometer bort från fartyget (Richardson, et al., 1995; Wisniewska, et al., 2016).

För Noatun Nord visar genomförd undervattensljudsmodellering att det förväntade påverkansintervallet för såväl beteendeförändringar som PTS och TTS, i ett worst case scenario, uppstår mindre än 100 meter från varje enskilt vindkraftverk under driftsfasen, se Bilaga 18. Vidare bedöms ljudpåverkan från fartygstrafik i form av underhållstrafik till och från projektområdet innebära ett mycket begränsat tillskott, eftersom extern fartygstrafik troligtvis kommer begränsas inom projektområdet. Eftersom tumlare som eventuellt uppehåller sig i området dessutom sannolikt till viss mån redan är anpassade till den rådande ljudnivån från fartygstrafiken i närliggande fartygsstråk, bedöms påverkan från fartygstrafiken som mycket begränsad. En fullständig bedömning av påverkan från operativa vindparker och fartygstrafik hänvisas till Bilaga 18.

I alternativ 1 och 2 bedöms påverkan som liten negativ under driftsfasen, då både vindkraftverken och fartygstrafiken förväntas generera ljudnivåer som kan orsaka ett undvikandebeteende hos tumlare inom ett område där de sällan förekommer.

Sammanfattningsvis bedöms tumlare ha en måttlig känslighet för de undervattensljud som uppstår under driftsfasen, med hänsyn till påverkan från fartygstrafik. Resultaten från undervattensljudsmodelleringen tyder på att undervattensljudet från vindparker i drift troligen utgör en liten störning för tumlarna inom området, och påverkan från fartygstrafik bedöms som begränsad. Påverkans storlek och omfattning bedöms som liten negativ för både alternativ 1 och 2. Återkomsten av tumlare och ökad tumlartäthet inom andra projektområden stödjer bedömningen av den låga påverkansstorleken under denna fas. Jämfört med nollalternativet bedöms konsekvensen av undervattensljud vara liten negativ för tumlare.

Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen

Etableringen av Noatun Nord medför en risk för oförutsedda utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen under driftsfasen, även om sådana utsläpp är ovanliga under denna fas, Ett eventuellt utsläpp kan dock påverka tumlare som befinner sig i eller i närheten av projektområdet.

Tumlare bedöms ha en måttlig känslighet för påverkansfaktorn. Tumlare har en god simförmåga och bedöms kunna undvika områden med oljeutsläpp (Edman, et al., 2011). Emellertid kan utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen på lång sikt skada tumlarnas livsmiljö och öka deras exponering för miljögifter (Murphy, et al., 2015;

Teilmann & Dietz, 1995), vilket i sin tur kan leda till negativa effekter på populationsnivå. Känsligheten hos tumlare beskrivs närmare i avsnitt 9.4.2.2.

Under driftsfasen är risken för ett utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen låg, och risken minimeras ytterligare av de skydds- och försiktighetsåtgärder som vidtas av Bolaget, se avsnitt 9.14.2. Om ett utsläpp ändå inträffar är det främst djur, växter och andra organismer som befinner sig i eller nära vindparken som löper risk att påverkas. Sannolikheten för att tumlare ska påverkas bedöms vara försumbar med tanke på den begränsade förekomsten av dessa i projektområdet. Påverkans storlek och omfattning bedöms därmed som obetydlig.

Sammanfattningsvis bedöms tumlare ha en måttlig känslighet för utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen som uppstår under driftsfasen. I alternativ 1 och 2 bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig. Jämfört med nollalternativet bedöms konsekvensen av utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen som försumbar för tumlare jämfört med nollalternativet.

Reveffekter

Vindparkens fundament och erosionsskydd kommer att skapa nya hårda substrat inom projektområdet, vilka väntas fungera som artificiella rev. Dessa strukturer kommer att skapa nya livsmiljöer för epibentisk fauna och möjliggöra påväxt av alger i den ljusbelysta, så kallade fotiska zonen. Denna förändring kan potentiellt locka mer fisk till området (Russell, et al., 2014) och i längden även attrahera fler tumlare då de ofta söker områden med rik tillgång på föda (Fernandez-Betelu, et al., 2022).

Studier visar att marina konstruktioner kan attrahera ett stort antal fiskarter (Castro, et al., 2002) och att de därför kan antas ha hög potential att fungera som födosöksområde för tumlare. Detta har till exempel visats vid gas- och oljeplattformar, där observationer av tumlare är vanliga (Todd, et al., 2016). Samtidigt visar en dansk studie av Teilmann et al. (2012), som undersökte hur byggandet av en vindpark påverkade förekomsten av tumlare, att närvaron av tumlare i området förblev oförändrad (Teilmann, et al., 2012). Betydelsen av reveffekter på tumlare tycks således vara platsspecifik, och faktorer som påverkar tumlarnas reaktion på havsbaserade vindparker är sannolikt många och komplexa. Mot bakgrund av detta bedöms tumlares känslighet för reveffekter som liten.

För både alternativ 1 och 2 förväntas reveffekten inom projektområdet bli begränsad, då artdiversiteten i Östersjön generellt är låg och hårdbottenstrukturer redan finns inom projektområdet. En eventuell liten ökning skulle dock kunna generera en liten positiv effekt, eftersom tumlare är sällsynta i området. Dessutom kan områdena kring fundamenten potentiellt fungera som skydd för tumlare från högtrafikerade områden runt vindparken, vilket kan minska risken för bifångst i fiskenät, eftersom yrkesfisket sannolikt kommer att begränsas där. På lång sikt bedöms vindparken därmed kunna generera små positiva effekter. I både alternativ 1 och 2 bedöms påverkans storlek och omfattning som mycket liten positiv.

Sammantaget bedöms tumlares känslighet gentemot reveffekter under driftsfasen som liten och för båda alternativen bedöms påverkans storlek och omfattning som liten positiv. I jämförelse med ett nollalternativ bedöms konsekvenserna av reveffekterna som mycket liten positiv för tumlare under driftsfasen av Noatun Nord.

Magnetfält

Under driftsfasen kommer ett magnetfält att uppstå kring sjökablarna inom parken.

Kunskapen om huruvida tumlare kan detektera elektriska fält och magnetfält är mycket begränsad. Bland marina däggdjur är det endast hos Guyanadelfinen (*Sotalia guinansis*) som man vet att elektroreception förekommer (Czech-Damal, et al., 2012). Om tumlare verkligen använder sig av elektroreception, kommer en eventuell desorientering på grund av magnetfälten runt kablarna troligtvis vara begränsad till några få meter i närheten till kablarna och normalisera när individerna har passerat dem (Tricas & Gill, 2011). Detta antyder att tumlares känslighet för denna typ av förändring i magnetfältet sannolikt är minimal, och känsligheten bedöms därför som liten.

I alternativ 1 och 2 kommer magnetfältet att nå en maximal effekt om 23 µT ovan kablarna. Åt sidorna avtar magnetfältet snabbt, och cirka fyra meter från kabelns centrumlinje är magnetfältet under 1 µT. Påverkan från magnetfältet är därför mycket lokal och begränsad, således bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig.

Sammantaget bedöms tumlare ha en liten känslighet för magnetfält under driftsfasen, medan påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Påverkansfaktorn ger en försumbar konsekvens för tumlare jämfört med nollalternativet.

Indirekt påverkan av marint skräp

En indirekt påverkan som kan uppstå vid anläggning av fundament är från marint skräp, som kan fastna i förankringslinor och fundament. Tumlare kan fastna i eller skadas av förlorade fiskeredskap, plastföremål eller andra typer av skräp som flyter i haven. Detta kan leda till fysisk skada, förhindra deras förmåga att jaga eller simma, och i worst case orsaka död. Dessutom kan marint skräp innehålla farliga kemikalier och föroreningar som kan förgifta tumlare om de sväljs eller absorberas genom huden. Tumlare bedöms således ha en måttlig känslighet för indirekt påverkan av marint skräp.

I alternativ 1 och 2 kan driftsfasen av Noatun Nord innebära att skräp ansamlas inom projektområdet. Under driftsfasen, men även vid nedläggning av kablar och installation av fundament, kan eventuellt marint skräp som upptäcks tas upp, vilket leder till en netto-positiv effekt på marint skräp i området. Den indirekta påverkan av marint skräp bedöms vara obetydlig och konsekvensen för tumlare bedöms vara försumbar för både alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet.

Utsläpp av kylvatten och saltlake

Den planerade vätgasproduktionen kommer att resultera i utsläpp av vatten med förhöjd salthalt (saltlake) och uppvärmt havsvatten (kylvatten) på ett djup om fem meter. Tumlares naturliga miljö inkluderar variationer i temperatur och salthalt över olika årstider och havsförhållanden, och tumlare bedöms således ha en liten känslighet för utsläpp av kylvatten och saltlake.

I alternativ 1 och 2 har beräkning av kylvattenutsläpp visat att endast en marginell ökning av övertemperaturen kring vätgasanläggningar kommer att ske och att ökningen av salthalt blir minimal, se Bilaga 7. Ingen direkt påverkan på tumlare bedöms

kunna uppstå. Ingen indirekt påverkan förväntas heller på tumlarnas bytesdjur jämfört med nollalternativet. Påverkans storlek och omfattning bedöms bli obetydlig.

Sammantaget bedöms tumlare inte påverkas vare sig direkt eller indirekt av utsläpp av kylvatten och saltlake från vätgasproduktionen. Konsekvensen bedöms vara försumbar jämfört med nollalternativet.

Vattenintag för kylning och vätgasproduktion

Vid produktion av vätgas behövs vatten både för vätgasproduktionen och för kylning. Vattenintaget planeras att placeras på 20 meters djup. Tumlare har en god simförmåga och kan motstå strömmar. Tumlare bedöms således ha en liten känslighet för vattenintag för kylning och vätgasproduktion.

I alternativ 1 och 2 kommer mängden vatten som behövs för kylning och vätgasproduktion vara avsevärt större än vattenbehovet för vätgasproduktionen. Vattenbehovet för både alternativ 1 och 2 har modellerats och beskrivs vidare i Bilaga 7. I rapporten bedöms påverkan vara lokal kring intagspunkterna för båda utformningsalternativen. Det förväntas inte att tumlarna dras med i kylvattenintaget, och inga indirekta konsekvenser på deras bytesdjur förväntas jämfört med nollalternativet. Påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig.

Sammantaget bedöms tumlare inte påverkas direkt eller indirekt av vattenintag för kylning och vätgasproduktion. Konsekvensen bedöms vara försumbar jämfört med nollalternativet.

Slutsats

Den samlade bedömningen för driftsfasen är att konsekvensen blir mycket liten positiv till liten negativ jämfört med nollalternativet, se Tabell 34.

Tabell 34. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens för tumlare under driftsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Undervattensljud	Måttlig	Liten negativ	Liten negativ	Liten negativ	Liten negativ
Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen	Måttlig	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Reveffekter	Liten	Liten positiv	Mycket liten positiv	Liten positiv	Mycket liten positiv
Magnetfält	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Indirekt påverkan av marint skräp	Måttlig	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Utsläpp av kylvatten och saltlake	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Vattenintag för kylning och vätgasproduktion	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar

9.4.2.4 Avvecklingsfas

Sedimentsuspension och sedimentation

Under avvecklingsfasen kan sedimentsuspension och sedimentation uppstå om erosionsskydd, hela fundament samt kablar och rörledningar nedmonteras och forslas bort. Liksom under anläggningsfasen bedöms tumlare ha en liten känslighet för sedimentsuspension och sedimentation. Den bedöms dock bli mindre än under anläggningsfasen och påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Konsekvensen bedöms vara försumbar jämfört med nollalternativet.

Miljögifter och näringsämnen

Aktiviteter under avvecklingsfasen som leder till sedimentsuspension kan leda till en spridning av miljögifter och näringsämnen. Påverkan under avvecklingsfasen förväntas bli liknande, men av mindre omfattning, än under anläggningsfasen. Tumlare bedöms ha en måttlig känslighet för påverkansfaktorn, se avsnitt 9.4.2.2, och påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Jämfört med nollalternativet bedöms konsekvensen för tumlare under avvecklingsfasen bli försumbar.

Undervattensljud

Avvecklingsaktiviteterna kommer också att medföra undervattensljud, till exempel i samband med att fundament och vindkraftverk avlägsnas. Under avvecklingsfasen sker däremot ingen pålning eller borrning i havsbotten, och de nivåer av undervattensljud som kan uppstå vid avveckling bedöms därmed vara lägre än de nivåer som uppstår vid anläggningsfasen. Fartygstrafik kommer däremot förekomma inom området, och tumlares känslighet för de undervattensljud som uppstår under avvecklingsfasen bedöms därmed som måttlig. Påverkan under avvecklingsfasen förväntas bli liknande, men av mindre omfattning än under anläggningsfasen. I alternativ 1 och 2 bedöms påverkans storlek och omfattning som liten negativ. Jämfört med nollalternativet bedöms konsekvensen av undervattensljud under avvecklingsfasen bli liten negativ för tumlare.

Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen

Den ökade mänskliga aktiviteten under avvecklingsfasen kan öka risken för oväntade utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen. Dessa utsläpp kan på lång sikt ha negativa effekter på tumlarnas hälsa och livsmiljö, vilket i sin tur kan leda till påverkan på populationsnivå. Av denna anledning bedöms tumlare ha en måttlig känslighet för utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen (Edman, et al., 2011), se avsnitt 9.5.2.2,

Försiktighets- och skyddsåtgärder kommer att vidtas under avvecklingsfasen för att minimera risken för olyckor och haverier. Om ett utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen ändå inträffar, är sannolikheten att tumlare påverkas mycket liten. Detta beror dels på att endast individer inom eller i närheten av vindparken förväntas påverkas, dels på den begränsade förekomsten av tumlare inom projektområdet. Påverkans storlek och omfattning bedöms därmed som obetydlig.

Sammanfattningsvis bedöms tumlare ha en måttlig känslighet för utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen som uppstår under avvecklingsfasen. Påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig i alternativ 1 och 2. Jämfört med nollalternativet bedöms konsekvensen av utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen som försumbar för tumlare.

Slutsats

Den samlade bedömningen för både alternativ 1 och alternativ 2 under avvecklingsfasen är att konsekvensen blir försumbar till liten negativ jämfört med nollalternativet, se Tabell 35.

Tabell 35. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens för tumlare under avvecklingsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/ värde	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentsuspension och sedimentation	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Miljögifter och näringsämnen	Måttlig	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Undervattensljud	Måttlig	Liten negativ	Liten negativ	Liten negativ	Liten negativ
Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen	Måttlig	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar

9.5 Säl

Samlad konsekvensbedömning

Inom projektområdet förekommer de två sälarterna gråsäl och vikare. Projektområdet bedöms vara av medelstor betydelse för gråsälar, då det ligger nära kända reproduktions- och födosöksområden. Förekomsten av vikare i området är däremot mindre och troligen utgör projektområdet inte en betydande reproduktionsplats för arten. Vikarens närvaro i Noatun Nord antyder att området sannolikt utgör en del av ett större födosöksområde eller en migrationskorridor för dessa djur.

Identifierade påverkansfaktorer under anläggningsfasen är sedimentsuspension och sedimentation, miljögifter och näringsämnen, undervattensljud samt utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen. Anläggningsarbetena förväntas generera ljudnivåer som innebär att sälarna kommer att undvika projektområdet under tiden som anläggningsarbetena pågår och till följd av detta bedöms anläggningsfasen innebära en försumbar till liten negativ konsekvens för sälar.

Under vindparkens driftsfas förväntas lågfrekvent ljud från turbiner och underhållsfartyg generera en mycket liten störning för sälar. Undervattensljudsmodellering indikerar begränsad påverkan upp till 100 meter från varje turbin, med liten påverkan från fartygstrafik. Magnetfält från undervattenskablar och indirekt påverkan av marint skräp bedöms ha obetydlig påverkan på sälar, men reveffekter som uppstår under driftsfasen kan öka födotillgången för sälar inom projektområdet. Vattenintag för kylning och vätgasproduktion samt utsläpp av kylvatten och saltlake från vätgasproduktionen bedöms inte påverka sälar. Risken för utsläpp av miljö och hälsofarliga ämnen bedöms med skydds- och försiktighetsåtgärder reduceras till acceptabla nivåer, och påverkan på sälar bedöms som obetydlig. Sammantaget innebär vindparkens driftsfas en mycket liten positiv till en liten negativ konsekvens jämfört med nollalternativet.

Den samlade bedömningen för avvecklingsfasen är att påverkan av de identifierade påverkansfaktorerna innebär en liknande påverkan som under anläggningsfasen, men i en betydlig mindre omfattning. Den sammanvägda konsekvensen under avvecklingsfasen blir försumbar till mycket liten negativ.

9.5.1 Förutsättningar

Inom åländska vatten förekommer två sälarter: gråsäl (*Halichoerus grypus*) och vikare (*Pusa hispida*) (HELCOM, 2023). Vikare förekommer främst i Bottniska viken, men enskilda individer förekommer längre söderut (SLU Artdatabanken, 2023). Förekomsten av sälar inom projektområdet har undersökts av NIRAS vid två tillfällen, hösten år 2022 och våren år 2023 med hjälp av eDNA-analys och ad hoc observationer från fartyget. Dessutom har Avescapes Oy, på uppdrag av Bolaget, noterat sälobservationer inom projektområdet och dess närområde vid två tillfällen under åren 2022–2023 i samband med fågelinventeringar.

Gråsäl

Gråsäl är den vanligaste förekommande sälarten i Östersjön och sedan 1980-talet har gråsälens populationsutveckling i Östersjön varit positiv. År 2019 uppskattade Havs- och vattenmyndigheten att cirka 37 000–50 000 djur finns i Östersjön (Havs- och vattenmyndigheten, 2019a). Populationen bedöms som livskraftig (LC) enligt den finska rödlistan (Hyvärinen, et al., 2019) och arten är fridlyst på Åland enligt LF (2023:88) om naturvård (Ålands landskapsregering, 2023b).

Gråsäl förekommer ofta i grunda områden, där det finns ostörda liggplatser och god tillgång på föda. Gråsälen föder ungar i februari-mars varefter kuten diar i upp till tre veckor. Under denna period håller sig gråsälen nära kusten. Många gråsälskutar föds på isen i de nordligare delarna av Östersjön, men en stor andel kutar föds också på land i Stockholms skärgård, på Åland eller i Estland (SLU Artdatabanken, 2023).

Gråsälar har god hörsel och ett välutvecklat taktilt sinne som gör att de kan upptäcka rörelser i vattenmassan, vilket gör att de kan söka föda i såväl klara som grumliga vatten. Gråsälars födoval varierar beroende på vilka arter som finns tillgängliga, men de livnär sig huvudsakligen på fiskar såsom strömming, tånglake, och sik (*Coregonus maraena*). Unga gråsälar äter även kräftdjur och mollusker (SLU Artdatabanken, 2023).

En fördelnings- och densitetskarta från Norska Institutet för marin forskning (IMR), visar att gråsälar förekommer i höga tätheter i havsområdet vid Noatun Nord (IMR, 2020). Genomförda undersökningar från åren 2022–2023 bekräftar detta mönster. Vid eDNA-inventeringen detekterades gråsälar vid 14 provtagningsstationer under hösten och nio under våren, se Bilaga 11. En gråsäl observerades även från båt i samband med eDNA-provtagning. Ytterligare observationer av gråsäl gjordes inom projektområdet och dess närområde i samband med fågelinventeringarna, se Bilaga 12.

Gråsäl födosöker och reproducerar sig i denna del av Östersjön (HELCOM, 2013a), även om reproduktionen är begränsad till år med tillräcklig drivis (Jüssi, et al., 2008). Inga viloplatser finns inom Noatun Nords projektområde, men flera finns i närheten. Den närmsta viloplatsen ligger cirka fem kilometer sydväst om Noatun Nord, vid Ytterstberg (European Environment Agency, 2022n). Inom projektområdet finns vanliga arter av fiskar och bottenfauna (se avsnitt 9.8 och 9.3), vilka utgör stapelföda för gråsälen. Projektområdet anses dock inte ha höga fisktätheter och bedöms därför inte vara en viktig födosöksplats för gråsäl. En studie av Oksanen et al. (2014) indikerar däremot att det finns flera kustnära födosöksområden i området.

Med tanke på närheten till födosöksområden och viloplatser är det troligt att gråsälar vistas i projektområdet året runt. Ingen säsongsmässig variation observerades heller vid eDNA-inventeringen. Projektområdet bedöms vara av medelstor betydelse för gråsäl.

Vikare

Vikare är på Åland, i Finland och i Sverige representerad med en egen underart, östersjövikare (*Pusa hispida botnica)*. Populationen av östersjövikare bedöms vara Nära hotad (NT) i den finska rödlistan (Hyvärinen, et al., 2019) och placerad i kategorin Sårbar (VU) på HELCOM:s rödlista. Arten är även fridlyst på Åland enligt LF (2023:88)

om naturvård (Ålands landskapsregering, 2023b). Populationsutvecklingen för östersjövikaren tycks vara stabil, även om klimatförändringen på sikt väntas leda till en kraftig minskning av populationsstorleken. År 2013 estimerades östersjövikarens populationsstorlek till 10 000 individer (HELCOM, 2013). Populationen i Skärgårdshavet, där Noatun Nord i detta sammanhang anses vara belägen, har uppskattats till 300 individer (Miettinen, et al., 2005; Nordström, et al., 2011).

Vikaren lever pelagiskt under den isfria delen av året och kan sporadiskt ses uppe på mindre stenar. För sin reproduktion är vikare helt beroende av stabil ismiljö. Honan föder sina ungar, kallade kutar, i hålrum i isen under februari-mars, och kutarna diar under tre till åtta veckor. Reproduktionen för vikare sker i den nordcentrala Bottenviken, Skärgårdshavet, Rigabukten och Finska viken. Förekomsten av is är ovanlig i projektområdet, men den kan sporadiskt bildas mellan de åländska öarna. Det närmaste kända reproduktionsområdet i Skärgårdshavet ligger dock över 100 kilometer från Noatun Nord. Därför är det osannolikt att Noatun Nord används som reproduktionsområde för vikaren, men det är möjligt att de söker föda i projektområdet när de inte är i sin reproduktionsperiod.

Vikare livnär sig främst på mindre kräftdjur såsom ishavsgråsugga och pungräkor samt mindre fiskarter såsom spigg, simpor och strömming (SLU Artdatabanken, 2023). Dessa arter är vanligt förekommande inom projektområdet, se avsnitt 9.8 och 9.3. Genomförda eDNA-analyser har identifierat närvaron av vikare vid tre stationer inom Noatun Nord under såväl hösten 2022 som våren 2023. Inga observationer av vikare noterades från båt vid eDNA-inventeringar eller vid fågelinventeringar. Detta indikerar att vikare sporadiskt rör sig inom projektområdet, men föreslår samtidigt att området förmodligen inte utmärker sig som en mer attraktiv födosöksplats för vikare jämfört med de omgivande vattnen.

Närmaste utpekade område för vikare utgörs av Natura 2000-området Nystads skärgård, som ligger 15 kilometer öster om projektområdet, se avsnitt 9.8. Det finns för lite data om vikare rörelser i Skärgårdshavet för att utvärdera betydelsen av projektområdet för vikare, men det kan antas att Noatun Nord har låg betydelse för födosökande vikare. Projektområdet utgör sannolikt en del av ett större födosöksområde, och förmodligen används projektområdet för födosök under sommaren eller som en migrationskorridor till andra födosöksområden.

9.5.2 Konsekvenser

9.5.2.1 Nollalternativ

Nollalternativet innebär att de förhållanden och förutsättningar som råder för säl i dagsläget inte kommer att påverkas eller förändras som följd av vindpark Noatun Nord. Eftersom det finns andra planerade vindparker i Noatun Nords närområde kan dock projektområdet utsättas för liknande påverkan även i nollalternativet. Anläggning och drift av närliggande vindparker antas för nollalternativet generera samma typ av påverkan som identifierats för Noatun Nord. För säl innebär det att till exempel undervattensljud från anläggning av andra vindparker kan nå in i projektområdet, dock i betydligt mindre omfattning än vad som redovisats för Noatun Nord eftersom påverkanskällan då befinner sig utanför projektområdet. Då säl födosöker både inom projektområdet och i närliggande havsområden kan tillfällig beteendepåverkan hos säl fortsatt förekomma som följd av havsbaserad vindkraft i denna del av Bottenhavet.

Nollalternativet är även starkt kopplat till den klimatnytta som vindparken förväntas bidra till. De allra flesta miljöaspekter och intressen berörs redan idag negativt av pågående klimatförändringar vilket påverkar såväl olika biologiska värden som arter och livsmiljöer i Östersjön, detta beskrivs närmare i avsnitt 9.1.2.1. För säl kan nollalternativet ur klimatsynpunkt bidra till en negativ påverkan på deras bytesdjur. Minskande fiskpopulationer till följd av klimatförändringar och andra stressfaktorer kan påverka sälarna negativt.

9.5.2.2 Anläggningsfas

Sedimentsuspension och sedimentation

Under vindparkens anläggningsfas kan sedimentsuspension och sedimentation uppstå. Påverkan på sälar skiljer sig från den som kan tänkas uppstå för bottenlevande djur, eftersom sälar är mobila och rör sig i den fria vattenmassan. Sedimentation medför ingen påverkan på sälar, men sedimentsuspension kan innebära en möjlig påverkan på sälarnas födosöksförmåga. Gråsäl och vikare bedöms vara väl anpassade för födosök även i grumligt vatten. Detta eftersom de har ett väl utvecklat taktilt sinne och en god hörsel. Sälar bedöms därför ha goda förutsättningar för att lokalisera och fånga sitt byte även i vatten med förhöjda halter av suspenderat sediment. Känsligheten bedöms som liten.

I alternativ 1 och 2 kommer påverkan från sedimentsuspension att vara temporär, och som beskrivs i avsnitt 8.1, kommer koncentrationer av suspenderat sediment vara nere på mindre än 1 mg/l på avstånd större än tio kilometer från respektive fundament. Sedimentsuspension bedöms därmed vara av ringa betydelse för sälarnas förmåga att söka föda i projektområdet. Påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig i alternativ 1 och 2.

Sammantaget bedöms känsligheten som liten och påverkans storlek och omfattning som obetydlig. Jämfört med nollalternativet bedöms konsekvensen av sedimentsuspension och sedimentation som försumbar för sälar under projektets anläggningsfas.

Miljögifter och näringsämnen

Sedimentspridning kan medföra en spridning av organiska föroreningar, näringsämnen och metaller som funnits lagrade i sedimenten.

Genomförda sedimentprovtagningar inom och närliggande till Noatun Nord (Bilaga 11) visar att sediment som sprids från anläggningsarbetena kan innehålla halter av bland annat PAH:er, PCB, krom, nickel och koppar. Sälarna befinner sig högt upp i näringskedjan i Östersjön, vilket gör dem särskilt exponerade för miljögifter (Naturvårdsverket, 2021). Av de miljöföroreningar som förekommer inom projektområdet är det de organiska föroreningarna PAH och PCB som kan orsaka störst skada hos säl, eftersom dessa kan ackumuleras i näringskedjan. Om dessa ämnen ackumuleras hos sälar kan de orsaka skador på arvsmassan och påverka sälarnas reproduktionsförmåga negativt. Halterna av dessa ämnen inom projektområdet är däremot till största del mycket låga eller under detektionsgränsen, och sälarnas känslighet bedöms därmed som måttlig.

För alternativ 1 och 2 kommer påverkan bli temporär och lokal då en eventuell spridning av miljögifter kommer att följa spridningen av sedimentpartiklar. Spridningen

förväntas vara begränsad, och koncentrationerna av sediment förväntas vara mindre än 1 mg/l på avstånd längre än tio kilometer från respektive fundament. Vidare kommer den naturliga omblandningen av vattenkolumnen, som sker normalt på grund av bland annat strömmar, medföra att det sker en snabb utspädning av eventuella miljögifter. Den direkta eventuella spridningen av organiska föreningar, näringsämnen och metaller bedöms därmed inte påverka säl. Som redogörs för i avsnitt 9.8 och 9.3, bedöms konsekvensen för bottenfauna och fisk vara försumbar. Det är därför inte troligt att en indirekt effekt på säl uppstår, vilket skulle kunna ske om deras bytesdjur påverkas. Vid etablering av vindparken bedöms påverkans storlek och omfattning därmed som obetydlig för säl.

Sammantaget bedöms känsligheten som måttlig och påverkans storlek och omfattning som obetydlig. Jämfört med nollalternativet bedöms konsekvensen av miljögifter och näringsämnen som försumbar för sälar under projektets anläggningsfas.

Undervattensljud

Under anläggningsfasen kan aktiviteter som havsbottenundersökningar, fartygstrafik och pålning generera undervattensljud. Enligt tidigare forskning är sälar mindre känsliga för dessa ljud än tumlare, men det finns variationer beroende på art och hörselspektrum (Tougaard, et al., 2003; Edren, et al., 2004). Gråsälar och vikare har ett liknande hörselspektrum och uppvisar känslighet inom områden mellan 1–150 kHz (Andersson & Johansson, 2013). Sälens hörsel är mest känslig mellan 1 och 40 kHz (Sills, et al., 2015).

Studier har visat att undervattensljud från vindparksetableringar kan påverka sälars beteende. Observerade beteendeförändringar innefattar undvikande av områden där pålning pågår, ökad simhastighet och snabbare andning (Dyndo, et al., 2015; Kastelein, et al., 2013a; HELCOM, 2019). Sälarnas tendens till undvikandebeteende tycks däremot vara kopplad till dess motivation att stanna i det aktuella området. Vid tillräckligt med mat kan sälar vänja sig vid ljudnivåer upp till cirka 146 dB re 1 µPa (Götz & Janik, 2010). Under pälsbytessäsongen och födoperioden under sommarhalvåret är sälarna däremot extra känsliga för undanträngning.

Förutom beteendeförändringar kan undervattensljud påverka sälarnas förmåga att orientera sig och störa deras kommunikation sinsemellan. Det finns även en risk för hörselskador, där impulsiva ljud kan orsaka TTS eller PTS (HELCOM, 2019; Southall, et al., 2007; Richardson, et al., 1995). För säl kan TTS uppstå vid impulsiva ljud vid 170 dB, och PTS uppstå vid 185 dB (Tougaard, et al., 2015; Southall, et al., 2019; NOAA, 2018). Sälar kan däremot hålla huvudet ovanför vattenytan om ljudet är högt, vilket innebär att risken för att sälar skulle drabbas av hörselnedsättning är mycket liten. Med hänsyn till att sälar bedöms kunna undvika ljudnivåer som orsakar hörselnedsättning vid Noatun Nords anläggningsarbeten, bedöms sälars känslighet för undervattensljud som liten.

För att kvantifiera påverkan har NIRAS genomfört en undervattenljudsmodellering baserat på ett worst case scenario, vilken beskrivs i avsnitt 8.2. Resultaten visar att avstånden för TTS och PTS är mycket korta vid Noatun Nord, sträckandes upp till 100 meter för PTS och 200 meter för TTS för både monopile- och fackverksfundament. Med föreslagna skyddsåtgärder som mjuk uppstart, ramp-up och DBBC bedöms risken för permanenta eller tillfälliga hörselskador vara mycket liten, då sälar hinner avlägsna

sig från närområdet innan skadliga ljudnivåer uppnås. Därmed förväntas påverkan från Noatun Nord huvudsakligen vara i form av beteendeförändringar som kan leda till ett tillfälligt övergivande av projektområdet.

Samma avstånd för beteendepåverkan som beräknats för tumlare kan appliceras även på säl. Antagandet om samma påverkansavstånd för säl bedöms dock vara konservativt, då sälar generellt är mindre känsliga för undervattensljud än tumlare. Enligt ovan antagande, bedöms beteendeförändringar för säl kunna uppstå upp till 12,4 kilometer från respektive fundament med monopilefundament, och upp till 10,9 kilometer vid användning av fackverksfundament, se avsnitt 8.2.

Trots att höga tätheter av gråsälar förekommer inom projektområdet bedöms projektområdet inte vara ett särskilt viktigt födosöksområde för vare sig vikare eller gråsäl. Dessutom söker sälar sin föda över stora områden och kan födosöka i andra områden om de upplever sig störda av pågående anläggningsarbeten. Risken för undanträngning från reproduktionsområden för gråsälar är dock närvarande, särskilt i de närliggande Natura 2000-områdena Rannö och Ytterstberg. Delar av Södra Sandbäck (5,4 km^2 – 21 procent vid monopile- och 1,5 km^2 – 6 procent vid fackverksfundament), omfattas också av ljudnivåer som kan leda till undvikandebeteende hos säl, vilket beskrivs i avsnitt 8.2. Dessa områden är utpekade områden för gråsäl, där framför allt Ytterstberg har pekats ut som ett viktigt område för gråsälspopulationen i norra skärgården. Påverkan i form av undanträngning från reproduktionsområden bedöms däremot vara tillfällig. Genom planering av konstruktionsarbeten för att undvika sälarnas känsliga perioder, samt användning av mjuk uppstart och DBBC, förväntas påverkan på sälarnas reproduktion eller födosökande som begränsad.

Vid en etablering av vindparken, och med föreslagna skyddsåtgärder, bedöms påverkans storlek och omfattning som måttlig negativ för alternativ 1 och för alternativ 2. Bedömningen baseras på att undervattensljuden kommer att ske inom ett område med hög täthet av gråsäl, och att det även kommer att nå vatten nära deras liggplatser.

Sammanfattningsvis bedöms sälar ha en liten känslighet för undervattensljud under projektets anläggningsfas. Eventuell undanträngning från projektområdet anses vara den mest kritiska faktorn, och för båda alternativen förväntas samma typ av påverkan på säl. Påverkans storlek och omfattning bedöms som måttligt negativ. Jämfört med nollalternativet bedöms konsekvensen av undervattensljud som liten negativ för sälar under projektets anläggningsfas. En fullständig bedömning av påverkansfaktorn finns i Bilaga 18.

Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen

Oavsiktliga utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen är en risk som föreligger under vindparkens anläggningsfas. Den främsta risken för vindpark Noatun Nord är ett stort oönskat utsläpp av olja till vatten, vilket kan orsakas av fartygstrafik till och från vindparken eller av vindparkens egna komponenter.

Sälar, liksom många andra marina däggdjur, har en skyddande tjockt lager av späck som isolerar mot det kalla havsvattnet. Detta gör dem mindre känsliga för oljeutsläpp än exempelvis fåglar, vars fjädrar förlorar sin isoleringsförmåga vid oljeexponering (Edman, et al., 2011). Naturhistoriska riksmuseet har inte rapporterat några sälar som dött av oljeskador, vilket kan indikera att sälars sårbarhet för oljeutsläpp generellt är

låg (Naturvårdsverket, 2021). Dessutom tenderar sälar att undvika oljenedsmutsade strandavsnitt och klarar sig därför relativt oskadda från oljan (Räddningsverket, 1997).

Sälar är dock sårbara för oljeutsläpp under kutning och pälsömsning, då de är bundna till specifika platser. Gråsälar och vikare är särskilt känsliga under kutningsperioden från februari till april, och gråsälar är även känsliga under pälsömsningen i maj och juni (Edman, et al., 2011). Vidare kan oförutsedda utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen, såsom olja, på lång sikt orsaka omfattande skador på sälar genom direkt förgiftning eller skada på deras livsmiljöer (Naturvårdsverket, 2021). Sammantaget bedöms sälar ha en måttlig känslighet för utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen.

För att minimera risken för utsläpp och hantera dess konsekvenser vidtas flera skydds- och försiktighetsåtgärder under Noatun Nords anläggningsfas. Med dessa åtgärder bedöms risken för utsläpp reduceras till acceptabla nivåer, se avsnitt 9.14.2. Om ett utsläpp ändå sker, bedöms som mest de individer som för tillfället vistas i direkt närhet till vindparken riskera att bli påverkade. Påverkans storlek och omfattning bedöms därmed som obetydlig.

Sammanfattningsvis bedöms sälar ha en måttlig känslighet för utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen som uppstår under anläggningsfasen. I alternativ 1 och 2 bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig. Jämfört med nollalternativet bedöms konsekvensen av utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen som försumbar för sälar.

Slutsats

Konsekvenserna under anläggningsfasen bedöms bli försumbar till mycket liten negativ jämfört med nollalternativet, se Tabell 36.

Tabell 36. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende säl under anläggningsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentsuspension och sedimentation	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Miljögifter och näringsämnen	Måttlig	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Undervattensljud	Liten	Måttligt negativ	Liten negativ	Måttligt negativ	Liten negativ
Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen	Måttlig	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar

9.5.2.3 Driftsfas

Undervattensljud

Under driftsfasen kommer vindkraftverkens turbiner samt underhålls- och servicefartyg som besöker vindparken generera ett lågfrekvent ljud, vilket kan detekteras av sälar. Det lågfrekventa ljudet från operativa vindkraftverk varierar vanligtvis mellan 20–200 Hz och ibland över 2 kHz. Detta har potential att störa sälars kommunikation, då sälar kan producera och höra ljud ner till 100 Hz (Sills, et al., 2015). Trots detta visar forskning att sälar generellt är relativt toleranta mot dessa lågfrekventa undervattensljud. Studier vid andra vindparker indikerar att sälar inte nödvändigtvis

undviker områden med vindkraftverk, och det har dokumenterats att de aktivt jagar fisk vid fundamenten (Russell, et al., 2014). Undervattensljud som genereras från operativa vindparker förväntas därmed utgöra en mycket liten störning för sälar. Sälars känslighet för påverkan av undervattensljud från vindkraftverken under driftsfasen bedöms därmed som liten. Undervattensljudsmodellering för Noatun Nord visar att förväntade påverkansintervall för beteendeförändringar, PTS- och TTS-effekter under ett worst case scenario sträcker sig upp till 100 meter från varje enskilt vindkraftverk under driftsfasen, se avsnitt 8.2. Påverkan från vindkraftsverken bedöms vara obetydlig i jämförelse med de undervattensljud som uppstår från områdets fartygstrafik, se Bilaga 18.

Sälar bedöms även vara relativt toleranta mot det lågfrekventa ljud som genereras från underhålls- och servicefartyg, varför sälars känslighet för dessa bedöms som liten. Fartygstrafik i form av underhållstrafik förväntas ha en begränsad påverkan, eftersom extern fartygstrafik sannolikt kommer att begränsas inom projektområdet. Den övergripande exponeringen för fartygsljud förväntas vara lägre under driftsfasen än i dagsläget. Eftersom sälar som uppehåller sig i området sannolikt är anpassade till den redan rådande ljudnivån från fartygstrafiken i närliggande farleder, bedöms påverkan från fartygstrafiken som mycket begränsad. En fullständig bedömning av påverkan från fartygstrafik finns i Bilaga 18.

I alternativ 1 och 2 bedöms påverkan som måttligt negativ under driftsfasen, då både vindkraftverken och fartygstrafiken förväntas påverka sälarnas beteende, vilket sker inom ett område med hög gråsältäthet.

Sammanfattningsvis bedöms sälar ha en liten känslighet för de undervattensljud som uppstår under driftsfasen. I alternativ 1 och 2 bedöms påverkans storlek och omfattning som måttlig negativ. Jämfört med nollalternativet bedöms konsekvensen av undervattensljud vara liten negativ för sälar.

Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen

Driftsfasen innebär generellt en låg risk för att oförutsedda utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen, såsom olja, uppstår. Oförutsedda situationer kan dock leda till utsläpp, vilket kan påverka sälar som uppehåller sig i området.

Som beskrivs i avsnitt 9.5.2.2, undviker sälar att vistas vid oljeförorenade platser. Dock är sälar sårbara för oljeutsläpp under kutning och pälsömsning, då de är bundna till specifika platser (Edman, et al., 2011), På lång sikt kan exponering för oförutsedda utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen även medföra skador på sälar och deras livsmiljöer (Naturvårdsverket, 2021). Sälar bedöms därför ha en måttlig känslighet för påverkansfaktorn.

Under driftsfasen är risken för utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen låg och vedertagna skyddsåtgärder minimerar ytterligare risken för att en olycka skulle medföra en påverkan från utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen. Vid ett utsläpp riskerar endast de individer som befinner sig i direkt närhet till vindparken att påverkas. Påverkans storlek och omfattning bedöms därmed som obetydlig.

Sammanfattningsvis bedöms sälar ha en måttlig känslighet för utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen som uppstår under driftsfasen. I alternativ 1 och 2 bedöms

påverkans storlek och omfattning som obetydlig. Jämfört med nollalternativet bedöms konsekvensen av utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen som försumbar för sälar.

Reveffekter

I Noatun Nord kommer vindkraftverken, med dess fundament och erosionsskydd, att skapa nya hårdbottenstrukturer. Givet att etableringen sker i ett område som domineras av mjukbotten, kan detta ge potentiella reveffekter, med en lokal ökad biodiversitet och ökad fisk- och kräftdjurstätheten (Russell, et al., 2014).

Rörelsemönster hos gråsäl och knubbsäl (*Phoca vitulina*) har studerats vid en tysk och en engelsk havsbaserad vindpark. I båda fallen, indikerar sälarnas rörelser att vindkraftverken och dess tillhörande komponenter attraherar sälarna och att dessa strukturer används för födosök (Russell, et al., 2014). En ökning av vikare bedöms även det vara sannolik, givet att en generell ökning av fisk- och kräftdjurssamhället kan förväntas. Sälars känslighet för reveffekter bedöms därmed som liten.

Om vindparken anläggs kommer en mycket liten andel (0,15 procent i alternativ 1 och 0,12 procent i alternativ 2) av projektområdet att påverkas av förändrade substratförhållanden. Habitatförändringarna från mjukbotten till hårdbotten bedöms vara av mindre betydelse inom Noatun Nord, eftersom projektområdet som visserligen domineras av mjukbotten, hyser en viss hårdbottenyta. Reveffekten bedöms bli lokal och ge en mindre ökning av biomassa i form av fisk- och kräftdjur i området. Påverkans storlek och omfattning bedöms som liten positiv i alternativ 1 och 2.

Sammantaget bedöms sälars känslighet för reveffekter som liten. I alternativ 1 och 2 kan sälar komma att attraheras till projektområdet vid jakt, men habitatförändringarna bedöms enbart leda till en ökad födotillgång och påverkans storlek och omfattning bedöms därför som liten positiv. Jämfört med nollalternativet innebär reveffekter under vindparkens driftsfas en mycket liten positiv konsekvens för sälar.

Magnetfält

I drift kommer ett magnetfält att skapas runt vindparkens undervattenskablar. Sälar har visat sig simma längs med undervattenskablar i jakt på föda (Russell, et al., 2014), vilket tyder på att de inte påverkas negativt eller upplever ett obehag av dem. En liknande slutsats har dragits av Gill et al. 2005, som konstaterar att det inte finns några indikatorer på att sälar känner av magnetfält och att de skulle navigera med hjälp av jordens magnetfält (Gill, et al., 2005). Sälar bedöms därför ha en liten känslighet för påverkansfaktorn.

I alternativ 1 och 2 kommer magnetfältet vid undervattenskablarna inom Noatun Nord nå en maximal effekt på 23 µT. Åt sidorna avtar fältet snabbt, och vid ett avstånd på ungefär fyra meter från kabelns centrumlinje ligger magnetfältet under 1 µT. Magnetfälten kring undervattenskablar är således snabbt avtagande med ökat avstånd från kabeln, vilket resulterar i en högst lokal påverkan. Denna förväntas inte leda till någon direkt negativ effekt på sälar. Eftersom magnetfältet inte förutses orsaka betydande förändringar i utbredningen av arter som utgör födokälla för sälar, bedöms den indirekta påverkan i form av minskad födotillgång inom projektområdet som osannolik, se avsnitt 9.8 och 9.3. Påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig för alternativ 1 och 2.

Sammantaget bedöms känsligheten som liten och påverkans storlek och omfattning som obetydlig. Under vindparkens driftsfas bedöms påverkansfaktorn magnetfält därför ha en försumbar konsekvens för säl jämfört med nollalternativet.

Indirekt påverkan av marint skräp

En indirekt påverkan som kan uppstå vid anläggning av fundament är från marint skräp, som kan fastna i förankringslinor och fundament. Sälar kan fastna i eller skadas av förlorade fiskeredskap, plastföremål eller andra typer av skräp som flyter i haven. Detta kan leda till fysisk skada, förhindra deras förmåga att jaga eller simma, och i worst case orsaka död. Dessutom kan marint skräp innehålla farliga kemikalier och föroreningar som kan förgifta sälar om de sväljs eller absorberas genom huden. Sälar bedöms således ha en måttlig känslighet för indirekt påverkan av marint skräp.

I alternativ 1 och 2 kan driftsfasen av Noatun Nord däremot innebära att skräp ansamlas inom projektområdet. Under driftsfasen, men även vid nedläggning av kablar och rörledningar, och installation av fundament, kan dock eventuellt marint skräp som upptäcks tas upp, vilket leder till en netto-positiv effekt på marint skräp i området. Den indirekta påverkan av marint skräp bedöms vara obetydlig och konsekvensen för säl bedöms vara försumbar för både alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet.

Utsläpp av kylvatten och saltlake

Vid den planerade vätgasproduktionen kommer utsläpp av vatten med förhöjd salthalt (saltlake) och uppvärmt havsvatten (kylvatten) att ske. Utsläppet av vatten förväntas ske på fem meters djup. Sälars naturliga livsmiljö inkluderar variationer i temperatur och salthalt över olika årstider och havsförhållanden. Det bedöms således att sälar har en liten känslighet för utsläpp av kylvatten och saltlake.

Modellering av kylvattenutsläpp i alternativ 1 och 2 visar att övertemperaturen kring vätgasanläggningar endast ökar marginellt och att ökningen av salthalt blir minimal, se Bilaga 7. Ingen direkt påverkan på sälar bedöms uppstå. Ingen indirekt påverkan förväntas heller på sälars bytesdjur jämfört med nollalternativet. Påverkans storlek och omfattning bedöms bli obetydlig i alternativ 1 och 2.

Sammantaget bedöms sälar inte påverkas av utsläpp av kylvatten och saltlake från vätgasproduktionen. Konsekvensen bedöms vara försumbar jämfört med nollalternativet.

Vattenintag för kylning och vätgasproduktion samt utsläpp av kylvatten och saltlake

Vid produktion av vätgas behövs vatten både för vätgasproduktionen och för kylning, Det vattenintag som behövs för detta planeras att utföras på 20 meters djup. Sälar är skickliga simmare och kan motstå strömmar. Det bedöms således att sälar har en liten känslighet för vattenintag för kylning och vätgasproduktion.

Vattenbehovet för alternativ 1 och 2 har modellerats och beskrivits i Bilaga 7. Rapporten bedömer att påverkan kommer att vara lokal kring intagspunkterna. Det förväntas inte att sälar kommer att dras med i kylvattenintaget, och inga indirekta konsekvenser på deras bytesdjur förväntas jämfört med nollalternativet. Påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig.

Sammantaget bedöms sälar inte påverkas av vattenintag för kylning och vätgasproduktion. Konsekvensen bedöms vara försumbar jämfört med nollalternativet.

Slutsats

Jämfört med nollalternativet kommer vindparkens driftsfas innebära en mycket liten negativ konsekvens till följd av undervattensljud, samtidigt som en reveffekt kommer innebära en mycket liten positiv konsekvens. Den samlade bedömningen är att konsekvensen för säl under vindparkens driftsfas blir mycket liten positiv till liten negativ jämfört med nollalternativet, se Tabell 37.

Tabell 37. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens på säl under driftsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Undervattensljud	Liten	Måttligt negativ	Liten negativ	Måttligt negativ	Liten negativ
Reveffekt	Liten	Liten positiv	Mycket liten positiv	Liten positiv	Mycket liten positiv
Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen	Måttlig	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Magnetfält	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Indirekt påverkan av marint skräp	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Utsläpp av kylvatten och saltlake	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Vattenintag för kylning och vätgasproduktion	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar

9.5.2.4 Avvecklingsfas

Sedimentsuspension och sedimentation

Under avvecklingsfasen kan sedimentsuspension och sedimentation uppstå om erosionsskydd, hela fundamentet och kablar och rörledningar nedmonteras och transporteras bort. Liksom beskrivs i avsnitt 9.5.2.2, bedöms sälar ha en liten känslighet för suspenderade sediment och för sedimentation. Påverkan under avvecklingsfasen förväntas dock vara mindre än under anläggningsfasen, och påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Konsekvensen bedöms vara försumbar jämfört med nollalternativet.

Miljögifter och näringsämnen

Aktiviteter som resulterar i sedimentsuspension under avvecklingsfasen kan orsaka en spridning av miljögifter och näringsämnen. Förväntad påverkan under avvecklingsfasen bedöms vara liknande, men av mindre omfattning, än under anläggningsfasen. Sälar bedöms ha en måttlig känslighet för påverkansfaktorn, se avsnitt 9.5.2.2, och påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Jämfört med nollalternativet bedöms konsekvensen för säl under avvecklingsfasen bli försumbar.

Undervattensljud

Avvecklingsaktiviteter och fartyg kommer att medföra ljudemissioner till vatten, till exempel i samband med att fundament och vindkraftverk ska avlägsnas. Under avvecklingsfasen sker däremot ingen pålning eller borrning i havsbotten, och de nivåer av undervattensljud som kan uppstå bedöms vara lägre än de som uppstår vid anläggningsfasen. Sälars känslighet för de undervattensljud som uppstår under avvecklingsfasen bedöms därmed som liten. Påverkan under avvecklingsfasen förväntas bli liknande, men av mindre omfattning, än under anläggningsfasen. I alternativ 1 och 2 bedöms påverkans storlek och omfattning som liten. Jämfört med nollalternativet bedöms konsekvensen av undervattensljud under avvecklingsfasen bli mycket liten negativ för säl.

Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen

Under avvecklingsfasen kommer den mänskliga aktiviteten i området att öka i samband med nedmonteringen av vindparken, vilket kan öka risken för oväntade utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen, såsom olja. Sälar bedöms ha en måttlig känslighet för utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen, då påverkan framför allt kan medföra negativa effekter på sälar under perioder med kutning och pälsömsning (Edman, et al., 2011), vilket beskrivs utförligt i avsnitt 9.5.2.2,

Försiktighets- och skyddsåtgärder kommer att vidtas under avvecklingsfasen för att minimera risken för olyckor och utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen. Om ett utsläpp ändå inträffar, förväntas endast individer i omedelbar närhet till vindparken påverkas. Påverkans storlek och omfattning bedöms därmed som obetydlig.

Sammanfattningsvis bedöms sälar ha en måttlig känslighet för utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen som uppstår under avvecklingsfasen. I alternativ 1 och 2 bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig. Jämfört med nollalternativet bedöms konsekvensen av utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen som försumbar för sälar.

Slutsats

Den samlade bedömningen för avvecklingsfasen är att konsekvensen blir försumbar till mycket liten negativ jämfört med nollalternativet, se Tabell 38.

Tabell 38. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens för säl under avvecklingsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentsuspension och sedimentation	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Miljögifter och näringsämnen	Måttlig	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Undervattensljud	Liten	Liten negativ	Mycket liten negativ	Liten negativ	Mycket liten negativ
Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen	Måttlig	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar

9.6 Fåglar

Samlad konsekvensbedömning

Det öppna havet och de relativt stora djupen inom projektområdet medför att endast ett fåtal fågelarter använder området. De närmaste öarna som används för häckning är belägna minst sex kilometer från vindpark Noatun Nord.

Kollisionsrisk:

Under häckningssäsongen förekommer födosökande fåglar i projektområdet, men sammantaget rör det sig om ett fåtal arter. Arterna med högst närvaro under häckningssäsongen är i storleksordning: Silltrut, silvertärna, tordmule, storskrake, fiskmås, småskrake och tobisgrissla. Av dessa bedömdes endast silltrut, småskrake och enstaka exemplar av fiskmås flyga på eller över kollisionshöjden (>30 meter över havet). Häckande silltrut och tordmule sändarmärktes för att få detaljkunskap om vilka födsöksområden som används. Silltrutarna tillhör underarten östersjötrut, (Larus fuscus fuscus), som uppvisar en tydligt minskande population och är klassad som starkt hotad (EN) i Finland. Tordmule och silltrut födosöker i projektområdet, men det utgör inte deras huvudsakliga födosöksområde. Migrerande fåglar passerar området i varierande grad beroende på art. Den nationella populationen av sädgäss av underarten (Anser fabalis fabalis) passerar till stor del Noatun Nord. Även bläsand sträckflyger i höga antal i anslutning till projektområdet. Arter som ejder och alfågel uppvisar däremot ingen betydande migration genom området. Sammantaget bedöms kollisionsrisken medföra måttlig negativ konsekvens i alternativ 1 medan alternativ 2 medför liten negativ konsekvens för fågelfaunan.

Undanträngningseffekten:

Utanför häckningstid, med undantag för migrerande fåglar, är det framför allt fiskmås som har observerats i området under vintern. Undanträngningseffekten bedöms vara obetydlig för merparten av de arter som observerats i området. Under häckningstid förväntas dock vindparken medföra viss undanträngningseffekt för häckande tordmule. Det bedöms dock finnas gott om alternativa områden för födosök. Vidare bedöms känsligheten som liten då det berör ett fåtal individer av Östersjöpopulationen av tordmule och området bedöms inte vara kritiskt för de individer som eventuellt trängs undan. Därmed bedöms konsekvensen för populationen av tordmule runt Åland som mycket liten negativ.

Barriäreffekten:

Barriäreffekter kan uppstå vid vindparker som utgör hinder för flygande fåglar så att de tvingas flyga runt eller över vindkraftverken. Vid Noatun Nord bedöms barriäreffekt framför allt vara aktuell för migrerande fåglar. Flera av de migrerande arterna som passerar området i större antal har ett beteende som medför att de undviker vindparker. Därför förväntas det uppstå en barriäreffekt då de måste flyga runt vindparken. Detta bedöms vara möjligt eftersom flera arter redan i dagsläget till stor del flyger utanför Noatun Nord. Den ökning av energikostnaderna som en förlängd flygväg innebär är en marginell del av den totala flygsträckan i migrationen, därtill bedöms variationen i de enskilda flyttvägarna och effekterna av väderförhållandena ha större betydelse. Påverkan genom barriäreffekten bedöms

därför som obetydlig och konsekvenserna för migrerande fåglar bedöms vara försumbara. Risk för utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen: Generellt bedöms fåglar ha en hög känslighet för utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen. Påverkans storlek och omfattning bedöms dock vara obetydlig, och konsekvensen bedöms som försumbar.

9.6.1 Förutsättningar

Projektområdet för vindpark Noatun Nord är uppdelat i två delområden. Vattendjupet inom det norra delområdet överstiger på stora delar 30 meter, vilket medför ett alltför stort vattendjup för de flesta fågelarter som födosöker i bottenmiljöer. Vattendjupet inom det södra delområdet består av djupare områden med större förekomst av grundare områden jämfört med det norra delområdet. Hela projektområdet utgörs av öppet hav, och närmaste skär är belägna på avstånd av omkring sex kilometer åt sydväst och sex kilometer åt söder, där Yttre Bredan respektive Norrskäret ligger. Övriga närliggande skär är Södra Sandbäck som ligger 8,5 kilometer öster om projektområdet samt Koxnan som är beläget 8 kilometer åt söder. Av dessa är åtminstone Norrskäret, som ingår Natura 2000-området Rannörarna, och Koxnan betydande häckningsskär för sjöfåglar.

Närmare fasta Åland finns flera ögrupper med betydelse för fågelfaunan, exempelvis Mulklobb som är belägen ungefär 10 kilometer söder om projektområdet. Mulklobb är del av utpekat IBA-område (Important Bird and Biodiversity Area) och utgör även FINIBA (Finnish Important Bird Area) -område. De kala och steniga öarna utgör häckningsplats för flera fågelarter och är särskilt viktiga för tordmule och tobisgrissla. Längre åt sydväst, omkring 20 kilometer från projektområdet, ligger Eckerö och Hammarlands skärgård (IBA och FINIBA), som omfattar stora ytter- och mellanskärgårdsmiljöer längs västra Ålands kust. Området utgör ett betydelsefullt häckningsområde för bland annat tordmule, tobisgrissla, ejder och östersjötrut (BirdLife International 2024). På längre avstånd öster om projektområdet finns utpekade fågelområden i anslutning till Finlands fastland, exempelvis Grundområden i Nystad skärgård (IBA och FINIBA), Gadden (fågelskyddsområde) och ett regionalt viktigt fågelområde i södra delen av Nystad skärgård.

Som en del av HELCOMs aktionsplan för Östersjön (BSAP) togs fram en rapport som beskriver fågelområden i Finlands havsområden som är känsliga för utbyggnad av havsbaserad vindkraft (Tikkanen et al., 2025). I studien har havsområdet delats in i fyra kategorier med avseende på känslighet för vindkraft: låg, måttlig, hög och mycket hög känslighet. Studien ger även rekommendationer för att stödja hållbar planering av havsbaserad vindkraft och markanvändning. Enligt studien bör försiktighetsprincipen följas vid placeringen av vindkraftsanläggningarna. Studien rekommenderar att planeringen av vindkraft i allmänhet helt och hållet bör styras till den ekonomiska zonen och de yttre delarna av det allmänna vattenområdet, och att grunda kustområden och områden där de viktigaste flyttningsrutterna sammanstrålar bör undvikas. Enligt studien bedömdes projektområdet för Noatun Nord till största delen utgöra ett område med mycket hög känslighet avseende den häckande fågelfaunan. Det konstateras dock att det finns stora brister i kännedomen och undersökningsmaterialet om den

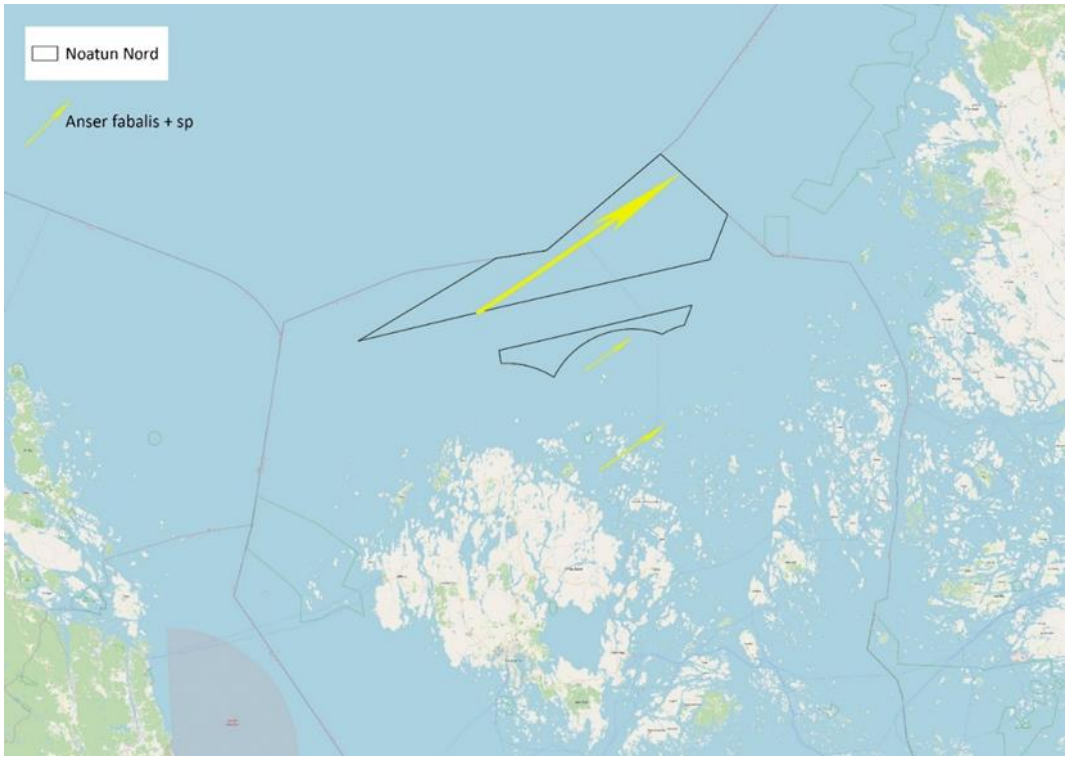
häckande fågelfaunan och dess beteende på bland annat Åland. Enligt rapporten rekommenderas inte storskalig vindkraftsutbyggnad i havsområden med mycket stor känslighet avseende häckande fåglar. Dessa rekommendationer gällande den häckande fågelfaunan är dock förknippade med osäkerhetsfaktorer och bör ses som riktgivande då bedömningen av konsekvenser är baserad på litteraturuppgifter, och till stor del på utländska studier.

Vad den migrerande fågelfaunan beträffar är projektområdet Noatun Nord beläget i ett område som med förbehåll kan anses vara lämpligt för vindkraftsutbyggnad. Vindkraften anses här av Tikkanen et al. (2025) utgöra en måttlig risk för fågelbestånden. Liksom för häckande fågelfaunan är rekommendationerna gällande migrerande fåglar förknippade med osäkerhetsfaktorer. Helhetsbedömningen av områdets lämplighet för havsbaserad vindkraft görs dock med utgångspunkt i den största potentiella konsekvensen, i detta fall enligt den häckande fågelfaunan.

På uppdrag av Bolaget genomförde Avescapes Oy under åren 2022–2024 fågelinventeringar inom projektområdet under samtliga årstider (bilaga 12). Syftet med fågelinventeringarna var att inhämta kunskap om de fåglar som migrerar genom projektområdet, samt om hur området i övrigt används av fåglar. Observationer under inventeringen har därför delats upp utifrån vilken funktion området har för fåglar, enligt följande: häckande, migrerande, ruggande, födosökande (både häckande och ej häckande) samt övervintrande. Betydande häckningsöar och häckningskolonier har även beaktats. Det huvudsakliga arbetet har skett genom observationer från båt eller land, därutöver har häckande silltrut och tordmule försetts med GPS-sändare för att kartlägga födosöksområden och -sätt. Det kan konstateras, att ovan nämnda studie om känsliga fågelområden (Tikkanen et al. 2025) inte hade tillgång till detta utredningsmaterial i sitt arbete. Bedömningen av vindpark Noatun Nords konsekvenser för fågelfaunan omfattar bland annat en kollisionsmodellering där kollisionsrisken för de mest betydande och för de mest förekommande arterna, till exempel silltruten och tordmulen, har beräknats baserat på fågelkarteringsresultaten från 2022–2024. Resultaten från kollisionsmodelleringen beskrivs i avsnitt 9.6.2.3, och kollisionsmodelleringsrapporten finns som bilaga 9.

De utförda migrationsinventeringarna i april och maj visar att vårmigrationen genom området domineras av bofink. Näst vanligaste art var sädgås av underarten *Anser f. fabalis* som hade en relativt riklig flyttning genom området, vilken omfattade merparten av det finska häckfågelbeståndet av underarten, se Figur 46. Gässen flyttade på bred front åt nordost och större delen av observationerna gjordes inom och omkring projektområdet, men en del flockar rörde sig också närmare fasta Åland. Inga betydande viloområden har observerats inom projektområdet under migrationsperioden. Enligt observationer ligger de närmaste tydliga viloområdena nordväst, norr och nordost om Rannörarna. Detta grundområde och viloområde sträcker sig något över det separata södra delområdet. Vid lugnt väder har det gjorts observationer av några flockar av gäss, sjöorrar och alfågel som vilat en stund på havet, men dessa är sporadiska observationer. Små- och storlommar verkar också föredra vattnen kring Rannörarna. De har även setts födosöka i det södra delområdet. Antalet är dock litet, endast några fåglar (Heikki Eriksson, Avescapes, skriftligen 10.10.2024).

I övrigt observerades inte några höga numerärer bland sträckande fåglar genom projektområdet, då exempelvis arter som ejder, alfågel och storspov bedöms ha tyngdpunkten i sina flygvägar närmare Ålands huvudö.

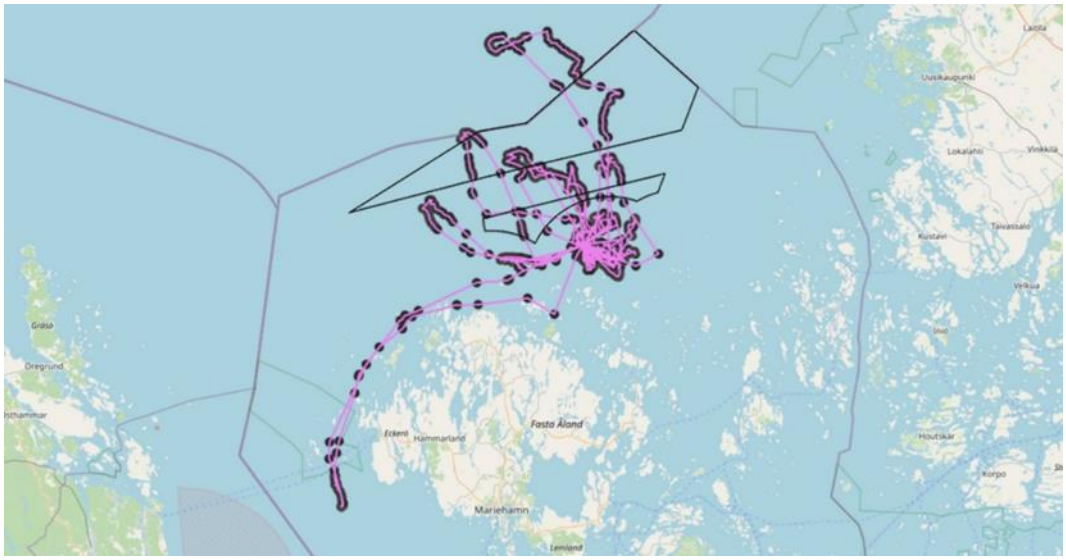


Figur 46. Observerad vårmigration av sädgås (Anser fabalis fabalis) i och omkring projektområdet Noatun Nord. Pilens storlek representerar det relativa antalet individer och pilspetsen anger flyttningsriktningen.

Höstmigrationen genom projektområdet sker under en lång period, och inventeringen fokuserade på tiden mellan augusti och oktober. Till skillnad från vad som observerades under vårmigrationen noterades endast en måttlig höstmigration av sädgäss, vilket troligen beror på att det finns mer nordliga flygvägar för arten samt att migrationen varierar mellan olika år. Däremot var flyttningen av bläsand och stjärtand kraftig, med bred migrationsfront från norra delarna av projektområdet till fasta Ålands kust. Det förekom även riklig migration av alkor (främst tordmule) under oktober genom projektområdet och västerut. En del alkor flög söder om projektområdet men huvuddelen av flyttningen sker långt ut till havs och flygningen sker vanligtvis nära havsytan. För arter som flyger nära havsytan är risken för kollisioner mindre, på grund av frigången mellan havsytan och vindkraftverkens rotorblad. Andra fåglar som flög genom området i måttlig omfattning var ejder, alfågel och sjöorre, samt olika arter av rovfåglar, ugglor och vadare.

Projektområdet är beläget långt ut till havs och fåglar som söker föda här behöver röra sig flera kilometer från sina häckningsöar, vilket medför att få arter använder projektområdet för födosök. Inventering under juli och augusti visar att silltrut och silvertärna är de vanligaste arterna som nyttjar projektområdet för födosök. Andra relativt vanliga arter är tordmule, storskrake, fiskmås, småskrake och tobisgrissla. Rannörarna söder om projektområdet är det kanske mest betydande häckningsområdet i närheten, där bedöms det häcka cirka 800 par tordmule, fem par sillgrissla, 250 par silltrut och 100 par silvertärna. Data från sändarmärkta tordmular

på Norrskäret (ingår i Rannörarna) och på Koxnan visar att födosöksflygningarna är koncentrerade nära häckningskolonierna, se Figur 47. Förflyttningar över 15 kilometer utgjorde en minoritet av de registrerade förflyttningarna, och enstaka längre födosöksturer skedde främst i nordlig riktning. Dock visade studierna att föda även eftersöktes i överraskande riktningar samt att dygnslånga födosöksflygningar på runt 70 kilometer förekommer. Under längre turer dök tordmularna hundratals gånger efter fisk, dykningarna översteg sällan 30 meter. Sändarförsedda silltrutar från Norrskäret flög betydligt längre än tordmularna och kunde vara i väg mer än ett dygn. Silltrutarna rörde sig främst åt norr och passerade då de östra delarna av projektområdet.



Figur 47. Födosöksflygningar av tordmule (Alca torda) SZY04 från Norrskärets häckningskoloni. Noatun Nords projektområde avgränsas av en svart ram.

Projektområdets läge på öppet hav minskar antalet ruggande fåglar jämfört med antalet som förekommer inom den skyddade skärgården. Riktad inventering av grunda områden visade att ejder samlas söder om projektområdet och eftersom grundområdet delvis går in i det södra delområdet förekommer det även ejder inom projektområdet. Dock bedömdes det inte finnas några betydande ruggningsområden inom projektområdet, utan dessa ligger troligen i skyddade lägen längre in i skärgården.

Det öppna havet och relativt stora djupet inom projektområdet medför att antalet fågelarter som söker föda här vintertid är litet. Största delen av projektområdet är för djupt för dykande fåglar som söker föda på bottnen, exempelvis ejder, alfågel och svärta. De mest intressanta delarna för övervintrande fåglar är därför projektområdets grundare delar i det södra delområdet. Det kunde konstateras att den talrikaste vinterarten var fiskmås, övriga arter var få till antalet. Särskilt det norra delområdet är sannolikt inte lämpligt för övervintrande fåglar som änder.

9.6.2 Konsekvenser

Vindkraftens effekter på fåglar kan delas in i tre huvudsakliga påverkanskategorier: kollisionsrisk, undanträngningseffekt och barriäreffekt (Tabell 39). Det är framför allt under driftsfasen som påverkan på fåglar är studerad, och påverkan varierar stort mellan olika fågelarter. Kollisionsrisk innebär att fåglar riskerar att skadas eller dödas av kollision med vindkraftverk eller på grund av den turbulens som uppstår bakom rotorbladen. Undanträngningseffekt betyder att fåglar undviker områden med vindkraft.

Barriäreffekt innebär att vindkraft utgör ett hinder för förbipasserande fåglar, vilket kan medföra en ökad energiåtgång om flygvägen förlängs. Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen är en risk som generellt inte är förknippad med vindkraft, men även denna effekt tas med i föreliggande redogörelse.

Tabell 39. Översikt av påverkansfaktorer och fågelarter eller artgrupper som konsekvensbedömts.

Påverkansfaktor	Art/grupper
Kollisionsrisker	Häckande arter: Silltrut, silvertärna, tordmule, storskrake, fiskmås, småskrake, tobisgrissla. Migrerande arter: Sädgås, bläsand, stjärtand, sjöorre, alfågel, ejder, lommar, storskarv, alkor (tordmule), rovfåglar, vadare, tättingar, kråkfåglar, nattmigrerande fåglar Övervintrande arter: sjöfåglar och måsfåglar Ruggande sjöfåglar
Undanträngningseffekter	Silltrut, silvertärna, tordmule, storskrake, fiskmås, småskrake, tobisgrissla
Barriäreffekter	Migrerande arter: Sädgås, bläsand, stjärtand, sjöorre, alfågel, ejder, lommar, storskarv, alkor (tordmule), rovfåglar, vadare, tättingar, kråkfåglar
Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen	Silltrut, silvertärna, tordmule, storskrake, fiskmås, småskrake, tobisgrissla

9.6.2.1 Nollalternativ

Nollalternativet innebär att de förhållanden och förutsättningar som råder för fåglar i projektområdet i dagsläget inte kommer att påverkas eller förändras som följd av vindpark Noatun Nord. Nollalternativet innebär således att riskerna för undanträngning, barriäreffekter och kollisioner som orsakas av den planerade vindparken uteblir. Eftersom det finns andra planerade vindparker i Noatun Nords närområde kan dock liknande påverkansfaktorer som identifierats för Noatun Nord förekomma även i nollalternativet. Detta eftersom anläggning och drift av närliggande vindparker antas generera samma typ av påverkan på fåglar som identifierats för Noatun Nord. I vilken utsträckning effekter och konsekvenser av undanträngning, barriäreffekter och kollisioner uppstår för fåglar beror huvudsakligen på storleken av vindkraftverken och lokaliseringen av vindparkerna som realiseras.

Nollalternativet är även starkt kopplat till den klimatnytta som vindparken förväntas bidra till och innebär att utsläppsminskningar inte främjas. De allra flesta miljöaspekter och intressen berörs redan idag negativt av pågående klimatförändringar vilket påverkar såväl olika biologiska värden som arter och livsmiljöer i Östersjön, detta beskrivs närmare i avsnitt 9.1.2. Bland annat kan klimatförändringar medföra stressfaktorer i vattenmiljön som påverkar fiskbestånden negativt, till exempel förändrade salthalts- och syreförhållanden. Minskande fiskpopulationer till följd av klimatförändringar och andra stressfaktorer kan således påverka fåglar om tillgången på föda minskar.

9.6.2.2 Anläggningsfas

Kollisionsrisker

Under anläggningsfasen kommer det ske en stegvis montering av vindkraftverken. Det finns en teoretisk risk att fåglar kolliderar med vindkraftverkens torn, eller med fartyg

och redskap som används under anläggningsfasen, trots att vindkraftverken inte tagits i drift. Risken för kollision gäller framför allt vindkraftverkens torn (Rydell, et al., 2017).

Kollisionsrisken är framför allt kopplad till rotorbladen på vindkraftverk i drift, under anläggningsfasen är vindkraftverken inte i drift. Därför bedöms fåglars känslighet, i förhållande till kollisionsrisker under anläggningsfasen, som liten och påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Konsekvensen blir därmed försumbar för häckande, migrerande, övervintrande och ruggande fåglar jämfört med nollalternativet.

Undanträngningseffekter

Under anläggningsfasen och i samband med anläggningsundersökningar förekommer en ökad fartygstrafik och ljudalstrande arbeten som potentiellt kan tränga undan fåglar från projektområdet. Lokalt kan det uppkomma sedimentsuspension vilket kan påverka födotillgången för fåglar. Störningarna som uppstår under anläggningsfasen kommer att vara begränsade till de delar av projektområdet där anläggningsarbeten pågår vid en viss tidpunkt. Detta innebär att det även under anläggningstiden kommer att finnas stora delar av projektområdet där inga potentiellt störande aktiviteter pågår. Störningen är begränsad i tid och projektområdet bedöms inte utgöra det huvudsakliga födosöksområdet för någon fågelart.

Sammantaget bedöms fåglars känslighet för undanträngningseffekter som liten, och påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig under anläggningsfasen. Konsekvensen bedöms som försumbar för fåglar jämfört med nollalternativet.

Barriäreffekter

Barriäreffekter är framför allt kopplade till grupper av vindkraftverk i drift. Under anläggningsfasen, när vindkraftverken stegvis monteras på sina positioner blir eventuell barriäreffekt lokal och svårbedömd.

Vid Noatun Nord bedöms barriäreffekt framför allt vara aktuellt för migrerande fåglar, men eftersom projektområdet är beläget ute på öppet hav bedöms det finnas goda möjligheter för migrerande fåglar att passera under anläggningstid då vindkraftverken inte är i drift och då hela vindparken ej är uppförd. Barriäreffekt kan även påverka dygnsmigrerande fåglar, exempelvis flygvägar mellan födosöksområde och häckningsplats. Häckande måsfåglar som silltrut vid Norrskäret kan tänkas bli påverkade av vindparken vid Noatun Nord, men eftersom måsfåglar visat svagt undvikandebeteende för vindparker (Fox & Petersen, 2019; Dierschke, et al., 2016) bedöms barriäreffekt ha obetydlig påverkan på måsfåglar i området.

Sammantaget bedöms fåglars känslighet för barriäreffekt under anläggningsfasen som liten, och påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig under anläggningsfasen. Konsekvensen bedöms som försumbar för migrerande, häckande och övervintrande fåglar jämfört med nollalternativet.

Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen

Anläggningsarbeten av vindparken innebär en risk för att oförutsedda utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen uppstår, vilket kan påverka fåglar som uppehåller sig i området. Baserat på utförda fågelinventeringar bedöms risken framför allt gälla fåglar som födosöker i aktuellt havsområde under häckningstid, vilket främst är arter som

silltrut, silvertärna, tordmule, storskrake, fiskmås, småskrake och tobisgrissla. På grund av den ökande aktiviteten i området bedöms risken för utsläpp vara något förhöjd under anläggningsskedet.

Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen kan ge direkt påverkan på fåglars överlevnad, exempelvis genom förgiftning. I fallet med oljeutsläpp är den mest synbara effekten att olja på vattenytan fastnar på fjädrar och hindrar fåglarnas rörelseförmåga, ändrar deras beteendemönster och påverkar deras temperaturreglering. Utsläpp kan även ge indirekt påverkan på individ- och populationsnivå, genom försämrade livsmiljöer och påverkan på födotillgång. För flera sjöfåglar, så som alfågel, ejder, lommar, tobisgrissla och sjöorrar, bedöms oljeutsläpp vid övervintringsområden vara en delförklaring till den minskade populationstrenden bland dessa arter under de senaste tjugo åren (Artdatabanken 2024). Fåglar bedöms därmed ha hög känslighet för miljö- och hälsofarliga ämnen.

Vedertagna skyddsåtgärder kommer att vidtas för att minimera risken för uppkomst av och eventuell påverkan vid olyckor och utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen. Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen i samband med vindparkens anläggningsfas bedöms därmed innebära en obetydlig risk för skada på fåglar. Om ett utsläpp ändå sker, bedöms som mest de individer som för tillfället vistas i direkt närhet till vindparken riskera att bli påverkade. Inventeringen visade att det framför allt är födosökande fåglar under häckningstid som håller till vid Noatun Nord, men även under denna period var det relativt få fåglar. Påverkans storlek och omfattning bedöms därmed som obetydlig.

Sammantaget bedöms fåglar ha en hög känslighet för utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen. Påverkans storlek och omfattning för fåglar vid Noatun Nord bedöms vara obetydlig, och konsekvensen bedöms som försumbar jämfört med nollalternativet.

Slutsats

Den samlade bedömningen för anläggningsfasen är att konsekvensen blir försumbar jämfört med nollalternativet för både alternativ 1 och 2.

Tabell 40. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens för fåglar under anläggningsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Kollisionsrisk	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Undanträngnings-effekter	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Barriäreffekter	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Miljö- och hälsofarliga ämnen	Stor	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar

9.6.2.3 Driftsfas

Kollisionsrisker

Det öppna havet och relativt stora djupet inom projektområdet medför att det observerats begränsat med fåglar inom området, se Bilaga 12. Kollisionsrisken för ett

antal arter och artgrupper har beräknats för två alternativa layouter med kollisionsriskmodellering enligt Band-modellen, mer information om modelleringen finns under avsnitt 8.5. Generellt kan dock sägas att modelleringen visar på relativt låga kollisionsantal, vilket hänger ihop med att det inte observerats fåglar i någon större omfattning inom vindparken, se Bilaga 9.

Häckningssäsong

Under häckningssäsongen förekommer arter som födosöker inom projektområdet, men lokaliseringen ute till havs gör att mängden födosökande fåglar i området är relativt låg, eftersom transportsträckan blir stor. I södra delen av projektområdet är närvaron av födosökande fåglar högre, vilket kan kopplas till att denna del ligger närmare förekommande häckningsöar. Sammantaget är det få fågelarter som födosöker i området, se Bilaga 12. Arterna med högst närvaro under häckningssäsongen är i fallande ordning: silltrut, silvertärna, tordmule, storskrake, fiskmås, småskrake och tobisgrissla. Av dessa bedömdes endast silltrut, småskrake och enstaka fiskmås flyga på eller över kollisionshöjden (>30 meter). För silvertärna, tordmule, storskrake och tobisgrissla noterades alltså inte några flygningar i kollisionshöjd vid inventeringen under häckningssäsongen.

Häckande silltrut och tordmule sändarmärktes för att få detaljkunskap om vilka födosöksområden som används av arterna. Märkning gjordes av fåglar på de närmast belägna häckningsskären, Norrskäret i söder på cirka sex kilometers avstånd från projektområdet och Koxnan i sydväst på cirka åtta kilometers avstånd. Sändarstudien visade att tordmularnas födosökningsflygningar var koncentrerade nära häckningskolonierna, och förflyttningar på mer än 15 kilometer var i minoritet. Längre födosökningsflygningar skedde norrut in i projektområdet, men enstaka längre födosökningsflygningar kunde även ske i andra riktningar. Sändarstudien genomfördes i tidig häckningsfas, då tordmularna i allmänhet inte hade några ungar att mata, vilket kan förklara förekomsten av längre flygningar.

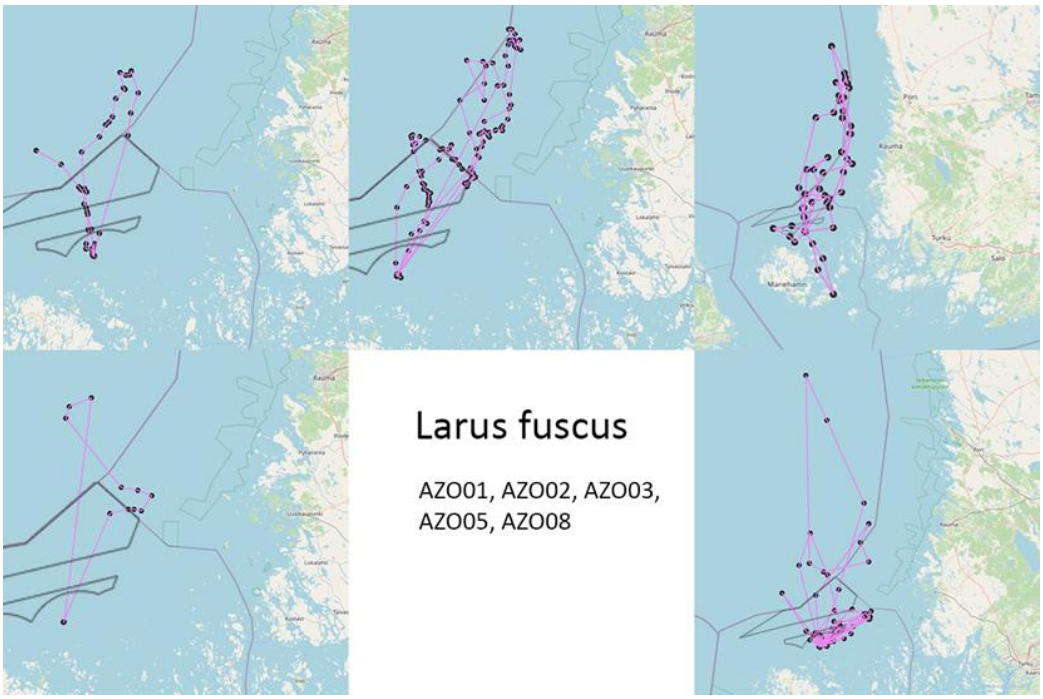
I kollisionsmodelleringen för tordmule uppskattas 1 000 par häcka i närområdet vilket ger omkring en kollision per år för både alternativ 1 och alternativ 2. Dock flyger tordmule sällan i kollisionshöjd och därför har kollisionsrisken troligen överskattats i modelleringen, se Bilaga 9. Alkor (tordmule, sillgrissla och tobisgrissla) har även i andra studier konstaterats flyga lågt över vattenytan, under rotorbladens svepyta (Fox & Petersen, 2019). Eftersom alkor inte är utpekade som riskarter för kollision med vindkraft bedöms känsligheten som liten. Dessutom är tordmule, som är den art av alkor som främst konstaterats födosöka inne i projektområdet, klassad som livskraftig och populationen beskrivs som ökande (SLU Artdatabanken, 2020; Hyvärinen, et al., 2019). Det modellerade högsta antalet kollisioner för tordmule som häckar i området utgörs av så pass få individer att påverkans storlek och omfattning bedöms bli obetydlig. Sammantaget bedöms konsekvensen av kollisionsrisk för tordmule häckande i området som försumbar jämfört med nollalternativet.

Silltrutarnas rörelser var tydligare orienterade och födosökningsflygningarna var längre, se Figur 48. Silltrutarna kunde färdas ända till höjd med Sideby i Kristinestad under sina födosökningsflygningar. Anmärkningsvärt är att alla fåglar som gjorde längre förflyttningar huvudsakligen begav sig norrut. Registrering av flyghöjder visar att silltruten ofta stiger till en höjd av hundratals meter vid förflyttningar. Till skillnad från tordmule rör sig silltrut relativt ofta på kollisionshöjd med rotorbladen, vilket även till

viss del gäller för andra stora måsfåglar som gråtrut och fiskmås, se Bilaga 12. En omfattande studie från åren 2020 – 2021 där en vindpark i Nordsjön övervakats med kameror och radar visar att större måsfåglar har en god förmåga att undvika kollisioner med vindkraftverk. Under två år registrerades inte en enda fågel som kolliderade med vindkraftverk (Skjold Tjørnløv, et al., 2023).

I genomförd kollisionsmodellering har det uppskattats att 1 400 vuxna silltrutar födosöker i projektområdet, vilket gav resultatet 0,72 respektive 0,44 kollisioner per år för alternativ 1 respektive alternativ 2 med undvikandegraden 99,5 % som definierats specifikt för silltruten i Cook et al. 2014. Använder man allmänna undvikandegraden 98 % är resultatet 2,9 och 1,8 silltrutskollisioner per år för de två alternativen. Den underart av silltrut, östersjötrut (*Larus f. fuscus*), som häckar på Norrskäret (Rannörarna) uppvisar en tydligt minskande population och är klassad som starkt hotad (EN) i Finland (Hyvärinen, et al., 2019). Silltrut är dessutom en långlivad art vilket medför att även mindre förändringar i mortalitet, exempelvis ökad kollisionsrisk mellan alternativ 1 och alternativ 2, kan ha betydelse för populationen av Östersjötrut. Sammantaget medför detta en måttlig känslighet för silltrut som häckar i området. På basen av antalet individer som enligt modelleringen riskerar att kollidera bedöms påverkans storlek och omfattning vara måttlig negativ i alternativ 1. I alternativ 2 är det relativt betydande minskning av kollisionsrisken och påverkans storlek och omfattning bedöms därmed liten negativ. Jämfört med nollalternativet bedöms konsekvensen av kollisionsrisken för häckande silltrut i området utan driftsreglering vara måttlig negativ för alternativ 1 och liten negativ för alternativ 2.

Kollisionsrisken för övriga måsfåglar som häckar i området bedöms vara betydligt mindre än den för silltrut. Detta baseras på att övriga måsfåglar observerats i mindre omfattning i projektområdet. Silvertärna har dessutom inte noterats flyga i kollisionshöjd vid något tillfälle inom projektområdet.



Figur 48. Resultat av fem sändarmärkta silltrutar (Larus fuscus) från Norrskärets häckningskoloni. Studien visade att silltrutars födosöksflygningar sker över vidlyftiga havsområden och främst i nordlig riktning. Noatun Nords projektområde avgränsas av en svart ram.

Migration

Flygriktningarna för de fåglar som rör sig i projektområdet var ganska tydliga, på våren var huvudflyttningsriktningen ungefär nordostlig och på hösten ungefär sydvästlig. De huvudsakliga flyttningsriktningarna varierar från art till art och även inom arter finns det olika flyttbeteenden. Flyttningsriktningen påverkas också av rådande väderförhållanden, som fåglarna ofta tar hänsyn till under flytten. Av de migrerande fåglarna som observerades i inventeringen bedömdes 8 procent flyga på eller över kollisionshöjden (>30 meter), se Bilaga 12. Frigången fungerar som en extra skyddsåtgärd för lågflygande fågelarter.

Bland gäss var sädgås den nästintill helt dominerande arten med avseende på migration genom projektområdet. Framför allt när det gäller vårflyttningen, då relativt rikligt med sädgäss flyttade på bred front mot nordost. Största delen av observationerna gjordes inom och omkring projektområdet, men en del flockar rörde sig också närmare fasta Åland. Fåglarna lämnar rastplatserna på den svenska sidan och beger sig till Finland, främst till de österbottniska åkrarna. Sädgässens flyttning genom projektområdet är betydande, eftersom det genomsnittliga häckfågelbeståndet i Finland är cirka 1 700 par (Lehikoinen, et al., 2023) och det under vårinventeringen noterades 1 255 individer. Praktiskt taget alla sädgäss som identifierades till underart var representanter för underarten *Anser fabalis fabalis*. Höststräcket av gäss gick på bred front och innehöll betydligt färre individer jämfört med våren. Modellering av kollisionsrisker har gjorts för sädgås, där en undvikandegrad på 99,8 procent har använts, mer information finns i modelleringsrapporten av AFRY (2024). Modelleringen av kollisioner per år med vindkraftverk i Noatun Nord gav resultatet 0,02 respektive 0,01 kollisioner för alternativ 1 respektive alternativ 2. Det uppskattade antalet kollisioner är lågt med avseende på antalet migrerande gäss i området, och känsligheten för kollisioner bedöms därmed som liten. Sammantaget bedöms

påverkans storlek och omfattning som obetydlig. Jämfört med nollalternativet bedöms kollisioner inom vindpark Noatun Nord medföra en försumbar konsekvens för migrerande gäss.

Bland änder var bläsand och stjärtand de som hade talrikast migration genom projektområdet. Arternas flyttning var kraftig i slutet av september år 2022. Särskilt antalet bläsänder som migrerade var relativt högt. Anas-ändernas migration gick på bred front mot sydväst och söder, flockar observerades från de norra delarna av projektområdet ända till fasta Ålands kust. Däremot var vårmigrationen av bläsand och stjärtand obefintlig. Modelleringen av kollisioner per år med vindkraftverk i Noatun Nord gav för bläsand resultatet 3,49 respektive 2,36 kollisioner för alternativ 1 respektive alternativ 2. För stjärtand gav motsvarande kollisionsmodellering 0,23 respektive 0,29 kollisioner för alternativ 1 respektive alternativ 2. I förhållande till antalet migrerande (4038) bläsänder och stjärtänder som noterades under inventeringen är det få individer som riskerar kollision, och känsligheten för kollisioner bedöms därmed som liten. Generellt har andfåglar en hög undvikandegrad, exempelvis 99,3 procent (Krijgsveld, et al., 2011) eller till och med högre än 99,9 procent (SmartWind, 2013). Sammantaget bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig och jämfört med nollalternativet bedöms kollisioner inom vindpark Noatun Nord medföra en försumbar konsekvens för migrerande änder.

Alfågel och ejder bedömdes inte ha någon betydande flyttning genom projektområdet, utan den sker framför allt längre söderut, se Bilaga 12. Därav visar kollisionsriskmodelleringen på låg risk för kollision för dessa arter, <0,19 kollisioner per år för de två alternativa utformningarna av vindparken, och känsligheten för kollisioner bedöms därmed som liten. Sammantaget bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig och jämfört med nollalternativet bedöms konsekvensen för migrerande alfågel och ejder vara försumbar.

Liknande förhållanden kunde observeras för sjöorre, som migrerade med måttliga mängder genom projektområdet både vår och höst. Kollisionsriskmodelleringen för migrerande sjöorre visade också på obetydlig risk för kollision, <0,17 kollisioner per år för de två alternativa utformningarna av vindparken. Lommar noterades i relativt låga antal och deras migrationsrutter vara varierande under vår och höst. Kollisionsriskmodelleringen för migrerande storlom visade följaktligen på obetydlig risk för kollision, <0,07 kollisioner per år för de två alternativa utformningarna av vindparken. För migrerande sjöorre och lommar bedöms påverkans storlek och omfattning således som obetydlig. Jämfört med nollalternativet bedöms konsekvensen för migrerande sjöorrar och lommar därför som försumbar.

Alkor, framför allt tordmule, migrerade rikligt i mitten av oktober, genom projektområdet och västerut. En liten del av alkorna flyttade även söder om projektområdet, men främst sker flyttningen långt ut till havs. Alkorna flyger vanligtvis nära havsnivån, under kollisionshöjd. Under våren noterades obefintligt med migrerande alkor. För tordmule gav kollisionsriskmodelleringen 0,79 respektive 0,55 kollisioner per år för alternativ 1 respektive alternativ 2. I förhållande till antalet migrerande (1933) alkor som noterades under inventeringen visade modelleringen att få individer riskerar kollision, och känsligheten för kollisioner bedöms därmed som liten. Sammantaget bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig och jämfört med nollalternativet

bedöms konsekvenser av kollisioner inom vindpark Noatun Nord för migrerande alkor som försumbar.

Måttligt med storskarv migrerade genom projektområdet under vår och höst. Kollisionsriskmodelleringen för migrerande storskarv visade på obetydlig risk för kollision, 0,29–0,30 kollisioner per år för de två alternativa utformningarna av vindparken. Känsligheten för att storskarv ska kollidera med vindkraftverk på öppet hav bedöms vara liten. Sammantaget bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig och jämfört med nollalternativet bedöms konsekvenser av kollisioner inom vindpark Noatun Nord för migrerande storskarv bedöms därför vara försumbar.

Rovfåglar förekom med anmärkningsvärt låga antal under både vår- och höstmigrationen, se Bilaga 12. Kollisionsriskmodelleringen för migrerande rovfåglar visade därför på låg risk för kollision. För sparvhök var det 0,01 kollisioner per år för de två alternativa utformningarna av vindparken. För blå kärrhök visade modelleringen 0,01 respektive noll kollisioner för alternativ 1 respektive alternativ 2. För fiskgjuse gav kollisionsriskmodelleringen noll kollisioner per år enligt båda alternativen för vindparken. Känsligheten för kollisioner bedöms därmed som liten. Sammantaget bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig och jämfört med nollalternativet bedöms konsekvenser av kollisioner inom vindpark Noatun Nord för migrerande rovfåglar som försumbara.

Generellt har vadare liten kollisionsrisk under migration då de ofta flyger på högre höjder än vindkraftverkens totalhöjd. Studier av dubbelbeckasin och rödspov visar att vadarfåglar regelbundet flyger på flera tusen meters höjd under migration (Lindström, et al., 2021; Senner, et al., 2018). Vid Noatun Nord observerades det under våren rikligt med storspov i en vidsträckt flyttningszon från projektområdet och söderut. På hösten passerade måttligt med Calidris-vadare, främst kärrsnäppor. Kollisionsriskmodelleringen för migrerande storspov visade på 0,11 respektive 0,05 kollisioner per år för alternativ 1 respektive alternativ 2. Känsligheten för att vadare ska kollidera med vindkraftverk på öppet hav bedöms vara liten. Påverkans storlek och omfattning bedöms därför vara obetydlig och jämfört med nollalternativet bedöms konsekvenserna av kollisioner som försumbara för migrerande vadarfåglar.

Bland övriga arter var vårsträcket av bofink det som innehöll flesta individer. Men generellt så observerades inte någon betydande migration av tättingar genom projektområdet. Jämfört med våren så uppvisade höststräcket fler arter. I augusti passerade tornseglare mot sydost och i september flyttade ängspiplärkor mot sydväst i små flockar. En stor flock med kajor som migrerade genom projektområdet under hösten medförde en väsentlig ökning av antalet kajor. Råkor migrerade förvånansvärt talrikt så långt ut till havs. Antalet råkor som migrerade var därmed betydande i förhållande till häckningsbeståndet i Finland. Kollisionsriskmodelleringen för migrerande kajor visade på 2,77 respektive 1,78 kollisioner per år för alternativ 1 respektive alternativ 2. För råka visade modelleringen på 1,21 respektive 0,95 kollisioner per år för alternativ 1 respektive alternativ 2. Känsligheten för att kråkfåglar ska kollidera med vindkraftverk på öppet hav bedöms vara liten. I förhållande till antalet migrerande (977 och 790) kajor och råkor som noterades under inventeringen bedöms påverkan vara obetydlig. Påverkans storlek och omfattning bedöms således som obetydlig, och jämfört med nollalternativet bedöms konsekvensen bli försumbar för dessa arter.

Bland övriga arter var det tornseglare som bedömdes löpa högst risk för kollision. För tornseglare visade modelleringen på 1 respektive 0,69 kollisioner per år för alternativ 1 respektive alternativ 2. Känsligheten för att tornseglare ska kollidera med vindkraftverk på öppet hav bedöms vara liten. I förhållande till antalet migrerande (563) tornseglare som noterades under inventeringen bedöms påverkan bli obetydlig. Samma resonemang gäller för bofink och ängspiplärka som hade en ännu lägre kollisionsrisk enligt utförd modellering. För migrerande tornseglare, bofink och ängspiplärka bedöms påverkans storlek och omfattning således som obetydlig. Jämfört med nollalternativet bedöms konsekvensen av kollisioner inom vindpark Noatun Nord som försumbar

Kunskapen om kollisioner av nattmigrerande småfåglar vid vindkraftverk till havs är delvis begränsad, men flera studier vid vindparker i Nordsjön och tyska delen av Östersjön tyder på få kollisioner i förhållande till mängden passerande fåglar (Krijgsveld, et al., 2015; Welcker & Vilela, 2019). Antalet estimerade kollisionsfall per vindkraftverk och år varierade mellan åtta och 34 nattmigrerande fåglar i dessa studier, vilket motsvarade omkring 0,02 promille av den uppskattade fågelmängden som passerade havet söder om Skåne (Arkonabassängen) nattetid under migrationen på ett år (Welcker & Vilela, 2019). Den lägre nivån av kollisionsfall estimerades med 99 procent undvikandegrad och den högre nivån med 95 procent undvikandegrad. Av dessa estimerades att småfåglar (tättingar) utgjorde 88 procent av förolyckade fåglar. Med bakgrund av att inventeringen vid Noatun Nord har visat att migrationen generellt är relativt sparsam inom projektområdet, är det rimligt att antalet kollisionsfall av nattmigrerande småfåglar utgör en bråkdel av det totala antalet flyttande småfåglar.

Det har länge rapporterats att fåglar som korsar öppet hav attraheras till ljuskällor, såsom fyrar, kustnära byggnationer och oljeplattformar med kollisionsrisk som följd. Migration för fåglar över öppet hav är energikrävande och fåglar med låga energireserver som lockas till lysande strukturer kan fastna där i cirklande rörelser och utmattas ytterligare (Jones, 1980). Ett fältexperiment i Nordsjön med olika ljus visade att det oftast var speciella väderförhållanden, så som dimma och duggregn, men också vid enbart mulet väder, i kombination med artificiella ljus, som ledde till en ökad ansamling av fåglar kring ljuskällan. I samma studie framkom att fåglarna attraheras mer till kontinuerligt än till blinkande ljus (Rebke, et al., 2019). Hinderbelysning på vindkraftverk innebar inte fler kollisioner av nattmigrerande fåglar än vid verk utan sådan belysning enligt en studie av landbaserade vindparker i Nordamerika (Kerlinger, et al., 2010). Vindparker till havs är belysta av säkerhetsskäl för trafik såsom flyg och fartyg och kan således potentiellt leda till att migrerande fåglar attraheras till projektområden. De väderförhållanden som innebär ökad risk för nattmigrerande fåglar, i förhållande till artificiella ljus, sammanfaller mycket sällan med omfattande migrationstillfällen (Krijgsveld, et al., 2015; Welcker & Vilela, 2019; Welcker, et al., 2017). I den mån det är möjligt utifrån gällande föreskrifter, kan hinderbelysningen anpassas för att ytterligare minimera risken för påverkan. Känsligheten för nattmigrerande fåglar bedöms som liten och påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig, då påverkan endast riskerar att omfatta en obetydlig andel av de fågelpopulationer som passerar Noatun Nord. Jämfört med nollalternativet bedöms vindparken innebära en försumbar konsekvens för nattmigrerande fåglar.

Övervintring och ruggning

Lokaliseringen av Noatun Nord långt utanför skärgården och på relativt djupt vatten medför att få fåglar nyttjar området för övervintring eller ruggning. Vid genomförd inventering påträffades inga betydande ruggningsområden i projektområdet. Dessa ligger troligen lite längre in i skydd av skärgården, vilket också stöds av observationer under inventeringen. Största delen av projektområdet är för djupt för dykande fåglar som söker föda från bottnen, såsom ejdrar, alfågel och svärta. Sjöfågelarter som äter fisk övervintrar i små mängder i dessa vatten. Men utifrån vinterinventeringen bedöms antalet fågelarter som på vintern söker föda inom projektområdet vara mycket litet. Den rikligaste vinterarten var fiskmås, se Bilaga 12. Eftersom få arter och få individer nyttjar området vid Noatun Nord för ruggning eller under vintern, bedöms känsligheten för kollisioner som liten. Sammantaget bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig och konsekvenser av kollisioner inom vindpark Noatun Nord för övervintrande och ruggande fåglar bedöms vara försumbar jämfört med nollalternativet.

Undanträngningseffekter

Det öppna havet och det relativt stora djupet inom projektområdet medför att det observerats begränsat med fåglar inom området, se Bilaga 12. Utanför häckningstid, med undantag för migrerande fåglar, är det framför allt fiskmås som har observerats i området under vintern. Under häckningssäsong förekommer arter som födosöker i området, men eftersom avståndet till närmaste häckningsöar är minst sex kilometer så föredras födosöksområden som ligger närmare häckningsöarna. Arterna med högst närvaro under häckningssäsongen är i storleksordning: silltrut, silvertärna, tordmule, storskrake, fiskmås, småskrake och tobisgrissla. För häckande silltrut och tordmule finns detaljkunskap kring födosöksmönster eftersom häckande individer av dessa arter sändarmärktes (Bilaga 12).

Sändarmärkta tordmular som häckade på Koxnan och Norrskäret (ingår i Rannö Natura 2000-område) visade att födosöksflygningarna var koncentrerade nära häckningskolonierna, och förflyttningar på mer än 15 kilometer var i minoritet. Tordmular från båda häckningsöarna födosökte dock inom projektområdet för Noatun Nord. Tordmule och även sillgrissla lever pelagiskt och fångar fisk på företrädesvis 20–50 meters djup.

Tobisgrissla är mer kustbunden eftersom födan huvudsakligen utgörs av bottenlevande fiskar som tas på upp till cirka 30 meters djup (Durinck, et al., 1994). Eftersom större delen av havsdjupet vid Noatun Nord överstiger 30 meter innebär detta att endast mindre delar av projektområdet är lämpliga födosöksområden för tobisgrissla. För alkor (bland andra tordmule, sillgrissla och tobisgrissla) saknas det undersökningar som mätt de långvariga effekterna av havsbaserade vindparker. Studier som utförts avseende direkt påverkan och första åren därefter, visar på tendenser att alkor de första åren efter vindkraftsetablering trängs undan och minskar i antal vid vindparken, men undanträngningseffekten är inte konsekvent och högst variabel mellan områden (Fox & Petersen, 2019). Sannolikt är undanträngningen kopplad till avståndet mellan verken, och utförda studier är gjorda i vindparker med relativt kort avstånd mellan verken, jämfört med Noatun Nord. I studier där undanträngning har säkerställts har antalet alkor oftast minskat med upp till 50 procent inne i vindparken. I vissa vindparker har ingen antalsförändring observerats, och i

några andra fall har alkorna i stället ökat i antal efter vindkraftsetablering. Den högsta undanträngningseffekten har observerats i en studie från Nederländerna, med omkring 75 procent minskning av alkor i vindparker, och 50 procent undanträngning i en zon av två kilometer utanför vindparkerna (Heinänen & Skov, 2018). Befintliga studier visar på olika resultat av undanträngningseffekten på alkor, ökat avstånd mellan vindkraftverk antas minska undanträngningen, men detta förhållande är inte klarlagt.

Sillgrissla har inte observerats inom projektområdet och därmed bedöms påverkan av undanträngning av arten bli obetydlig. Även för tobisgrissla bedöms påverkan bli obetydlig eftersom större delen av Noatun Nord har ett vattendjup som överstiger det djup som arten normalt födosöker på. För tordmule som häckar i området bedöms det uppstå en liten negativ påverkan av undanträngning eftersom arten till mindre del födosöker inom projektområdet. Dock bedöms detta innebära att de undanträngda fåglarna kan uppsöka andra fiskevatten i Östersjön. Det bedöms finnas gott om alternativa områden för födosök, vilket bland annat åskådliggörs i sändarstudien som visas i Figur 47. Påverkans storlek och omfattning bedöms därför som liten negativ. Vidare bedöms känsligheten som liten då det berör ett fåtal individer av Östersjöpopulationen av tordmule och området bedöms inte vara kritiskt för de individer som eventuellt trängs undan. Både på svenska och finska rödlistan är tordmule klassad som livskraftig och populationen beskrivs som ökande (SLU Artdatabanken, 2020; Hyvärinen, et al., 2019). Sammantaget bedöms konsekvensen av undanträngningseffekt för populationen av tordmule runt Åland som mycket liten jämfört med nollalternativet.

Silltrut, silvertärna och fiskmås samt till mindre grad gråtrut och skrattmås förekommer regelbundet i havsområdet vid Noatun Nord. Måsar och trutar uppvisar begränsade undvikandebeteenden inför vindparker och flyger därmed oftare in i vindparker jämfört med flertalet andra fågelarter (Fox & Petersen, 2019; Dierschke, et al., 2016). En tvåårig studie visade att flera måsfåglar väjer för vindkraftverkens rotorblad på ett avstånd omkring 120 meter (Skjold Tjørnløv, et al., 2023). Studien visar att måsfåglar kan klara av att vistas i havsbaserade vindparker utan att kollidera med rotorbladen. Vid Noatun Nord bedöms måsfåglar att endast i liten grad komma att undvika att flyga igenom vindparken och känsligheten bedöms som liten. Därmed bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig under driftsfasen. Konsekvensen bedöms som försumbar för häckande måsfåglar i området jämfört med nollalternativet.

Storskrake och småskrake har observerats i området vid Noatun Nord. Generellt har andfåglar en hög undvikandegrad, exempelvis 99,3 procent (Krijgsveld, et al., 2011) eller till och med högre än 99,9 procent (SmartWind, 2013). Det kan därmed förväntas att storskrake och småskrake uppvisar en undanträngningseffekt av den planerade vindparken. Båda arterna bedöms som livskraftiga och har talrika förekomster i Östersjön (SLU Artdatabanken, 2020; Hyvärinen, et al., 2019), och därmed bedöms känsligheten för undanträngning som liten. Sammantaget bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig och konsekvenser av undanträngning för populationen av storskrake och småskrake runt Åland bedöms som försumbar jämfört med nollalternativet.

Barriäreffekter

Barriäreffekter kan uppstå vid vindparker som utgör hinder för flygande fåglar så att de tvingas flyga runt eller över vindkraftverken. Vid Noatun Nord bedöms barriäreffekt

framför allt vara aktuellt för migrerande fåglar. Barriäreffekt kan även påverka dygnsmigrerande fåglar, exempelvis flygvägar mellan födosöksområde och häckningsplats. Häckande måsfåglar som silltrut kan tänkas bli påverkade av vindparken vid Noatun Nord, men eftersom måsfåglar visat svagt undvikandebeteende för vindparker (Fox & Petersen, 2019; Dierschke, et al., 2016) bedöms barriäreffekt vara obetydlig för måsfåglar i området. Påverkans storlek och omfattning bedöms därmed som obetydlig.

Bland gäss var sädgås den nästintill helt dominerande arten med avseende på migration genom projektområdet. Framför allt när det gäller vårflyttningen, då relativt rikligt med sädgäss flyttade på bred front mot nordost. Största delen av observationerna gjordes inom och omkring projektområdet, men en del flockar rörde sig också närmare fasta Åland. Sädgässens flyttning genom projektområdet är betydande, eftersom det genomsnittliga häckfågelbeståndet i Finland är cirka 1 700 par (Lehikoinen, et al., 2023), och det under vårinventeringen 2023 noterades 1 255 individer. Praktiskt taget alla sädgäss som identifierades till underart var representanter för underarten fabalis fabalis. Gäss har en hög undvikandegrad, där en undvikandegrad på 99,8 procent använts för sädgäss vid kollisionsriskmodellering, se Bilaga 9. Därför förväntas migrerande sädgäss i huvudsak undvika att flyga in i vindparken Noatun Nord, och det uppstår en barriäreffekt då de måste flyga runt vindparken. Detta bedöms vara möjligt eftersom gässen redan i dagsläget delvis flyger utanför parken under vårsträcket och till största del undviker detta område under höstmigrationen, se Figur 46. Undvikandet leder till en längre flygsträcka, den är dock en marginell del av den totala flygsträckan som sädgäss flyttar. Med hänsyn tagen till att en stor del av den nationella populationen av sädgäss passerar området bedöms känsligheten för barriäreffekt som måttlig. Sammantaget bedöms dock påverkans storlek och omfattning som obetydlig, och konsekvenser av barriäreffekt inom vindpark Noatun Nord för migrerande gäss bedöms vara försumbar.

Bland övriga sjöfåglar var bläsand och stjärtand de som hade talrikast migration genom projektområdet. Särskilt antalet bläsänder som migrerade under hösten var relativt högt. Anas-ändernas migration gick på bred front mot sydväst och söder, flockar observerades från de norra delarna av projektområdet ända till fasta Ålands kust. Däremot var vårmigrationen av bläsand och stjärtand obefintlig. Måttligt med sjöorre och storskarv migrerade genom projektområdet. Lommar noterades i relativt låga antal och deras migrationsrutter vara varierande under vår och höst. Ejder och alfågel bedömdes däremot inte ha någon betydande flyttning genom projektområdet. Generellt har andfåglar en hög undvikandegrad, exempelvis 99,3 procent (Krijgsveld, et al., 2011) eller till och med högre än 99,9 procent (SmartWind, 2013). Därför förväntas migrerande arter i huvudsak undvika att flyga in i vindparken Noatun Nord, och det uppstår en barriäreffekt då de måste flyga runt vindparken. Detta bedöms vara möjligt eftersom flera arter redan i dagsläget till stor del flyger utanför Noatun Nord. Den ökning av energikostnaderna som en förlängd flygväg innebär är försumbar eftersom variationen i de enskilda flyttvägarna, och effekterna av väderförhållandena bedöms vara större, och därmed bedöms känsligheten för barriäreffekt som liten. Sammantaget bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig och jämfört med nollalternativet bedöms konsekvenser av barriäreffekt för aktuella arter som försumbar.

Alkor, framför allt tordmule, migrerade rikligt i mitten av oktober, genom projektområdet och västerut. En liten del av alkorna flyttade även söder om projektområdet, men främst sker flyttningen långt ut till havs. Eftersom migrerande alkor redan idag till stor del använder flygvägar utanför Noatun Nord bedöms känsligheten vara liten och påverkans storlek och omfattning som obetydlig. Vidare medger avståndet mellan vindkraftverken dessutom att alkor eventuellt kan flyga genom parken. Jämfört med nollalternativet bedöms konsekvenserna som försumbara.

Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen

Driftsfasen innebär generellt en låg risk för att oförutsedda utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen uppstår. Oförutsedda situationer kan dock leda till utsläpp, vilket kan påverka fåglar som uppehåller sig i området. Baserat på utförda fågelinventeringar bedöms risken framför allt gälla fåglar som födosöker i aktuellt havsområde under häckningstid, vilket främst är arter som silltrut, silvertärna, tordmule, storskrake, fiskmås, småskrake och tobisgrissla.

Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen kan skada fågelfaunan på ett betydande sätt, mer ingående förklaring om detta ges under 9.6.2.2. Fåglar bedöms därmed ha hög känslighet för miljö- och hälsofarliga ämnen.

Under driftsfasen sker vanligtvis inte några situationer som föranleder hög risk för utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen. Vedertagna skyddsåtgärder kommer även att vidtas för att minimera risken för uppkomst av och eventuell påverkan vid olyckor och utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen. Utsläpp av miljö- och hälsofarliga under vindparkens driftsfas bedöms därmed innebära en obetydlig risk för skada på fåglar. Om ett utsläpp ändå sker, bedöms som mest de individer som för tillfället vistas i direkt närhet till vindparken riskera att bli påverkade. Inventeringen visade att det framför allt är födosökande fåglar under häckningstid som håller till vid Noatun Nord, men även under denna period var det relativt få fåglar. Påverkans storlek bedöms därmed som obetydlig och konsekvensen som försumbar.

Sammantaget bedöms fåglar ha en hög känslighet för utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen. Påverkans storlek och omfattning för fåglar vid Noatun Nord bedöms vara obetydlig, och jämfört med nollalternativet bedöms konsekvensen som försumbar.

Slutsats

Den samlade bedömningen för driftsfasen är att konsekvensen blir försumbar jämfört med nollalternativet, med undantag för den ökande kollisionsrisken för silltrut av underarten östersjötrut som alternativ 1 innebär samt undanträngning av alkor. Jämfört med nollalternativet bedöms konsekvensen av kollisionsrisken för silltrut i alternativ 1 vara måttlig negativ och i alternativ 2 liten negativ. Undanträngning bedöms för båda alternativen vara mycket liten negativ, se Tabell 41.

Tabell 41. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens för fåglar under driftsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Kollisionsrisk	Måttlig	Måttlig negativ	Måttlig negativ	Liten negativ	Liten negativ
Undanträngnings-effekter	Liten	Liten negativ	Mycket liten negativ	Liten negativ	Mycket liten negativ
Barriäreffekter	Måttlig	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen	Stor	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar

9.6.2.4 Avvecklingsfas

Kollisionsrisker

Under avvecklingsfasen kommer vindkraftverken att vara ur drift och nedmonteras stegvis. Liksom under anläggningsfasen innebär avvecklingsfasen en risk för kollision med vindkraftverkens torn, fartyg och redskap som används för avvecklingsarbeten. Avvecklingsfasen kommer ge upphov till liknande påverkan som anläggningsfasen och bedöms därmed på samma sätt, se avsnitt 9.6.2.2.

Sammantaget bedöms fåglars känslighet för kollisionsrisk som liten, och påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig under avvecklingsfasen. Konsekvensen bedöms som försumbar för häckande, migrerande, övervintrande och ruggande fåglar jämfört med nollalternativet.

Undanträngningseffekter

Avvecklingsfasen liknar anläggningsfasen, och fåglars känslighet för undanträngningseffekter under avvecklingsfasen bedöms därför som liten. Påverkan förväntas vara tidsbegränsad och begränsad till specifika delar inom vindparken. De potentiellt störande aktiviteterna som sker inom Noatun Nords projektområde under avvecklingsfasen bedöms medföra en obetydlig undanträngningseffekt för häckande fåglar.

Störningen är begränsad i tid och projektområdet bedöms inte utgöra det huvudsakliga födoområdet för någon fågelart. Sammantaget bedöms fåglars känslighet för undanträngningseffekter som liten, och påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig under avvecklingsfasen. Konsekvensen bedöms som försumbar för fåglar i området jämfört med nollalternativet.

Barriäreffekter

Precis som under anläggningsfasen antas fåglar ha en liten känslighet för barriäreffekter under avvecklingsfasen. Trots att viss barriäreffekt förväntas kvarstå under avvecklingsfasen, minskar risken för att barriäreffekter uppstår i takt med att vindparken gradvis upphör och vindkraftverken demonteras, vilket resulterar i en allt

mindre påverkad yta. Avvecklingsfasen kommer ge upphov till liknande påverkan som anläggningsfasen, som finns beskriven i avsnitt 9.6.2.2.

Vid Noatun Nord bedöms barriäreffekt framför allt vara aktuellt för migrerande fåglar, men eftersom projektområdet är beläget ute på öppet hav bedöms det finnas goda möjligheter för migrerande fåglar att passera under avvecklingsfasen då vindkraftverken inte är i drift och då vindparken gradvis minskar i omfattning. Barriäreffekt kan även påverka dygnsmigrerande fåglar, exempelvis flygvägar mellan födosöksområde och häckningsplats. Häckande måsfåglar som silltrut vid Norrskäret kan tänkas bli påverkade av vindparken vid Noatun Nord, men eftersom måsfåglar visat svagt undvikandebeteende för vindparker (Fox & Petersen, 2019; Dierschke, et al., 2016) bedöms barriäreffekt ha obetydlig påverkan på måsfåglar i området.

Sammantaget bedöms fåglar i området ha en liten känslighet för de barriäreffekter som kan uppstå under avvecklingsfasen, och påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Konsekvensen bedöms som försumbar för migrerande, häckande och övervintrande fåglar jämfört med nollalternativet.

Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen

Arbeten under avvecklingsfasen innebär en risk för att oförutsedda utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen uppstår, vilket kan påverka fåglar som uppehåller sig i området. Baserat på utförda fågelinventeringar bedöms risken framför allt gälla fåglar som födosöker i aktuellt havsområde under häckningstid, vilket främst är arter som silltrut, silvertärna, tordmule, storskrake, fiskmås, småskrake och tobisgrissla. På grund av den ökande aktiviteten i området bedöms risken för utsläpp vara något förhöjd under avvecklingsfasen.

Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen kan skada fågelfaunan på ett betydande sätt, mer ingående förklaring om detta ges under 9.6.2.2. Fåglar bedöms därmed ha hög känslighet för miljö- och hälsofarliga ämnen.

Vedertagna skyddsåtgärder kommer att vidtas för att minimera risken för uppkomst av och eventuell påverkan vid olyckor och utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen. Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen i samband med vindparkens avvecklingsfas bedöms därmed innebära en obetydlig risk för skada på fåglar. Om ett utsläpp ändå sker, bedöms som mest de individer som för tillfället vistas i direkt närhet till vindparken riskera att bli påverkade. Inventeringen visade att det framför allt är födosökande fåglar under häckningstid som håller till vid Noatun Nord, men även under denna period var det relativt få fåglar. Påverkans storlek och omfattning bedöms därmed som obetydlig.

Sammantaget bedöms fåglar ha en hög känslighet för utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen. Påverkans storlek och omfattning för fåglar vid Noatun Nord bedöms vara obetydlig, och konsekvensen bedöms som försumbar jämfört med nollalternativet.

Slutsats

Den samlade bedömningen för avvecklingsfasen är att konsekvensen blir försumbar jämfört med nollalternativet för både alternativ 1 och 2, se Tabell 42.

Tabell 42. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens för fåglar under avvecklingsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Kollisionsrisk	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Undanträngnings-effekter	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Barriäreffekter	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen	Stor	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar

9.7 Fladdermöss

Samlad konsekvensbedömning

Det är troligt att migrerande fladdermöss passerar genom projektområdet för vindpark Noatun Nord i samband med höst- och vårmigrationen. Även om det sannolikt endast rör sig om ett fåtal individer. Därutöver kan även födosökande fladdermöss förekomma sporadiskt inom projektområdet. Områdets betydelse som födosöksområde är dock begränsat, på grund av det betydande avståndet mellan projektområdet och fasta Ålands kust.

Fladdermössens migration sker generellt vid gynnsamma väderförhållanden med svaga vindar, där vindstyrkan är mindre än fem meter per sekund. Det är inte klarlagt huruvida migrationen sker via samma rutter eller om migrationsvägarna är mer diffusa och varierar. De observationer av fladdermöss som gjorts ute till havs har visat att de generellt är lågflygande, under 10 meters höjd, med få observationer av individer som flög över 40 meters höjd.

Under förutsättning att ett undersökningsprogram genomförs under driftsfasens första tre år och att det vid betydande risk för kollision för fladdermöss införs en driftreglering av vindkraftverken, är den samlade bedömningen att det inte uppstår någon negativ påverkan på de fladdermöss som kan förekomma inom projektområdet i samband med födosök och/eller migration. Därmed blir konsekvenserna försumbara för fladdermöss.

9.7.1 Förutsättningar

Det finns totalt 10 fladdermusarter som är regelbundet förekommande på Åland. Av dessa är det huvudsakligen två arter som med hög sannolikhet kan förekomma inom projektområdet för vindpark Noatun Nord, trollpipistrell (*Pipistrellus nathusii)* och nordfladdermus (*Eptesicus nilssonii*). De båda arterna är relativt vanligt förekommande på Åland och är välkända migrerare. Därutöver finns det ytterligare fyra fladdermusarter på Åland som bedöms ha en måttlig sannolikhet att förekomma inom projektområdet, gråskimlig fladdermus (*Vespertilio murinus),* större brunfladdermus *(Nyctalus noctula),* dvärgpipistrell *(Pipistrellus pygmaeus)* samt vattenfladdermus

(Myotis daubentonii). Av dessa är gråskimlig fladdermus, större brunfladdermus samt dvärgpipistrell kända migrerare, men de är alla förhållandevis ovanliga både på Åland och i Finland. Vattenfladdermus är ingen migrerande art, men är vanlig på Åland och födosöker på relativt stora avstånd från kustlinjen.

9.7.1.1 Migrerande fladdermöss

Fladdermöss kan befinna sig ute till havs i samband med säsongsmigrationen och kan då eventuellt passera genom projektområdet. Det finns i dagsläget inga permanent bosatta fladdermöss på de yttre öarna i Ålands skärgård, vilka utgör de landområden som ligger närmast vindparken. Dock kan vissa av de migrerande fladdermössen tillfälligt använda dessa öar som mellanlandningsplatser under migrationen.

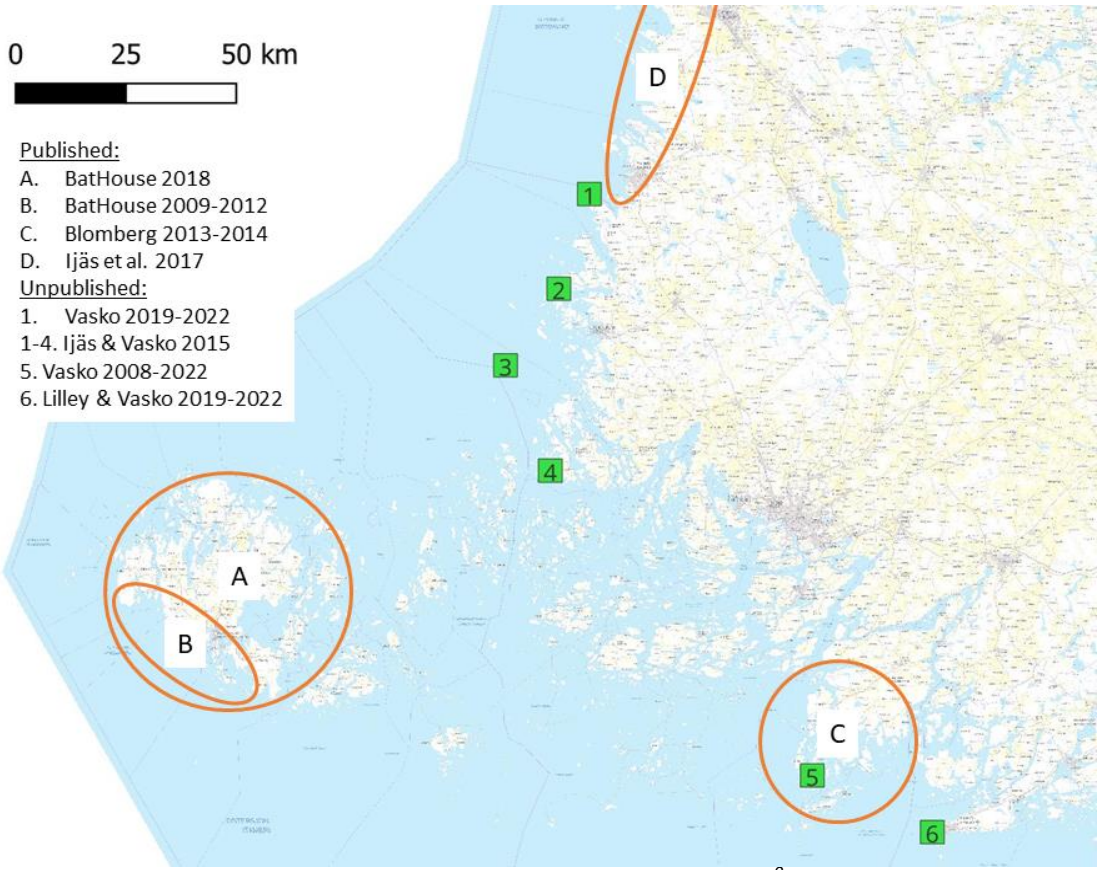
De flesta europeiska fladdermusarter flyttar mellan sommar- och vinterkolonier. För regionalt migrerande arter är avståndet mellan kolonierna något till några hundratals kilometer och för långmigrerande arter är avståndet mellan kolonierna några hundratals till tusentals kilometer. För att fladdermössen ska påbörja sin migration över havet behöver vindförhållandena vara lämpliga. Olika arter har olika krav, men de flesta arterna föredrar vindstyrkor som understiger 5 meter per sekund (Ahlén, et al., 2007; Hüppop & Hill, 2016; Lagerveld, et al., 2021; Brabant, et al., 2021).

Fladdermusarter som är mindre i storlek flyger främst på låga höjder över havsytan (upp till 10 meter) vid migrationen (Ahlén, et al., 2007; Ahlén, et al., 2009). De arter som är större i storlek, såsom större brunfladdermus och trollpipistrell, kan flyga något högre och har påträffats på över 40 meters höjd (Ahlén, et al., 2007; Lagerveld, et al., 2021; Ahlén, et al., 2009). Om fladdermöss stöter på höga strukturer under migrationen, såsom fartyg, fyrar eller vindkraftverk, kan de dock snabbt öka sin flyghöjd, vilket medför en risk för att fladdermössen ska kollidera med ett vindkraftverks rotorblad (Ahlén, et al., 2009; Ahlén & Baggøe, 2013). Därutöver visar flera studier på att fladdermöss pausar vid stora strukturer i havet, så som vindkraftverk, för att födosöka och vila. Exempelvis har både större brunfladdermus och trollpipistrell observerats födosöka nära havsytan såväl som i höjd med havsbaserade vindkraftverks blad, detta i samband med migration (Ahlén, et al., 2007; Ahlén, et al., 2009; Lagerveld, et al., 2023; Brabant, et al., 2019; Hüppop & Hill, 2016).

I samband med migrationen är det för trollpipistrell vanligt att arten samlas vid de sydligaste delarna av Finlands fastland, där svärmande[27] och parning sedan sker i väntan på goda migrationsförhållanden (Ahlén, et al., 2009; Ijäs A, et al., 2017; Jahelkova & Horacek, 2011).

På Åland och inom sydvästra Finland har det utförts flera olika studier gällande fladdermöss, vilka har samlat in information genom passiv akustisk övervakning, se Figur 49. En betydande del av datan är ännu opublicerat. Materialet är insamlat under juli-oktober, merparten under augusti-september, och ger därmed en bra bild av fladdermössens höstmigration.

[27] Ansamlande av flera fladdermöss på en och samma plats

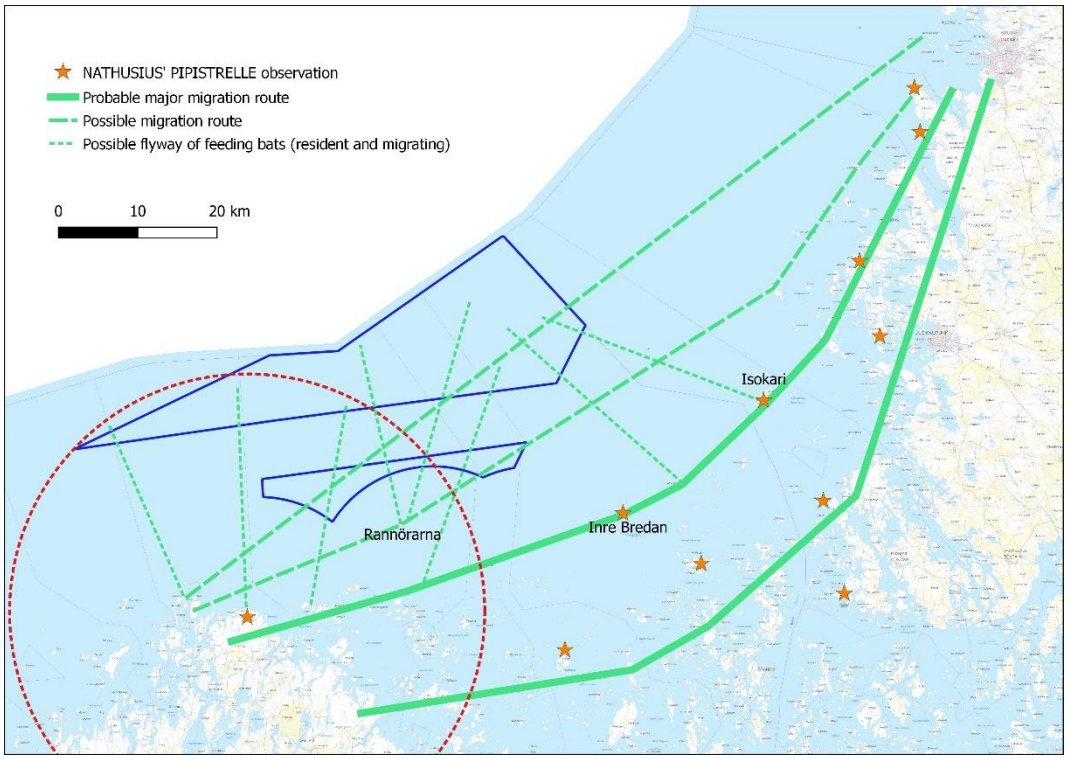


Figur 49. Lokaler för passiv akustisk inventering samt kopplade projekt i Åland/sydvästra Finland, detta för 2009–2022.

Av studierna framgår att trollpipistrell migrerar sent i augusti samt i början av september, vilket även sammanfaller med migrationsperioden i Estland och Lettland. Senare utförda studier har emellertid påvisat att det finns tecken på att migrationsperioden sträcker sig fram till slutet av oktober (Pågående projekt hos Turku University of applied sciences, samt Vasko, opublicerad).

Fyra möjliga migrationsrutter för höstmigrationen presenteras i Figur 50. De fyra alternativa rutterna som presenteras återspeglar skillnaderna i hur nära fladdermöss följer öar, och hur stora öar de behöver. De faktiska migrationsvägarna som fladdermöss följer är troligen en kombination av dessa, och fladdermöss kommer därutöver också att flyga mellan de markerade migrationsvägarna. Även möjliga migrationsvägar för födosökande fladdermöss framgår. Därutöver kan både stationära[28] så väl som migrerande fladdermöss göra födosökningsutflykter från större öar till havsområden. De närmaste holmarna kan potentiellt ha en roll som en rastplats för fladdermöss, från vilka de kan utöka sina födosökningsrörelser till projektområdet. Som framgår i figuren förekommer det sannolikt migrerande fladdermus inom projektområdet för vindpark Noatun Nord.

[28] Fladdermusarter som inte säsongsmigrerar utan istället har viloplatser dit de återkommer.



Figur 50. Möjliga migrationsvägar för fladdermöss i norra Åland och västra Finland under höstmigrationen. En 30 kilometer radie är dragen från norra spetsen av fasta Åland för att illustrera det avstånd som fladdermöss vid andra lokaler observerats födosöka inom. De närmaste holmarna, särskilt Rannörarna, skulle potentiellt kunna spela en roll som uppehållsplats för fladdermöss, varifrån de skulle kunna förlänga sina födosöksrörelser till projektområdet.

9.7.1.2 Stationära och/eller födosökande fladdermöss

Stationära landbaserade fladdermössarter i Östersjöregionen har observerats födosöka i kustnära grundområden där det finns en rik insektsproduktion under sensommar och tidig höst. Födosökande har även noterats längre ut men inte, såvitt känt, på avstånd större än 20 kilometer från kusten. Detta beteende har observerats från Öresund i söder till Kvarken i norr och gäller främst under kvällar och nätter med svaga vindar (Ahlén, et al., 2009; Schneider & Fritzén, 2020). Utifrån befintlig kunskap bedöms stationära arter potentiellt även använda delar av projektområdet för födosökande.

9.7.1.3 Vidare studier av fladdermöss inom vindpark Noatun Nord

En flerårig studie, i syfte att göra en konsekvensbedömning av påverkan på fladdermöss från en havsbaserad vindpark, bedöms inte vara motiverad innan vindparken har etablerats. Detta eftersom en vindpark kan förändra fladdermössens rörelsemönster samtidigt som det enbart går att undersöka eventuell förekomst av fladdermöss på ett relevant sätt när vindparken väl är uppförd. Efter att vindkraftverken tagits i drift rekommenderas att förekomsten av fladdermöss inom vindparken följs upp inom ramen för ett kontrollprogram.

Om det visar sig föreligga ett behov av att vidta någon form av skyddsåtgärder kan ett driftregleringssystem implementeras. Vindkraftverken kan då förses med detektions- och driftsregleringsutrustning som möjliggör driftreglering av enskilda vindkraftverk vid detektion av fladdermöss.

Syftet med driftregleringen är att minska risken för att fladdermöss skadas av vindkraftverkens rotorblad, och genom reglering av vindkraftverken ökar fladdermössens möjlighet att undvika rotorbladen. Därmed reduceras kollisionsrisken avsevärt. Driftregleringssystemet kan till exempel bestå av ultraljudsdetektion i kombination med en horisontell och en vertikal radar. Detta för att kunna bestämma såväl fladdermössens flyghöjd som deras antal och flygriktning. Vindparken kan även utrustas med ytterligare kameror för dagsljus och/eller mörkerseende. Med hjälp av bildanalys och artificiell intelligens kan systemet skicka information om vilken typ av djur som närmar sig och föra över informationen till vindkraftverkets och parkens styrsystem, som därefter justerar det berörda vindkraftverkets rotationshastighet efter förutbestämda parametrar. När fladdermössen har passerat vindkraftverket återgår driften till normalläget.

Förekomsten av fladdermöss inom projektområdet för vindpark Noatun Nord och deras eventuella migrationsmönster kommer att utredas vidare i undersökningsprogrammet.

9.7.2 Konsekvenser

Ingen påverkan på fladdermöss bedöms uppstå under anläggnings- eller avvecklingsfasen. Risken för att fladdermöss kolliderar med vindkraftverkens rotorblad förekommer endast under driftsfasen, varför endast konsekvensen för denna fas bedöms.

9.7.2.1 Nollalternativ

Nollalternativet innebär att de förhållanden och förutsättningar som råder för fladdermöss i dagsläget inte kommer att påverkas eller förändras som följd av vindpark Noatun Nord. Nollalternativet innebär således att kollisionsrisken som kan uppstå för fladdermöss under driftsfasen av den planerade vindparken uteblir. Eftersom det finns andra planerade vindparker i Noatun Nords närområde kan dock risk för kollision med vindkraftverk förekomma även i nollalternativet om andra havsbaserade vindparker i Bottenhavet realiseras. I vilken utsträckning konsekvenser av kollisioner uppstår för fladdermöss beror huvudsakligen på lokaliseringen av de andra vindparkerna samt storleken av vindkraftverken.

Nollalternativet är även starkt kopplat till den klimatnytta som vindparken förväntas bidra till och innebär att utsläppsminskningar inte främjas. Fladdermöss är känsliga för extrema väderhändelser och kan påverkas om deras livsmiljöer förändras. De allra flesta miljöaspekter och intressen berörs redan idag negativt av pågående klimatförändringar vilket påverkar såväl olika biologiska värden som arter och livsmiljöer i Östersjön, detta beskrivs närmare i avsnitt 9.1.2.19.1.2.

9.7.2.2 Driftsfas

Utifrån befintlig kunskap bedöms det som troligt att fladdermöss förekommer inom projektområdet för vindpark Noatun Nord, särskilt i samband med migrationen. Fladdermöss bedöms dock sannolikt endast förekomma i låga eller mycket låga antal inom området. För Noatun Nord är de mest relevanta arterna, som bör beaktas i framtida undersökningar och bedömningar, trollpipistrell (som sannolikt migrerar

genom området) och nordfladdermus (som eventuellt finns och använder det havsnära kantområdet). Båda dessa arter utgör så kallade högriskarter[29].

Det är mest sannolikt att migrerande och födosökande fladdermöss främst håller sig till de yttre öarna och holmarna, men på grund av bristfällig kunskap gällande fladdermöss rörelser över havet går det inte att utesluta att fladdermöss möjligen förekommer även inom projektområdet i större mängder, exempelvis vid gynnsamma väderförhållanden.

Påverkan på fladdermöss utgörs av en ökad risk för kollision med vindkraftverkens rotorblad under driftsfasen, vilket påverkar fladdermöss som i samband med migration eller födosök passerar genom vindparken. Enligt studier till havs flyger majoriteten av passerande fladdermöss på låg höjd (Ahlén, et al., 2009). I vindpark Noatun Nord har vindkraftverken en frigång på 30 meter, vilket fungerar som en extra skyddsåtgärd för lågflygande fladdermöss.

Fladdermöss flyger generellt sett på låg höjd och utspritt över stora områden. Dock kan fladdermöss öka sin flyghöjd i närheten av vindkraftverk, vilket kan öka risken för kollisioner. Känsligheten för fladdermöss bedöms därför sammantaget som måttlig. Under förutsättning att ett undersökningsprogram genomförs under driftsfasens första tre år och att det vid betydande risk för kollisioner införs en driftreglering av vindkraftverken, är den samlade påverkan på fladdermöss obetydlig. Därmed blir konsekvensen försumbar jämfört med nollalternativet, såväl för alternativ 1 som för alternativ 2, se Tabell 43.

Tabell 43. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens för fladdermus under driftsfasen.

Påverkansfaktor	**Mottagarens känslighet**	**Alternativ 1**		**Alternativ 2**	
		Påverkans storlek och omfattning	**Konsekvens**	**Påverkans storlek och omfattning**	**Konsekvens**
Kollisionsrisk	Måttlig	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar

[29] De fladdermusarter som anses vara särskilt känsliga för påverkan från vindkraftverk, exempelvis på grund av att arterna födosöker på högre höjd.

9.8 Natura 2000

Samlad konsekvensbedömning

Natura 2000-områden, etablerade enligt EU-direktiv som fågeldirektivet och habitatdirektivet, syftar till att skydda biologisk mångfald genom identifiering och bevarande av specifika arter och naturtyper. Vid planering av vindpark Noatun Nord har de mest relevanta Natura 2000-områdena, Södra Sandbäck, Rannö och Ytterstberg som alla är skyddade enligt habitatdirektivet, identifierats och inkluderats för att bedöma och hantera eventuell påverkan på den marina miljön och fågellivet.

Under anläggningsfasen för vindparken förväntas spridning av sediment och miljögifter, undervattensljud, risk för införande av främmande arter. Sammantaget bedöms påverkan försumbar till måttlig på Natura 2000-områdenas utpekade arter och naturtyper.

Under Noatun Nords driftsfas kan etableringen av hårdbottenytor locka nya arter. Negativ påverkan från främmande arter bedöms inte uppstå, utan i stället väntas hårdbottenytorna medföra en reveffekt, som innebär en mycket liten positiv konsekvens för de arter som finns i närheten av Natura 2000-områdena. Övriga påverkansfaktorer under driftsfasen bedöms innebära försumbara konsekvenser för Natura 2000-områdets utpekade arter och naturtyper.

Påverkan under avvecklingsfasen bedöms bli mindre än påverkan under anläggningsfasen och bedöms därför ha en försumbar till mycket liten negativ konsekvens för Natura 2000-områdets utpekade arter och naturtyper.

Konsekvenserna av kollisionsrisken, undanträngning och barriäreffekt för de häckande fågelarter som nämns som viktiga för Rannö är försumbar till mycket liten negativ.

Sammanfattningsvis har anläggning, drift och avveckling av vindparken ingen fysisk inverkan på Natura 2000-områdena och Noatun Nord påverkar inte deras bevarandestatus för naturtyper eller arter. Ingen betydande störning förväntas för utpekade eller andra viktiga arter inom dessa områden.

9.8.1 Förutsättningar

Natura 2000-områden pekas ut med stöd av EU-direktiv; fågeldirektivet (SPA, 2009/147/EG) och art- och habitatdirektivet (SAC, 92/43/EEG). Dessa direktiv har som övergripande mål att bevara och säkra den biologiska mångfalden inom EU:s medlemsländer genom identifiering och skydd av specifika arter och naturtyper.

Inom habitatdirektivet finns ett tydligt fokus på att bevara och säkra arter och naturtyper som är av särskilt intresse för den biologiska mångfalden. Detta direktiv ger vägledning om vilka områden som är mest kritiska för att upprätthålla ekosystemens hälsa och funktion inom EU. Inom ramarna för fågeldirektivet görs ansträngningar för att skydda Europas vilda fåglar genom att bevara fågelstammar på nivåer som uppfyller ekologiska, vetenskapliga och kulturella krav.

Sydväst, sydöst och öster om det planerade området för vindpark Noatun Nord finns flera Natura 2000-områden. Eftersom flera Natura 2000-områden är närbelägna projektområdet, har ett urval gjorts där de Natura 2000-områden som bedömts vara

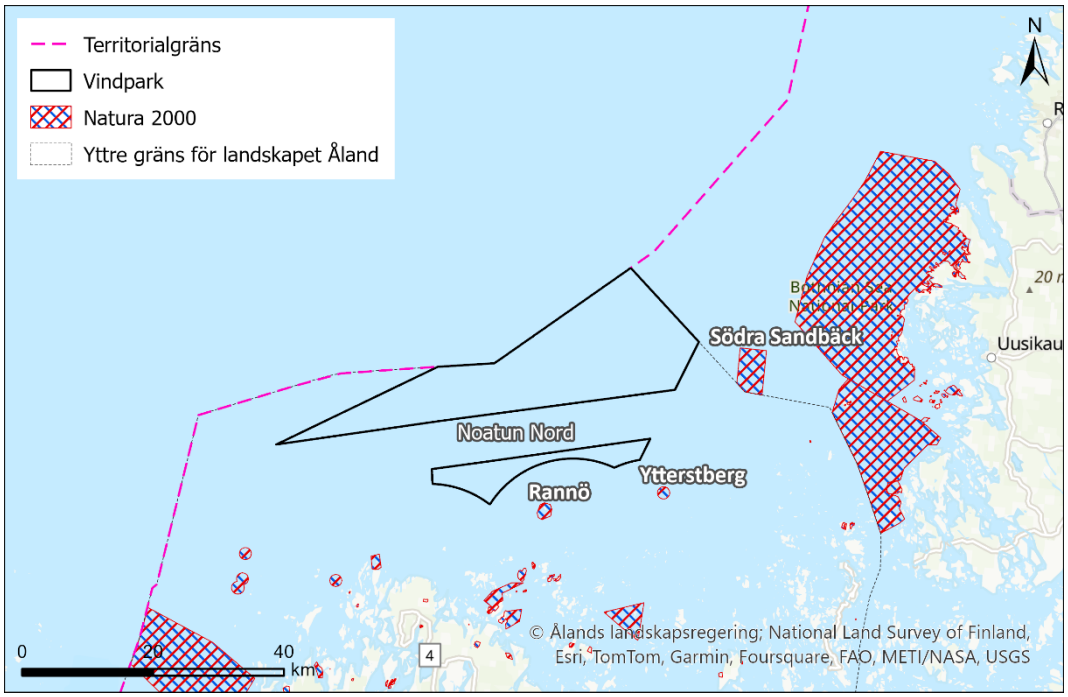
relevanta avseende identifierat påverkansområde inkluderats i denna miljökonsekvensbeskrivning. I enlighet med Ålands naturvårdslag (1998:82) baseras urvalet på en bedömning som prioriterar bevarandet av biologisk mångfald. Särskild uppmärksamhet har riktats mot områden som ligger inom påverkansområdet för sedimentspridning och undervattensbuller, två faktorer som potentiellt kan påverka det marina ekosystemet negativt.

I havsmiljön runt Noatun Nord finns flera Natura 2000-områden med skyddade fågelarter och naturtyper. De fåglar som är listade i dessa Natura 2000-områden tenderar främst att hålla sig i närheten av sina respektive Natura 2000-områden. Därför förväntas den planerade vindparken inte ha någon påverkan på skyddade fåglar utanför en radie på tio kilometer från projektområdet. Bland de Natura 2000-områden som ligger inom tio kilometer från Noatun Nord är det Rannö som har identifierats ha viktiga fågelarter enligt Natura-områdets datablankett, medan Södra Sandbäck och Ytterstberg har en karaktäristisk artsammansättning av fågelarter som är typiska för områdenas utpekade naturtyper. Inget av de tre områdena är dock skyddade enligt fågeldirektivet.

De Natura 2000-områden som är relevanta att bedöma konsekvenser för har identifierats genom denna avgränsningsprocess och listas i Tabell 44 samt visas i Figur 51. Avstånd mellan vindpark och Natura 2000-område är angett som den kortaste sträckan mellan yttre gränser. Nedan beskrivs aktuella Natura 2000-områden.

Tabell 44. Natura 2000-områden i närheten av vindpark Noatun Nord. (European Environment Agency, 2022a).

Natura 2000-område	Platskod	Skydd	Area (ha)	Avstånd till vindpark (km)
Rannö	FI1400064	SAC	420	6
Södra Sandbäck	FI1400030	SAC, SCI	2 597	6
Ytterstberg	FI1400031	SAC	272	5



Figur 51. Vindpark Noatun Nord och Natura 2000-områden i Ålands norra hav med omgivning.

Rannö (FI1400064)

Natura 2000-området Rannö utgörs av fågelrika ytterskärgårdsöar med sparsam vegetation. Området ligger söder om vindpark Noatun Nord på ett avstånd om sex kilometer. Rannö är ett betydande häckningsområde enligt fågelinventeringen som utförts inom ramen för miljökonsekvensbedömningen. Fågelinventeringen visar att det häckar cirka 800 par tordmule och 100 par silvertärna som är nämnda som övriga viktiga arter för Natura 2000-området samt fem par sillgrissla och 250 par silltrut. Gråsäl är en utpekad art för området, se Tabell 45 (European Environment Agency, 2022i).

Tabell 45. Utpekade naturtyper och arter enligt art- och habitatdirektivet för Rannö (European Environment Agency, 2022i).

Naturtyper	Arter
Skär och små öar i Östersjön (1620)	Gråsäl (1364)

Södra Sandbäck (FI1400030)

Natura 2000-området Södra Sandbäck är ett ytterskärsområde bestående av ett antal mindre holmar och rev. Området ligger öster om vindpark Noatun Nord utanför Åland på ett avstånd om sex kilometer. Området är viktigt för gråsälspopulationen och gråsäl är även en utpekad art, se Tabell 46 (European Environment Agency, 2022k).

Tabell 46. Utpekade naturtyper och arter enligt art- och habitatdirektivet för Södra Sandbäck (European Environment Agency, 2022k).

Naturtyper	Arter
Rev (1170)	Gråsäl (1364)
Skär och små öar i Östersjön (1620)	

Ytterstberg (FI1400031)

Natura 2000-området Ytterstberg består av sälbådor i havet som är viktiga för gråsälpopulationen i norra skärgården. Området ligger sydöst om vindpark Noatun Nord på ett avstånd om fem kilometer. Gråsäl är en utpekad art för området, se Tabell 47 (European Environment Agency, 2022n). Områdets gråsälar är känsliga för störning under våren.

Tabell 47. Utpekade naturtyper och arter enligt art- och habitatdirektivet för Ytterstberg (European Environment Agency, 2022n).

Naturtyper	Arter
Skär och små öar i Östersjön (1620)	Gråsäl (1364)

9.8.2 Metodik för konsekvensbeskrivning

För Natura 2000-områden är begreppet ”gynnsam bevarandestatus” centralt och EU:s medlemsstater är skyldiga att säkerställa att gynnsam skyddsnivå bibehålls, alternativt återställs i de fall där sådan skyddsnivå inte uppnås. Begreppet gynnsam skyddsnivå är inkluderat både för naturtyper och för skyddade arter i landskapslagen (1998:82) om naturvård och landskapsförordningen (2023:88) om naturvård.

Gynnsam skyddsnivå för naturtyper

Med skyddsnivå för en naturtyp avses summan av de faktorer som påverkar en livsmiljö och dess typiska arter och som på lång sikt kan påverka dess naturliga utbredning, struktur och funktion samt de typiska arternas överlevnad på lång sikt. En naturtyps skyddsnivå anses gynnsam när

1. dess naturliga eller hävdbetingade utbredningsområde och de ytor den täcker inom detta område är stabila eller ökande,

2. den särskilda struktur och de särskilda funktioner som är nödvändiga för att den ska kunna bibehållas på lång sikt finns och sannolikt kommer att finnas under en överskådlig framtid, och

3. skyddsnivån hos dess typiska arter är gynnsam.

Gynnsam skyddsnivå för arter

Med skyddsnivå för en art avses summan av de faktorer som påverkar den berörda arten och som på lång sikt kan påverka den naturliga utbredningen och mängden hos dess populationer. En arts skyddsnivå anses gynnsam när

1. uppgifter om den berörda artens populationsutveckling visar att arten på lång sikt kommer att förbli en livskraftig del av sin livsmiljö,

2. artens naturliga eller hävdbetingade utbredningsområde varken minskar eller sannolikt kommer att minska inom en överskådlig framtid, och

3. det finns och sannolikt kommer att fortsätta att finnas en tillräckligt stor livsmiljö för att artens populationer ska bibehållas på lång sikt.

Enligt § 24a och § 24b i Ålands naturvårdslag (1998:82) och artikel 6 i habitatdirektivet får tillstånd till verksamhet endast beviljas om verksamheten, antingen enskilt eller i kombination med andra pågående eller planerade verksamheter eller åtgärder, inte kan skada de livsmiljöer som Natura 2000-området avser att skydda och inte heller medför att de arter som området avser att skydda utsätts för en störning som på ett betydande sätt kan försvåra bevarandet av arterna inom området.

9.8.3 Konsekvenser

9.8.3.1 Nollalternativ

Nollalternativet innebär att den planerade vindparken inte kommer till stånd och att projektområdet förblir oförändrat. För aktuella Natura 2000-områden innebär nollalternativet att de potentiella tillfälliga störningar som kan uppkomma under framför allt anläggningsfasen inte uppkommer för de för Natura 2000-områdena skyddade naturtyperna och arterna. För nollalternativet uppkommer inte heller någon påverkan till följd av vindparkens fysiska närvaro under driftsfasen.

Om den planerade vindparken inte etableras innebär det dock samtidigt att de positiva effekter som vindparken kan komma att medföra för intilliggande Natura 2000-områden, bland annat i form av etableringen av ett område som till stora delar kommer att vara fredat från olika störningar såsom yrkesfiske och fartygstrafik, inte kommer till stånd. Nollalternativet är starkt kopplat till den klimatnytta som vindparken förväntas bidra till. Nollalternativet innebär att utsläppsminskningar inte främjas, vilket i sin tur kan medföra svårigheter att minska klimatpåverkan som påverkar utpekade arter och naturtyper negativt. De allra flesta miljöaspekter och intressen berörs redan idag negativt av pågående klimatförändringar vilket påverkar såväl olika biologiska värden som arter och livsmiljöer i Östersjön, detta beskrivs närmare i avsnitt 9.1.2.1. För säl som är en utpekad art för flera av de skyddade områdena kan nollalternativet ur klimatsynpunkt bidra till en negativ påverkan på deras bytesdjur, liknande effekter kan uppstå för viktiga fågelarter. Minskande fiskpopulationer till följd av klimatförändringar och andra stressfaktorer kan således påverka både fåglar och sälar negativt.

Eftersom det finns andra planerade vindparker i Noatun Nords närområde kan dock liknande påverkansfaktorer som identifierats för Noatun Nord förekomma även i nollalternativet. Detta eftersom anläggning och drift av närliggande vindparker antas generera samma typ av påverkan som identifierats för Noatun Nord. I vilken utsträckning påverkan uppstår för nämnda Natura 2000-områden beror huvudsakligen på storleken och lokaliseringen av vindparkerna.

9.8.3.2 Anläggningsfas

Sedimentsuspension och sedimentation

Vid anläggning av den planerade vindparken kommer det under anläggningsfasen att förekomma spridning av sediment och en efterföljande sedimentation från borrning i havsbotten, muddring samt nedspolning av internt kabel- samt rörledningsnät. När

sedimentet släpps ut under installationen kan det sprida sig som en plym från anläggningsplatsen. Faktorer som strömmar, djup och bottensubstrat påverkar spridningen (Hammar et al., 2009), medan organismers livsstadier, sedimenthalt och exponeringstid i vattenpelaren påverkar effekterna av den (Wilber & Clarke, 2001).

Den högsta koncentrationen av suspenderat sediment förekommer närmast borrningsplatsen och minskar därefter markant längs med strömningsriktningen i samband med att partiklarna transporteras bort från platsen, sedimenterar och blandas ut. I ett worst case scenario kan koncentrationer om 1 mg/l transporteras cirka tio kilometer från varje fundament i vindparken. Då Natura 2000-områdena är på betydligt grundare vatten, i det omblandade ytskiktet, och utsläpp av sediment sker under språngskiktet, är det möjligt att utsläppen av sediment inte kommer upp till det ytliga skiktet alls. Skiktningen kan alltså bidra till att Natura 2000-områdena inte nås av förhöjda koncentrationer av sediment. Dock är skiktningen svagare på vintern, vilket kan innebära att Ytterstberg, Rannö och Södra Sandbäck kan nås av något förhöjda koncentrationer av suspenderat sediment under vintern. Inom samtliga områden förekommer naturtypen Skär och små öar i Östersjön (1620), inom Södra Sandbäck förekommer även naturtypen Rev (1170). Typiska arter för dessa naturtyper, som skulle kunna påverkas av suspenderat sediment och efterföljande sedimentation, inkluderar ryggradslösa djur som lever ovanpå botten (epifauna), bottenlevande växter och alger samt fiskar. Sedimentsuspension och sedimentation från projektområdet bedöms inte kunna medföra någon påverkan på Natura 2000-områdenas utpekade arter eller för naturtyperna och dess typiska arter.

De flesta arter av epifauna tolererar temporärt förhöjda halter av suspenderat sediment, men vissa filtrerande arter kan påverkas negativt vid långvarig exponering av höga koncentrationer (Lisbjerg, et al., 2002). För naturtypen Skär och små öar i Östersjön är den filtrerande arten blåmussla utpekad som en typisk art. Blåmusslor har visat en hög tolerans för förhöjda halter av sediment (100 000 mg/l) under korta perioder (McFarland & Peddicord, 1980; Karlsson , et al., 2020) och bedöms inte vara känsliga för halter upp till 100 mg/l under en månad (Tyler-Walters, 2008). Sammantaget bedöms epifaunan således ha en låg känslighet mot påverkansfaktorn.

Bottenlevande växter och alger kan påverkas av förhöjda sedimenthalter och sedimentation genom minskad ljusgenomträngning och fysisk täckning av sediment, vilket kan hämma deras tillväxt och överlevnad (Villas-Bôas, et al., 2014; Eriksson & Johansson, 2005). Dessa organismer bedöms ha en måttlig känslighet för sedimentsuspension och sedimentation.

Typiska fiskarter som kan förväntas röra sig inom den utpekade naturtypen Rev (1170) inkluderar till exempel torsk och sillfiskar. Studier, såsom Karlsson et al. (2020), indikerar att halter på upp till 100 mg/l under 14 dagar generellt har en liten påverkan på vuxna fiskar. Fisklarver och ägg är dock mer känsliga än vuxna fiskar. Sammantaget bedöms typiska fiskarter därmed ha en måttlig känslighet för sedimentsuspension och efterföljande sedimentation.

Ytterstberg förväntas nås av koncentrationer under 100 mg/l, medan Rannö och Södra Sandbäck förväntas nås av koncentrationer under 10 mg/l, vilket är resultatet av modellerade spridningsberäkningar. Dessa koncentrationer bedöms kunna uppstå under hela borrarbetet, som i ett worst case bedöms ta drygt 110 timmar per fundament, se avsnitt 8.1.2.1. Givet att spridningen av sediment från

anläggningsarbetet avtar med ökat avstånd från projektområdet, förväntas eventuell pålagring av sediment inom Natura 2000-områdena vara minimal, se avsnitt 8.1.2.2.

När det gäller suspenderat sediment förväntas ingen betydande påverkan på blåmusslor och blåmusselbankar inom Natura 2000-områdena, då blåmusslorna bedöms tolerera de halter av sediment som når de utpekade naturtyperna. Halterna av suspenderat sediment bedöms inte heller medföra någon betydande eller långvarig påverkan på ljustillgången för bottenlevande växter och alger. Vuxna fiskarter som exponeras i eller kring den utpekade naturtypen bedöms även kunna undvika tillfällig sedimentsuspension. För fisk vid Södra Sandbäck bedöms exponeringen inom Natura 2000-området vara försumbar. Natura 2000-områdena sammanfaller marginellt med strömmingens stora lekområden som huvudsakligen är koncentrerade närmare kusten i Ålands hav, se avsnitt 9.3. En eventuell påverkan kan ske på pelagiska ägg, vilket bedöms rymmas inom den naturliga variationen i mortalitet för ägg och larver. Eventuell pålagring av sedimentation bedöms minimal och väntas därför inte påverka Natura 2000-områdenas utpekade och typiska arter för naturtyperna. Sammantaget förväntas inga långvariga eller skadliga koncentrationer av suspenderat sediment att nå Natura 2000-områdena, och den exponering och varaktighet av sedimentation som förutspås inom Natura 2000-området bedöms vara hanterbar för de utpekade och typiska arterna för naturtyperna i området. Påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig.

Sammanfattningsvis bedöms Natura 2000-områdenas utpekade och typiska arter för naturtyperna ha en liten till måttlig känslighet för sedimentsuspension och sedimentation. Påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Den samlade konsekvensen för sedimentsuspension och sedimentation på utpekade naturtyper och typiska arter för Natura 2000-områdena bedöms bli en försumbar konsekvens i jämförelse med nollalternativet.

Miljögifter och näringsämnen

Anläggningsarbetet innebär en viss sedimentspridning i samband med installation av vindkraftsfundament och plattformar vilket kan leda till att organiska föreningar, näringsämnen och metaller bundna till sedimentet kan sprida sig. Sedimentlagren med miljögifter och näringsämnen ligger i de översta decimetrarna av sedimenten. Vid fysisk påverkan på botten kommer detta material vara det som först rörs upp från botten. De lätta partiklarna kommer sedan spridas långt, men koncentrationen av dem minskar eftersom de späds ut medan de lite tyngre partiklarna sedimenterar i närheten. Beroende på vilka fraktioner i sedimenten som miljögifterna sitter bundna till kan de ytliga sedimenten komma att täckas över av djupare sediment som inte innehåller miljögifter eller näringsämnen.

Undersökningar av ytliga sediment, som har utförts inom och i närheten av vindparken (avsnitt 3.8.3 och Bilaga 11) visar att sediment som sprids från anläggningsarbetena kan innehålla förhöjda halter av bland annat PAH:er, PCB, krom, nickel och koppar. Dessa miljögifter kan vara skadliga för Natura 2000-områdenas utpekade art gråsäl samt för de typiska arterna för naturtyperna i Natura 2000-områdena. Framför allt förväntas marina däggdjur, fiskar och bottenlevande fauna vara känsliga för påverkansfaktorn, se avsnitt 9.2.2, 9.3.2, 9.4.2 och 9.5.2. Mottagarens känslighet bedöms som måttlig.

I ett worst case scenario för spridning av suspenderat sediment för alternativ 1 och 2 kan koncentrationer under 100 mg/l och 10 mg/l transporteras två respektive sex kilometer från borrningsplatsen. Detta innebär att Natura 2000-områdena kan omfattas av en sedimentspridning som uppgår till cirka 10–100 mg/l eller mindre under anläggningsfasen. Spridningen av sediment från anläggningsarbetet avtar med ökat avstånd från projektområdet och eventuell pålagring av sediment innehållande halter som överskrider Havs- och vattenmyndighetens bedömningsgrunder bedöms bli minimal inom Natura 2000-områdena. Den resuspension av miljögifter som uppstår till följd av anläggningsfasen bedöms därför inte leda till någon skada för de gråsälar som rör sig runt och inom Natura 2000-områdena. Inte heller Natura 2000-områdenas typiska arter för naturtyperna bedöms utsättas för en skadlig exponering av miljögifter. Påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig.

Sammantaget bedöms mottagarens känslighet av spridningen av organiska föreningar, metaller och näringsämnen under anläggningsfasen som måttlig och påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Konsekvensen för miljögifter och näringsämnens påverkan på utpekade naturtyper och typiska arter för Natura 2000-områdena bedöms medföra en försumbar konsekvens i jämförelse med nollalternativet.

Undervattensljud

Inom den planerade vindparken förväntas olika aktiviteter, såsom fartygstrafik till och från projektområdet, geofysiska och geotekniska undersökningar, pålning samt borrning, generera undervattensljud. Detta undervattensljud kan potentiellt påverka utpekade arter och typiska arter för naturtyperna i Natura 2000-områdena. Framför allt förväntas marina däggdjur och fiskar påverkas av undervattensljudet.

Bland de utpekade arter och de typiska arterna för de aktuella naturtyperna i Natura 2000-områdena, finns flera arter med välutvecklad hörselförmåga, inklusive torsk, strömming och säl. Under anläggningsfasen förväntas det vara impulsiva ljud från pålningen som kommer att ha den största påverkan på dessa arter. Sälar och torsk bedöms ha en liten känslighet för de impulsiva ljuden som uppstår under anläggningsfasen, medan strömming anses ha en måttlig känslighet. En detaljerad beskrivning av de utpekade arternas känslighet för undervattensljud finns tillgänglig i avsnitt 9.3, 9.4 och 0.

Vid pålningsaktiviteter kommer ljudets styrka och utbredning skilja sig åt beroende på vilken fundamentstyp som används. För att minimera ljudet från pålning kommer skyddsåtgärder så som dubbel bubbelgardin (DBBC), Hydrosound Damper (HSD) eller liknande tekniska lösningar att användas. Därutöver kommer pålningen inledas med mjuk uppstart följt av en så kallad ramp-up, då pålning påbörjas med lättare hammarslag som succesivt ökar i styrka. Detta kommer ge en möjlighet för ljudkänsliga arter att förflytta sig från området.

En utredning av påverkan av undervattensljud i Natura 2000-områdena Södra Sandbäck, Ytterstberg och Rannö har utförts av NIRAS, se bilaga 18. Resultaten från modelleringen är baserade på worst case scenario för de olika alternativen, i borrpositioner som är närmast respektive Natura 2000-område. Ljudnivåer som kan orsaka beteendeförändringar hos tumlare och säl kan uppstå på ett avstånd om 12,7 kilometer enligt modelleringen. Detta medför att totalt 21 procent av det västra

delområdet av Södra Sandbäck berörs av undervattensbullernivåer som medför beteendeförändringar. Detta är ett worst case för borrpositionen närmast Södra Sandbäck, resterande anläggningsarbeten kommer att medföra mindre påverkan inom området. För Natura 2000-områdena Ytterstberg och Rannö kommer undervattensljudnivåer som medför beteendeförändringar förekomma i hela områdena, om än temporärt, för worst case scenariot i de närmaste borrpunkterna. Storleken och omfattningen av påverkan av undervattensbuller bedöms vara måttlig då nivåer av undervattensljud som orsakar beteendeförändringar uppstår i områden med relativt hög täthet av säl. Dock kommer det vara möjligt för sälar att använda andra närliggande liggplatser under det korta tidsperiod som de mest närliggande fundamenten installeras. Arbeten bedöms inte påverka sälpopulationer på lång eller kort sikt. Även andra marina däggdjur och fiskar som uppehåller sig både utanför och inom Natura 2000-områdena kan uppleva nivåer av undervattensljud som kan resultera i beteendemässig påverkan som undvikande eller ökad simhastighet. Genom att implementera skyddsåtgärder som mjuk uppstart ges individer dock möjlighet att lämna området innan ljudalstrande arbete som kan orsaka betydande beteendeförändringar inleds.

Transporter till och från projektområdet under anläggningsfasen kan också generera undervattensljud från fartygstrafik. Påverkan förväntas huvudsakligen inom vindparken och påverkar inte något Natura 2000-område. Ljudnivåerna från fartygstrafiken kan jämföras med nuvarande fartygstrafik inom Natura 2000-områdena och dess närliggande farleder.

Geofysiska och geotekniska undersökningar kommer också att utföras för att kartlägga havsbottens sammansättning inom projektområdet. Dessa undersökningar involverar ett fysiskt ingrepp i botten inom projektområdet. Även om undersökningarna kan generera ljud som potentiellt når Natura 2000-områdena, bedöms påverkan som ringa med hänsyn till användningen av skyddsåtgärder. Den samlade bedömningen av påverkans storlek och omfattning under anläggningsfasen, bedöms med hänsyn till de impulsiva ljuden som genereras vid pålningsarbeten, som liten negativ.

Sammantaget bedöms mottagarens känslighet av undervattensljud under anläggningsfasen som liten till måttlig, medan påverkans storlek och omfattning bedöms som måttlig. Konsekvensen för påverkan från undervattensljud på utpekade naturtyper och arter för området bedöms medföra en liten till måttligt negativ konsekvens för alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet.

Främmande arter

Under anläggningsfasen kommer installations- och fraktfartyg att färdas till och från projektområdet. Majoriteten av komponenterna till vindparken kommer att transporteras från Östersjöområdet, men somliga komponenter kan levereras direkt från internationella tillverkare, vilket medför en risk för spridning av främmande organismer.

Införande av främmande arter kan orsaka en rad negativa effekter på det lokala marina livet. Det kan inkludera ökad konkurrens om resurser, ökad predation mot inhemska arter, förändringar i ekosystemstrukturen, sjukdomsspridning och hybridisering. Med tanke på risken för negativ påverkan på inhemska arter bedöms känsligheten hos de

utpekade arterna och typiska naturtyperna i de aktuella Natura 2000-områdena som måttlig.

De fartyg som färdas till och från vindparken omfattas av barlastkonventionen, en internationell överenskommelse som syftar till att förhindra spridning av främmande organismer. Denna lagstiftning innefattar regler för hantering av barlastvatten och fastställer gränsvärden för mängden levande organismer som får släppas ut. Därför bedöms fartygstrafiken till och från projektområdet inte utgöra någon risk för att introducera eller sprida främmande arter som kan påverka Natura 2000-områdenas utpekade arter och naturtyper negativt. Påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig.

Sammantaget bedöms mottagarens känslighet för främmande arter under anläggningsfasen som måttlig och påverkans storlek och omfattning bedöms vara obetydlig, med hänsyn till barlastkonventionen och gällande regelverk. Konsekvensen av främmande arters påverkan på utpekade naturtyper och typiska arter för Natura 2000-området bedöms medföra en försumbar konsekvens i jämförelse med nollalternativet.

Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen

Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen, som oljor och drivmedel, kan ske under anläggningsfasen på grund av läckage, olyckor eller haverier. Dessa utsläpp kan komma från både fartyg och olika delar av vindparken. Detta kan medföra negativ påverkan på utpekade naturtyper, typiska arter och utpekade arter. Om ett utsläpp skulle inträffa inom verksamhetsområdet påverkar rådande strömförhållanden spridningen.

Risker kopplade till utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen bedöms vara mycket små till följd av det förebyggande arbete som kommer att vidtas under projektets samtliga faser, se avsnitt 9.17. Vedertagna skyddsåtgärder kommer att vidtas för att minimera risken för uppkomst av och eventuell påverkan vid olyckor och utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen. Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen i samband med vindparkens anläggningsfas bedöms därmed innebära en obetydlig risk för skada på fåglar. Om ett utsläpp ändå sker, bedöms som mest de individer som för tillfället vistas i direkt närhet till vindparken riskera att bli påverkade. Inventeringen visade att det framför allt är födosökande fåglar under häckningstid som håller till vid Noatun Nord, men även under denna period var det relativt få fåglar. Avståndet till Natura 2000-områdena är som närmast 5–6 km, vilket innebär att det vid ett eventuellt utsläpp finns möjlighet att hindra ett oljeutsläpp från att nå Natura 2000-områdena och direkt påverka miljöerna där. Påverkans storlek bedöms därmed som obetydlig och konsekvensen som försumbar.

I Natura 2000-områdena Rannö, Södra Sandbäck och Ytterstberg är gråsäl en utpekad art, och öarna utgör viktiga habitat för säl. Sälar har ett skyddande lager späck som isolerar dem mot kallt vatten och gör dem mindre sårbara för oljeutsläpp jämfört med fåglar (Edman, et al., 2011). Sälar tenderar att undvika oljeförorenade områden och Naturhistoriska riksmuseet har inte rapporterat dödsfall hos säl till följd av oljeskador, vilket indikerar låg sårbarhet för oljeutsläpp (Naturvårdsverket, 2021; Räddningsverket, 1997).

Sälar är dock känsligare för oljeutsläpp under kutning och pälsömsning då de är bundna till sina liggplatser. Gråsälar och vikare är särskilt känsliga under kutningsperioden från februari till april, och gråsälar är även känsliga under

pälsömsningen i maj och juni (Edman, et al., 2011). Oförutsedda utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen, som olja, kan på lång sikt orsaka omfattande skador på sälar genom direkt förgiftning, skada på deras livsmiljöer och långvariga ekologiska störningar som påverkar deras bytesdjur (Naturvårdsverket, 2021). Sammantaget bedöms sälar ha en måttlig känslighet för utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen.

För att minimera risken för utsläpp som kan medföra negativ påverkan på säl vidtas flera skydds- och försiktighetsåtgärder under Noatun Nords anläggningsfas. Med dessa åtgärder bedöms risken för utsläpp reduceras till acceptabla nivåer, se avsnitt 9.14.2. Om ett utsläpp ändå sker, bedöms som mest de individer av säl som för tillfället vistas i direkt närhet till vindparken riskera att bli påverkade. Påverkans storlek och omfattning bedöms därmed som obetydlig.

Sammantaget bedöms sälar ha måttlig känslighet för utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen. Påverkans storlek för säl vid närliggande Natura 2000-områden bedöms vara obetydlig, och konsekvensen försumbar för alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet.

Slutsats

Sammantaget bedöms anläggningsfasen innebära en försumbar till liten negativ konsekvens på Natura 2000-områdenas utpekade arter och naturtyper jämfört med nollalternativet, se Tabell 48.

Tabell 48. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende Natura-2000 under anläggningsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sediment-suspension och sedimentation	Liten/Måttlig	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Miljögifter och näringsämnen	Måttlig	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Undervattensljud	Liten/Måttlig	Måttligt negativ	Liten till måttlig negativ	Måttligt negativ	Liten till måttlig negativ
Främmande arter	Måttlig	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen	Måttlig/Stor	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar

9.8.3.3 Driftsfas

Undervattensljud

Undervattensljud från vindparker till havs kommer i första hand vara lågfrekvent och komma från två källor: mekaniska vibrationer i nacellen som överförs genom tornet och utstrålas i det omgivande vattnet och undervattensljud från servicebåtarna i vindparken.

Ljudutbredning från vindkraftverk i drift inom vindpark Noatun Nord bedöms inte nå aktuella Natura 2000-områden och de utpekade naturtyperna skär och små öar och

rev. Den utpekade arten gråsäl och typiska fisk- och sälarter har observerats öka bland vindparkers fundament och verkar således inte bli störda av de undervattensljud som genereras av en havsbaserad vindpark i drift, se även avsnitt 9.3.2.3 och avsnitt 9.5.2.2. Gråsäl och Natura 2000-områdenas typiska fisk- och sälarter har en liten till måttlig känslighet för undervattensljud.

Den fartygstrafik som behövs för underhåll av vindparken under driftsfasen förväntas ha en begränsad påverkan på omkringliggande Natura 2000-områden. Etableringen av en vindpark kan dessutom leda till att övrig sjötrafik minskar inom själva vindparken, vilket kan minska förekomsten av undervattensljud. De undervattensljud som når Natura 2000-områdena bedöms inte kunna orsaka vare sig beteendeförändringar eller hörselskador på den utpekade arten gråsäl eller på de för naturtyperna typiska arterna av fisk och marina däggdjur. Påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig.

Sammantaget bedöms mottagarens känslighet för undervattensljud som liten till måttlig för utpekade och typiska arter av fisk och marina däggdjur. Påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Konsekvensen för Natura 2000-områdenas utpekade naturtyper och typiska arter bedöms medföra en försumbar konsekvens i jämförelse med nollalternativet.

Främmande arter

Vid etableringen av vindparken tillförs hårdbottenytor inom projektområdet i form av fundament. Dessa strukturer kan möjliggöra för och dra till sig olika organismer, exempelvis främmande hårdbottenarter. Spridningen av nya arter till området sker huvudsakligen genom larver som sprids med havsströmmarna som sedan etablerar sig på de nya hårda strukturerna. Liksom under anläggningsfasen, bedöms införande av främmande arter kunna orsaka en rad negativa effekter på det lokala marina livet och känsligheten bedöms därmed som måttlig hos den utpekade arten gråsäl och utpekade naturtypers typiska arter i de aktuella Natura 2000-områdena.

Nytillskottet av hårdbottenstrukturer i samband med vindparksetableringen är begränsad och sker utanför de tre Natura 2000-områdena. Därutöver finns redan hårdbottenområden naturligt inom de utpekade Natura 2000-områdena. Påverkans storlek och omfattning bedöms därmed som obetydlig.

Sammantaget bedöms mottagarens känslighet för främmande arter som liten och påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Med hänsyn till barlastkonventionen och det begränsade tillskottet av nya hårdbottensytor utanför Natura 2000-områdena, bedöms konsekvenserna för Natura 2000-områdenas utpekade och de för naturtyperna typiska arterna vara försumbara i jämförelse med nollalternativet.

Magnetfält

Då flertalet organismer har en förmåga att känna av magnetfält har även påverkan från magnetfält från kablar under vindparkens driftsfas bedömts för Natura 2000-områdenas utpekade art gråsäl och för naturtypernas typiska arter.

Studier visar att magnetfältet från sjökablar har en begränsad påverkan på marint liv, vilket gäller både bottenlevande organismer, fisk och sälar (Karlsson, et al., 2022; Gill, et al., 2005). Bedömning av respektive organismgrupps känsligheten för magnetfält

beskrivs i sin helhet i avsnitt 9.2, 9.3, 9.4 och 0. Mottagarnas känslighet bedöms som liten.

Det interna kabelnätet för både alternativ 1 och 2 avger en maximal effekt om 23 µT vid havsbotten. Fältets styrka avtar snabbt och minskar från kabelns centrum vilket gör att påverkan inom vindpark Noatun Nord blir mycket lokalt avgränsad. Magnetfälten bedöms inte nå Natura 2000-områdena. Då studier inte kunnat påvisa någon betydande störning från magnetfält som skulle kunna påverka typiska arter och då kablarna i vindparken är belägna på ett avstånd från Natura 2000-områdena, bedöms påverkan som obetydlig.

Sammantaget bedöms mottagarens känslighet för magnetfält som liten och påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Miljökonsekvenserna för den utpekade arten gråsäl och den utpekade naturtypen Rev och skär och små öar i Östersjön, inklusive deras typiska arter, bedöms vara försumbara i jämförelse med nollalternativet.

Reveffekter

Vindparker till havs fungerar som artificiella rev då fundamenten, erosionsskydd och andra komponenter tillför hårdbottenytor under vindparkens driftsfas. Detta främjar etableringen av hårdbottenarter såsom blåmusslor, havstulpaner och fintrådiga alger, vilket i sin tur skapar habitat för ett varierat ekosystem där fler arter kan etablera sig. Miljöövervakning från andra marina vindparker har visat att blåmusslor är snabba kolonisatörer av vindkraftsfundament (Dong Energy, Danish Energy Authority, The Danish Forest and Nature Agency, 2006; BSH och BMU, 2014; Vanagt & Faasse, 2014). Fundamenten blir även en livsmiljö för fisk då de till viss del kan liknas vid naturliga hårdbottenmiljöer. Artificiella rev används ofta för att öka mängden fisk inom ett havsområde (Bohnsack & Sutherland, 1985; Bohnsack, 1989) och inom flera etablerade vindparker så som Lillgrund, Horns rev 1 och Utgrunden har en tydlig reveffekt observerats.

Arter som är utpekade inom Natura 2000-områdena samt typiska arter för naturtyperna, inklusive vissa fiskarter och sälar, skulle potentiellt kunna gynnas av en ökad tillgång till föda, vilket kan väntas uppstå till följd av reveffekten. Dock visar marinbiologiska undersökningar i och kring Noatun Nord att området för vindparken redan är hemvist för arter vanliga för Östersjön och inhyser hårdbottenarter, se avsnitt 9.2. Därför bedöms mottagarens känslighet för reveffekter i projektområdet som liten.

För alternativ 1 kommer maximalt 1,02 kvadratkilometer (cirka 0,15 procent) av vindparkens totala yta tas i anspråk av fundament och tillhörande erosionsskydd. Samma siffra för alternativ 2 motsvarar 0,79 kvadratkilometer (cirka 0,12 procent). Tillskottet av hårt substrat kommer dock att vara större, eftersom vindkraftsfundamenten penetrerar hela vattenkolumnen. Förutsättningarna för reveffekter kommer endast uppstå vid enskilda hårdbottenstrukturer, varför Natura 2000-områdets utpekade arter och naturtyper enbart bedöms kunna gynnas av en liten ökad tillgång på föda. Påverkans storlek och omfattning bedöms därmed som liten positiv.

Sammantaget bedöms mottagarens känslighet för reveffekter som liten och påverkans storlek och omfattning bedöms som liten positiv. Miljökonsekvenserna för områdens

utpekade arter och naturtyper i Natura 2000-områden bedöms vara mycket liten positiv i jämförelse med nollalternativet.

Indirekt påverkan av marint skräp

En indirekt påverkan som kan uppstå vid anläggning av fundament och andra komponenter är marint skräp, som kan fastna i förankringslinor och fundament under vindparkens driftsfas. Sälar och fiskar kan fastna i eller skadas av förlorade fiskeredskap, plastföremål eller andra typer av skräp som flyter i haven. Dessutom kan marint skräp innehålla farliga kemikalier och föroreningar som kan förgifta fiskar och sälar om de sväljs eller absorberas genom huden. De utpekade arterna och de typiska arterna för de utpekade naturtyperna vid Natura 2000-områdena bedöms ha en liten till måttlig känslighet för indirekt påverkan av marint skräp. Fiskar bedöms ha en liten känslighet för påverkansfaktorn, medan sälar bedöms ha en måttlig känslighet för densamma, se avsnitt 9.3.2.3 och 9.5.2.3.

Under driftsfasen, men även vid nedläggning av kablar och installation av fundament, kan eventuellt marint skräp som upptäcks tas upp, vilket leder till en netto-positiv effekt på marint skräp i området. Den indirekta påverkan av marint skräp bedöms vara obetydlig.

Sammantaget bedöms mottagarens känslighet för indirekt påverkan av marint skräp som liten till måttlig för Natura 2000-områdenas utpekade och typiska arter, och påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Konsekvenserna för områdens utpekade arter och naturtyper samt deras typiska arter i bedöms vara försumbara i jämförelse med nollalternativet.

Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen

Som beskrivs i avsnitt, 9.8.3.2 undviker sälar att vistas vid oljeförorenade platser men är sårbara för oljeutsläpp under kutning och pälsömsning, då de är bundna till specifika platser (Edman, et al., 2011), På lång sikt kan exponering för oförutsedda utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen även medföra skador på sälar och deras livsmiljöer (Naturvårdsverket, 2021). Sälar bedöms därför ha en måttlig känslighet för utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen.

Under driftsfasen sker vanligtvis inte några situationer som föranleder hög risk för utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen. Vedertagna skyddsåtgärder kommer även att vidtas för att minimera risken för uppkomst av och eventuell påverkan vid olyckor och utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen. Utsläpp av miljö- och hälsofarliga under med vindparkens driftsfas bedöms därmed innebära en obetydlig risk för skada på fåglar. Om ett utsläpp ändå sker, bedöms som mest de individer som för tillfället vistas i direkt närhet till vindparken riskera att bli påverkade. Avståndet till Natura 2000-områdena är som närmast 5–6 km, vilket innebär att det vid ett eventuellt utsläpp finns möjlighet att hindra ett oljeutsläpp från att nå Natura 2000-områdena och direkt påverka miljöerna där. Påverkans storlek bedöms därmed som obetydlig och konsekvensen som försumbar.

Sammantaget bedöms sälar ha en måttlig känslighet för utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen. Påverkans storlek för säl vid närliggande Natura 2000-områden bedöms vara obetydlig, och konsekvensen bedöms som försumbar för alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet.

Slutsats

Sammantaget bedöms driftsfasen i alternativ 1 och alternativ 2 innebära en mycket liten positiv till försumbar negativ konsekvens på Natura 2000-områdenas utpekade arter och naturtyper jämfört med nollalternativet, se Tabell 49.

Tabell 49. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende Natura-2000 under driftsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Undervattensljud	Liten till måttlig	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Främmande arter	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Magnetfält	Liten till måttlig	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Reveffekter	Liten	Liten positiv	Mycket liten positiv	Liten positiv	Mycket liten positiv
Indirekt påverkan av marint skräp	Liten till måttlig	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen	Måttlig/Stor	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar

9.8.3.4 Avvecklingsfas

Påverkan under avvecklingsfasen förväntas bli betydligt mindre än den påverkan som uppstår under anläggningsfasen.

Sedimentspridning och sedimentation

Avvecklingsarbetet kan, likt anläggningsarbetet, innebära en viss sedimentspridning i samband med borttagande av fundament och upptagning av kablar och rörledningar. Sedimentspridning förväntas ske i en betydligt mindre omfattning jämfört med anläggningsfasen och förväntas inte nå utpekade Natura 2000-områden. Ingen påverkan på den utpekade arten gråsäl eller på de för naturtyperna typiska arter, så som plattfiskar, torsk, sillfiskar och blåmusslor, som befinner sig inom Natura 2000-områdena bedöms kunna uppstå av sedimentspridning och sedimentation under avvecklingsfasen.

Sammantaget bedöms mottagarens känslighet för sedimentspridning och sedimentation som liten och påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Konsekvenserna för områdets utpekade arter och naturtyper bedöms vara försumbara i jämförelse med nollalternativet.

Undervattensljud

Avvecklingen av vindparken förväntas generera undervattensljud, men i en betydligt mindre omfattning än under anläggningsfasen. Ljudet som uppstår när ett fundament avlägsnas kan vara störande för fisk och marina däggdjur i det omedelbara området, men det är av begränsad varaktighet och når inte upp till samma ljudnivåer som vid

pålning av fundamentet. En ökad fartygstrafik i samband med avvecklingsarbetet kan bidra till en viss ökning av ljudnivån. Eventuell påverkan kan manifestera sig genom lokala beteendeförändringar hos fiskar och marina däggdjur, där de undviker området nära avvecklingsarbetena. Mottagarens känslighet för de ljudnivåer som kan uppstå inom Natura 2000-området bedöms som liten.

Under avvecklingsfasen väntas de ljud som når Natura 2000-områdena vara mycket mindre än de som uppstår under anläggningsfasen. Ljudnivåer som skulle kunna orsaka en beteendepåverkan hos sälar bedöms uppstå vid Natura 2000-områdena, men de bedöms inte vara tillräckligt höga för att orsaka hörselskador. Påverkans storlek och omfattning bedöms som liten negativ.

Natura 2000-områdenas utpekade arter och typiska arter för naturtyperna bedöms ha en liten känslighet för ljudpåverkan under avvecklingsfasen, medan påverkans storlek och omfattning bedöms som liten negativ. Sammantaget bedöms undervattensljudet medföra en mycket liten negativ konsekvens under avvecklingsfasen.

Främmande arter

Mottagarens känslighet för introduktion av främmande arter bedöms vara liten även under avvecklingsfasen. Genom att barlastkonventionen och gällande regelverk beaktas bedöms påverkans storlek och omfattning från spridning av främmande arter inom Natura 2000-områdena vara obetydlig. Därav bedöms spridningen av främmande arter medföra försumbara konsekvenser under avvecklingsfasen.

Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen

Arbeten under avvecklingsfasen innebär en risk för att oförutsedda utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen uppstår, vilket kan påverka säl som uppehåller sig i området.

Sälar bedöms ha en måttlig känslighet för utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen, då påverkan framför allt kan medföra negativa effekter på sälar under perioder med kutning och pälsömsning (Edman, et al., 2011), vilket beskrivs utförligt i avsnitt 9.5.2.2.

Vedertagna skyddsåtgärder kommer även att vidtas för att minimera risken för uppkomst av och eventuell påverkan vid olyckor och utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen. Utsläpp av miljö- och hälsofarliga under vindparkens avvecklingsfas bedöms därmed innebära en obetydlig risk för skada på säl. Om ett utsläpp ändå sker, bedöms som mest de individer som för tillfället vistas i direkt närhet till vindparken riskera att bli påverkade. Avståndet till Natura 2000-områdena är som närmast 5–6 km, vilket innebär att det vid ett eventuellt utsläpp finns möjlighet att hindra ett oljeutsläpp från att nå Natura 2000-områdena och direkt påverka miljöerna där. Påverkans storlek bedöms därmed som obetydlig och konsekvensen som försumbar.

Sammantaget bedöms sälar ha måttlig känslighet för utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen. Påverkans storlek för säl vid närliggande Natura 2000-områden bedöms vara obetydlig, och konsekvensen bedöms som försumbar för alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet.

Slutsats

Sammantaget bedöms konsekvenserna under avvecklingsfasen vara försumbar till mycket liten negativ jämfört med nollalternativet, se Tabell 50.

Tabell 50. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende Natura-2000 under avvecklingsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentsuspension och sedimentation	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Undervattensljud	Liten	Liten negativ	Mycket liten negativ	Liten negativ	Mycket liten negativ
Främmande arter	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen	Måttlig	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar

9.8.3.5 Konsekvenser för listade viktiga fågelarter i Rannö Natura 2000-område

Relevanta fågelarter som listats som viktiga i datablanketten för Rannö Natura 2000-område är silvertärna, fisktärna och tordmule. Här behandlas även andra arter för att ge en helhetsbild av konsekvenserna för Rannös fågelfauna.

Kollisionsrisk

Det öppna havet och relativt stora djupet inom projektområdet medför att det observerats begränsat med fåglar inom projektområdet, se Bilaga 12. Kollisionsrisken för ett antal arter och artgrupper har beräknats för två alternativa layouter med kollisionsriskmodelleringen enligt Band-modellen, se avsnitt 8.3. Generellt kan sägas att modelleringen visar på relativt låga kollisionsantal, vilket hänger ihop med att det inte observerats fåglar i någon större omfattning inom vindparken, se Bilaga 9. Under häckningssäsong förekommer arter som födosöker i området, och sändarstudier har visat att en del av dessa kommer från Natura 2000-området Rannö. Arterna med högst närvaro under häckningssäsongen är i storleksordning: silltrut, silvertärna, tordmule, storskrake, fiskmås, småskrake och tobisgrissla. Av dessa bedömdes endast silltrut, småskrake samt enstaka fiskmåsar och gråtrutar flyga på eller över kollisionshöjden (>30 meter). För silvertärna, tordmule, storskrake och tobisgrissla noterades inte några flygningar i kollisionshöjd vid inventering under häckningssäsong, se Bilaga 9.

Häckande silltrut och tordmule från bland annat Rannö sändarmärktes för att få detaljkunskap om vilka födosöksområden som används. Sändarstudien visade att tordmularnas födosökningsflygningar var koncentrerade nära häckningskolonierna, och förflyttningar på mer än 15 kilometer var i minoritet. Längre födosökningsflygningar skedde norrut in i projektområdet, men enstaka födosökningsflygningar kunde även ske i överraskande riktningar. Sändarstudien genomfördes i tidig häckningsfas, då tordmularna i allmänhet inte hade några ungar att mata, vilket kan förklara förekomsten av längre flygningar.

I kollisionsmodelleringen för tordmule uppskattas 1 000 par häcka i närområdet till Noatun Nord, vilket ger omkring en kollision per år för både alternativ 1 och alternativ 2. Dock flyger tordmule sällan i kollisionshöjd och därför har troligen kollisionsrisken överskattats i modelleringen. Alkor (tordmule, sillgrissla och tobisgrissla) har även i

andra studier konstaterats flyga lågt över vattenytan, under rotorbladens svepyta (Fox & Petersen, 2019). Eftersom alkor inte är utpekade som riskarter för kollision med vindkraft bedöms känsligheten som liten. Dessutom är tordmule, som är den art av alkor som konstaterats födosöka inne i projektområdet, klassad som livskraftig och populationen beskrivs som ökande (Hyvärinen, et al., 2019; SLU Artdatabanken, 2020). Det modellerade högsta antalet kollisioner för tordmule som häckar i området utgörs av så pass få individer att påverkan bedöms bli obetydlig. Sammantaget bedöms konsekvensen av kollisionsrisken för tordmule häckande på Rannö (och även på Södra Sandbäck och Ytterstberg) som försumbar.

Silltrutarnas rörelser var tydligare orienterade och födosökningsflygningarna var längre. Anmärkningsvärt är att alla fåglar som gjorde längre förflyttningar huvudsakligen begav sig norrut. Registrering av flyghöjder visar att silltruten ofta stiger till en höjd av hundratals meter vid förflyttningar. Till skillnad från tordmule rör sig silltrut relativt ofta på kollisionshöjd med rotorbladen, vilket även till viss del gäller för andra stora måsfåglar som gråtrut och fiskmås, se Bilaga 12. En omfattande studie från åren 2020–2021 där en vindpark i Nordsjön övervakats med kameror och radar visar att större måsfåglar har en god förmåga att undvika kollisioner med vindkraftverk. Under två år registrerades inte en enda fågel som kolliderade med vindkraftverk (Skjold Tjørnløv, et al., 2023).

I genomförd kollisionsmodellering har det uppskattats att 1 400 vuxna silltrutar födosöker i projektområdet, vilket gav resultatet 2,9 respektive 1,8 kollisioner för alternativ 1 respektive alternativ 2 med undvikandegrad 98 %. Den underart av silltrut, östersjötrut (*Larus f. fuscus*), som häckar i Natura 2000-området Rannö uppvisar en tydligt minskande population och är klassad som starkt hotad (EN) i Finland (Hyvärinen, et al., 2019). Silltrut är dessutom en långlivad art vilket medför att även mindre förändringar i mortalitet, exempelvis ökad kollisionsrisk mellan alternativ 1 och alternativ 2, kan ha betydelse för populationen. Sammantaget medför detta en måttlig känslighet för silltrut som häckar inom Rannö. Det är dock få individer som enligt modelleringen riskerar att kollidera, vilket resulterar i att påverkans storlek och omfattning bedöms vara måttlig negativ i alternativ 1. I alternativ 2 ökar avståndet mellan verken och modellen visar en relativt stor minskning av kollisionsrisken, och därmed bedöms påverkans storlek och omfattning som liten negativ. Detta innebär att konsekvensen av kollisionsrisken för häckande silltrut inom Rannö bedöms vara måttlig negativ för alternativ 1 och liten negativ för alternativ 2. Bedömningen blir densamma för silltrutar som häckar vid Södra Sandbäck och Ytterstberg. Silltruten är dock inte en i Natura-områdets datablankett listad viktig fågelart och Rannö Natura-område är inte skyddat på basen av EU:s fågeldirektiv.

Kollisionsrisken för övriga måsfåglar som häckar i Natura 2000-områdena bedöms vara betydligt mindre än den för silltrut. Detta baseras på att övriga måsfåglar observerats i mindre omfattning i projektområdet. Silvertärna har dessutom inte noterats flyga i kollisionshöjd vid något tillfälle inom projektområdet.

Sammantaget bedöms konsekvenserna av kollisionsrisken för Rannös Natura 2000-områdes listade viktiga fågelarter som försumbar i både alternativ 1 och alternativ 2.

Undanträngningseffekt

Det öppna havet och det relativt stora djupet inom projektområdet medför att det observerats begränsat med fåglar inom området, se Bilaga 12. Utanför häckningstid, med undantag för migrerande fåglar, är det framför allt fiskmås som har observerats i området under vintern. Under häckningssäsong förekommer arter som födosöker i området, men eftersom avståndet till närmaste häckningsöar (Rannörarna) är minst sex kilometer så föredras födosöksområden som ligger närmare häckningsöarna. Arterna med högst närvaro under häckningssäsongen är i storleksordning: silltrut, silvertärna, tordmule, storskrake, fiskmås, småskrake och tobisgrissla. För häckande silltrut och tordmule finns detaljkunskap kring födosöksmönster eftersom häckande individer av dessa arter sändarmärktes, se Bilaga 12.

Sändarmärkta tordmular som häckade inom Natura 2000-området Rannö (Rannörarna), visade att födosökningsflygningar var koncentrerade nära häckningskolonin, och förflyttningar på mer än 15 kilometer var i minoritet. Tordmular födosökte dock inom projektområdet för Noatun Nord. Tordmule och även sillgrissla lever pelagiskt och fångar fisk på företrädesvis 20–50 meters djup.

Tobisgrissla är mer kustbunden eftersom födan huvudsakligen utgörs av bottenlevande fiskar som tas på upp till cirka 30 meters djup (Durinck, et al., 1994). Eftersom större delen av havsdjupet vid Noatun Nord överstiger 30 meter innebär detta att endast mindre delar av projektområdet är lämpliga födosöksområden för tobisgrissla. För alkor, så som tordmule, sillgrissla och tobisgrissla, saknas det undersökningar som mätt de långvariga effekterna av havsbaserade vindparker. Studier som utförts avseende direkt påverkan och första åren därefter, visar på tendenser att alkor de första åren efter vindkraftsetablering trängs undan och minskar i antal vid vindparken, men undanträngningseffekten är inte konsekvent och högst variabel mellan områden. Sannolikt är undanträngningen kopplad till avståndet mellan verken, och utförda studier är gjorda i vindparker med relativt kort avstånd mellan verken, jämfört med Noatun Nord där avstånden är större. I studier där undanträngning har säkerställts har antalet alkor oftast minskat med upp till 50 procent inne i vindparken. I vissa vindparker har ingen antalsförändring observerats, och i några andra fall har alkorna i stället ökat i antal efter vindkraftsetablering. Den högsta undanträngningseffekten har observerats i en studie från Nederländerna, med omkring 75 procent minskning av alkor i vindparker, och 50 procent undanträngning i en zon av två kilometer utanför vindparkerna (Heinänen & Skov, 2018). Befintliga studier visar på olika resultat av undanträngningseffekten på alkor, och det är oklart hur avståndet mellan vindkraftverken påverkar detta.

Sillgrissla har inte observerats inom projektområdet och därmed bedöms påverkan av undanträngning av arten bli obetydlig. Även för tobisgrissla bedöms påverkan bli obetydlig eftersom större delen av Noatun Nord har ett vattendjup som överstiger det djup som arten normalt födosöker på. För tordmule som häckar på Rannö, Södra Sandbäck och Ytterberg bedöms det uppstå en liten påverkan av undanträngning eftersom arten till mindre del födosöker inom projektområdet. Dock bedöms detta innebära att de undanträngda fåglarna kan uppsöka andra fiskevatten i Östersjön. Det bedöms finnas gott om alternativa områden för födosök, se avsnitt 9.6. Vidare bedöms känsligheten som liten då det berör ett fåtal individer av Östersjöpopulationen av tordmule och området bedöms inte vara kritiskt för de individer som eventuellt trängs

undan. Både på svenska och finska rödlistan är tordmule klassad som livskraftig och populationen beskrivs som ökande (Hyvärinen, et al., 2019; SLU Artdatabanken, 2020). Sammantaget bedöms konsekvensen av undanträngningseffekt för tordmule häckande på Rannö, Södra Sandbäck och Ytterstberg som mycket liten negativ.

Silltrut, silvertärna och fiskmås samt till mindre grad gråtrut och skrattmås förekommer regelbundet i havsområdet vid Noatun Nord. Måsar och trutar uppvisar begränsade undvikandebeteenden inför vindparker och flyger därmed oftare in i vindparker jämfört med flertalet andra fågelarter (Fox & Petersen, 2019; Dierschke, et al., 2016). En tvåårig studie visade att flera måsfåglar väjer för vindkraftverkens rotorblad på ett avstånd omkring 120 meter (Skjold Tjørnløv, et al., 2023). Studien visar att måsfåglar kan klara av att vistas i havsbaserade vindparker utan att kollidera med rotorbladen. Vid Noatun Nord bedöms måsfåglar att endast i liten grad komma att undvika att flyga igenom vindparken. Därmed bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig under driftsfasen. Konsekvensen av undanträngning bedöms som försumbar för häckande måsfåglar inom Rannö, Södra Sandbäck och Ytterstberg jämfört med nollalternativet.

Sammantaget bedöms känslighet för undanträngningseffekter som liten för Natura 2000-områdenas utpekade och typiska arter av fåglar. Påverkans storlek och omfattning bedöms som liten negativ. I jämförelse med nollalternativet bedöms konsekvenserna för Rannös Natura 2000-områdes listade viktiga fågelarter som mycket liten negativ i både alternativ 1 och alternativ 2.

Barriäreffekter

Barriäreffekter kan uppstå vid vindparker som utgör hinder för flygande fåglar så att de tvingas flyga runt eller över vindkraftverken. Vid Noatun Nord bedöms barriäreffekt framför allt vara aktuellt för migrerande fåglar, vilket inte påverkar fågelvärden inom närliggande Natura 2000-områden, se avsnitt 9.6.2.3. Barriäreffekt kan även påverka dygnsmigrerande fåglar, exempelvis flygvägar mellan födosöksområde och häckningsplats.

Häckande måsfåglar som silltrut vid Rannö, Södra Sandbäck och Ytterstberg kan tänkas bli påverkade av vindparken vid Noatun Nord, men eftersom måsfåglar visat svagt undvikandebeteende för vindparker (Fox & Petersen, 2019; Dierschke, et al., 2016) bedöms barriäreffekt ha obetydlig påverkan på måsfåglar i området. Sammantaget bedöms aktuella fågelarters känslighet för barriäreffekt som liten, och påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig under driftsfasen. Konsekvensen bedöms som försumbar för häckande fåglar i både alternativ 1 och alternativ 2.

Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen

Alla faser av projektet innebär generellt en låg risk för att oförutsedda utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen uppstår. Oförutsedda situationer kan dock leda till utsläpp, vilket kan påverka fåglar som uppehåller sig i området. I de närliggande Natura 2000-områdena Rannö, Södra Sandbäck och Ytterstberg (5–6 kilometer från Noatun Nord) förekommer häckande silltrut, silvertärna, tordmule, sillgrissla samt andra fågelarter. Studier har visat att fåglar från Natura 2000-områdena ibland födosöker inom Noatun Nord, dock bedöms de huvudsakliga födosöksområdena utgöras av havsmiljön närmare Natura 2000-områdena.

Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen kan skada fågelfaunan på ett betydande sätt, mer ingående förklaring om detta ges under 9.8.3.2. Fåglar bedöms därmed ha stor känslighet för miljö- och hälsofarliga ämnen.

Sammantaget bedöms fåglar ha en stor känslighet för utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen. Påverkans storlek för fågelvärden vid närliggande Natura 2000-områden bedöms vara obetydlig, och konsekvensen bedöms som försumbar för alternativ 1 och 2.

Slutsats

Sammantaget bedöms konsekvenserna vara försumbar till mycket liten negativ, se Tabell 51.

Tabell 51. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende listade fåglar i Rannö Natura-område.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Kollisionsrisk	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Undanträngningseffekt	Liten	Liten negativ	Mycket liten negativ	Liten negativ	Mycket liten negativ
Barriäreffekt	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen	Stor	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar

9.8.3.6 Samlad bedömning av bevarandestatus

Anläggning, drift och avveckling av vindpark Noatun Nord innebär inte något fysiskt intrång i något Natura 2000-område. Ingen bottenyta inom det skyddade området kommer därmed att tas i anspråk. Anläggning, drift och avveckling av vindpark Noatun Nord bedöms inte heller påverka möjligheterna att uppnå eller bibehålla gynnsam skyddsnivå, naturtypernas funktion eller naturliga utbredningsområden. Inte heller för de utpekade arterna bedöms planerad verksamhet påverka bibehållandet eller möjligheterna att uppnå gynnsam skyddsnivå. Samtliga bedömningar beaktar åtagandet av skyddsåtgärder.

Utpekade naturtyper

Bedömningen är att ingen skada uppstår på de utpekade naturtyperna Rev (1170) och Skär och små öar i Östersjön (1620). Ingen av de typiska arterna för naturtyperna utsätts för en störning som på ett betydande sätt kan försvåra bevarandet av arterna i området. När det kommer till påverkan på typiska fisk- och sälarter bedöms konsekvensen från undervattensljud under anläggningsfas som liten negativ, och som mycket liten negativ under drifts- och avvecklingsfas. Konsekvensen för de utpekade naturtyperna bedöms dock inte innebära en störning som på ett betydande sätt kan försvåra bevarandet av naturtyperna i området.

Utpekade arter

För den utpekade arten gråsäl (1364) är den samlade bedömningen att anläggning, drift och avveckling av Noatun Nord har en mycket liten positiv till liten negativ konsekvens. Gråsäl utsätts inte för en störning som på ett betydande sätt kan försvåra bevarandet av arten i Natura 2000-områdena Rannö, Södra Sandbäck och Ytterstberg. Bedömningen beaktar särskilt att vindpark Noatun Nord förutsätter tillämpning av skyddsåtgärder.

Övriga viktiga arter

I Natura 2000-området Rannö förekommer de i Natura-områdets datablankett som övriga viktiga arter nämnda fisktärna (A193), silvertärna (A193) och tordmule (A200). Den samlade bedömningen är att anläggning, drift och avveckling av Noatun Nord inte kommer ha en påverkan som på ett betydande sätt kan försvåra bevarandet av dessa fågelarter i området. Övriga Natura 2000-områden med höga fågelvärden är belägna på längre avstånd från Noatun Nord och bedöms därför inte bli påverkade.

En översikt av konsekvensbedömning för respektive Natura 2000-område redogörs för i Tabell 52.

Tabell 52. Bedömning av påverkan på utpekade värden inom närliggande Natura 2000-områden.

Område	Relevanta utpekade värden	Påverkan alternativ 1	Påverkan alternativ 2
Rannö	Skär och små öar i Östersjön (1620) är utpekad naturtyp. Gråsäl (1364), är en utpekad art. Övriga nämnda viktiga arter är fisktärna (A193), silvertärna (A194) och tordmule (A200).	Verksamheten kopplad till vindparken medför inte skada för de livsmiljöer som området avser att skydda och medför inte heller att de arter som området avser att skydda utsätts för en störning som på ett betydande sätt kan försvåra bevarandet av arterna inom området.	Verksamheten kopplad till vindparken medför inte skada för de livsmiljöer som området avser att skydda och medför inte heller att de arter som området avser att skydda utsätts för en störning som på ett betydande sätt kan försvåra bevarandet av arterna inom området.
Södra Sandbäck	Rev (1170) och Skär och små öar i Östersjön (1620) är utpekade naturtyper. Gråsäl (1364) är en utpekad art.	Verksamheten kopplad till vindparken medför inte skada för de livsmiljöer som området avser att skydda och medför inte heller att de arter som området avser att skydda utsätts för en störning som på ett betydande sätt kan försvåra bevarandet av arterna inom området.	Verksamheten kopplad till vindparken medför inte skada för de livsmiljöer som området avser att skydda och medför inte heller att de arter som området avser att skydda utsätts för en störning som på ett betydande sätt kan försvåra bevarandet av arterna inom området.
Ytterstberg	Skär och små öar i Östersjön (1620) är utpekad naturtyp. Gråsäl (1364) är en utpekad art.	Verksamheten kopplad till vindparken medför inte skada för de livsmiljöer som området avser att skydda och medför inte heller att de arter som området avser att skydda utsätts för en störning som på ett betydande sätt kan försvåra bevarandet av arterna inom området.	Verksamheten kopplad till vindparken medför inte skada för de livsmiljöer som området avser att skydda och medför inte heller att de arter som området avser att skydda utsätts för en störning som på ett betydande sätt kan försvåra bevarandet av arterna inom området.

9.9 Landskap, rekreation och friluftsliv

Samlad konsekvensbedömning

Påverkan från vindparken på landskap, rekreation och friluftsliv som utreds är visuell och bedöms huvudsakligen uppstå under driftsfas. Den visuella påverkan uppstår dels av vindkraftverkens avteckning mot horisontlinjen dagtid, dels av vindparkens hinderbelysning under skymning och natt. Inom analysområdet från den svenska sidan vid Gräsö och Grisslehamn, över till Åland och vidare till sydvästra Finland finns ett skiftande skärgårds-, kust- och inlandslandskap med många värden. Längst ute i skärgården med nära relation till det öppna havet i Bottenhavet finns ytterskärgården med små och spridda öar som bär på frilufts- och rekreationsvärden, samt natur- och kulturvärden.

I bilaga 13 presenteras tio landskapskaraktärer inom analysområdet (cirka 60 kilometer). Dessa har beskrivits samt en påverkansbedömning har tagits fram för respektive område. Landskapets känslighet inom respektive karaktärsområde har bedömts utifrån föreslagen etablering och dess geografiska placering med möjlig inverkan på landskapet. Påverkan och effekt i detta sammanhang handlar om de visuella förändringar som uppstår till följd av vindparken. Den visuella påverkan beskriver hur stor del av verken som kommer synas ovanför horisontlinjen, avståndet till verken och därmed den upplevda storleken på verken, mängden synliga vindkraftverk, samt utbredningen vid horisonten. För att göra en bedömning av effekten analyseras och beskrivs hur och i vilken grad vyer förändras till följd av vindparken.

För bedömning av konsekvens på landskap, rekreation och friluftsliv till följd av planerad vindpark tillämpas en sammanvägning av landskapets känslighet och effekterna av den visuella påverkan som vindparken innebär för respektive landskapskaraktär. Sammantaget bedöms landskapets känslighet inom det område som berörs av den planerade vindparken vara liten till måttlig. Påverkans storlek och omfattning bedöms under driftsfasen vara obetydlig till måttlig (negativ), vilket sammantaget innebär att vindpark Noatun Nord bedöms medföra försumbar till måttlig negativ konsekvens för landskap, rekreation och friluftsliv. Totalt har konsekvenser för fem karaktärsområden bedömts som försumbara medan konsekvensen för det karaktärsområde som ligger närmast vindparken bedömts som måttlig negativ. Resterande fyra områden har konsekvensen bedömts som mycket liten till liten negativ.

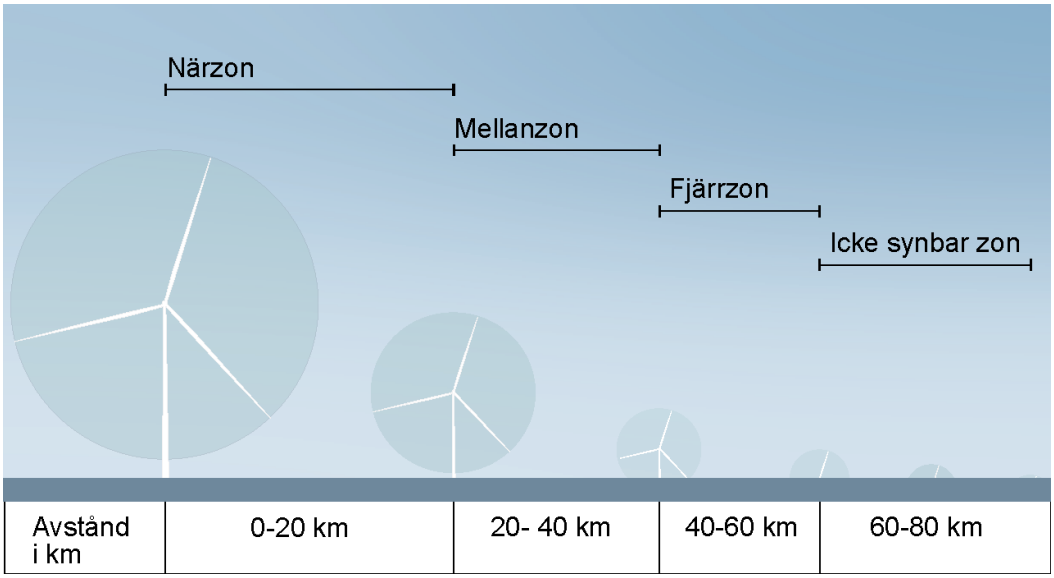
Detta avsnitt redogör för konsekvenserna för landskap, rekreation och friluftsliv. En landskapsanalys har utförts i syfte att klargöra den visuella påverkan på landskapet och dess värden, se bilaga 13. För framtaget visuellt bedömningsmaterial såsom fotomontage, fotopunktskarta samt synbarhetsanalys (ZVI/ZTV) hänvisas läsaren till bilaga 13 samt bilaga 14. Skymnings- och nattmontage för hinderbelysningens synlighet finns i bilaga 14a. Skymnings- och nattanimeringar från Havsvidden sett finns i bilaga 14b. Animeringarna visar flyghinderbelysningens visuella effekt från den roterande rotorn.

9.9.1 Förutsättningar

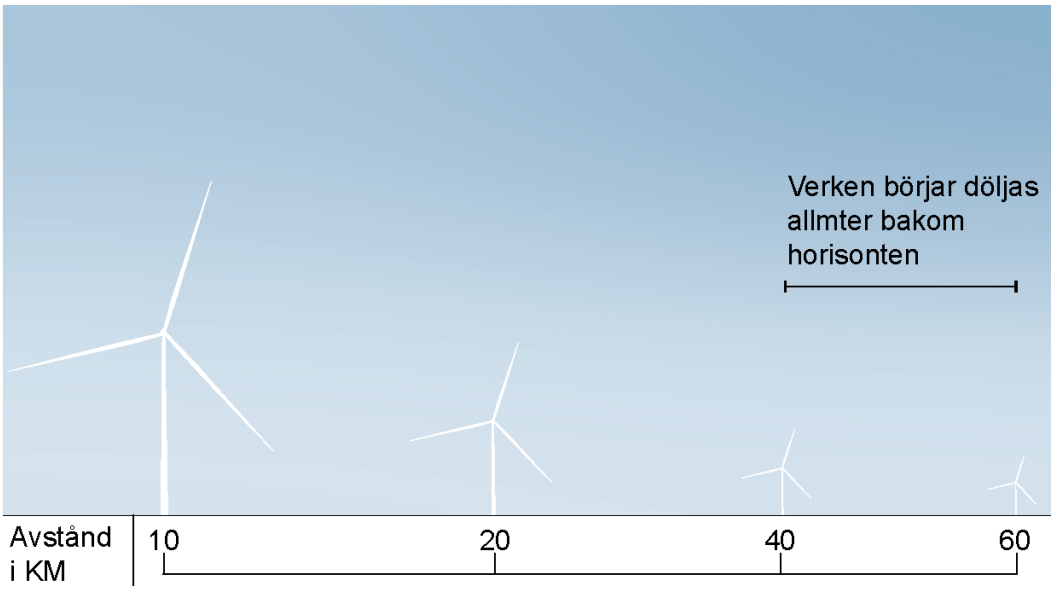
9.9.1.1 Förutsättningar för visuell påverkan

Vilken visuell påverkan som uppstår till följd av havsbaserad vindkraft beror bland annat på verkens storlek, antal verk som syns i betraktelseriktningen, parkens utformning, ljusförhållanden, siktförhållanden, betraktningsavstånd samt tidpunkt på dygnet. En faktor som har stor betydelse för synbarheten och i vilken utsträckning som ett objekt kan uppfattas är det geografiska avståndet mellan karaktärsområdet och vindparken. Fyra avståndszoner presenteras i bilaga 13 för att beskriva vindparkens synbarhet från olika avstånd, dessa är; *Närzon* (0–20 kilometer), *Mellanzon* (20–40 kilometer), *Fjärrzon* (40–60 kilometer) samt *Icke synbar zon* (60–80 kilometer).

Med ett ökat avstånd avtar synbarheten som bland annat påverkas av fysikaliska faktorer såsom jordens krökning samt ögats förmåga att se på långa avstånd. Jordens krökning gör att objekt kommer att döljas bakom horisonten på längre avstånd. Detta fenomen är särskilt märkbart vid havet eller stora slätter. Det innebär att det som teoretiskt kan observeras efter cirka 60–80 kilometer möjligen är några meter av rotorbladens spets, se Figur 52. Det går att teoretiskt räkna ut hur långt bort hinderbelysningen kan ses innan maskinhuset (där hinderbelysning är placerad) döljs bakom horisonten. För alternativ 1 med totalhöjd på 268 m, skulle hinderbelysningen teoretiskt synas upptill cirka 50 kilometer. För alternativ 2 med totalhöjd på 420 m, skulle hinderbelysningen teoretiskt synas upptill cirka 60 kilometer. Synbarheten av verken avtar dock redan på kortare avstånd på grund av fysikaliska faktorer såsom ögats förmåga att se små objekt på långa avstånd. För att ögat ska kunna uppfatta ett objekt på långt håll måste det uppta en viss vinkel i synfältet. Ju mindre objektet är, eller ju längre bort det är, desto svårare blir det för ögat att upptäcka det på grund av begränsningarna i ögats upplösningsförmåga och den resulterande vinkelstorleken. Detta fenomen illustrerar varför små objekt på stora avstånd kan vara svåra att uppfatta, se Figur 53 som illustrerar detta.



Figur 52. Vindkraftdiagram som redovisar avståndszoner och verkens synlighet ovanför horisonten som motsvarar verk med totalhöjd 420 meter som i exempelalternativ 2. Källa: AFRY.

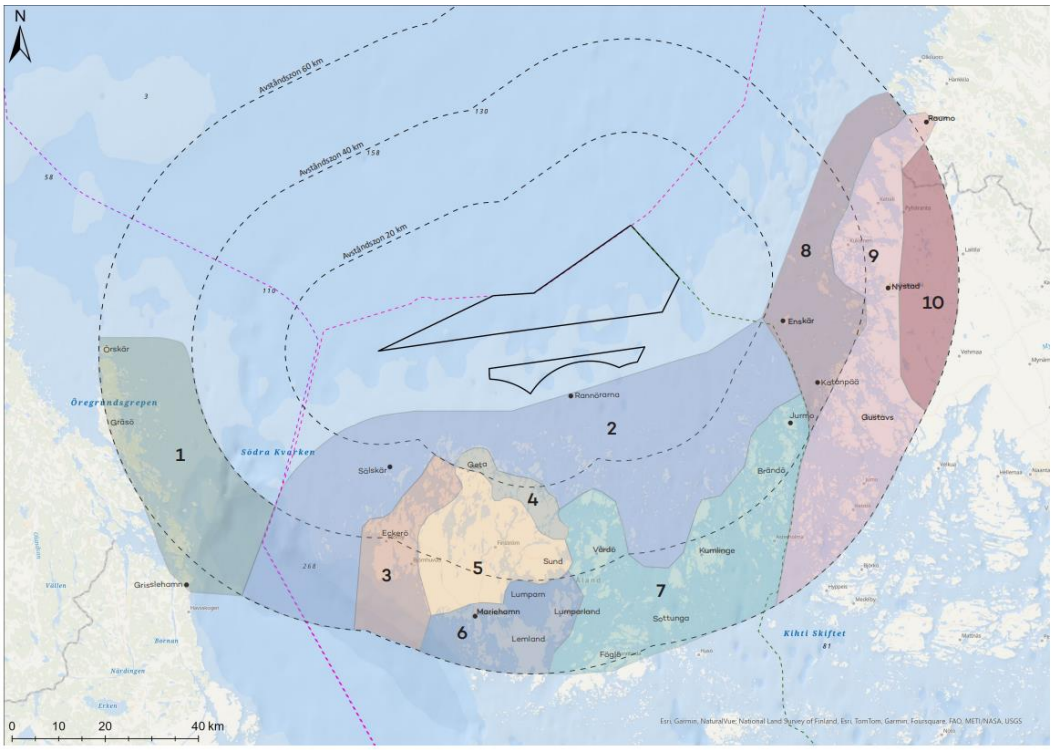


Figur 53. Illustration som illustrerar hur verken upplevs bli mindre och svårare att urskilja ju större avståndet blir. Exempel visar verk med en totalhöjd på 420 m. Jordens krökning med horisontlinje redovisas ej i denna figur. Källa: AFRY.

Utöver ovannämnda faktorer påverkar även meteorologiska förhållanden och siktmöjligheten till synbarheten av parken. En annan faktor som påverkar hur verken uppfattas eller upplevs beror på betraktarens inställning. Människors upplevelse av den förändrade visuella vyn från land kan variera och vara beroende av den subjektiva inställningen till vindkraft.

9.9.1.2 Landskapskaraktärer

I bilaga 13 *Landskapsanalys Noatun Nord*, innefattas ett analysområde runt vindparken på cirka 60 kilometer och inkluderar Sveriges östra kust, Åland samt en del av Finlands sydvästra kust. Inom analysområdet har tio landskapskaraktärer identifierats utifrån relevant skala för bedömning, se Figur 54 för geografisk utsträckning av respektive landskapskaraktär. Karaktäriseringen har gjorts utifrån landskapets egenskaper men också utifrån dess funktion och människors nyttjande av landskapet för rekreation och friluftsliv.



Figur 54. Karta som visar de tio landskapskaraktärsområdena med geografisk utsträckning.

Vidare följer korta beskrivningar utifrån de identifierade nyckelkaraktärerna inom respektive landskapskaraktär. Se bilaga 13 för mer utförliga beskrivningstexter för respektive karaktärsområde.

Karaktärsområde 1 - Småbrutet skärgårdslandskap vid Roslagskusten mellan Gräsö östra skärgård och Grisslehamn

Närmaste avstånd från parken till land inom karaktärsområdet är cirka 50 kilometer. Karaktärsområdet kännetecknas av ett småbrutet kust- och skärgårdslandskap som har sprickdalsliknande skärgård. Det är ett småskaligt landskap med landskapsrum som växlar från öppna odlingsdalar till slutna skogsområden i de inre delarna av karaktärsområdet. Bebyggelsen är ålderdomlig med flertalet gårdar, vissa placerade i byform, eller som ensamliggande gårdar. Landskapet och bebyggelsen har en stark historisk koppling till småjordbruk och fiske.

Karaktärsområde 2 - Mosaikartad ytterskärgård längs Ålands västra, norra och östra kust

Närmaste avstånd från parken till karaktärsområdet (närmsta ö) Rannörarna, är cirka 7 kilometer, medan avståndet till fasta Åland och kustzonen är cirka 20 kilometer. Karaktärsområdet kännetecknas av ett småbrutet yttre skärgårdslandskap med kustzon på fasta Åland, där havet är dominerande och det förekommer många utblickar mot det storskaliga havslandskapet. Öarna i skärgårdslandskapet är låga, små och utspridda, de förekommer ofta i grupper eller i rader. Öarna upplevs som orörda eller tidlösa med en högre andel klippinslag snarare än vegetation, vilket gör dem karga och bitvis kala. Bebyggelsen är ålderdomlig med fiskehemman, sjövisten, fisketorp på enskilda och avskilda öar, som har en tydlig koppling till havet. Fyrar och fiskefyrar utgör landmärken i landskapet.

Karaktärsområde 3 - Småkuperat skogslandskap med inslag av mindre våtmarkskomplex vid Eckerö och Ålands västra mellanskärgård

Närmaste avstånd från parken till land inom karaktärsområdet är cirka 20–30 kilometer. Karaktärsområdet kännetecknas av större områden med slutet skogslandskap, där det förekommer inslag av småbrutet odlingslandskap och våtmarkskomplex med höga naturvärden. Det finns också partier av mellanskärgård med större skogbeklädda öar och kala berghällar, varemellan det finns fjärdar. Inom karaktärsområdet finns kommunikationspunkt Berghamn, varifrån Eckerö Linjen trafikerar den kortaste vägen över Ålands hav till Sverige (Grisslehamn). Bebyggelsen är varierad med inslag av äldre traditionell gårdsbebyggelse, fritidshusområden, campingar och åländska båthus.

Karaktärsområde 4 - Kuperat berg- och skogslandskap från Geta till Långbergen

Närmaste avstånd från parken till land inom karaktärsområdet är cirka 20 kilometer. Karaktärsområdet kännetecknas av ett storkuperat skogslandskap med tydlig terräng och där partier med berg i dagen (röd rapakivigranit) växlas med barrskog och karg tallskog på berg. Skogslandskapet är halvslutet och från utsiktsplatser på de högsta bergspartierna går det att få tydliga och fria utblickar mot Bottenhavet utanför Ålands norra kust. Bebyggelsen består främst av fritidshus, placerade spritt inom området. Utsiktspunkter, grottor, kulturlämningar och platser för klättring är besöksmål och vandring samt cykling är friluftsaktiviteter.

Karaktärsområde 5 - Småkuperat mosaik- och kulturlandskap runtom centrala Ålands innerskärgård

Närmaste avstånd från parken till land inom karaktärsområdet är cirka 20 kilometer. Karaktärsområdet kännetecknas av ett lätt böljande till flackt mosaiklandskap med starka kulturella inslag av jordbruk. Det finns även många historiska platser och historiska lämningar som slott, fästningsruiner och kulturlandskap vid Sund. Landskapet är småskaligt och landskapsbilden varierande med halvlånga siktlinjer som bryts av den omgivande skogsvegetationen i mosaiklandskapet. I de inre delarna av karaktärsområdet är kopplingen till havet och den yttre skärgården begränsad, innanfjärdarna är det tydliga vattenelementet. Bebyggelsen består främst av äldre traditionell gårdsbebyggelse, bebyggelsen är samlad i byar eller som ensamgårdar.

Karaktärsområde 6 - Innerskärgårdslandskap på södra Åland vid Lumparn, från Mariehamn till Lumparland

Närmaste avstånd från parken till land inom karaktärsområdet är cirka 40 kilometer. Karaktärsområdet kännetecknas av ett småkuperat mosaiklandskap en stor andel kulturella inslag, speciellt i jordbruksområden och nära innerskärgårdens kuststräckor. Det är ett växlande landskap med odlingslandskap mellan större partier med tät skog och mindre vattenområden. Bebyggelsen är samlad i byar eller som ensamgårdar och placerad tätare i knutpunkter samt glesare längsmed kommunikationsstråk. Utanför Mariehamn finns äldre traditionell gårdsbebyggelse, som skeppargårdar, och i Mariehamn med omnejd finns modernare stadsmässig och tydligt planlagd bebyggelse i rutmönster.

Karaktärsområde 7 - Låglänt mosaik- och skärgårdslandskap i Ålands östra skärgård från Vårdö, Föglö och upp till Brändö

Närmaste avstånd från parken till land inom karaktärsområdet är cirka 25 kilometer. Karaktärsområdet kännetecknas av ett mosaikartat skärgårdslandskap av mellanskärgårdstyp med större bebodda öar omgärdade av mindre öar, grund och holmar. Det riktar sig åt nordöst och har en relation till fasta Åland. Öarna har mångsidig natur och flertal kulturmiljöer som vittnar om tidigare brukande. På de större öarna finns ett småskaligt odlingslandskap som omges av partier med skogsmark. På de mindre öarna finns uppvuxen vegetation växelvis med klipphällar. Bebyggelsen är samlad i mindre byar samt ensamgårdar omgivna av odlingslandskap samt belägna i fiskelägen eller hamnlägen. Finns även kyrkor som agerar landmärken på de större öarna.

Karaktärsområde 8 - Mosaikartad ytterskärgård från Raumo till Gustavs

Närmaste avstånd från parken till karaktärsområdet, närmsta större landområde, ön Enskär, är cirka 24 kilometer. Karaktärsområdet kännetecknas av ett havsdominerat yttre skärgårdslandskap, med mindre utspridda öar. Öarna riktar sig åt väster. Öarna är ålderdomliga öar med mångsidig natur (hög biologisk mångfald) och har ett småskaligt landskap som omgärdas av det mer storskaliga havslandskapet. Karaktärsområdet innefattar även område för nationalparken Bottenhavets nationalpark. Bebyggelsen är funktionsmässig med fyrar, båkar och militäranläggningar, vilka också fungerar som landmärken.

Karaktärsområde 9 - Mellanskärgårdslandskap längs sydvästra Finland, från Raumo till Gustavs i Åbolands skärgård med omnejd

Närmaste avstånd från parken till land inom karaktärsområdet är cirka 30 kilometer. Karaktärsområdet kännetecknas av ett mosaikartat mellanskärgårdslandskap med större sammanhängande skogbeklädda öar och flikig kust omgärdade av mindre öar, kobbar och holmar. Det finns en geografisk riktning åt nordväst till sydost med tydlig relation till kusten. Öarna och kustbandet i karaktärsområdet är ålderdomliga och har ett småskaligt landskap som möter ett inre havslandskap med mindre rumsligheter. Bebyggelsen är varierande, kuststäderna Raumo och Nystad har en stark koppling till havet och mindre byar ligger i skyddade lägen, som vikar och har utblickar mot kustens farleder.

Karaktärsområde 10 - Flackt mosaiklandskap i sydvästra Finland, från Tövsala till Raumo

Närmaste avstånd från parken till land inom karaktärsområdet är cirka 50 kilometer. Karaktärsområdet kännetecknas av ett låglänt mosaiklandskap där större skogspartier (barrskog och blandskog) definierar landskapsrummen i större odlingslandskap. Bebyggelsen består främst av ensamliggande gårdar och mindre byar (på lägre höjdpartier) belägna längs äldre kommunikationsstråk.

9.9.2 Konsekvenser

Eftersom ingen fysisk påverkan på bedömda karaktärsområden uppstår, är det effekten till följd av den visuella påverkan som vindparken kan medföra som bedöms. För bedömning av konsekvenser på landskap, rekreation och friluftsliv till följd av den planerade vindparken tillämpas en sammanvägning av respektive landskapskaraktärs

känslighet och effekterna av den visuella påverkan som parken innebär för respektive landskapskaraktär. Påverkan är reversibel eftersom vindparken kommer att monteras ned efter vindkraftverkens driftstid, vilken bedöms uppgå till cirka 40–45 år.

9.9.2.1 Nollalternativ

Nollalternativet innebär att den ansökta verksamheten för vindpark Noatun Nord inte kommer till stånd. Därmed kommer det inte att uppkomma någon effekt av visuell påverkan till följd av vindparken, varken positiv eller negativ. Siktlinjen mot horisonten inom karaktärsområdena kommer inte påverkas av vindpark Noatun Nord och rekreation och friluftsliv fortsätter enligt samma förutsättningar som idag.

Inom nollalternativet kan dock andra havsbaserade vindparker i närliggande områden fortsatt komma till stånd varför förutsättningarna för rekreation och friluftsliv ändock kan komma att utsättas för visuell påverkan. I vilken utsträckning påverkan uppstår för rekreation och friluftsliv beror på såväl lokalisering som höjd på vindkraftverken.

9.9.2.2 Anläggningsfas

Under anläggningsfasen är det sannolikt svårt att från land urskilja de båtar, pråmar med mera som arbetar i projektområdet. Däremot ökar den visuella påverkan på landskapet allt eftersom anläggningen av vindkraftverken successivt byggs, dock blir den visuella påverkan marginell i detta skede.

Slutsats

Sammantaget bedöms landskapets känslighet inom det område som berörs av den planerade vindparken vara liten till måttlig. Påverkans storlek och omfattning bedöms under anläggningsfasen vara obetydlig till liten negativ, vilket sammantaget innebär försumbar till liten negativ konsekvens jämfört med nollalternativet, se Tabell 53.

Tabell 53. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende landskap, rekreation och friluftsliv under anläggningsfasen.

Visuell påverkan/ karaktärsområde	Landskapets känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Karaktärsområde 1	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Karaktärsområde 2	Måttlig	Liten negativ	Liten negativ	Liten negativ	Liten negativ
Karaktärsområde 3	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Karaktärsområde 4	Måttlig	Liten negativ	Liten negativ	Liten negativ	Liten negativ
Karaktärsområde 5	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Karaktärsområde 6	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Karaktärsområde 7	Måttlig	Liten negativ	Liten negativ	Liten negativ	Liten negativ
Karaktärsområde 8	Måttlig	Liten negativ	Liten negativ	Liten negativ	Liten negativ
Karaktärsområde 9	Liten	Liten negativ	Mycket liten negativ	Liten negativ	Mycket liten negativ
Karaktärsområde 10	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar

9.9.2.3 Driftsfas

Karaktärsområde 1. Småbrutet skärgårdslandskap vid Roslagskusten mellan Gräsö östra skärgård och Grisslehamn

Karaktärsområdet bedöms ha en liten känslighet för visuell förändring från föreslagen etablering, eftersom karaktärsområdet befinner sig på ett betydande avstånd från föreslagen etablering. Inom karaktärsområdet finns ett låglänt skärgårdslandskap med mindre landskapsrum på de större öarna som är känsliga för högre vertikala objekt som vindkraftverk, som kan kontrastera i skala och tidssamband. Inom karaktärsområdet bedöms effekten av den visuella påverkan bli obetydlig för respektive exempelalternativ 1 och 2. Det är främst parkens geografiska placering samt betydande stora avstånd från Sveriges östra kust som bidrar till att vindparken knappt kommer kunna synas från karaktärsområdet, då den döljs bakom horisonten på grund av jordens krökning och den visuella påverkan blir därmed begränsad. Konsekvensen för karaktärsområde 1 bedöms som försumbar. Parken riskerar marginellt till inte alls att påverka landskapets känslighet med en relativt oexploaterad skärgård, då den visuella påverkan är begränsad på grund av det större avståndet från parken. Ljusbilden under skymning och nattetid kommer marginellt att påverkas från parken. Områdets funktion för friluftsliv och rekreation med utblick över den fria horisonten blir marginellt till ej påverkad med inslaget av vindparken.

Karaktärsområde 2. Mosaikartad ytterskärgård längs Ålands västra, norra och östra kust

Karaktärsområdet bedöms ha en måttlig känslighet för visuell förändring från föreslagen etablering, eftersom landskapets låglänta form skapar långa siktlinjer mot parken och landskapets uttryck som oexploaterad skärgårdsmiljö med låg förändringstakt är känslig för kontrastverkan. Inom karaktärsområdet bedöms effekten av den visuella påverkan bli måttlig (negativ) för respektive exempelalternativ 1 och 2. Det är avståndet och utblickarna från kusten som är i riktning mot projektområdets södra långsida som har en större visuell påverkan. Det är främst inom den norra ytterskärgården vid norra Åland som större delen av verken syns ovanför horisonten och kan upplevas i större kluster. Det kortare avståndet till parken från utblickarna bidrar till att verkens skala kontrasterar mot de annars omkringliggande lägre och vegetationsfattiga skären och öarna. I flertal utblickar i nordlig riktning kommer vindparken bryta horisontlinjen över större avsnitt. Detta då verken upptar en större del av horisontlinjen som tidigare varit obruten eller innehållit vyer med landmärken som fyrar. Konsekvensen för karaktärsområde 2 bedöms som måttlig. Parken blir ett nytt modernt inslag i den oexploaterade skärgårdsmiljön och förändrar upplevelsen av en fri obruten horisont samt ljusbilden under skymning och nattetid. Områdets funktion för friluftsliv och rekreation med utblick över den fria horisonten påverkas med inslaget av vindparken i horisonten.

Karaktärsområde 3. Småkuperat skogslandskap med inslag av mindre våtmarkskomplex vid Eckerö och Ålands västra mellanskärgård

Karaktärsområdet bedöms ha en liten känslighet för visuell förändring från föreslagen etablering, eftersom områdets slutna skogslandskap samt större skogbeklädda öar i mellanskärgården döljer utblickar mot ytterskärgård och hav. Inom karaktärsområdet bedöms effekten av den visuella påverkan bli obetydlig för respektive

exempelalternativ 1 och 2. Det är områdets slutna karaktär samt riktningen mot parken som begränsar effekten av den visuella påverkan. Flertal utblickar i väst mot öppet hav hålls fria, då parken ligger norr om området där högre vegetation på Eckerö samt omkringliggande skogbeklädda öar döljer parken. Konsekvensen för karaktärsområde 3 bedöms som försumbar. Parken riskerar att marginellt påverka landskapets känslighet på grund av begränsad visuell påverkan. Naturmiljöer inom området riskerar att inte visuellt påverkas av verken och upplevelsen av orörd natur för friluftsliv kvarstår. Ljusbilden under skymning och nattetid kommer marginellt att påverkas från parken. Områdets funktion för friluftsliv och rekreation med utblick över den fria horisonten blir begränsat påverkad med inslaget av vindparken.

Karaktärsområde 4. Kuperat berg- och skogslandskap från Geta till Långbergen

Karaktärsområdet bedöms ha en måttlig känslighet för visuell förändring från föreslagen etablering, eftersom landskapets höglänta- och kuperade form skapar långa siktlinjer mot ytterskärgård och horisont. Området innehar även naturmiljöer som upplevs orörda och som nyttjas för rekreation och friluftsliv och där vindkraftverk kan upplevas stå i kontrast mot dessa. Inom karaktärsområdet bedöms effekten av den visuella påverkan bli liten (negativ) för respektive exempelalternativ 1 och 2. Det är områdets högre topografi med utsiktspunkter mot ytterskärgård och hav som visuellt påverkas av parken där den kan upplevas stå i kontrast mot den omgivande orörda naturen som ofta är ett besöksmål i detta område. Dock upplevs verken som relativt små i skala på grund av avståndet. Hinderbelysningen upplevs som ett mindre ljuskluster, främst vid skymning med vita blinkande ljus som förändrar ljusbilden mot horisonten. Konsekvensen för karaktärsområde 4 bedöms som liten. Parken påverkar utblickar från besökta utsiktspunkter (besöksmål) inom området men bedöms ha en liten påverkan på upplevelsen och landskapets känslighet. Områdets funktion för friluftsliv och rekreation med utblick över den fria horisonten blir marginellt till lite påverkat med inslaget av vindparken.

Karaktärsområde 5. Småkuperat mosaik- och kulturlandskap runtom centrala Ålands innerskärgård

Karaktärsområdet bedöms ha en liten känslighet för visuell förändring från föreslagen etablering, eftersom området ligger längre in mot land och saknar en direkt kontakt mot ytterskärgården och det större havslandskapet. Kontakt med innerskärgård och kust sker inom områdets flikiga innerfjärdar samt kusten mot Vårdö och Prästö. Inom karaktärsområdet bedöms effekten av den visuella påverkan bli obetydlig för respektive exempelalternativ 1 och 2. Det är avståndet och begränsade utblickar och visuell koppling mot ytterskärgård och hav som bidrar till att den visuella påverkan blir begränsad. Effekten av den visuella påverkan på odlingsmarkerna samt innerfjärdar inom mosaiklandskapet bedöms vara begränsade då det ej riskerar kontrastera med skala, orienterbarhet samt områdets kulturmiljöer. Konsekvensen för karaktärsområde 5 bedöms som försumbar. Vindparken riskerar ej att påverka områdets höga natur- och kulturmiljöer och viktiga besöksmål för rekreation och friluftsliv. Områdets funktion för friluftsliv och rekreation med utblick över den fria horisonten påverkas ej med inslaget av vindparken vid horisonten.

Karaktärsområde 6. Innerskärgårdslandskap på södra Åland vid Lumparn, från Mariehamn till Lumparland

Karaktärsområdet bedöms ha en liten känslighet för visuell förändring från föreslagen etablering, eftersom stora skogspartier, närliggande kuststräckor samt yttre belägna öar begränsar siktlinjer mot parken. Området ligger på södra fasta Åland och saknar även en direkt kontakt med norra ytterskärgården och vindparkens geografiska placering. Natur-, kultur, och visuella värden för friluftsliv har inga kopplingar till norra ytterskärgården och horisonten. Inom karaktärsområdet bedöms effekten av den visuella påverkan bli obetydlig för respektive exempelalternativ 1 och 2. Karaktärsområdet ligger på ett betydande avstånd från parken och större landmassa med högre topografi döljer utblickar mot skärgården. Då det till stor del saknas utblickar mot parken inom karaktärsområdet blir det ingen visuell påverkan från parkens hinderbelysning. Konsekvensen för karaktärsområde 6 bedöms som försumbar. Parken bedöms inte stå i kontrast mot karaktärsområdets skala, orienterbarhet samt områdets kulturmiljöer. Områdets funktion för friluftsliv och rekreation med utblick över den fria horisonten påverkas ej med inslaget av vindparken vid horisonten.

Karaktärsområde 7. Låglänt mosaik- och skärgårdslandskap i Ålands östra skärgård från Vårdö, Föglö och upp till Brändö

Karaktärsområdet bedöms ha en måttlig känslighet för visuell förändring från föreslagen etablering. Landskapets låglänta form med en mosaikartad mellanskärgård ger siktlinjer mot parken samt att landskapets uttryck som oexploaterad skärgårdsmiljö med låg förändringstakt är känslig för dominerande inslag. De större öarna i mellanskärgården kännetecknas dock av högre uppvuxen vegetation och av att de omges av mindre öar, vilket gör att horisonten bryts i många utblickar. De mindre öarna är känsligare än de större öarna, då dessa ligger närmare parken och horisontlinjen inte bryts lika ofta. Natur-, kultur-, och visuella värden för friluftsliv har starka kopplingar till det omgivande havet. Inom karaktärsområdet bedöms effekten av den visuella påverkan bli liten (negativ) för respektive exempelalternativ 1 och 2. Det är avståndet och utblickarna från norra kustzoner och öar i riktning mot projektområdets södra långsida som har en visuell påverkan. Från högre punkter (som utsiktstorn) i direkt nordlig riktning mot parken kan en stor del av parken uppfattas ovanför trädtopparna. Konsekvensen för karaktärsområde 7 bedöms som liten. Parken bedöms ha en begränsad visuell påverkan och genom avstånden bedöms inte verken kontrastera mot den mosaikartade skärgården. Områdets funktion för friluftsliv och rekreation med utblick över den fria horisonten påverkas med inslaget av vindparken i horisonten.

Karaktärsområde 8. Mosaikartad ytterskärgård från Raumo till Gustavs

Karaktärsområdet bedöms ha en måttlig känslighet för visuell förändring från föreslagen etablering, eftersom landskapets låglänta form skapar långa siktlinjer mot parken och landskapets uttryck som oexploaterad skärgårdsmiljö med låg förändringstakt är känslig för kontrastverkan. Natur-, kultur-, och visuella värden för friluftsliv har kopplingar till havet och horisonten, vilket gör det känsligt för förändringar i landskapsbilden. En betydande del av karaktärsområdet ingår i Bottenhavets nationalpark.

Inom karaktärsområdet bedöms effekten av den visuella påverkan bli liten (negativ) för respektive exempelalternativ 1 och 2. Det är avståndet och utblickarna från kusten som

är i riktning mot projektområdets västra kortsida som har en större visuell påverkan. Det är främst inom den östra ytterskärgården som flertalet verk syns ovanför horisonten och kan ses som två tydliga grupper vid horisonten. De två tydliga grupperingarna bidrar till att parken upplevs mer samlad och därmed kontrasterar mindre med det mönster som syns i landskapet med spridda öar. Konsekvensen för karaktärsområde 8 bedöms som liten. Parken blir ett nytt modernt inslag i den oexploaterade skärgårdsmiljön och förändrar upplevelsen av en fri obruten horisont samt ljusbilden under skymning och nattetid.

Karaktärsområde 9. Mellanskärgårdslandskap längs sydvästra Finland, från Raumo till Gustavs i Åbolands skärgård med omnejd

Karaktärsområdet bedöms ha en liten känslighet för visuell förändring från föreslagen etablering, eftersom mellanskärgården och kuststräckan kännetecknas av högre uppvuxen vegetation och utspridda öar, vilket gör att havshorisonten bryts på flertalet ställen i många utblickar. På kuststräckan ligger även kuststäderna Raumo och Nystad, som har starka kopplingar till havet. Mellanskärgården är känsligare än kuststräckan då denna ligger närmare parken och horisontlinjen inte bryts lika ofta. Inom karaktärsområdet bedöms effekten av den visuella påverkan bli liten (negativ) för respektive exempelalternativ 1 och 2. Det är avståndet och utblickarna som är i riktning mot projektområdets östra kortsida och hörn som har en visuell påverkan. Den skogbeklädda mellanskärgården och kuststräckan gör att det endast skapas möjlighet för långa siktlinjer mot havet på platser som är fria från högre vegetation eller som ligger med fri sikt emellan öar. Utblickar mot parken är i västlig riktning, utblickar i andra väderstreck hålls fria från visuell påverkan. Konsekvensen för karaktärsområde 9 bedöms som mycket liten. Avståndet i kombination med den uppvuxna vegetationen gör att parken inte bedöms stå i kontrast mot karaktärsområdets natur-, kultur-, och visuella värden för friluftsliv.

Karaktärsområde 10. Flackt mosaiklandskap i sydvästra Finland, från Tövsala till Raumo

Karaktärsområdet bedöms ha en liten känslighet för visuell förändring från föreslagen etablering, eftersom området ligger längre in mot land och saknar en direkt kontakt med havet. Stora skogspartier begränsar siktlinjer mot havet i väster, vilket gör att det förekommer väldigt få utblickar mot en obruten horisont. Visuella värden för natur- och kulturmiljö med koppling till friluftsliv har inget samband med havet och horisonten. Inom karaktärsområdet bedöms effekten av den visuella påverkan bli obetydlig för respektive exempelalternativ 1 och 2. Det finns ett stort avstånd till parken och skogsområden bryter siktlinjerna mot horisonten. Karaktärområdet saknar även visuell koppling till havet i större delar av karaktärsområdet, då det räknas som inland. Konsekvensen för karaktärsområde 10 bedöms som försumbar. Avståndet i kombination med den uppvuxna vegetationen och frånvaron av en koppling mot havet och horisonten gör att parken inte bedöms stå i kontrast mot karaktärsområdets natur-, kultur-, och visuella värden för friluftsliv.

Slutsats

Sammantaget bedöms landskapets känslighet inom det område som berörs av den planerade vindparken vara liten till måttlig. Påverkans storlek och omfattning bedöms

under driftsfasen vara obetydlig till måttlig (negativ), vilket sammantaget innebär försumbar till måttlig negativ konsekvens jämfört med nollalternativet, se Tabell 54.

Tabell 54. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende landskap, rekreation och friluftsliv under driftsfasen.

Visuell påverkan/ karaktärsområde	Landskapets känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Karaktärsområde 1	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Karaktärsområde 2	Måttlig	Måttlig negativ	Måttlig negativ	Måttlig negativ	Måttlig negativ
Karaktärsområde 3	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Karaktärsområde 4	Måttlig	Liten negativ	Liten negativ	Liten negativ	Liten negativ
Karaktärsområde 5	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Karaktärsområde 6	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Karaktärsområde 7	Måttlig	Liten negativ	Liten negativ	Liten negativ	Liten negativ
Karaktärsområde 8	Måttlig	Liten negativ	Liten negativ	Liten negativ	Liten negativ
Karaktärsområde 9	Liten	Liten negativ	Mycket liten negativ	Liten negativ	Mycket liten negativ
Karaktärsområde 10	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar

9.9.2.4 Avvecklingsfas

Under avvecklingsfasen går det sannolikt inte att från land urskilja de båtar, pråmar med mera som arbetar i projektområdet. Emellertid minskar påverkan på landskapsanalysens karaktärsområden allt eftersom anläggningen av vindkraftverken successivt monteras ned och tas bort. Även påverkan från hinderbelysningen kommer successivt att minska.

Slutsats

Sammantaget bedöms landskapets känslighet inom det område som berörs av den planerade vindparken vara liten till måttlig. Påverkans storlek och omfattning bedöms under avvecklingsfasen vara liten (negativ) till obetydlig, vilket sammantaget innebär försumbar till liten negativ konsekvens jämfört med nollalternativet, se Tabell 55.

Tabell 55. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende landskap, rekreation och friluftsliv under avvecklingsfasen.

Visuell påverkan/ karaktärsområde	Landskapets känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Karaktärsområde 1	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Karaktärsområde 2	Måttlig	Liten negativ	Liten negativ	Liten negativ	Liten negativ
Karaktärsområde 3	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Karaktärsområde 4	Måttlig	Liten negativ	Liten negativ	Liten negativ	Liten negativ
Karaktärsområde 5	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Karaktärsområde 6	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar
Karaktärsområde 7	Måttlig	Liten negativ	Liten negativ	Liten negativ	Liten negativ
Karaktärsområde 8	Måttlig	Liten negativ	Liten negativ	Liten negativ	Liten negativ
Karaktärsområde 9	Liten	Liten negativ	Mycket liten negativ	Liten negativ	Mycket liten negativ
Karaktärsområde 10	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar

9.10 Kulturmiljö

Samlad konsekvensbedömning

En kulturmiljöutredning har genomförts 2024-2025 av AFRY i syfte att utreda vilken påverkan den planerade vindparken Noatun Nord kan ha på kulturhistoriska objekt och kulturmiljöer på Åland, i Finland och i Sverige, se Bilaga 15. De kulturhistoriska värdena utgörs av fornlämningar, kyrkor, kulturhistoriskt värdefull bebyggelse samt kulturhistoriska miljöer.

Med ökat avstånd avtar synbarheten som bland annat påverkas av fysikaliska faktorer, såsom jordens krökning, samt ögats förmåga att se på långa avstånd. Detta tillsammans med att det endast uppstår en visuell påverkan, inte en fysisk, och att den historiska läsbarheten hos kulturmiljöobjekt och kulturmiljöer inklusive fornlämningar och byggnadsminnen kvarstår gör att påverkan på kulturmiljöerna bedöms bli som högst liten negativ, särskilt för vissa kulturmiljöer på Åland och några fornlämningar i Finland. Konsekvenserna för kulturhistoriska värden i Sverige bedöms vara försumbar.

Påverkan från vindparken på kulturmiljöer som utreds är av visuell karaktär. Bedömning av kulturmiljöer och enskilda kulturobjekt ska ligga till grund för kulturmiljöernas känslighet och tålighet, vilka kan variera beroende på kategori och antal. Med utgångspunkt från känslighet och tålighet är det möjligt att bedöma hur åtgärden påverkar kulturmiljön och vilka effekterna och konsekvenserna därmed blir.

I anläggningsfasen kan installationsfartyg med lyftkranar komma att tillfälligt påverka områdets kulturmiljövärden visuellt. Konsekvensen bedöms bli försumbar under anläggningsfasen gällande kulturmiljöer.

Avvecklingsfasen kommer att ha visuell påverkan på kulturmiljöer. Denna konsekvens är lik den i anläggningsfasen och bedöms bli försumbar för kulturmiljöer.

Detta avsnitt redogör för konsekvenserna för kulturmiljö. En utredning har gjorts i syfte att utvärdera påverkan av vindkraftverk på åländska, finska och svenska kulturmiljövärden, se bilaga 15. En faktor som har stor betydelse för synbarheten och uppfattningen av ett objekt är avståndet. Med ökat avstånd avtar synbarheten som bland annat påverkas av fysikaliska faktorer såsom jordens krökning samt ögats förmåga att se på långa avstånd. Vidare har väderförhållanden, det vill säga sikt, avgörande betydelse för i vilken omfattning vindkraftverken är synliga. Dessa faktorer minskar vanligtvis synligheten av vindparken märkbart.

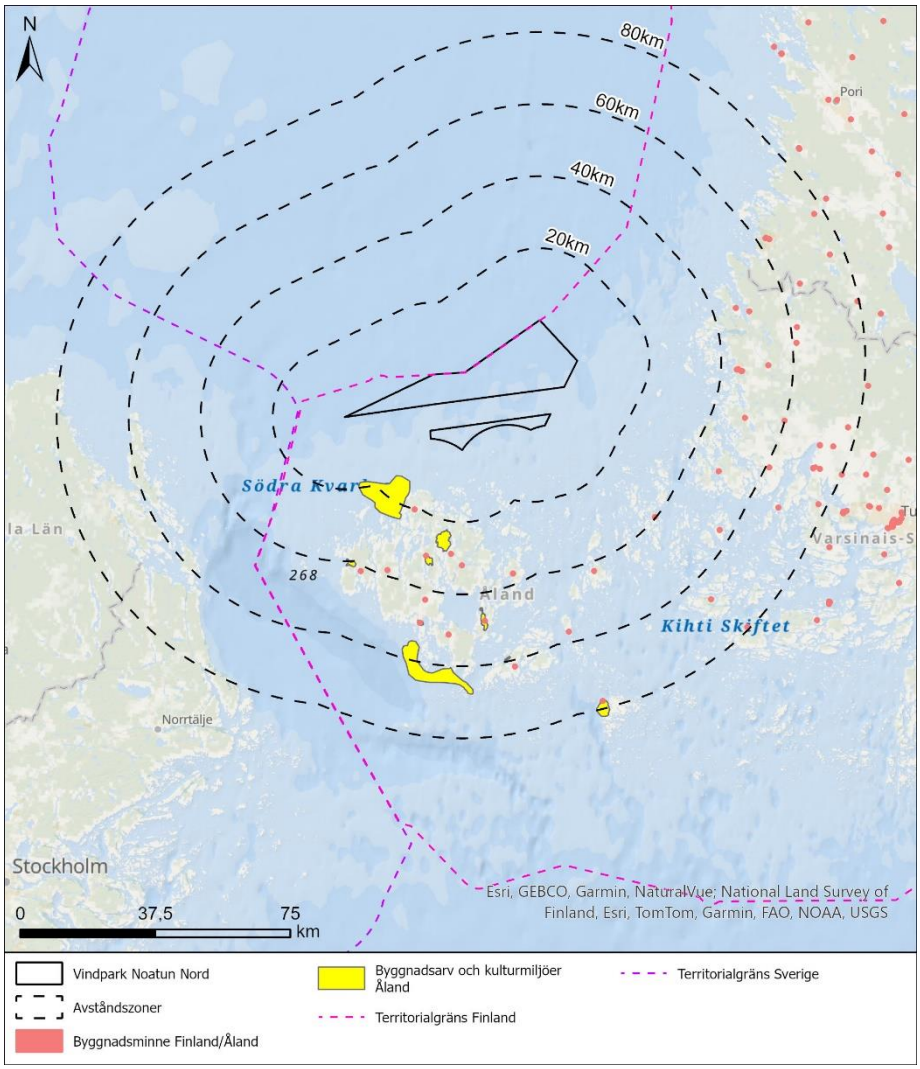
Då dessa faktorer inte tagits hänsyn till i synbarhetsanalysen (ZVI) och i fotomontage innebär det att bedömningar som har tagits fram för Noatun Nord är baserade på ett worst case scenario och att påverkan inte blir större än vad som bedömts i föreliggande avsnitt.

9.10.1 Förutsättningar

Havsbaserad vindkraft påverkar kulturlandskapet genom visuella förändringar inom de zoner (influensområden) där vindkraftverken är synliga från land, men kan också

påverka maritima värden genom fysisk påverkan. Verken utgör nya element i siktvyer ut mot havet, något som i sin tur kan påverka uppfattningen av kulturmiljölandskapet. Vindparkens utformning, med smalare ändar mot Finland och Sverige, medför att horisontlinjen påverkas mindre som i sin tur medför mindre visuell påverkan. Inom utredningsområdet för vindparken Noatun Nord finns på Åland, i Finland och i Sverige särskilt utpekade miljöer, ett flertal riksintressen för kulturmiljövården, olika typer av fornlämningar och byggnadsminnen hämtade från det åländska Fornlämningsregistret, finska Museiverket samt Kulturmiljöregistret i Sverige. Med anledning av att ett stort antal kulturhistoriska objekt finns inom berört område har inte alla kunnat behandlas var för sig inom ramen för kulturmiljöutredningen. Det gäller huvudsakligen fornlämningar, vilka inte redovisats enskilt i sin totala omfattning men har tagits hänsyn till i bedömningen. De identifierade kulturhistoriska objekten är uppdelade i: byggda kulturmiljöer av riksintresse, särskilt utpekade områden med höga kulturvärden, fornlämningar på land och i havet, samt värdefulla historiska byggnader. Kulturmiljöers värde är alltid högt emedan känslighets- och tålighetsgraden kan variera hos de olika objekten. Eftersom ingen fysisk påverkan på bedömda kulturhistoriska objekt uppstår, är det effekten till följd av den visuella påverkan som vindparken kan medföra som bedöms.

Utgångspunkten i bedömningen av den visuella påverkan har varit avstånd och synbarhet mellan vindparken och de aktuella kulturvärdena. Vindparken inverkar på kulturmiljöer i olika grad avhängigt avstånd. För bedömning av påverkan inom avståndszonerna om maximalt 80 kilometer används de verktyg som tagits fram genom synbarhetsanalys och fotomontage, se bilaga 13. Utredningsområdet delas för kulturmiljön upp i fyra zoner eller influensområden (Figur 55): Närzon (0–20 kilometer), Mellanzon (20–40 kilometer) och Fjärrzon (40–60 kilometer), som har olika stora visuell påverkan, samt Yttre fjärrzon (60–80 kilometer), den senare kallas Icke synbar zon i landskapsanalysen. Vindkraftverkens visuella påverkan minskar med avståndet, vilket innebär att inom närzonen är den visuella påverkan som störst, och vid fjärrzonen minst. Meteorologiska aspekter som siktförhållanden och antalet timmar som vindkraftsverken är synliga har inte tagits med i beräkning, dessa faktorer minskar synbarheten. I syfte att beskriva relationen mellan vindparken och kulturmiljön har det i kulturmiljöutredningen använts begrepp som inordning, konkurrens och dominans (RAÄ, 2000), vilket bidrar till en balanserad bedömning.



Figur 55. Urval av landskapsintressen och byggnadsminnen på Åland och i Finland.

Skärgårdslämningarna utgörs i huvudsak av skärgårdshemman, hamnplatser och fyrmiljöer. De finns på de stora öarna, småöar, de mindre skären och på fastlandet. Spåren efter fiskerinäring och navigation är relativt vanliga och finns inom hela utredningsområdet. På flera av de större öarna har man kunnat bedriva jordbruk och fädrift sedan lång tid tillbaka. Kontaktytor mellan Åland, Finland och Sverige är påtagliga och kulturmiljöer och lämningar är av snarlik karaktär.

Inom närzonen blir vindparken synlig, vilket gör att den både dominerar och konkurrerar med kulturmiljön, hur stor del som påverkas avgörs utifrån avstånd. Inom mellan- och fjärrzonerna, blir vindparken inte lika tydlig, vilket innebär att den i stället underordnar sig kulturlandskapet. Stora delar av Åland ligger inom närzonen till vindparken, vilket innebär att de åländska kulturhistoriska miljöerna påverkas mest visuellt. Merparten av de finländska kulturmiljöerna finns inom mellanzonen och de närmaste svenska kulturmiljöerna befinner sig i fjärrzonen och påverkas därmed minst visuellt. För bedömning av påverkan på kulturmiljöer har *Plattform för Kulturhistorisk värdering och urval* (RAÄ, 2015) använts. Plattformen har tagits fram av Riksantikvarieämbetet i Sverige med syfte att se över, tydliggöra, stärka och nyansera arbetsprocessen kring kulturhistorisk värdering och urval.

Inom mellan- och fjärrzonen kan man se att vindparken både in- och underordnar sig landskapet. En annan aspekt att ta hänsyn till är att byggnationen av vindparken är reversibel. Stora avstånd mellan Noatun Nord och kulturhistoriska objekt och miljöer tillåter en större tålighet för förändring. Känsligheten i kulturvärdena minskar med ett ökande avstånd. Kulturmiljöns upplevelse- och pedagogiska värden kvarstår och den historiska läsbarheten kommer att fortsätta kunna uppfattas.

9.10.2 Konsekvenser

9.10.2.1 Nollalternativ

Nollalternativet innebär att kulturhistoriska lämningar inte kommer att påverkas som en direkt följd av etableringen av Noatun Nord, vilket genererar en neutral/ingen konsekvens för alla delar som utgör kulturmiljövärden.

Nollalternativet är dock starkt kopplat till den klimatnytta som vindparken förväntas bidra till och de allra flesta miljöaspekter och intressen berörs redan idag negativt av pågående klimatförändringar, detta beskrivs närmare i avsnitt 9.1.2.1. I en analys av klimatförändringarna bedöms även påverkan på förvaltningen av kulturmiljön redan idag vara omfattande, både avseende plötsliga klimatrelaterade händelser, så som översvämningar, och avseende långsamma förlopp, så som försurning och högre fuktbelastning (Riksantikvarieämbetet, 2023; Riksantikvarieämbetet, 2021). Eftersom nollalternativet innebär att de positiva långsiktiga klimat- och miljöeffekterna som den ansökta verksamheten kommer att medföra går förlorade och etableringen av andra havsbaserade vindparker inte garanterat kommer förverkligas kvarstår risker för kulturmiljön även i nollalternativet.

9.10.2.2 Anläggningsfas

Kulturmiljöns känslighet bedöms som liten för visuell påverkan från vindparken, vilket huvudsakligen beror på att påverkan är visuell och inte fysisk, den historiska läsbarheten kvarstår hos de kulturhistoriska objekten samt avståndet till vindparken. Under sådana omständigheter ökar tåligheten för förändring av de kulturhistoriska objekten och samtidigt skapas förutsättningar för samexistens mellan kultur och vindparken. Under anläggningsfasen kommer kulturmiljöerna att visuellt påverkas av anläggningsfartyens närvaro i området samt de vindkraftverk som succesivt installeras. Vid anläggandet av vindparken kommer horisonten att förändras i takt med att vindkraftverken kommer på plats. Förändringen kommer att variera beroende på avståndet mellan vindparken och de aktuella kulturmiljöerna och om vindkraftsparken konkurrerar, dominerar eller inordnar sig landskapet. Fartygstrafiken som används under anläggningsfasen kan medföra en tillfällig visuell påverkan på horisonten för de kulturmiljöer som är kopplade till de fria havsutsikter. Dock passerar en fartygsfarled i östlig-västlig riktning mellan vindparkens södra och norra del, därmed anses fartyg inte vara en främmande del av det åländska landskapet och havsutsikten. Upplevelsevärdet av kulturmiljöer kan också komma att påverkas beroende på avståndet till de installerade vindkraftverken. För Noatun Nord bedöms generellt att upplevelsevärdet av de kulturmiljöer som finns på land och av de inbördes samband i kustmiljön, exempelvis mellan fiskebodar, fiskebyar, stranden och kustnära fiskevatten inte kommer att försämras, (se även driftsfas). För områden inom närzonen, där verken är synliga, kan upplevelsen av kulturmiljön upplevas som försämrad på grund av fragmentering av landskapet. Med grund i de beskrivna förhållandena bedöms

påverkan bli obetydlig. Den historiska läsbarheten kvarstår och ingen fysisk påverkan på kulturmiljön uppstår. Konsekvensen bedöms därmed vara försumbar jämfört med nollalternativet (se Tabell 56).

Slutsats

Fartygstrafiken är inget nytt inslag i havsmiljön och bedöms, genom avståndet till vindparken, ha en marginell påverkan. Vindkraftverken bedöms, av samma anledning, ha ett lågt mått av synbarhet. Allt eftersom vindparken byggs ökar påverkan, men påverkan bedöms dock inte öka i sådan omfattning att kulturvärdena försvagas, skadas eller förloras.

Tabell 56. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende kulturmiljö under anläggningsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Visuell påverkan på kulturmiljöer	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar

9.10.2.3 Driftsfas

Kulturmiljöns känslighet bedöms som liten för visuell påverkan från vindparken. Vid driftsfasen kommer vindparkens närvaro att ha en visuell påverkan på kulturmiljöer. Även mindre båtar som används i samband med underhåll för transport till och från vindparken kan innebära något ökad båttrafik. Upplevelsevärdet i kulturmiljöer kan komma att påverkas beroende på om vindkraftverken dominerar eller inordnar sig i horisonten. I avsnitt 6 i bilaga 15 beskrivs analys och bedömningar för kulturmiljöer på Åland, i Finland och i Sverige samt sammanfattas här nedan.

Åland

Många av identifierade kulturmiljöer påverkas inte alls av vindparken på grund av kulturmiljöers stora avstånd från vindparken, läge med avseende på topografi och andra objekt som skymmer utsikten samt kulturmiljöers orientering mot inlandet (se Fotomontage, bilaga 14).

För vissa kulturmiljöer är påverkan liten eller marginell då avståndet är stort, inom mellanzon, cirka 40 kilometer och däröver, samt att vindparken upptar en liten del av horisonten. Exempel på sådana kulturhistoriska lämningar utgörs av bronsåldersgravar som ofta har en maritim koppling.

Det finns kulturhistoriska objekt och kulturmiljöer med direkt koppling till havet som befinner sig inom närzonen. Påverkan på dessa kulturmiljöer innebär att vindkraftverken syns, en sådan miljö utgörs av landskapsintresset *Norrhavet*.

Finland

Avståndet till land är cirka 40 kilometer, de flesta kulturmiljöer finns inom mellan- och fjärrzonerna, på ett avstånd av 20–40 kilometer. Vindparken är utformad så att den sidan som vetter mot Finland är relativt smal och något spetsig vilket innebär att en

mindre del av vindparken är synlig vid horisonten samt att det är färre vindkraftverk som befinner sig närmast Finland.

Enskärs fyr- och lotssamhälle på skäret Enskär är beläget mindre än 25 kilometer från Noatun Nord. I den finska arkipelagen finns kulturmiljöer och fornlämningar som har en naturlig koppling till havet såsom bland annat, hamnplatser, fiskelägen, gravrösen, boplatser och visten samt sjömärken.

Sverige

Den delen av vindparken som är närmast svenskt land befinner sig på 55 kilometers avstånd och utgör även den smalaste och spetsigaste delen av vindparken. Likt den bedömningen som gjordes ovan för Finland är påverkan på de svenska kulturmiljöer ännu mindre då det är endast ett fåtal vindkraftverk som befinner sig i etableringsområdet närmast Sverige. De svenska kulturhistoriska lämningar och kulturmiljöer befinner sig i fjärr- och yttre fjärrzonen.

Riksintresset för kulturmiljövården Djursten [C 16], där statliga byggnadsminnet Djurstens fyr ingår, är beläget på västra sidan av Grasö och påverkas därmed ej. Statliga byggnadsminnet Örskärs fyr är beläget på den västra delen av Örskär och påverkas ej.

Svartklubbens fyr är belägen mer än 55 kilometer sydväst om Noatun Nord, viket innebär att den hamnar i fjärrzonen och påverkas ej. Effekten för riksintressen för kulturmiljövården och byggnadsminnen inom influensområdet bedöms obetydlig och konsekvensen blir försumbar.

Slutsats

Påverkan sker genom visuella effekter och är liten även om avståndet är kort. Detta eftersom samtliga värdebärande uttryck i de landbaserade kulturmiljöerna kvarstår och därigenom den historiska läsbarheten. Under sådana förhållanden bedöms påverkan bli obetydlig. Konsekvensen bedöms vara liten negativ jämfört med nollalternativet (Tabell 57). Bedömning har inte tagit hänsyn till att ljus- och siktförhållanden varierar mycket under året och att antal timmar som vindkraftverken är synliga kommer att vara mindre än om man antar att siktförhållanden är klar, solig sommardag. Därmed utgör bedömningen worst case scenario.

Tabell 57. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende kulturmiljö under driftsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Visuell påverkan på kulturmiljöer	Liten	Liten negativ	Liten negativ	Liten negativ	Liten negativ

9.10.2.4 Avvecklingsfas

Kulturmiljöns känslighet bedöms som liten för visuell påverkan från vindparken. Avvecklingsfasen förväntas ha visuell påverkan på kulturmiljöer som motsvarar den påverkan som bedömts under anläggningsfasen. Vid avveckling av vindparken kommer båttrafiken att öka vilket medför en ökad visuell påverkan på de kulturmiljöer

som är kopplade till fria havsutsikter. Det kan antas att även i framtiden när det är dags för vindparkens avveckling, kommer fartygen fortfarande nyttja farleden mellan vindparkens södra och norra del och vara en del av det åländska landskapet och havsutsikten. Sakteliga kommer horisonten att återställas till det ursprungliga. Under sådana förhållanden bedöms påverkan bli obetydlig. Konsekvensen bedöms vara försumbar jämfört med nollalternativet (Tabell 58).

Tabell 58. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende kulturmiljö under avvecklingsfasen.

Påverkansfaktor	**Mottagarens känslighet**	**Alternativ 1**		**Alternativ 2**	
		Påverkans storlek och omfattning	**Konsekvens**	**Påverkans storlek och omfattning**	**Konsekvens**
Visuell påverkan på kulturmiljöer	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar

9.11 Boendemiljö

Samlad konsekvensbedömning

Påverkan på boendemiljö förekommer främst genom ljud från vindkraftverken och visuell påverkan genom de i havsmiljön uppstickande industriella momenten i form av vindkraftverk och plattformar. Visuell påverkan hanteras emellertid under avsnitt 9.9. Vindparken är belägen på ett betydande avstånd från fastland, där de närmaste permanenta bostäderna samt fritidsbostäderna återfinns på fasta Ålands norra sida samt nordligt belägna öar.

Under anläggningsfasen förekommer det en ökad fartygstrafik i samband med vindparken. Därutöver förekommer det ljud i samband med pålning och/eller skruvning av bottenfundamenten. Den totala installationsperioden för fundamenten, inklusive alla konstruktionsrelaterade moment, kommer att vara längre än ett år. Utförda ljudberäkningar visar att både de finska och svenska riktvärdena innehålls med god marginal för alla de identifierade ljudkänsliga punkterna. Påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Sammantaget bedöms konsekvensen i anläggningsfasen vara försumbar jämfört med nollalternativet. Bedömningen blir densamma för båda alternativen.

Under driftsfasen innehålls riktvärdet för utomhusljud från vindkraftverk i Finland (40 dBA) och Sverige (40 dBA) med god marginal för alla de identifierade ljudkänsliga punkterna.

Även gällande lågfrekvent ljud inomhus innehålls riktvärdena för samtliga identifierade ljudkänsliga punkter. För alternativ 2 är det emellertid endast en marginell skillnad mellan riktvärdet och uppnådda ljudnivåer för lågfrekvent buller, varför viss påverkan kan förväntas för detta alternativ.

Påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig för alternativ 1 och som liten negativ för alternativ 2 till följd av lågfrekvent buller. Konsekvensen bedöms i jämförelse med nollalternativet som försumbar för alternativ 1 och mycket liten negativ för alternativ 2.

Under avvecklingsfasen förväntas luftburet ljud uppstå men i betydligt mindre omfattning än under anläggningsfasen. Då konsekvensen bedömdes som försumbar under anläggningsfasen görs denna bedömning även för avvecklingsfasen.

9.11.1 Förutsättningar

Påverkan på boendemiljö förekommer främst genom ljud från vindkraftverken och visuell påverkan genom de i havsmiljön uppstickande industriella momenten i form av vindkraftverk och plattformar. Därutöver förekommer det även påverkan under anläggningsfasen genom en ökad fartygsdrift och anläggande arbete så som exempelvis pålning. Visuell påverkan redogörs för i avsnitt 9.9 och kommer därför inte beröras i föreliggande kapitel.

Vindpark Noatun Nord är beläget i öppet vatten på ett betydande avstånd om cirka 15 kilometer från fasta Åland och 40 kilometer från Nystad, Finland. Boendemiljön

närmast belägen till vindparken utgörs av permanenta bostäder samt fritidsbostäder på norra sidan av fasta Åland samt nordligt belägna öar.

Åland har en så kallad blankettlagstiftning avseende buller, vilket innebär att det finns åländska regler som stadgar att man följer vissa finländska riksförfattningar avseende buller. Eftersom vindpark Noatun Nord är belägen norr om Åland, mellan Finland och Sverige, har beräkning av A-vägd[30] ekvivalent ljudnivå utomhus genomförts utifrån såväl svenska som finska riktlinjer.

9.11.1.1 Anläggningsfas

Vid anläggningsarbetena för Noatun Nord vindpark förväntas pålning vara det arbetsmoment som ger upphov till klart högst nivåer av luftburet buller, varför ljudberäkningar för luftburet ljud under anläggningsfas har utgått ifrån denna metodik, se bilaga 3.a. Pålning kan utföras antingen genom pålning där pålhuvudet är placerat över vattenytan eller genom pålning där pålhuvudet är placerat under vattenlinjen. Det förra är vanligtvis fallet för monopile-pålar medan det senare ofta är fallet för jacket-pålar (Bellmann, et al., 2020). En kombination av de två är också möjlig där pålhuvudet är ovanför vattenytan i början av pålningen och är helt nedsänkt i de sena stadierna av pålningen. En högre påverkan på boendemiljön är att förvänta om pålhuvudet är placerad ovan vattenytan, då det i detta fall inte finns någon ljuddämpning i form av vattenmassa.

Svenska riktvärden för bedömning av buller från byggarbetsplatser redovisas i Naturvårdsverkets allmänna råd om buller från byggplatser (NFS 2004:15), se Tabell 59.

Tabell 59. Riktvärden enligt NFS 2004:15 Allmänna råd om buller från byggarbetsplatser.

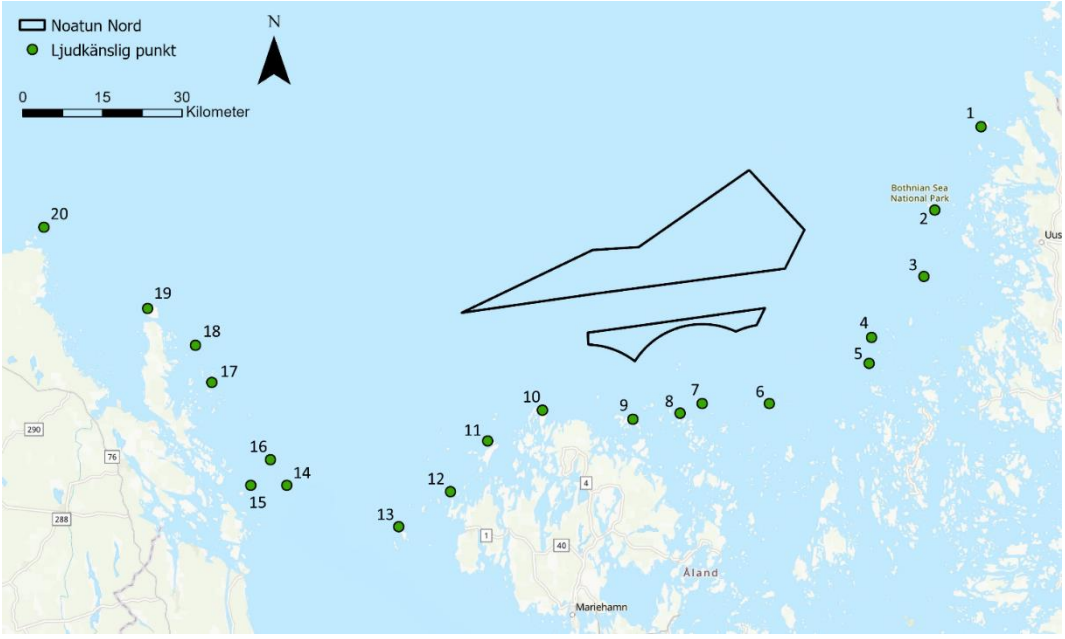
	Helgfri mån-fre		Lör-, sön-, helgdag		Samtliga dagar	
	Dag Kl. 07-19 LAeq dBA	Kväll Kl. 19-22 LAeq dBA	Dag Kl. 07-19 LAeq dBA	Kväll Kl. 19-22 LAeq dBA	Natt Kl. 22-07 LAeq dBA	Natt Kl. 22-07 LAFmax dBA
Bostäder för permanent boende och fritidshus						
Utomhus vid fasad	60	50	50	45	45	70

I Finland finns inte specifika riktvärden för bedömning av buller från byggarbetsplatser, istället tillämpas allmänna riktvärden för buller utomhus (Statsrådets beslut 993/1992). Enligt dessa gäller att bullernivån utomhus under dagen (kl. 7-22) i bostadsområden, rekreationsområden i tätorter eller i deras omedelbara närhet och i områden avsedda för vårdinrättningar eller läroanstalter inte bör överstiga riktvärdet 55 dBA. För nattetid (kl. 22–7) bör riktvärdet 50 dBA inte överskridas. I nya bostadsområden tillämpas emellertid riktvärdet 45 dBA nattetid. Nattriktvärdena tillämpas inte i områden avsedda för läroanstalter.

[30] A-vägd (dBA) ekvivalent ljudnivå tar hänsyn till den mänskliga hörselns känslighet

I områden med fritidshus, campingområden, rekreationsområden utanför tätorterna och i naturskyddsområden bör bullernivån dagtid inte överstiga riktvärdet 45 dBA och under nattetid 40 dBA. Riktvärdet för nattetid tillämpas inte i sådana naturskyddsområden som under natten inte allmänt används för vistelse eller naturobservationer.”

I Bilaga 3.a identifieras totalt 20 ljudkänsliga punkter, se Figur 56. Dessa punkter representerar de närmaste belägna bostäderna i olika riktningar kring projektområdet. Baserat på dessa ljudkänsliga punkter har sedan ljudberäkningarna utförts.



Figur 56. De 20 ljudkänsliga punkter som använts i beräkningarna.

Utförda ljudberäkningar visar att såväl de finska som de svenska riktvärdena innehålls med god marginal, se Tabell 60. Vid punkt 9 uppnås högst ljudnivå, 26 decibel, detta motsvarar den ungefärliga ljudnivån för en viskning (Yale, u.d.).

Tabell 60. De högsta beräknade ljudnivåerna i de identifierade ljudkänsliga punkterna, se Figur 56.

Ljudkänslig punkt	Högsta beräknade ekvivalenta ljudnivå i dBA
1	5
2	13
3	14
4	15
5	15
6	22
7	22
8	24
9	26
10	21
11	13
12	7
13	3
14	1
15	0
16	1
17	0
18	0
19	0
20	0

9.11.1.2 Driftsfas

Både Finland och Sverige har specifika riktvärden för vindparker i drift, se Tabell 61 och Tabell 62.

Tabell 61. Statsrådets förordning (1107/2015) om riktvärden för utomhusljud från vindkraftverk i Finland.

	Riktvärde $L_{Aeq(15h)}$ Dagtid (07:00 – 22:00)	Riktvärde $L_{Aeq(9h)}$ Nattetid (22:00 – 07:00)
Permanent boende, fritidsboende, vårdinrättningar och campingområden	45 dBA	40 dBA
Nationalparker	40 dBA	40 dBA
Läroanstalter och rekreationsområden	45 dBA	–

Tabell 62. Naturvårdsverkets riktvärden för utomhusljud från vindkraftverk i Sverige (Naturvårdsverket, 2020).

	Riktvärde L_{eq}
Permanent boende och fritidsboende	40 dBA
Utomhus inom friluftsområden	35 dBA

Därtill har lågfrekvent ljud inomhus beräknats utifrån social- och hälsovårdsministeriets förordning (545/2015) och Folkhälsomyndighetens allmänna råd (FoHMFS 2014:13, se Tabell 63 och Tabell 64.

Tabell 63. Finska åtgärdsgränser för lågfrekvent ljud inomhus nattetid enligt social- och hälsovårdsministeriets förordning (545/2015).

Frekvens [Hz]	$L_{eq,1h}$ [dB]
20	74
25	64
31,5	56
40	49
50	44
63	42
80	40
100	38
125	36
160	34
200	32

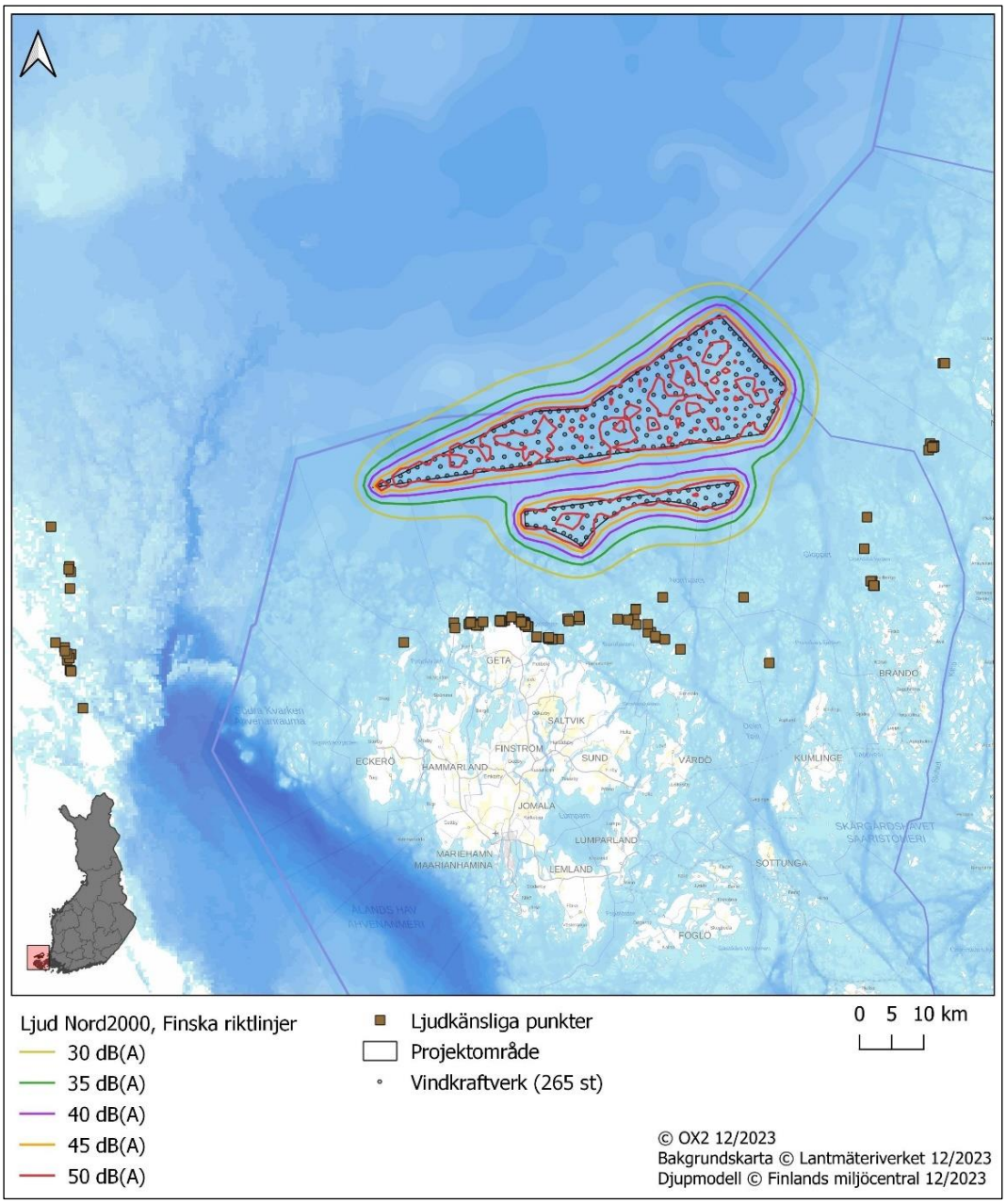
Tabell 64. Riktvärden för lågfrekvent ljud enligt Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller inomhus (FoHMFS 2014:13).

Frekvens [Hz]	L_{eq} [dB]
31,5	56
40	49
50	43
63	42
80	40
100	38
125	36
160	34
200	32

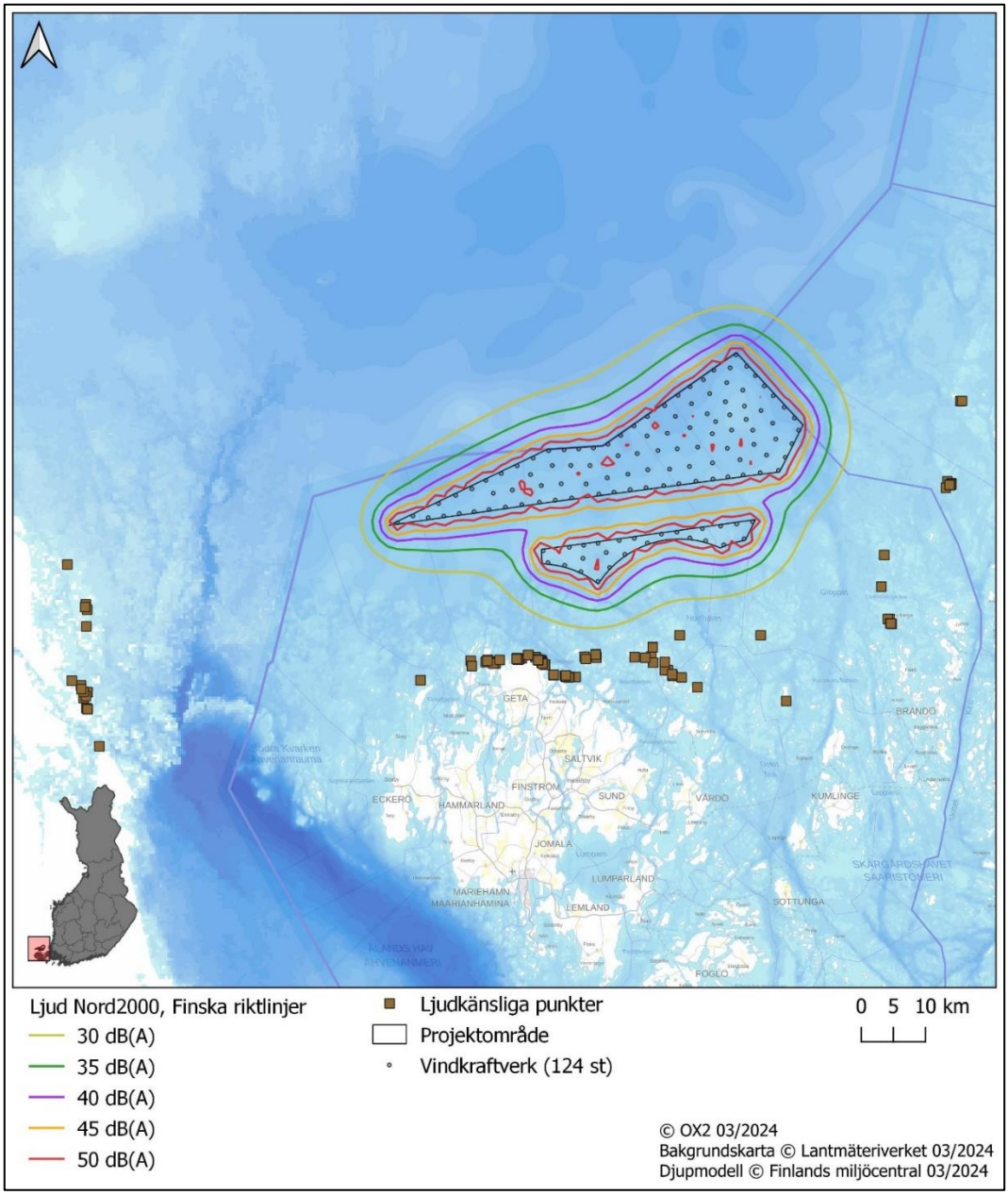
Ljudnivå utomhus

Utförda ljudberäkningar visar att gränsen där riktvärdena för A-vägd ekvivalent ljudnivå överskrids ligger flera kilometer utanför fasta Åland och den svenska respektive finska kusten för samtliga modellerade scenarier.

Se Figur 57 och Figur 58 för jämförelse till de finska riktvärdena. Riktvärdena överskrids inte heller på de öar i åländska, svenska och finska skärgården där bebyggelse har identifierats. Vindpark Noatun Nord innehåller alltså såväl de finska som de svenska riktvärdena med god marginal.



Figur 57. Resultat ljudutbredningar för 265 vindkraftverk med en effekt om 15 MW (115 + 2 dB) och navhöjd 150 m enligt finska riktlinjer och riktvärden.



Figur 58. Resultat ljudutbredningar för 124 vindkraftverk om 32 MW (122 + 2 dB) och navhöjd 225 m enligt finska riktlinjer och riktvärden.

Lågfrekvent buller

Enligt utförda ljudberäkningar underskrids även gräns- och riktvärdena för lågfrekvent ljud inomhus för alla de identifierade ljudkänsliga punkterna. Resultaten styrks av det långa avståendet till bebyggelse, minst tio kilometer, vilket medför att ljudet dämpas. Gräns- och riktvärdena underskrids även vid samtliga permanenta bostäder och fritidsbostäder som finns längre bort från projektområdet eftersom det lågfrekventa ljudet minskar då avståndet växer.

Dessutom har Karolinska Institutet på uppdrag av Naturvårdsverket (Nilsson, et al., 2011) visat på att så länge buller från vindkraftverk inte överskrider riktvärdet 40 dBA utomhus är risken mycket liten att gräns- och riktvärdena för lågfrekvent buller inomhus

överskrids, förutsatt att husen är byggda enligt normal ”skandinavisk” byggstandard utan särskilt ljudisolerande fönster. För Noatun Nord överskrids riktvärdet 40 dBA inte för någon av de ljudkänsliga punkterna för såväl exempellayouten med 15 MW-turbiner eller 32 MW-turbiner. Detta bestyrker ytterligare att lågfrekvent ljud inte kommer vara någon risk för närboende då ljudnivån för 40 dBA inte överskrids för någon av de ljudkänsliga punkterna, se Bilaga 3. Uppdaterade ljudberäkningar av lågfrekvent ljud inomhus kommer göras när slutgiltigt val av turbin har fastställts.

Vätgasproduktion

Aktuella ljudkällor vid havsbaserad vätgasproduktion är framför allt pumpar och kompressorer. Därutöver ger även transformatorer och elektrolysörer upphov till visst ljud.

Luftburet ljud från vätgasproduktionen bedöms inte överstiga de nivåer som uppkommer för luftburet ljud kopplat till vindkraftverk och ej heller leda till några samverkande effekter med ljudet från vindkraftverken.

9.11.2 Konsekvenser

9.11.2.1 Nollalternativ

Nollalternativet innebär att den ansökta verksamheten för vindpark Noatun Nord inte kommer till stånd. Därmed kommer det inte att uppkomma någon effekt av visuell påverkan, se avsnitt 9.9, respektive ljud till följd av vindparken, varken positiv eller negativ.

Inom nollalternativet kan dock andra havsbaserade vindparker i närliggande områden fortsatt komma till stånd varför boendemiljön ändock kan komma att utsättas för visuell påverkan eller ljudpåverkan. I vilken utsträckning påverkan uppstår för boendemiljön beror på såväl lokalisering som höjd på vindkraftverken och teknikval.

9.11.2.2 Anläggningsfas

Under anläggningsfasen förekommer en ökad fartygstrafik inom och i närområdet för vindparken i samband med transporter. Därutöver förekommer ljud i samband med pålning och/eller skruvning, där pålning är det moment som kommer att ge upphov till störst andel ljud. Pålningsarbetet kommer att pågå i lite mindre än ett år (av effektivt arbete) med ungefär sex timmars pålning per dag, under antagandet att ett (1) fundament installeras per dag utan några pauser. I praktiken kommer dock den totala tiden för installationen av ett fundament att vara längre och pågå i cirka 2 dagar. I denna tidsuppskattning inkluderas inte andra konstruktionsrelaterade moment än pålning, så som exempelvis justering av positioner för anläggningsfartyg. Den totala installationsperioden för fundamenten, inklusive alla konstruktionsrelaterade moment, kommer att vara längre än ett år.

Då vindpark Noatun Nord är beläget på ett betydande avstånd från närmast identifierade ljudkänsliga punkter, och då det endast är ett fåtal identifierade ljudkänsliga punkter bedöms boendemiljön ha en liten känslighet. Utförda ljudberäkningar visar att både de finska och svenska riktvärdena innehålls med god marginal varför påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig för alternativ

1 så väl som för alternativ 2. Konsekvensen bedöms i jämförelse med nollalternativet som försumbar för både alternativ 1 och alternativ 2, se Tabell 65.

Tabell 65. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende ljud under driftsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Luftburet ljud	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar

9.11.2.3 Driftsfas

Under driftsfasen innehålls riktvärdet för utomhusljud från vindkraftverk i Finland (40 dBA) och Sverige (40 dBA) med god marginal, Som framgår i Figur 57 och Figur 58 är samtliga identifierade ljudkänsliga punkter utanför gränsen för 30 dB(A), och understiger alltså denna nivå.

Även gällande lågfrekvent ljud inomhus innehålls riktvärdena för samtliga identifierade ljudkänsliga punkter. För alternativ 2 är det emellertid endast en marginell skillnad mellan riktvärdet och uppnådda ljudnivåer för lågfrekvent buller vid 40 – 62 Hz, varför viss påverkan kan förväntas för detta alternativ. Det bör dock noteras, att vindkraftverk av storleksordningen 32 MW inte existerar, och bulleralstringen som använts för alternativ 2 är förknippad med stora osäkerhetsfaktorer.

Då vindpark Noatun Nord är beläget på ett betydande avstånd från närmast identifierade ljudkänsliga punkter, och då det endast är ett fåtal identifierade ljudkänsliga punkter bedöms boendemiljön ha en liten känslighet. Påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig för alternativ 1 och som liten negativ för alternativ 2 till följd av lågfrekvent buller. Konsekvensen bedöms i jämförelse med nollalternativet som försumbar för alternativ 1 och mycket liten negativ för alternativ 2, se Tabell 66.

Tabell 66. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende ljud under driftsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Luftburet ljud	Liten	Obetydlig	Försumbar	Liten negativ	Mycket liten negativ

9.11.2.4 Avvecklingsfas

Under avvecklingsfasen förväntas luftburet ljud uppstå men i betydligt mindre omfattning än under anläggningsfasen. Då konsekvensen bedömdes som försumbar under anläggningsfasen görs denna bedömning även för avvecklingsfasen.

9.12 Marinarkeologi

Samlad konsekvensbedömning

En marinarkeologisk analys av multibeamdata genomfördes 2023–2024 av NMG - Nordic Maritime Group (Bilaga 16) i syfte att utreda förekomst av eventuella fornlämningar och kulturhistoriska lämningar inom det planerade projektområdet Noatun Nord, så att dessa kan undvikas och skyddas från de planerade exploateringarna. Inom området registrerades nio anomalier med antikvariskt intresse.

Ytterligare marinarkeologiska undersökningar kommer att genomföras inför anläggning av fundament, kablar och rörledningar i syfte att klargöra förekomsten av lämningar. De identifierade marinarkeologiska lämningarna kommer i största möjliga mån undvikas vid utformning av vindparken, inklusive kabel- och rörledningsnät. Efter de eventuella undersökningarna kan utformning och arbetsområden anpassas för att undvika påverkan på lämningar. Om det finns risk för att marinarkeologiska lämningar berörs av anläggningsarbetet kommer verksamhetsutövaren kontakta berörd myndighet för vidare hantering av ärendet innan anläggningsarbetet påbörjas.

Under anläggningsfasen bedöms det inte föreligga någon risk för påverkan eller skada på marinarkeologiska lämningar, då anpassningar görs för att undvika dessa. Konsekvensen bedöms därmed vara försumbar under anläggningsfasen.

Under drift- och avvecklingsfasen kommer inga marinarkeologiska lämningar komma att påverkas med utgångspunkt i att anpassningar gjorts och försiktighetsmått tagits redan under anläggningsfasen.

9.12.1 Förutsättningar

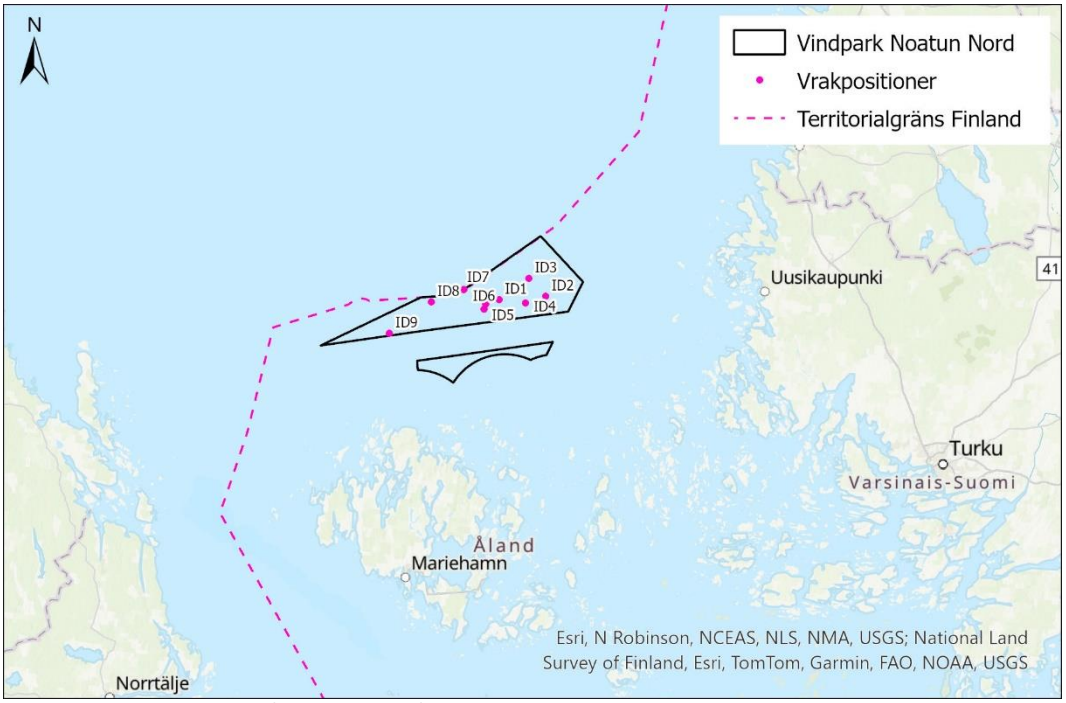
En marinarkeologisk analys av multibeamdata genomfördes 2023–2024 i syfte att redovisa alla kulturlämningar som kan förväntas påträffas inom vindpark Noatun Nord och som kan ha betydelse för fortsatt planering av projektet (Bilaga 16). Inom utredningsområdet finns sannolikt två sedan tidigare kända men ej registrerade lämningar (ID 1 i Bilaga 16 samt ytterligare ett obekräftat objekt). Genom multibeamanalysen kunde nio anomalier lokaliseras (Figur 59). Dessa avvikelser finns samlade endast inom det norra delområdet av vindparken. En anomali utgörs av ett sedan tidigare känt vrak, M/S Irma (ID 1) som förliste 1968 och återfanns 2019. Ett annat objekt tolkas som ett ankare och resterande sju tolkas som möjliga vrakplatser. Motorfartyget M/S Maj sjönk under en storm i januari 1949, men vraket har inte hittats. Baserat på den senast kända positionsangivelsen för fartyget, angiven i databasen Hylyt.net kan vraket finnas inom utredningsområdet.

Landskapslag (2007:19) om skydd av det maritima kulturarvet reglerar frågor kring lämningar som finns i åländska havet. Med maritimt kulturarv avses enligt 1 kap. 2 § ”…*vrak av farkost som sjunkit för mer än 100 år sedan eller annan över 100 år gammal kulturellt bevarandevärd lämning under vatten eller andra föremål som påträffas i sådana vrak eller lämningar eller som uppenbarligen härstammar från sådana.”* Ett maritimt kulturarv är fredat, vilket enligt samma paragraf innebär att det skyddade

kulturarvet inte får utgrävas, överhöljas, ändras, skadas, borttas eller på annat sätt rubbas utan tillstånd.

I det här fallet är det ett flertal indikationer som inte har undersökts, vilket innebär att de för närvarande inte har statusen *fornlämning*. De kända vraken M/S Irma och M/S Maj kan inneha ett kulturhistoriskt intresse men utgörs inte heller av *fornlämning.* Kulturmiljöns värde bedöms därmed som lågt tills vidare undersökningar har genomförts och status kan fastställas. Likväl ska hänsyn tas till indikationerna även om statusen inte är till fullo utredd. Lämningarna innehar ett upplevelsevärde vid dykning men inte för gemene man. I övrigt finns ett pedagogiskt och vetenskapligt värde om än något begränsat på grund av lämningarnas lokalisation.

Utformningen av layoutalternativen för vindkraftsparken 1 och 2 påverkar de marina lämningarna i ungefär samma grad. Det större antalet verk i alternativ 1 innebär statistisk att fler anpassningar skulle kunna behöva göras inom projektområdet.



Figur 59. Utredningsområdet och de påträffade anomalierna. ID 1–9.

9.12.2 Konsekvenser

9.12.2.1 Nollalternativ

Nollalternativet innebär att kulturhistoriska lämningar inte kommer att påverkas som följd av etablering av Noatun Nord, vilket genererar en neutral eller ingen konsekvens för kulturmiljön. Inga direkta fysiska ingrepp görs, således förblir den fysiska undervattensmiljön densamma som i dag.

Nollalternativet är dock starkt kopplat till den klimatnytta som vindparken förväntas bidra till. De allra flesta miljöaspekter och intressen berörs redan idag negativt av pågående klimatförändringar, detta beskrivs närmare i avsnitt 9.1.2.1. I ett varmare klimat kan ökad till exempel havsförsurning komma att påverka nedbrytningstakten av kulturhistoriska lämningar i havet (Riksantikvarieämbetet, 2023).

9.12.2.2 Anläggningsfas

Om tillstånd för etablering erhålls, kan kompletterande marinarkeologiska undersökningar genomföras inför anläggningsarbetet i syfte att klargöra förekomst av lämningar. NMG rekommenderar att de 7 möjliga anomalierna undersöks närmare, antingen med hjälp av dykande arkeolog eller ROV (remote operated vehicle) samt att mer högupplösta geofysiska karteringar utförs på de platser där fundament och kablar och/eller rörledningar planeras. Om nya objekt påträffas inom utredningsområdet kommer dessa i möjligaste mån undvikas vid utformning av vindparken, inklusive tillhörande kabel- och rörledningsnät. Om det finns risk för att marinarkeologiska lämningar berörs av anläggningsarbetet ska verksamhetsutövaren kontakta berörd myndighet för vidare hantering av ärendet innan anläggningsarbetet påbörjas.

Efter de eventuella undersökningarna kan utformning och arbetsområden anpassas för att undvika påverkan på lämningar och deras eventuella skyddszoner. Området kring det kända vraket M/S Irma bör lämnas orört under denna fas.

Kulturmiljöns känslighet bedöms som liten. Fartygslämningar utgör en stor del av det arkeologiska källmaterialet under vattnet och det antikvariska kunskapsläget om denna typ av lämningar är bättre än för andra undervattenslämningar. Från kulturmiljösynpunkt är lämningar efter fartyg ofta av stort kulturhistoriskt intresse. Under anläggningsfasen bedöms det inte föreligga någon risk för påverkan eller skada på marinarkeologiska lämningar, då anpassningar görs för att undvika dessa. Under sådana förhållanden bedöms påverkan bli obetydlig. Konsekvensen bedöms vara försumbar jämfört med nollalternativet, se Tabell 67

Tabell 67. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende marinarkeologi under anläggningsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Fysisk påverkan på havsbotten	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar

9.12.2.3 Driftsfas

Inom utredningsområdet finns uppgifter om två kända vrak, varav det ena är bekräftat (M/S Irma) och det andra inte hittats (M/S Maj). Kulturmiljöns känslighet bedöms som låg. Driftsfasen förväntas inte ha någon påverkan på marinarkeologiska lämningar, då dessa hanteras under anläggningsfasen. Placering av olika byggkomponenter såsom fundament, kablar och rörledningar är anpassade för att undvika lämningar. Under sådana förhållanden bedöms påverkan bli obetydlig. Konsekvensen bedöms vara försumbar för både alternativ 1 och alternativ 2 jämfört med nollalternativet, se Tabell 68.

Tabell 68. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende marinarkeologi under driftsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Fysisk påverkan på havsbotten	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar

9.12.2.4 Avvecklingsfas

Kulturmiljöns känslighet bedöms som låg. Avvecklingsfasen förväntas inte ha någon påverkan på marinarkeologiska lämningar, då dessa hanteras under anläggningsfasen. Placering av olika byggkomponenter såsom fundament, kablar och rörledningar är anpassade för att undvika lämningar. Under sådana förhållanden bedöms påverkan bli obetydlig. Konsekvensen bedöms vara försumbar jämfört med nollalternativet, se Tabell 69.

Tabell 69. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende marinarkeologi under avvecklingsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Fysisk påverkan på havsbotten	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar

9.13 Yrkesfiske

Samlad konsekvensbedömning

Yrkesfiskets känslighet för ett förändrat fisketryck och tillgång till fisk bedöms vara liten. Fiskeintensiteten inom projektområdet är låg och det fiske som skett är i huvudsak begränsat till ett mindre område inom vindparkens norra delområde.

Under anläggningsfasen kommer det att förekomma skyddsavstånd till pågående arbeten, vilket kan begränsa delar av vindparkens tillgänglighet för fiske. Det bedöms dock finnas goda möjligheter till geografisk omfördelning av fisket till områden utanför den planerade vindparken, eller till områden inom den planerade vindparken som inte berörs av pågående anläggningsarbeten. Påverkans storlek och omfattning bedöms vara liten. Sammantaget bedöms konsekvensen i anläggningsfasen vara liten negativ jämfört med nollalternativet. Bedömningen blir densamma för båda alternativen.

Under driftsfasen kommer vindparken i ett worst case scenario inte att vara tillgänglig för fiske. Detta är dock konservativt då hushållsfiske och nätfiske troligtvis kommer att kunna fortgå inom vindparken. Yrkesfisket bedöms kunna omfördelas till omkringliggande havsområden utan betydande negativa effekter då fiskeintensiteten inom vindparkens projektområde är avsevärt lägre än i angränsande havsområden, samt då målarterna förflyttar sig över stora geografiska områden och saknar kända lekområden inom vindparken. Vindparken kan även komma att bidra med positiva effekter genom reveffekter. Detta skulle i framtiden kunna gynna kommersiellt viktiga arter och då även yrkesfisket, men till vilken grad är i nuläget osäkert. Påverkans storlek och omfattning bedöms vara liten och konsekvensen bedöms vara liten negativ jämfört med nollalternativet. Bedömningen blir densamma för båda alternativen.

Under avvecklingsfasen kommer det att förekomma skyddsavstånd till pågående arbeten, vilket kan påverka förutsättningarna för eventuellt yrkesfiske. Efter det att vindparken har avvecklats förväntas området återigen bli tillgängligt för yrkesfiske. Påverkans storlek och omfattning bedöms bli liten och konsekvensen liten negativ jämfört med nollalternativet. Bedömningen blir densamma för båda alternativen.

9.13.1 Förutsättningar

Inom ramen för framtagandet av miljökonsekvensbeskrivningen har NIRAS tagit fram en fördjupande studie som behandlar yrkesfisket inom den planerade vindparken samt kringliggande områden, se bilaga 1. Nedan sammanfattas resultaten från den fördjupade studien.

9.13.1.1 Fiskekvoter

Yrkesfisket inom EU regleras framför allt av fiskekvoter som bestäms årligen av EU-kommissionen. Finlands tilldelade fiskekvot för arterna strömming, vassbuk och lax fördelas i sin tur mellan yrkesfiskare registrerade i Finland och yrkesfiskare

registrerade i landskapet Åland. Uppdelningen av fiskekvoter gäller för havsområdena Centrala Östersjön (ICES-delområdena 27.3.d.25–27, 28.2, 29, 32) och Bottenhavet och Bottenviken (ICES-delområdena 27.3.d.30–31).

Från Finlands totala fiskekvot tilldelas landskapet Åland sedan 2017 en fast andel enligt följande: 5,9 procent av strömmingskvoten, 8,6 procent av vassbukskvoten och 8,4 procent av laxkvoten. Vidare deltar landskapet Åland inte i Finlands kvotsystem gällande icke-överlåtbara och överlåtbara nyttjanderätter.

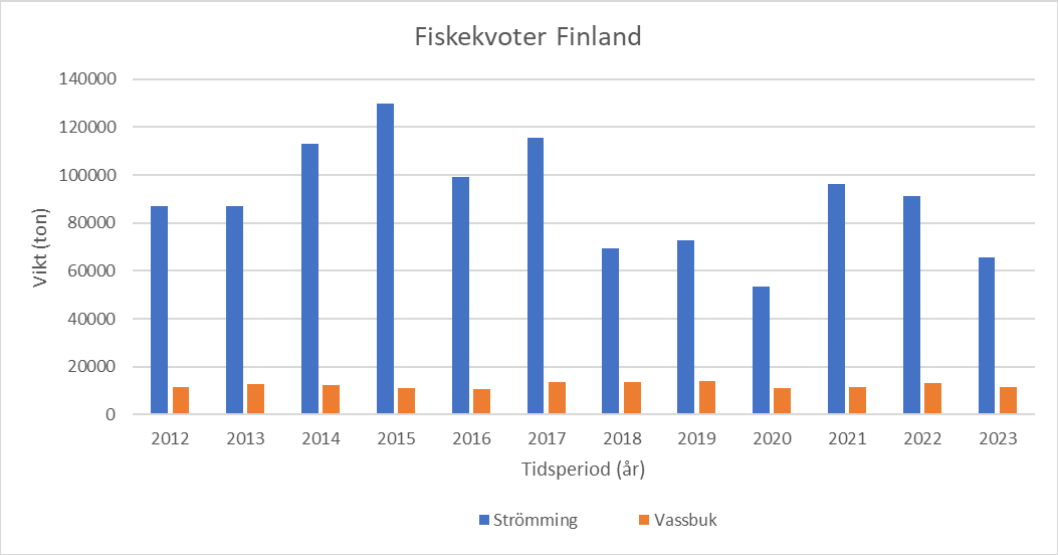
Fiskekvoterna för strömming gäller både Bottenhavet och Bottenviken (27.3.d.30-31), torskkvoterna gäller för östra Östersjön (27.3.d.25-32), vassbukskvoterna gäller för hela Östersjön (27.3.d.22-32) och laxkvoterna för hela Östersjön bortsett från Finska viken (27.3.d.22-31).

Strömming

Kvoterna för strömming har fluktuerat sedan 2012 (Figur 60). Sedan den kraftiga höjningen av kvoten 2021 har ICES rekommendationer varit ett minskat uttag. Liksom för 2022 års rekommendation är ICES bedömning att den totala lekbiomassan (den del av beståndet som är könsmogen och kan bidra till biståndets fortlevnad) ligger under gränsen för långsiktigt hållbara nivåer (ICES 2023b). Strömmingskvoten sänks därför med ytterligare 31 procent 2024, jämfört med 2023.

Vassbuk

Fiskekvoterna för vassbuk har varit relativt konstanta under 2012 – 2023, se Figur 60. Vassbukens utveckling är enligt ICES stabil och det lekande beståndet ligger över ICES gränsvärden (ICES, 2020b). Fiskeridödligheten är emellertid över nivån för vad som anses vara långsiktigt hållbart. Kvoten sänks därför med 10 procent inför 2024 (Europeiska rådet, 2023).



Figur 60. Finlands och landskapet Ålands gemensamma fiskekvoter för strömming och vassbuk under tidsperioden 2012 och 2023. Strömming = blå, vassbuk = orange. Y-axel = vikt av fisk (ton), x-axel = tidsperiod (år). De finska kvoterna har hämtats från Europakommissionens hemsida över fiskekvoter Url: https://oceans-and-fisheries.ec.europa.eu/fisheries/rules/fishing-quotas_en#total-allowable-catches.

Lax

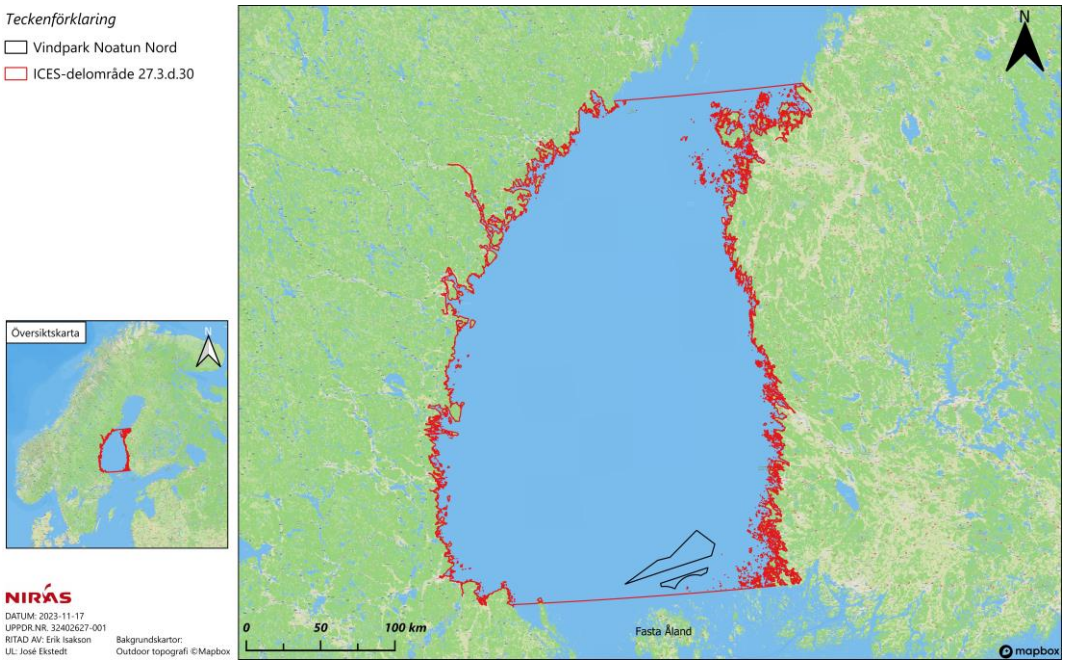
ICES rekommendation är att ingen lax ska fångas i Östersjön under 2024 (exklusive Finska viken och Bottenviken) (ICES, 2023). Visst fiske kan dock fortskrida under förutsättning att regional reglering införs i form av tidsbegränsat fiske mellan maj och augusti kring Bottenvikens kust. ICES rekommendation grundar sig på bedömningen att risken för att fånga lax från svaga laxbestånd är låg i just Bottenvikens kustområde (ICES, 2023).

Under 2023 fick 16 000 laxar fångas i Finland tillsammans med landskapet Åland, se Figur 61. 2024 sänks laxkvoterna i Östersjön med 15 procent (Europeiska rådet, 2023). EU-kommissionen har begärt ytterligare vetenskapliga underlag av ICES för ytterligare regleringsåtgärder under 2024 (Europeiska komissionen, 2023).

Figur 61. Finlands och landskapet Ålands fiskekvot för lax under tidsperioden 2012–2023. Y-axel = antal individer, x-axel = tidsperiod (år). De finska kvoterna har hämtats från Europakommissionens hemsida över fiskekvoter Url: https://oceans-and-fisheries.ec.europa.eu/fisheries/rules/fishing-quotas_en#total-allowable-catches.

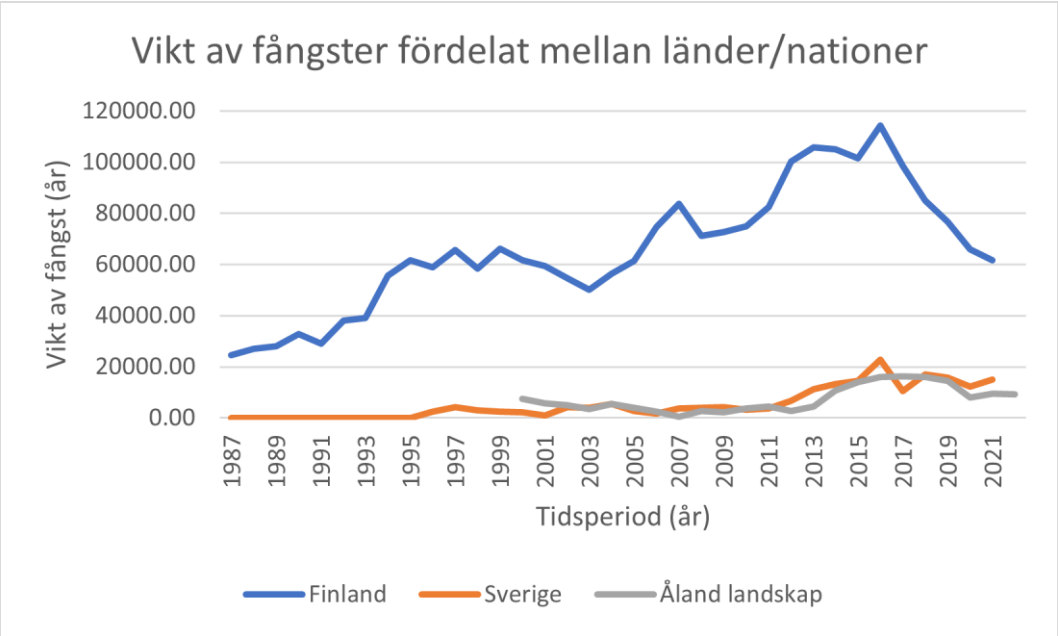
9.13.1.2 Fiske i Bottenhavet (ICES delområde 27.3.d.30)

Vindpark Noatun Nord ingår i det större område för kommersiellt fiske som omfattar Bottenhavet, ICES-delområde 27.3.d.30, se Figur 62. Information om fiske efter specifika arter redovisas för de arter som är relevanta för det aktuella delområdet. Eftersom torskfisket sedan 2019 är stoppat i östra Östersjön och sedan 2022 i hela Östersjön, och numera endast utgörs av bifångstkvoter, bedöms inte vindparkens påverkan på torskfisket.



Figur 62. Karta över ICES delområde 27.3.d.30 (Bottenhavet) markerat med rött. Projektområdet för vindpark Noatun Nord är markerat med svart.

Inom Bottenhavet står Finland (>88 procent) och Sverige (>11,5 procent) för mer än 99,5 procent av de totala fångsterna (ICES, 2023). 2021 stod Ålands landskap för 15 procent av Finlands totalt landade biomassa (LUKE, 2023). Finlands och Sveriges fångster ökade till och med 2016 men har efter detta sjunkit drastiskt, se Figur 63. Kvantiteten av fångst i Bottenhavet har två tydliga toppar, en i mitten på 1990-talet och den andra i mitten på 2010-talet, se Figur 63. Sedan 2015/2016 har fångsterna sjunkit, vilket skiljer sig något från fiskeområden i egentliga Östersjön, där fångsterna började plana ut och minska redan i början av 2000-talet (Hentati-Sundberg, 2017).



Figur 63. Vikt av fångst fördelad mellan nationer/områden under tidsperioden 1987–2021. Finland = blå, Sverige = orange, Åland = grå. Y-axel = vikt av fångst (ton), x-axel = tidsperiod (år).

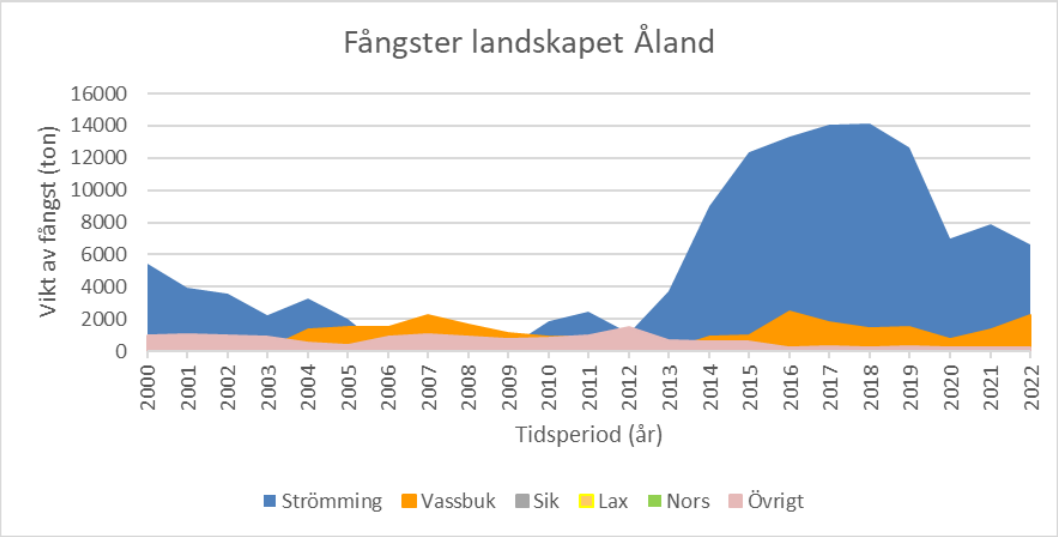
Under perioden 2010–2021 var den genomsnittliga landade fångsten i Bottenhavet 101 493 ton, där den högsta landade fångsten noterades 2016 (136 948 ton), och fångsterna 2021 uppmättes till 76 732 ton, se Tabell 70.

Tabell 70. Fiskestatistik inom Bottenhavet under perioden 2010–2021 för Finland och Sverige, samt fiskestatistik för Åland landskap under samma period, räknat i ton (ICES, 2023; LUKE, 2023).

Område/land	Genomsnitt landad fångst, år 2010–2021	Högsta landade fångsten	Senaste registrerade landade fångsten
Finland inkl. Åland	89 352 ton	114 238 (2016)	61 637 (2021)
Landskapet Åland	10 037 ton	16 238 (2017)	9 527 (2021)
Sverige	12 120 ton	22 711 ton (2016)	15 096 ton (2021)

9.13.1.3 Fiske kring Åland

Likt resten av yrkesfisket i Bottenhavet så har yrkesfisket runt Åland dominerats av fiske efter strömming, se Figur 64. Fisket inom Ålands landskap minskade markant under början på 2000-talet men återhämtade sig 2014. Efter 2020 har fisket skett på lägre nivåer igen.



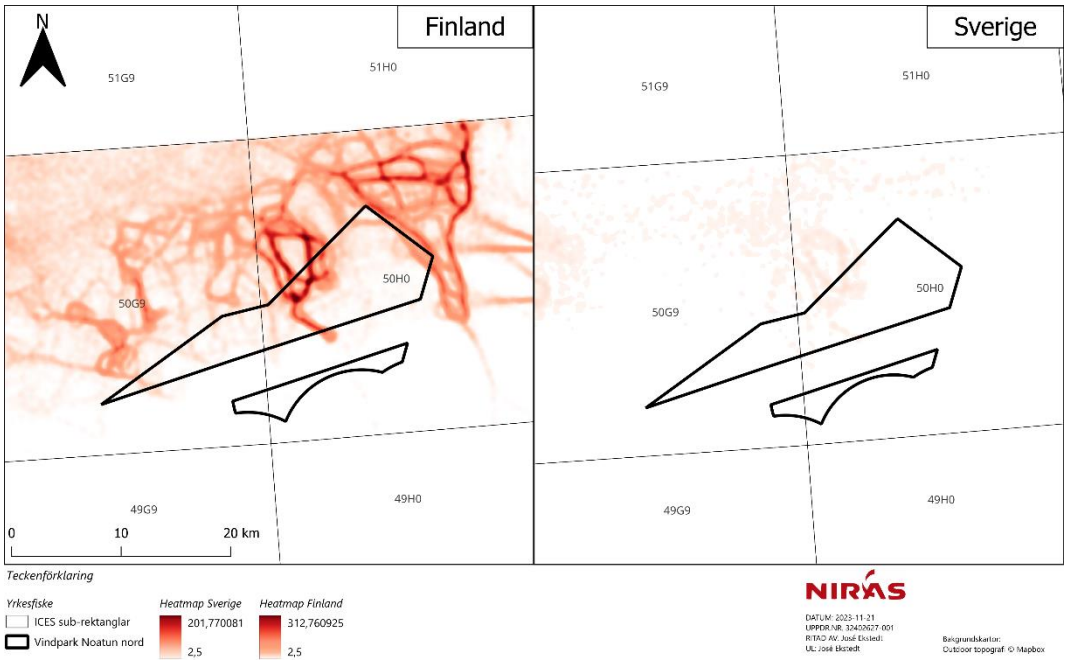
Figur 64. Fångsthistorik Åland landskap. Y-axel = vikt av fångst (ton), x-axel = tidsperiod (år).

9.13.1.4 Fiske inom den planerade vindparken Noatun Nord

Det har bedrivits ett omfattande fiske inom de två ICES sub-rektanglar (mindre områden inom ICES delområden) som den planerade vindparken sammanfaller med. Under perioden 2013–2022 bedrevs finskt yrkesfiske i en mindre del av det norra delområdet, och endast en liten del i det övriga projektområdet (Figur 65). Under samma period har det svenska yrkesfisket enbart bedrivits i de centrala delarna av projektområdet (Figur 65). De svenska fångsterna har generellt varit små (148 ton per

år) och fisket har nästan enbart varit inriktat på strömming (Havs- och vattenmyndigheten, 2022).

Det södra delområdet berörs enligt underlagsdata inte alls av yrkesfiske, se Figur 65.

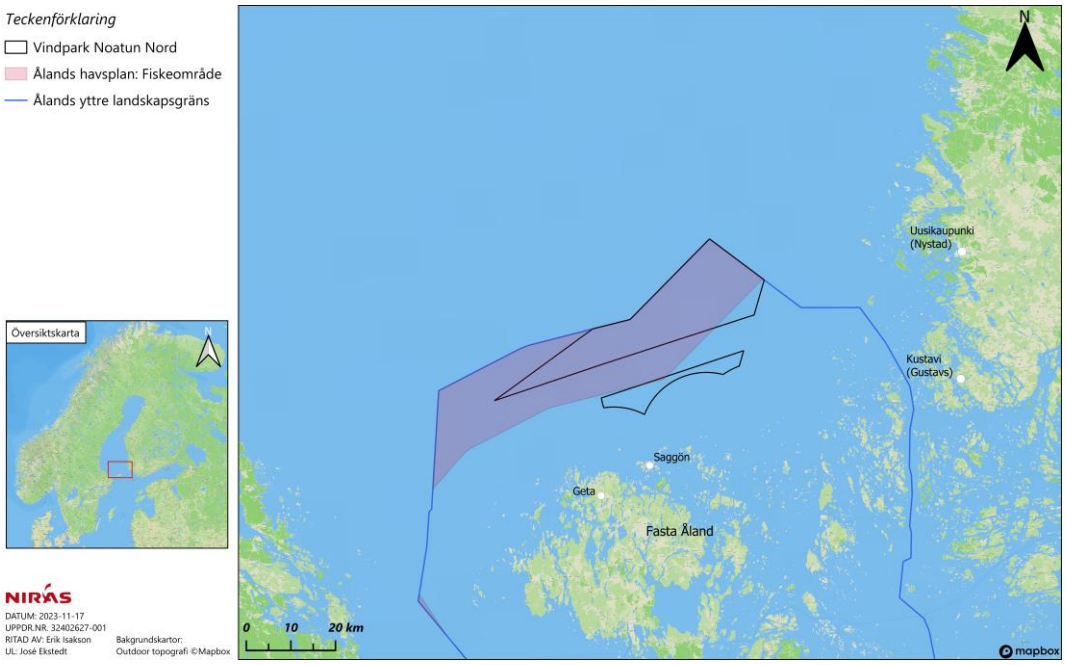


Figur 65. Heatmap (Kernel density estimation) över det finska och svenska yrkesfiskets utbredning inom projektområdet och angränsande havsområden under perioden 2013–2022. En röd gradient (ljus - mörk) användes för att illustrera intensiteten av fiske. Fiskets intensitet mättes utifrån antalet inrapporterade fartygspositioner inom en radie av 1 kilometer, där fler fartygspositioner ger an mörkare färg. Fartygens hastighet vid varje positioner överskrider inte 5 knop vilket innebär att de sannolikt bedriver fiske.

9.13.1.5 Landskapsintressen för yrkesfisket

Ålands landskapsintressen för yrkesfiske rapporteras i Ålands havsplan (Ålands Landskapsregering, 2021). I havsplanen framgår det hur allmänt vatten runt Åland ska förvaltas i framtiden samt vilka områden som är lämpliga för vindkraft. Havsplanen inkluderar inte privatägda vatten.

Det norra delområdet för den planerade vindparken överlappar med, och det södra området angränsar till, utpekade fiskeområden i havsplanen, se Figur 66.



Figur 66. Karta över utpekade fiskeområden i Ålands havsplan (Ålands landskapsregering, 2021c).

9.13.1.6 Långsiktiga trender för yrkesfisket i Östersjön

ICES vetenskapliga råd för 2024 års fångstkvoter visar på en allvarlig kris för många fiskbestånd och förslag på minskade kvoter som konsekvens. ICES anger att huvudandelen av fiskbestånden i Östersjön fiskas mer än vad som är hållbart för populationernas långsiktiga överlevnad och data visar att även om fisket stoppas helt 2024 är det inte säkert att bestånden återhämtar sig (ICES, 2022).

För samtliga arter rekommenderar ICES att beakta försämringen av ekosystemens status till följd av mänsklig påverkan och klimatförändringar (ICES, 2022). Klimatförändringarna förväntas ha som konsekvens att salthalten i Östersjön minskar och vattentemperaturen ökar. Detta bedöms kunna påverka torsk och sill/strömming i form av minskad utbredning av lekområden, och därmed ha som konsekvens att bestånden fortsatt minskar (Hammar & Mattsson, 2017). När det gäller vassbuk har bedömningen i stället gjorts att arten kan komma att gynnas av de ökade temperaturerna (HELCOM, 2007). Dock är en positiv påverkan beroende av att även andra arter som arten är beroende av påverkas på liknande sätt.

Då merparten av fiskbestånden som är viktiga för yrkesfisket är under vad ICES anger är biologiskt hållbart samt att negativa konsekvenser av klimatförändringar kommer att försämra förutsättningarna för fortlevnad och återhämtning för bestånden, förväntas kvoterna för yrkesfisket minska ännu mer i framtiden från dagens redan låga nivåer.

9.13.2 Konsekvenser

9.13.2.1 Nollalternativ

Nollalternativet innebär att begränsningar av yrkesfiskets utbredning och omfattning inom området för den planerade vindparken uteblir. Yrkesfisket kan fortgå, dock är den befintliga utbredningen och omfattningen av fångsterna i området liten, vilket medför att nollalternativet inte skiljer sig avsevärt från ett scenario där vindparken etableras.

9.13.2.2 Anläggningsfas

Under anläggningsfasen kommer det att upprättas skyddsavstånd till pågående arbeten, vilket kan begränsa delar av den planerade vindparkens tillgänglighet för fiske. Yrkesfisket har dock goda möjligheter att geografiskt omfördela sitt fiske till områden utanför den planerade vindparken, eller till områden inom den planerade vindparken som inte berörs av pågående anläggningsarbeten.

Anläggning av fundament, fartygstrafik och andra aktiviteter under anläggningsfasen kan medföra att fiskstim väljer att uppehålla sig inom andra områden än där anläggningsarbeten pågår.

Yrkesfiskets känslighet för ett förändrat fisketryck och tillgång till fisk i anläggningsfasen bedöms vara liten då fiskeintensiteten inom projektområdet är låg och aktiviteterna i anläggningsfasen är temporära och lokala.

Tillgängligheten till projektområdet kommer att begränsas under anläggningsfasen, för både alternativ 1 och alternativ 2, varför det inte blir någon skillnad i påverkan på yrkesfiske beroende på alternativ.

Slutsats

Yrkesfiskets känslighet är liten och då det område som omfattas av den planerade vindparken är av marginell betydelse för yrkesfisket och då det är möjligt att geografiskt omfördela eventuellt fiske bedöms påverkans storlek och omfattning på yrkesfisket under anläggningsfasen bli liten negativ och konsekvensen bedöms därmed bli mycket liten negativ för både alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet.

Tabell 71. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende yrkesfiske under anläggningsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Begränsning av fisket inom projektområdet	Liten	Liten negativ	Mycket liten negativ	Liten negativ	Mycket liten negativ

9.13.2.3 Driftsfas

Bedömningen av den planerade vindparkens konsekvenser för yrkesfisket under driftsfasen utgår från ett worst case för alternativ 1 och 2, vilket innebär att yrkesfiske inte kommer att kunna bedrivas inom vindpark Noatun Nord. Antaget worst case är i detta fall konservativt, då delar av den planerade vindparken kan komma att vara tillgängligt för hushållsfiske och fiske med andra metoder än trål. Förekomsten av fundament, erosionsskydd, bottenförlagda kablar/rörledningar och eventuella förankringslinor måste dock beaktas vid eventuellt fortsatt fiske inom vindparken. Vid hindrande eller avsevärt försvårande av att utföra yrkesmässigt fiske kan ersättning utgå till påverkade fiskare (Ålands vattenlag 7 kap. 6d §).

Yrkesfiske sker främst i de centrala delarna av det norra delområdet och fiskeintensiteten bedöms vara markant lägre än i angränsande havsområden. Det norra delområdet som omfattas av fiske utgör en liten del av vindparkens totala yta, och det södra området är i princip fiskefritt.

Bottenundersökningar visar på inslag av sten och block i projektområdet, framför allt i det södra delområdet, vilket gör området mindre lämpligt för bottentrålning (Arctica, 2023b), vilket kan förklara den låga fiskeintensiteten. I de centrala delarna av det norra delområdet utgörs bottenytan av slätare och mer homogen bottenkaraktär, vilket kan förklara varför fisket ägt rum där och inte i övriga delar av vindparken. Med hänsyn till detta, samt att fisket är riktat mot pelagiska arter som rör sig över stora ytor (Kullander, et al., 2012), bedöms yrkesfisket kunna omfördela fiskeansträngningen till omkringliggande havsområden utan betydande negativa effekter.

Den planerade vindparken Noatun Nord kan medföra vissa positiva effekter på yrkesfisket och fiskenäringen. Reveffekter som uppstår genom introduktion av hårt substrat i form av fundament och erosionsskydd (om än i begränsad omfattning), samt ett minskat fisketryck inom vindparken skulle i längden kunna förbättra beståndsstatus för kommersiellt viktiga fiskarter vilket på sikt gynnar även yrkesfisket. Den positiva effekten av minskat fisketryck bedöms dock bli begränsad till följd av att fisketrycket redan är mycket lågt inom vindparken.

Klimatförändringar förväntas medföra sämre förutsättningar för fiskpopulationer i Östersjön, vilket kan minska redan sårbara bestånd. En nedgång av antal individer och individstorlek hos fiskbestånden ger en negativ konsekvens för yrkesfisket. Noatun Nord kan vara del av en helhetslösning för att minska effekter av klimatförändringar och dess negativa konsekvenser på fisk, vilket långsiktigt kan minska den negativa påverkan på fiskbestånden och därmed även yrkesfisket.

Yrkesfiskets känslighet för ett förändrat fisketryck och tillgång till fisk bedöms vara liten i driftskedet då fiskeintensiteten inom projektområdet är låg och det fiske som skett i huvudsak är begränsat till ett mindre område inom vindparkens norra delområde.

Tillgängligheten till projektområdet kommer att begränsas under driftsfasen för både alternativ 1 och alternativ 2, varför det inte blir någon skillnad i påverkan på yrkesfiske beroende på alternativ.

Slutsats

Yrkesfiskets känslighet för begränsad tillgänglighet till projektområdet bedöms som liten, påverkans storlek och omfattning som liten negativ, och konsekvensen mycket liten negativ för alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet.

Tabell 72. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende yrkesfiske under driftsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Begränsning av fisket inom projektområdet	Liten	Liten negativ	Mycket liten negativ	Liten negativ	Mycket liten negativ

9.13.2.4 Avvecklingsfas

Under avvecklingsfasen kommer det att upprättas skyddsavstånd till pågående arbeten, vilket kan påverka förutsättningarna för eventuellt yrkesfiske. Efter det att vindparken har avvecklats, förväntas området bli tillgängligt för eventuellt yrkesfiske.

Slutsats

Yrkesfiskets känslighet för begränsad tillgänglighet till projektområdet bedöms som liten, påverkans storlek och omfattning som liten negativ, och konsekvensen mycket liten negativ för alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet.

Tabell 73. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende yrkesfiske under Avvecklingsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Begränsning av fisket inom projektområdet	Liten	Liten negativ	Mycket liten negativ	Liten negativ	Mycket liten negativ

9.14 Sjöfart

Samlad konsekvensbedömning

I havsområdet där vindpark Noatun Nord planeras förekommer flera fartygsstråk, vilka nyttjas av sjötrafiken. Även inom vindparkens projektområde förekommer ett fåtal fartygspassager per dygn. Sjötrafiken inom området är inte särskilt omfattande, därtill är fartygen som trafikerar fartygsstråken generellt sett relativt små. Vindparken planeras anläggas helt utanför etablerade ruttsystem.

Risker i förhållande till sjöfarten har bedömts inom ramen för en nautisk riskanalys, vilken har utgått från ett konservativt worst case scenario. Vid värderingen av de risker som har identifierats har inga oacceptabla risker påträffats. Samtliga värderade risker har, givet konservativa analysantaganden, klassificerats som acceptabla eller som ALARP[31]. För risker som klassificerats som acceptabla bedöms riskerna vara så låga att inga riskreducerande åtgärder behöver vidtas. För risker som klassificerats som ALARP bedöms riskerna vara tolerabla om rimliga riskreducerande åtgärder vidtas.

Vindparken påverkar inte förutsättningarna för navigering inom eller i närheten av något trafiksepareringssystem, och den påverkar inte heller möjligheterna för sjötrafiken att gå i raka kurser i fartygsstråken mellan trafiksepareringarna. De ytor som ligger i anslutning till den planerade vindparkens projektområde, och inom vilka den absoluta merparten av sjötrafiken förekommer i nuläget är så pass stora att sjötrafiken, även för ett framtida trafikscenario, fortsatt kan nyttja dessa ytor utan förändringar i resväg. Detta innebär att sjötrafiken, även efter etableringen av vindparken, kan framföras säkert och obehindrat.

Vindparken kommer inte att vara avlyst för fartygstrafik och de stora avstånden mellan vindkraftverken kommer fortsatt att möjliggöra passage genom vindparken, exempelvis för fiskefartyg som förflyttar sig mellan en hamn och ett fångstområde. För de fartyg som kommer att behöva välja alternativa rutter för att passera vindparken bedöms påverkan för de flesta fartyg vara begränsad, samt endast leda till en liten ökning av trafiken i de befintliga fartygsstråken runt vindparken.

Inför fastställandet av den slutgiltiga utformningen av vindparken kommer en kompletterande nautisk riskanalys (*Detailed design* enligt PIANC) att utföras. Vidare kommer en utvärdering avseende radarstörningar att genomföras. Radarstörningar är ett väl utrett fenomen när det gäller havsbaserad vindkraft, och det finns ett antal olika generella och beprövade metoder som i dagsläget nyttjas dels av sjötrafiken, dels vid ett stort antal befintliga havsbaserade vindparker. Om utvärderingen visar att det finns ett behov av att vidta åtgärder för att minska risken för radarstörningar kan sådana implementeras.

Sjöfartens känslighet inom det havsområde där vindpark Noatun Nord planeras bedöms sammantaget vara liten för vindparkens samtliga faser; anläggningsfasen, driftsfasen och avvecklingsfasen. Med beaktande av vidtagna skyddsåtgärder,

[31] As Low As Reasonably Practicable är ett begrepp som används inom riskanalys och riskhantering. Risker klassificeras ofta som acceptabla, ALARP eller oacceptabla, där risker som klassificeras som ALARP kan tolereras om alla rimliga riskreducerande åtgärder är vidtagna.

försiktighetsmått och riskreducerande åtgärder bedöms påverkan på sjöfarten under den planerade vindparkens samtliga faser vara liten, vilket sammantaget innebär att vindpark Noatun Nord bedöms medföra en mycket liten negativ konsekvens för sjöfarten jämfört med nollalternativet. Bedömningen blir densamma för båda alternativen.

9.14.1 Förutsättningar

Bolaget har inom ramen för projektutvecklingen och inför framtagandet av miljökonsekvensbeskrivningen tagit fram ett omfattande kunskapsunderlag avseende den i området förekommande sjöfarten, samt de risker för sjöfarten som skulle kunna uppstå under vindpark Noatun Nords anläggnings-, drifts- och avvecklingsfas.

I syfte att identifiera de relevanta risker för sjöfarten som är hänförliga till vindparken har en så kallad HAZID[32]-workshop genomförts. Därefter har en nautisk riskanalys tagits fram, se bilaga 17 till miljökonsekvensbeskrivningen. Syftet med den nautiska riskanalysen har varit att identifiera och beskriva de risker som vindpark Noatun Nord i sig, eller i samverkan med andra planerade åtgärder och verksamheter i närområdet, kan medföra för sjöfarten. Riskerna med etableringen av vindparken har analyserats utifrån vedertagna internationella riktlinjer och med beaktande av bland annat Traficoms rekommendationer avseende säkerhetsavstånd mellan fartygsstråk och havsbaserade vindparker.

Den nautiska riskanalysen har utgått från en analys av sjötrafiken[33] inom ett för den planerade vindparken relevant närområde, se bilaga 2 till miljökonsekvens-beskrivningen. Analysen av sjötrafiken har bland annat omfattat trafikflöden, trafiktäthet, trafikfördelning, antalet passager, fartygslängder och fartygsstorlekar samt vilka olika kategorier av fartyg som förekommer inom området och hur fördelningen mellan de olika kategorierna ser ut. IWRAP[34]-beräkningar avseende bland annat sannolikheten för kollisioner och allisioner[35] har utförts för en exempellayout med 331 vindkraftverk, vilken utgör ett konservativt worst case-scenario i förhållande till de två alternativa layouter med 265 respektive 124 vindkraftverk som tagits fram för vindparken och som bedömningarna av verksamhetens konsekvenser utgår från.

Den nautiska riskanalysen och de tillhörande bilagorna utgör en så kallad steg 2, *Detailed design* enligt *MarCom Wg 161: Interaction Between Offshore Wind Farms and Maritime Navigation* (PIANC, 2018). I en *Detailed design* beräknas sannolikheten för olyckor, varefter deras konsekvenser bedöms, i syfte att kunna beräkna och värdera om risken för sjötrafiken är acceptabel med den undersökta utformningen. Metoden som används följer metoden för *Detailed design*, vilket är en fördjupad analys jämfört med en så kallad steg 1, *Concept design*. En *Concept design* är ett första steg

[32] Hazard Identification - Riskidentifiering
[33] Framförande av fartyg. Uttrycket sjöfart används ofta mer eller mindre synonymt med sjötrafik, men då i synnerhet när sjötrafik som näring avses.
[34] IALA Waterway Risk Assessment Program Mk2, vanligtvis benämnt IWRAP, är ett modelleringsverktyg som används för att beräkna frekvenser för olika typer av olyckor för sjöfart. IWRAP rekommenderas av såväl internationella som nationella sjöfartsmyndigheter för bland annat beräkningar av risker i förhållande till havsbaserad vindkraft.
[35] Med allision avses en sammanstötning mellan ett fartyg och ett stationärt objekt, i förevarande fall ett vindkraftverk. Det modelleringsverktyg som använts för beräkning av olycksfrekvenser för fartyg (IALA Waterway Risk Assessment Program, IWRAP) skiljer mellan kollision (där två fartyg i rörelse stöter ihop) och allision (där ett fartyg i rörelse stöter i ett stationärt objekt – till exempel en bro, en pir, en docka eller ett vindkraftverk). Två typer av allision täcks in av IWRAP: Powered allision (ett manöverdugligt fartyg stöter i ett stationärt objekt) och Drifting allision (ett drivande fartyg stöter i ett stationärt objekt).

för att avgöra om generella säkerhetsavstånd till sjötrafiken upprätthålls. För en mer utförlig redogörelse för metodiken enligt PIANC, samt för *Detailed design* respektive *Concept design* hänvisas till bilaga 17.

Både den nautiska riskanalysen och trafikanalysen har beaktat vinterförhållanden, däribland havsisens historiska och förväntade utbredning vid olika slags isvintrar, samt vindparkens eventuella påverkan på vinternavigationsrutter och förutsättningarna för isbildning.

9.14.1.1 Allmänt om reglering av sjötrafikens infrastruktur

Reglering av sjötrafiken internationellt och nationellt styrs av IMO[36] samt av olika länders nationella myndigheter i syfte att skapa förutsättningar för en säker och störningsfri sjötrafik, samt för att minimera risken för olyckor som kan medföra risk för påverkan på människors hälsa eller miljön. Regleringen av sjötrafiken kan bestå av exempelvis begränsningar av hastigheten eller införandet av områden där det råder ankringsförbud.

En särskild form av sjötrafikreglering är inrättandet av ruttsystem eller andra (rutt)åtgärder. I Östersjön rör sig såväl den nationella som den internationella sjötrafiken i internationella ruttsystem, samt i olika fartygsstråk och farleder.

9.14.1.2 Ruttsystem beslutade av IMO

Med ruttsystem (eng. ship´s routeing systems) avses sjötrafikreglerande åtgärder som syftar till att minska olycksriskerna för sjötrafiken. Begreppet omfattar bland annat så kallade trafiksepareringssystem (TSS, eng. Traffic Separation Scheme), enkel- och dubbelriktade leder, djupvattenrutter och förbudsområden. Ruttsystemen kan vara rekommenderade eller obligatoriska.

Bland ruttsystemen har trafiksepareringssystemen en särställning. Trafiksepareringsystem har en fastställd geografisk utbredning med definierade separeringslinjer inom vilka trafiken ska gå. För sjötrafik som rör sig inom eller i närheten av ett trafiksepareringsystem finns särskilda bestämmelser i de internationella sjövägsreglerna[37]. På grund av detta kan ett trafiksepareringsystem i många fall anses vara tvingande för sjötrafiken. Syftet med ruttsystemen är också att rikta och separera sjötrafiken mellan olika trafiksepareringsystem, vilket innebär att fartygen förutsätts kunna gå i raka kurser i fartygsstråken mellan två trafiksepareringar.

9.14.1.3 Farleder

Med begreppet farled avses vanligtvis en sjöväg i inlandsvatten, inomskärs eller nära kusten, som är geografiskt anvisad genom fyrar, sjömärken eller andra sjösäkerhetsanordningar eller utmärkt i sjökort eller i nautisk publikation.

9.14.1.4 Fartygsstråk

Med begreppet fartygsstråk avses en sjöväg som utgör den kortaste navigerbara vägen mellan två punkter. Fartygsstråk är inte föreskrivna eller utmärkta i sjökortet (jämför farleder), men de avsnitt av ett fartygsstråk som går genom ett ruttsystem

[36] International Maritime Organization – Internationella sjöfartsorganisationen – är en mellanstatlig rådgivande sjöfartsorganisation. IMO sorterar under FN och utgör internationell sjöfartsmyndighet.
[37] COLREGs – Convention on the International Regulations för Preventing Collisions at Sea (IMO, 1972).

omfattas av sjötrafikregleringen i ruttsystemet. Fartygsstråk är som regel inte utmärkta med sjösäkerhetsanordningar, i enstaka fall kan det dock förekomma utmärkning i anslutning till fartygsstråk.

9.14.1.5 Områden för sjöfart

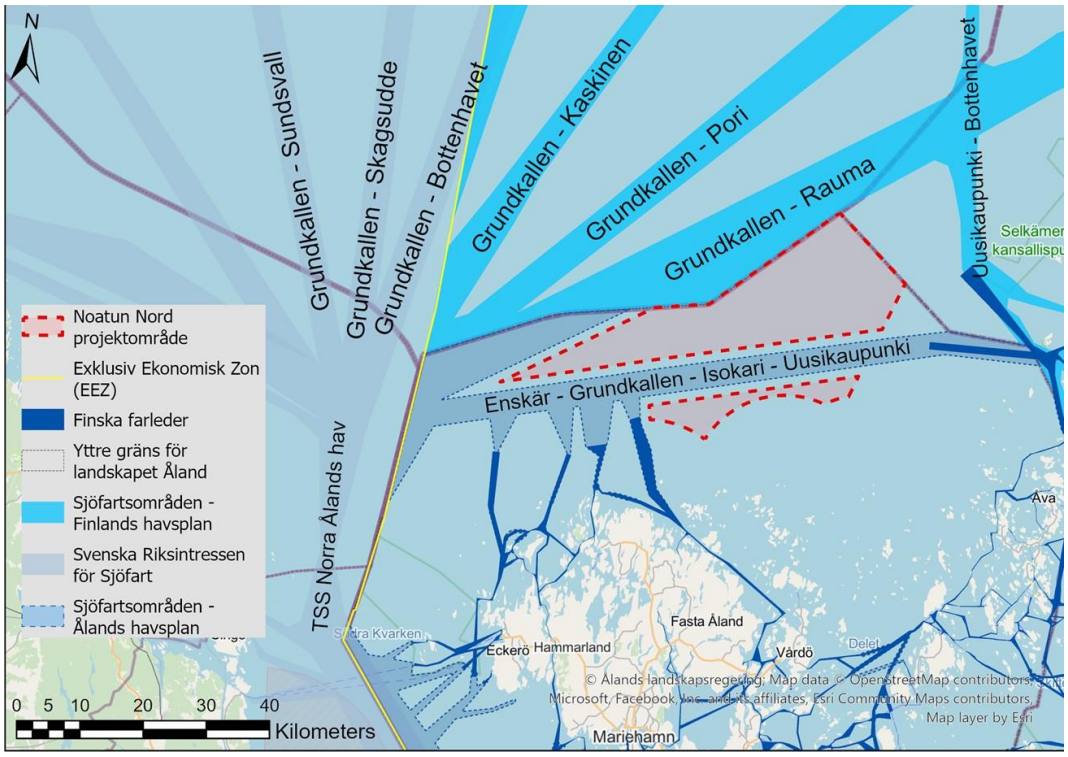
Med begreppet område för sjöfart (eng. shipping area) avses ett område som pekats ut som ett område av betydelse för sjöfarten inom ramen för havsplaneringen.

9.14.1.6 Riksintresseanspråk för sjöfarten

Inom svensk ekonomisk zon förekommer riksintresseanspråk för sjöfarten (sjötrafikstråk/farled), vilka pekas ut av Trafikverket efter samråd med övriga berörda myndigheter. De riksintresseanspråk för sjöfarten som avser sjötrafikstråk/farled sammanfaller till stor del med ruttsystem, farleder och fartygsstråk.

9.14.1.7 Ruttsystem, farleder, fartygsstråk, områden för sjöfart och riksintresseanspråk i vindpark Noatun Nords närområde

De ruttsystem, farleder, fartygsstråk, områden för sjöfart och riksintresseanspråk som förekommer i vindpark Noatun Nords närområde redovisas i Figur 67. Väster om Åland ligger ett av IMO utpekat trafiksepareringssystem; TSS North Åland Sea, vilket passeras av sjötrafik på väg till och från ett antal olika fartygsstråk i svenska, finska och åländska vatten. Norr om vindpark Noatun Nord ligger ett fartygsstråk; Grundkallen – Rauma, vilket är utpekat som ett område för sjöfart i såväl den åländska som i den finska havsplaneringen. Mellan den norra och den södra delen av vindpark Noatun Nord ligger ett fartygsstråk; Enskär – Grundkallen – Isokari – Uusikaupunki, vilket är utpekat som ett område för sjöfart i den åländska havsplaneringen. Mellan vindpark Noatun Nord och Åland, samt mellan vindpark Noatun Nord och Finland, förekommer ett antal farleder.



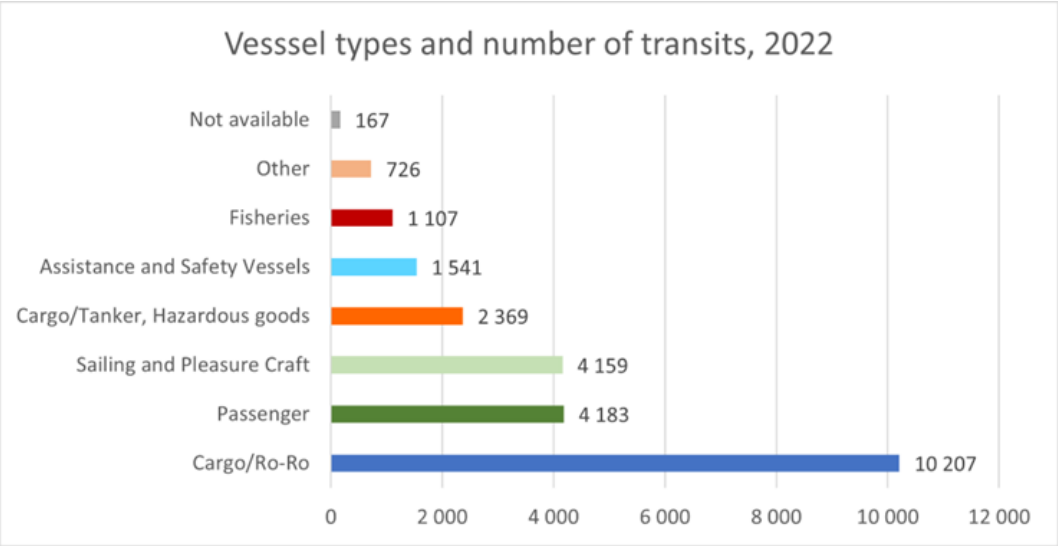
Figur 67. De ruttsystem, farleder, fartygsstråk, områden för sjöfart och riksintresseanspråk som förekommer i vindpark Noatun Nords närområde.

9.14.1.8 Sjötrafiken inom vindpark Noatun Nords närområde

Sjötrafiken inom den planerade vindparkens projektområde samt i dess närområde har analyserats med hjälp av AIS[38]-data. Ett uttag av AIS-data har skett från tjänsten VesselFinder och uttaget har gjorts för perioden 1 januari 2022 – 31 december 2022 (hädanefter benämnt referensåret) för ett för vindparken relevant närområde (hädanefter benämnt analysområdet). AIS-data har visualiserats i GIS för att sjötrafiken ska kunna illustreras i kartor.

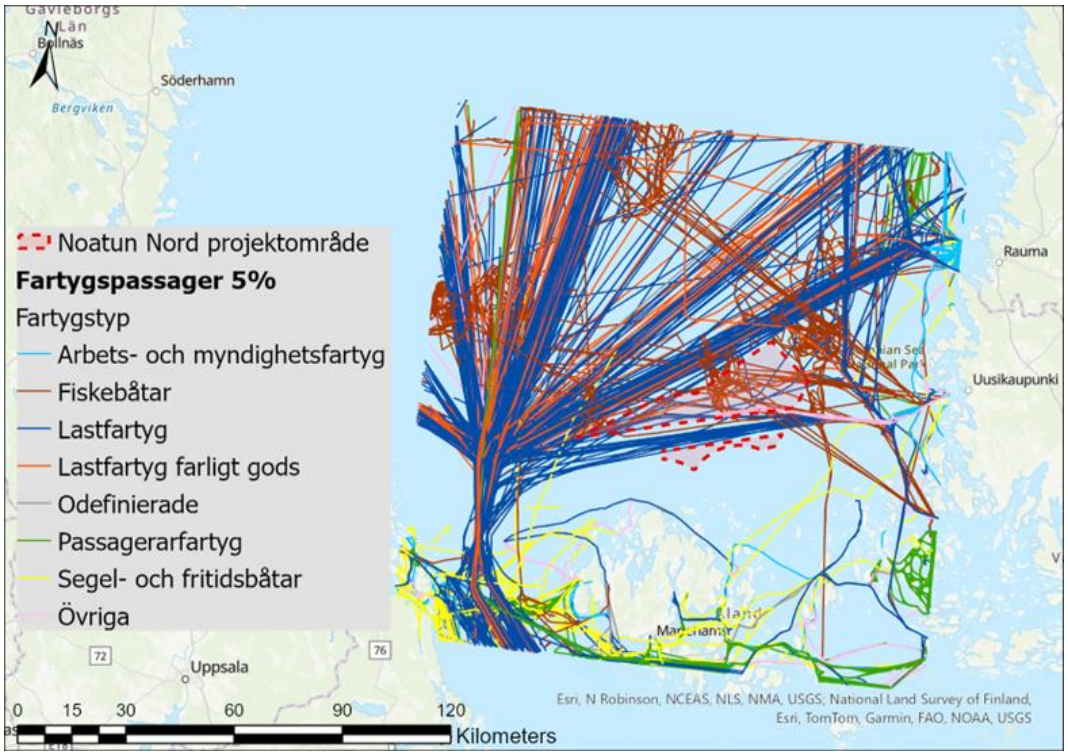
För att kunna illustrera vilka olika fartygstyper som rör sig inom analysområdet har dessa delats in i kategorier. De olika fartygskategorierna samt hur många fartyg inom respektive kategori som registrerats inom analysområdet för referensåret redovisas i Figur 68.

[38] Automatic Identification System, Ett säkerhetssystem som är obligatoriskt för större fartyg, vilket via VHF-ansluten transponder sänder information om fartygets identitet, position, kurs med mera.



Figur 68. Antalet fartyg inom respektive fartygskategori som registrerats inom analysområdet under referensåret. Fartyg vars kategori inte har kunnat fastställas utifrån AIS-data har kategoriserats som "Not available".

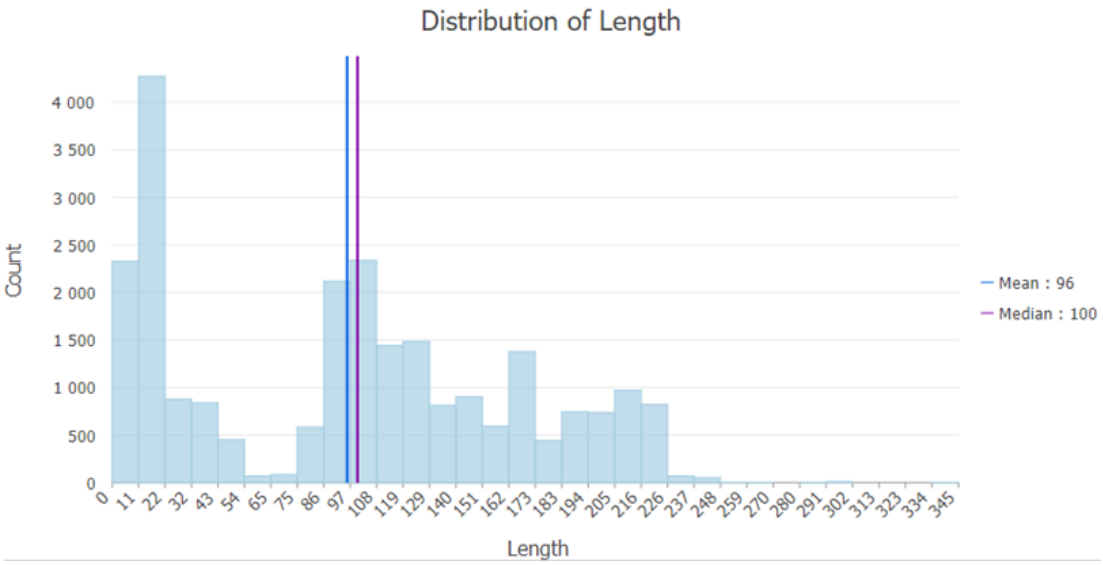
I Figur 69 illustreras ett slumpvis urval av 5 procent av sjötrafiken inom analysområdet under referensåret. Urvalet har gjorts för att figuren ska bli tydligare och för att det ska vara lättare att urskilja såväl de enskilda linjerna som de färger som används för att illustrera de olika fartygskategorierna.



Figur 69. Illustration över hur sjötrafiken rör sig inom analysområdet. Fartygen har delats upp i olika fartygskategorier. Linjerna representerar ett slumpvis urval om 5 procent av det totala antalet passager under referensåret.

Inom analysområdet var medellängden för fartygen 96 meter och längden för det fartyg som utgjorde medianen var 100 meter. Det förekom relativt få fartyg som är längre än

200 meter inom analysområdet, dock var de längsta fartygen som förekom under referensåret 345 meter långa. Referensfartyget[39] (98,5 percentilen) för hela analysområdet var 223 meter långt. I Figur 70 redovisas fartygslängder och fördelningen av fartygen inom analysområdet under referensåret.



Figur 70. Fartygslängder och fördelningen av fartygen inom analysområdet under referensåret.

Information om det totala antalet fartygspassager, antal passager per dygn, fartygens medellängd samt referensfartygets längd för ruttsystem, farleder, fartygsstråk, områden för sjöfart och riksintresseanspråk i vindpark Noatun Nords närområde, samt inom projektområdet under referensåret, redovisas i Tabell 74.

Tabell 74. Antalet fartygspassager, ungefärligt antal passager per dygn, fartygens medellängd samt referensfartygets längd.

	Totalt antal passager	Antal passager per dygn	Medellängd fartyg (m)	Referensfartygets längd (m)
TSS Norra Ålands Hav	10 873	29,8	125	205
Grundkallen - Bottenhavet	4 137	11,3	126	229
Grundkallen - Skagsudde	671	1,9	122	200
Grundkallen - Sundsvall	823	2,3	116	174
Grundkallen - Kaskinen	353	1	101	190
Grundkallen - Pori	859	2,4	121	229
Grundkallen - Rauma	1 313	3,6	131	205
Nystad (Uusikaupunki) - Bottenhavet	815	2,2	103	205
Enskär – Grundkallen - Isokari - Uusikaupunki	534	1,5	102	190
Inom projektområdet för vindpark Noatun Nord	696	1,9	-	-

[39] Med referensfartyget avses det fartyg som är längre än 98,5 % av fartygen inom ett visst område, exempelvis analysområdet eller ett specifikt område för sjöfart.

För en mer utförlig redogörelse för sjötrafiken inom den planerade vindparkens närområde hänvisas till trafikanalysen samt till den nautiska riskanalysen, bilaga 2 respektive bilaga 17 till miljökonsekvensbeskrivningen.

9.14.1.9 Vindförhållanden

Medelvindhastigheten inom det område där vindpark Noatun Nord planeras anläggas är cirka 7,0 m/s vid en höjd om 10 meter över havsytan, och den förhärskande vindriktningen är från sydsydväst. Den mest sannolika driftriktningen för ett fartyg som av någon anledning börjar driva är följaktligen åt nordnordost.

9.14.1.10 Isförhållanden

Vindpark Noatun Nord planeras anläggas inom ett område där det kan förekomma havsis och där delar av sjötrafiken periodvis kan vara beroende av assistans från isbrytare. Beroende på isförhållandena kan delar av sjötrafiken tvingas ta andra rutter än de som används vid isfria förhållanden. Olika slags isbildning kan även påverka sjöfarten på olika sätt.

9.14.1.11 Riskidentifiering, riskvärdering och riskanalys

I riskvärderingen har 24 olika risker identifierats, analyserats och värderats. Merparten av riskerna har bedömts vara försumbara, alternativt klassats som acceptabla. Vid värderingen av riskerna har inga oacceptabla risker påträffats.

Givet konservativa analysantaganden och med utgångspunkt i worst case scenariot har risker för påsegling med drivande fartyg (med eller utan förekomst av havsis), påsegling med manöverdugligt fartyg som passerar igenom vindparken, påsegling med manöverdugligt fartyg orsakad av begränsade siktförhållanden, kollisioner (totala kollisioner, samt omkörnings- och svängkollisioner), kollision mellan fartyg och arbets-/installationsfartyg på väg till eller från vindparken, radarstörningar, påverkan på sök- och räddningsinsatser, påverkan på isbildning orsakad av vindparken samt påverkan på vinternavigationsrutter för sjötrafiken ur vissa aspekter klassificerats som ALARP, vilket innebär att riskerna kan tolereras förutsatt att rimliga riskreducerande åtgärder vidtas. I avsnitt 13 i miljökonsekvensbeskrivningen redovisas de skyddsåtgärder och riskreducerande åtgärder som kommer att vidtas i förhållande till sjöfarten.

För en mer utförlig redogörelse för genomförd riskidentifiering och de identifierade riskerna, riskanalys och riskvärdering, samt detaljer hänförliga till IWRAP-beräkningarna avseende den planerade vindparken, hänvisas till den nautiska riskanalysen, bilaga 17.

9.14.2 Riskreducerande åtgärder

För de scenarier som har identifierats inom ramen för den nautiska riskanalysen, och där risken klassificerats som ALARP, listas i den nautiska riskanalysen (bilaga 17) samt i avsnitt 13 i miljökonsekvensbeskrivningen möjliga åtgärder för att reducera risker. De riskreducerande åtgärder som kommer att vidtas är bland annat att en *marine coordinator* tillsätts för kontroll, samordning och övervakning av marina operationer, att det kommer att finnas en beredskap för att hantera, begränsa och om möjligt avhjälpa eventuella spill eller utsläpp, att vindkraftverken kommer att märkas ut enligt gällande föreskrifter och branschstandard, samt att en särskild riskanalys inför

vindparkens anläggnings- och driftsfas tas fram, där resultatet inarbetas i verksamhetens rutiner samt i beredskaps- och räddningsplanen.

9.14.3 Säkerhetsavstånd

Säkerhetsavstånd mellan vindpark Noatun Nord och de närliggande fartygsstråken Grundkallen – Rauma och Enskär – Grundkallen – Isokari – Uusikaupunki har analyserats med utgångspunkt i rekommendationer från Traficom, PIANC och MCA[40]. Analysen har visat att fartygsstråken, inklusive tillhörande säkerhetsavstånd, ryms inom de ytor som är tillgängliga för sjötrafiken, utan att det uppstår några överlapp med vindparkens projektområde.

9.14.4 Konsekvenser

9.14.4.1 Nollalternativ

Nollalternativet innebär att de förhållanden och förutsättningar som råder för sjöfarten i dagsläget, inom det havsområde där vindpark Noatun Nord planeras, inte kommer att påverkas eller förändras till följd av vindparken. Nollalternativet ger således inte upphov till några konsekvenser för sjöfarten.

9.14.4.2 Anläggningsfas

Under vindparkens anläggningsfas tillkommer en viss mängd sjötrafik i området genom de båtar och fartyg som rör sig mellan projektområdet för vindparken och hamnar för bland annat tillverkning, slutmontering och lastning, samt inom och runt projektområdet. Vilken hamn (eller vilka hamnar) som kommer att användas är ännu inte fastställt. Sjötrafiken inom projektområdet under anläggningsfasen förväntas i huvudsak vara koncentrerad till de delområden där installationsarbeten pågår vid en viss tidpunkt.

Från den hamn som kommer att användas som slutmonteringshamn kommer personaltransporter och transporter av mindre komponenter att ske. Det är vid transporter till och från denna hamn som korsningar av befintliga farleder och/eller fartygsstråk sker i störst utsträckning och mest frekvent, med dagliga resor tur och retur under de perioder då installationsarbeten pågår. Sjötrafiken i området under anläggningsfasen kommer att utgöras av fartyg i varierande storlekar, exempelvis mindre båtar som används för personaltransporter (eng. Crew Transfer Vessels, CTV) och bevakning, pråmar eller fartyg med fundament, mudderverk, kabelläggningsfartyg, jack-up fartyg och andra fartyg som fraktar material.

Under anläggningsfasen kommer fundamenten och vindparkens övriga anläggningsdelar att installeras successivt, varför deras bidrag till riskerna för sjötrafiken också ökar successivt. I omedelbar anslutning till de platser inom projektområdet där installationsarbeten pågår vid en viss tidpunkt kommer restriktioner för övrig sjötrafik att föreligga. Efterhand som vindparken byggs ut kommer delar av den begränsade sjötrafik som i dagsläget nyttjar projektområdet att behöva anpassa sina rutter så att fartygen inte längre passerar igenom detta område.

Som angetts ovan har vid värderingen av de identifierade riskerna inga oacceptabla risker påträffats avseende anläggningsfasen. Samtliga värderade risker har, givet

[40] Maritime and Coastguard Agency (sjöfartsmyndigheten i Storbritannien).

konservativa analysantaganden, klassificerats som acceptabla eller som ALARP. Skyddsåtgärder och försiktighetsmått för att reducera risken vid de scenarier som klassificerats som ALARP kommer att vidtas, se avsnitt 13.

Slutsats

Sammantaget bedöms sjöfartens känslighet inom det havsområde som berörs av den planerade vindparken vara liten. Med vidtagna skyddsåtgärder, försiktighetsmått och riskreducerande åtgärder bedöms påverkan under anläggningsfasen vara liten, vilket sammantaget innebär en mycket liten negativ konsekvens jämfört med nollalternativet, se Tabell 75. Bedömningen blir densamma för båda alternativen.

Tabell 75. Bedömning av konsekvenser för sjöfarten under anläggningsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Nautiska risker	Liten	Liten negativ	Mycket liten negativ	Liten negativ	Mycket liten negativ

9.14.4.3 Driftsfas

Etableringen av vindparken kommer att ske utanför utpekade ruttsystem för sjöfarten. Vindparken påverkar inte förutsättningarna för navigering inom eller i närheten av någon TSS, och den påverkar inte heller möjligheterna för sjötrafiken att gå i raka kurser i fartygsstråken mellan trafikseparering arna.

Inom projektområdet för vindpark Noatun Nord samt inom de fartygsstråk som angränsar till projektområdet förekommer endast ett fåtal passager per dygn, därtill är fartygen som trafikerar fartygsstråken relativt små.

Riskanalysen har visat att fartygsstråken med tillhörande säkerhetsavstånd ryms inom de ytor som finns tillgängliga för sjötrafiken utan att det uppstår några överlapp med vindparkens projektområde. De ytor som ligger i anslutning till den planerade vindparken, och inom vilka den absoluta merparten av sjötrafiken förekommer i nuläget, är så pass stora att sjötrafiken, även för ett framtida trafikscenario, fortsatt kan nyttja dessa ytor utan förändringar i resväg. Detta innebär att sjötrafiken, även efter etableringen av vindparken kan framföras säkert och obehindrat.

Det totala antalet fartygspassager genom det område som omfattas av den planerade vindparkens motsvarar cirka 1,9 fartygspassager per dygn för referensåret. Den planerade vindparken kommer inte att vara avlyst för fartygstrafik och de stora avstånden mellan vindkraftverken kommer fortsatt att möjliggöra passage genom vindparken, exempelvis för fiskefartyg som förflyttar sig mellan en hamn och ett fångstområde.

Även om det är möjligt för vissa fartyg att färdas mellan vindkraftverken är det troligt att en betydande andel av den sjötrafik som vid ett nollalternativ (det vill säga att ingen vindpark anläggs) hade passerat igenom vindparkens projektområde väljer alternativa rutter. Påverkan på dessa fartygs färdlängd bedöms utifrån AIS-data vara begränsad för de flesta fartyg. Valet av alternativa rutter för en del av den trafik som annars hade

passerat igenom projektområdet skulle kunna leda till en viss ökning av sjötrafiken i fartygsstråken runt den planerade vindparken.

Inför fastställandet av den slutgiltiga utformningen av vindparken kommer en kompletterande nautisk riskanalys (*Detailed design* enligt PIANC) att utföras. Vidare kommer en utvärdering avseende radarstörningar att genomföras. Radarstörningar är ett väl utrett fenomen när det gäller havsbaserad vindkraft, och det finns ett antal olika generella och beprövade metoder som i dagsläget nyttjas dels av sjötrafiken, dels vid ett stort antal befintliga havsbaserade vindparker. Om utvärderingen visar att det finns ett behov av att vidta åtgärder för att minska risken för radarstörningar kan sådana implementeras.

Vid värderingen av de identifierade riskerna har inga oacceptabla risker påträffats avseende driftsfasen. Samtliga värderade risker har, givet konservativa analysantaganden, klassificerats som acceptabla eller som ALARP. Skyddsåtgärder och försiktighetsmått för att reducera risken vid de scenarier som klassificerats som ALARP kommer att vidtas, se avsnitt 13.

Slutsats

Sammantaget bedöms sjöfartens känslighet inom det havsområde som berörs av den planerade vindparken vara liten. Med vidtagna skyddsåtgärder, försiktighetsmått och riskreducerande åtgärder bedöms påverkan under driftsfasen vara liten, vilket sammantaget innebär en mycket liten negativ konsekvens jämfört med nollalternativet, se Tabell 76. Bedömningen blir densamma för båda alternativen.

Tabell 76. Bedömning av konsekvenser för sjöfarten under driftsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Nautiska risker	Liten	Liten negativ	Mycket liten negativ	Liten negativ	Mycket liten negativ

9.14.4.4 Avvecklingsfas

Under avvecklingsfasen kommer fundamenten och vindparkens övriga anläggningsdelar att avlägsnas successivt, varför deras bidrag till riskerna för sjötrafiken också avtar successivt. I omedelbar anslutning till de platser inom projektområdet där avvecklingsarbeten pågår vid en viss tidpunkt kommer restriktioner för övrig sjötrafik att föreligga. Efterhand som vindparken avvecklas kommer sjötrafiken återigen att obehindrat kunna nyttja hela det område som omfattats av vindparken.

Enligt nuvarande kunskapsläge gäller generellt att avvecklingsfasen för vindparken förväntas vara omvänd i förhållande till anläggningsfasen. Båtar, fartyg och annan utrustning som används förväntas vara snarlikt vad som används under anläggningsfasen. Vidare förväntas ett antal av de moment som ingår i avvecklingsfasen vara snarlika de som ingår i anläggningsfasen.

Vid värderingen av de identifierade riskerna har inga oacceptabla risker påträffats avseende avvecklingsfasen. Samtliga värderade risker har, givet konservativa

analysantaganden, klassificerats som acceptabla eller som ALARP. Skyddsåtgärder och försiktighetsmått för att reducera risken vid de scenarier som klassificerats som ALARP kommer att vidtas, se avsnitt 13.

Slutsats

Sammantaget bedöms sjöfartens känslighet inom det havsområde som berörs av den planerade vindparken vara liten. Med vidtagna skyddsåtgärder, försiktighetsmått och riskreducerande åtgärder bedöms påverkan under avvecklingsfasen vara liten, vilket sammantaget innebär en mycket liten negativ konsekvens jämfört med nollalternativet, se Tabell . Bedömningen blir densamma för båda alternativen.

Tabell 77. Bedömning av konsekvenser för sjöfarten under avvecklingsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Nautiska risker	Liten	Liten negativ	Mycket liten negativ	Liten negativ	Mycket liten negativ

9.15 Luftfart

Samlad konsekvensbedömning

Vindpark Noatun Nord bedöms inte påverka någon flygplats eller några flygprocedurer. Vidare kommer vindparkens hinderbelysning att utformas, installeras och användas i enlighet med vid var tid gällande riktlinjer, till undvikande av påverkan på luftfarten.

De samlade konsekvenserna som uppstår för luftfarten genom anläggning, drift och avveckling av vindpark Noatun Nord bedöms vara försumbara jämfört med nollalternativet. Bedömningen blir densamma för båda alternativen.

9.15.1 Förutsättningar

Höga objekt, exempelvis vindkraftverk, vilka uppförs inom vissa avstånd från en flygplats kan medföra en risk för påverkan på flygsäkerheten och tillgängligheten till flygplatsen, samt även påverkan på navigationsutrustning för luftfarten. Påverkan kan uppstå dels som ett resultat av vindkraftverkens fysiska närvaro i luftrummet, dels genom vindkraftverkens hinderbelysning.

Generellt sett förekommer hinderbegränsande ytor som reglerar högsta tillåtna höjd på byggnadsobjekt och terräng inom en radie om cirka 5–7 kilometer från en flygplats, samt inom ett avstånd om cirka 15–16 kilometer i landningsbanans förlängning (Luftfartsverket, 2024). De hinderbegränsande ytornas utformning och utbredning skiljer sig från flygplats till flygplats beroende på bland annat landningsbanans längd, bredd och lutning.

Utöver de hinderbegränsade ytorna i flygplatsens närområde har en flygplats även en så kallad MSA[41]-yta, vilken som regel är indelad i olika sektorer. Syftet med MSA-ytan är att ett flygplan ska kunna flyga på lägsta angivna höjd för en viss sektor och därigenom upprätthålla tillräcklig hinderfrihet till samtliga hinder och terräng som förekommer inom den aktuella sektorn. MSA-ytans utformning beror på vilken typ av inflygningsprocedur den baseras på och ytan är oftast cirkulär eller svagt elliptisk. MSA-ytan för civila flygplatser har vanligtvis en radie om cirka 46–56 kilometer från flygplatsen, för militära flygplatser kan radien vara mindre. För de flesta flygplatser är det möjligt att vid behov justera MSA-ytan för den berörda sektorn vid etableringen av en vindpark, framför allt för höga objekt som uppförs på ett visst avstånd från flygplatsen (Trafikverket, 2014). Detta måste dock analyseras specifikt för varje flygplats.

Vindpark Noatun Nord planeras anläggas på relativt stora avstånd från befintliga flygplatser. De närmast belägna flygplatserna är Mariehamn Airport (på Åland) och Turku Airport (i Finland), vilka ligger på ett minsta avstånd om cirka 46 kilometer respektive cirka 95 kilometer från vindparken.

Inför framtagandet av tillståndsansökan och miljökonsekvensbeskrivningen har Bolaget sökt och erhållit flyghindertillstånd enligt luftfartslag (864/2014) för vindparken från Traficom. Fyra olika ansökningar, vilka omfattar olika delar av vindparken, har lämnats in. Eftersom flyghindertillstånden har en begränsad varaktighet (cirka två år) kommer Bolaget att ansöka om tillstånd på nytt för samtliga vindkraftverk inför själva byggnationen av vindparken. Det flyghindertillstånd som avser området närmast Åland (och Mariehamns flygplats), vilket omfattar den sydligaste spetsen av vindparkens södra delområde, har en begränsning av totalhöjden till 279 meter. Detta på grund av MSA-ytan tillhörande Mariehamns flygplats. Det kan således bli aktuellt att begränsa vindkraftverkens totalhöjd inom det berörda området.

Vindpark Noatun Nord kommer att förses med hinderbelysning, vilken kommer att utformas, installeras och användas i enlighet med vid var tid gällande riktlinjer.

9.15.2 Konsekvenser

Bedömningarna av vindparkens konsekvenser för luftfarten har utgått från att totalhöjden för de vindkraftverk som berörs av Mariehamn flygplats MSA-yta, det vill säga de vindkraftverk som är belägna inom den sydligaste spetsen av vindparkens södra delområde, vid behov begränsas.

9.15.2.1 Nollalternativ

Nollalternativet innebär att de förhållanden och förutsättningar som råder för luftfarten i dagsläget, inom det område där vindpark Noatun Nord planeras, inte kommer att påverkas eller förändras till följd av vindparken. Nollalternativet ger således inte upphov till några konsekvenser för luftfarten.

[41] MSA – Minimum sector altitude, lägsta sektorhöjd. Den lägsta flyghöjden som garanterar minst 1 000 fot (300 meter) över det högsta hindret inom området.

Eventuell påverkan för luftfarten som följd av andra havsbaserade vindparker som i nollalternativet kan komma att etableras i närliggande områden beror på såväl lokalisering som vindkraftverkens höjd.

9.15.2.2 Anläggningsfas

Under anläggningsfasen kommer vindkraftverken att installeras successivt och förses med hinderbelysning enligt gällande riktlinjer. Vid behov kan vindkraftverkens totalhöjd inom de sydliga delarna av vindparken komma att begränsas med avseende på MSA-ytan för Mariehamns flygplats. Inga andra flygplatser berörs av den planerade vindparken.

Slutsats

Luftfartens känslighet inom det område som berörs av den planerade vindparken bedöms vara liten. Med vidtagna skyddsåtgärder, försiktighetsmått och riskreducerande åtgärder bedöms påverkan under anläggningsfasen vara obetydlig, vilket sammantaget innebär en försumbar konsekvens jämfört med nollalternativet, se Tabell 78. Bedömningen blir densamma för båda alternativen.

Tabell 78. Bedömning av konsekvenser för luftfarten under anläggningsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Fysisk störning i luftrummet	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar

9.15.2.3 Driftsfas

Driften av vindpark Noatun Nord bedöms inte påverka någon flygplats eller några flygprocedurer. Hinderbelysningen kommer att användas i enlighet med gällande riktlinjer.

Slutsats

Luftfartens känslighet inom det område som berörs av den planerade vindparken bedöms vara liten. Med vidtagna skyddsåtgärder, försiktighetsmått och riskreducerande åtgärder bedöms påverkan under driftsfasen vara obetydlig, vilket sammantaget innebär en försumbar konsekvens jämfört med nollalternativet, se Tabell 79. Bedömningen blir densamma för båda alternativen.

Tabell 79. Bedömning av konsekvenser för luftfarten under driftsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Fysisk störning i luftrummet	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar

9.15.2.4 Avvecklingsfas

Avvecklingen av vindpark Noatun Nord bedöms inte påverka någon flygplats eller några flygprocedurer. Hinderbelysningen kommer att användas i enlighet med gällande riktlinjer.

Slutsats

Luftfartens känslighet inom det område som berörs av den planerade vindparken bedöms vara liten. Med vidtagna skyddsåtgärder, försiktighetsmått och riskreducerande åtgärder bedöms påverkan under avvecklingsfasen vara obetydlig, vilket sammantaget innebär en försumbar konsekvens jämfört med nollalternativet, se Tabell 80. Bedömningen blir densamma för båda alternativen.

Tabell 80. Bedömning av konsekvenser för luftfarten under avvecklingsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Fysisk störning i luftrummet	Liten	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar

9.16 Försvarsmaktens intressen

Samlad konsekvensbedömning

Anläggning, drift och avveckling av en havsbaserad vindpark kan generellt sett medföra en påverkan på Försvarsmaktens intressen, verksamhet och/eller tekniska utrustning och system.

För de delar av vindpark Noatun Nord som överlappar med eller angränsar till de förekommande intresseområdena för Försvarsmakten föreligger en risk för en potentiell intressekonflikt. Vid behov kan anpassningar av projektområdet som syftar till att undanröja risken för potentiella intressekonflikter komma att vidtas. Eventuella anpassningar kommer att preciseras i ett senare skede av tillståndsprocessen.

Känsligheten hos Försvarsmaktens intressen, verksamhet och/eller tekniska utrustning och system bedöms sammantaget vara hög för vindparkens samtliga faser, anläggningsfasen, driftsfasen och avvecklingsfasen. Förutsatt att eventuella intressekonflikter hanteras genom att nödvändiga anpassningar av projektområdet genomförs bedöms påverkans storlek och omfattning under den planerade vindparkens samtliga faser vara obetydlig, vilket sammantaget innebär att vindpark Noatun Nord bedöms medföra en försumbar konsekvens jämfört med nollalternativet. Bedömningen blir densamma för båda alternativen.

9.16.1 Förutsättningar

Anläggning, drift och avveckling av havsbaserade vindparker kan medföra en påverkan på Försvarsmaktens olika fasta tekniska system, däribland spaningsradar, väderradar, radiokommunikation, signalspaning och undervattenssensorer (FOI, 2022). Vindkraftverkens påverkan på Försvarsmaktens fasta system beror framför allt

på deras fysiska utsträckning, vilket kan orsaka blockering och reflexer av de elektromagnetiska signalerna som används av radarsystem och radiolänkar. Därutöver kan en havsbaserad vindpark även påverka andra delar av Försvarsmaktens verksamhet, exempelvis förutsättningarna för att bedriva övningsverksamhet med flyg- och/eller sjöstridskrafter.

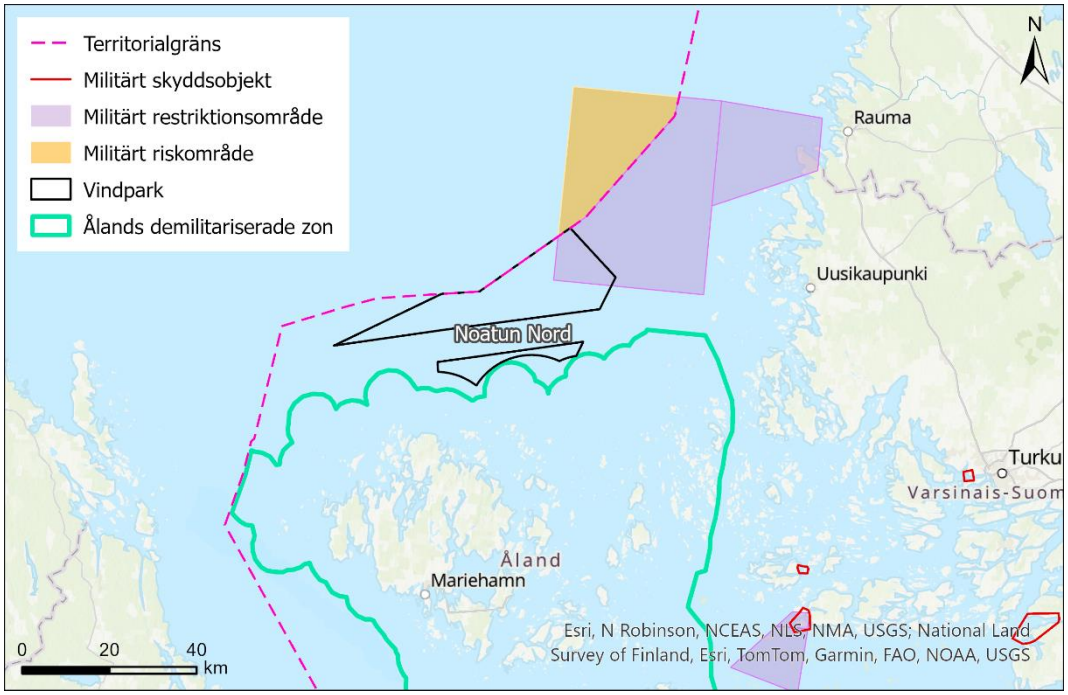
Den nuvarande säkerhetspolitiska situationen, vilken kräver ett stärkt försvar, samt behovet av att minska klimatpåverkan genom en övergång till fossilfri och förnyelsebar energiproduktion är två intressen som behöver samexistera med varandra. Särskilt eftersom havsbaserad vindkraft är en viktig del av den samlade utbyggnaden av vindkraften, och eftersom den kan ge ett substantiellt bidrag till framtidens fossilfria och förnyelsebara energiproduktion.

Bolaget har erhållit ett utlåtande av Försvarsmakten enligt vilket Försvarsmakten inte motsätter sig etableringen av vindpark Noatun Nord.

9.16.1.1 Ålands status som demilitariserad zon

Åland utgör en demilitariserad zon, vilket i korthet innebär att Åland inte får befästas, att inga militära styrkor får vara på Åland, att tillverkning, införsel och transitering av vapen och krigsmateriel är förbjudet, att Finland endast får låta lätta krigsfartyg besöka öarna ibland och att endast Finlands stridsflyg får flyga över Åland. Stridsflyg får dock inte landa annat än i nödfall (Ålands landskapsregering, 2023).

Zongränsen för Ålands demilitarisering är definierad på 3 nautiska mils avstånd (5 556 meter) från de öar, holmar och skär som finns lagrade i Lantmäteriverkets digitala terrängdatabas (Lantmäteriverket, 2012). Zongränsen utgörs därmed av ett stort antal sammanhängande cirkelbågar se Figur 71. Projektområdet för vindpark Noatun Nord ligger helt utanför den demilitariserade zonen.



Figur 71. Ålands demilitariserade zon samt militära områden.

9.16.1.2 Öppet redovisade områden av intresse för Försvarsmakten

Den nordöstra delen av projektområdet för vindpark Noatun Nord överlappar i viss utsträckning med ett militärt restriktionsområde, samt angränsar till ett militärt riskområde, se Figur 71.

9.16.1.3 Områden som omfattas av sekretess

Utöver ovannämnda områden av intresse för Försvarsmakten, kan det inom vindpark Noatun Nords närområde även finnas sådana intressen, områden av betydelse och tekniska system som omfattas av sekretess och som därmed inte redovisas öppet.

9.16.2 Konsekvenser

9.16.2.1 Nollalternativ

Nollalternativet innebär att de förhållanden och förutsättningar som råder för Försvarsmaktens intressen i projektområdet i dagsläget inte kommer att påverkas eller förändras till följd av vindparken. Nollalternativet ger således inte upphov till några konsekvenser för Försvarsmaktens intressen.

9.16.2.2 Anläggningsfas

Under vindparkens anläggningsfas skulle fartygstrafik till, från eller inom vindparken, vindkraftverken och de övriga anläggningsdelarnas fysiska närvaro och/eller arbeten som genererar undervattensljud eventuellt kunna medföra en påverkan på Försvarsmaktens intressen, verksamhet och/eller tekniska utrustning och system. Fartygstrafiken skulle kunna påverka eventuell övningsverksamhet, medan undervattensljud från bland annat pålning skulle kunna påverka hydroakustiska och elektromagnetiska undervattenssensorer (FOI, 2022).

För de delar av vindparken som överlappar eller angränsar till de förekommande restriktions- och riskområdena föreligger en risk för en potentiell intressekonflikt. Vid behov kan anpassningar av projektområdet som syftar till att undanröja risken för potentiella intressekonflikter komma att vidtas. En fortsatt dialog med Försvarsmakten kommer att föras för att förstå eventuella begränsningar som de militära restriktions- och riskområdena kan ha för projektet. Eventuella anpassningar kommer att preciseras i ett senare skede av tillståndsprocessen.

Slutsats

Känsligheten hos Försvarsmaktens intressen, verksamhet och/eller tekniska utrustning och system bedöms vara hög. Förutsatt att eventuella intressekonflikter hanteras genom att eventuella nödvändiga anpassningar av projektområdet utförs bedöms påverkans storlek och omfattning under anläggningsfasen vara obetydlig, vilket sammantaget innebär en försumbar konsekvens jämfört med nollalternativet, se Tabell 81. Bedömningen blir densamma för båda alternativen.

Tabell 81. Bedömning av konsekvenser för Försvarsmaktens intressen under anläggningsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Påverkan på intressen, verksamhet, och/eller teknisk utrustning och system	Hög	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar

9.16.2.3 Driftsfas

Under vindparkens driftsfas skulle fartygstrafik till, från eller inom vindparken samt vindkraftverken och de övriga anläggningsdelarnas fysiska närvaro eventuellt kunna medföra en påverkan på Försvarsmaktens intressen, verksamhet och/eller tekniska utrustning och system. Vindkraftverken och de roterande rotorbladen skulle kunna påverka olika spaningsradarsystem och/eller radiokommunikation, medan vindparkens interna kabelnät skulle kunna påverka undervattenssensorer (FOI, 2022).

Slutsats

Känsligheten hos Försvarsmaktens intressen, verksamhet och/eller tekniska utrustning och system bedöms vara hög. Förutsatt att eventuella intressekonflikter hanterats genom att eventuella nödvändiga anpassningar av projektområdet utförts bedöms påverkans storlek och omfattning under driftsfasen vara obetydlig, vilket sammantaget innebär en försumbar konsekvens jämfört med nollalternativet, se Tabell 82. Bedömningen blir densamma för båda alternativen.

Tabell 82. Bedömning av konsekvenser för Försvarsmaktens intressen under driftsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Påverkan på intressen, verksamhet, och/eller teknisk utrustning och system	Hög	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar

9.16.2.4 Avvecklingsfas

Under vindparkens avvecklingsfas skulle fartygstrafik till, från eller inom vindparken eventuellt kunna medföra en påverkan på Försvarsmaktens intressen, verksamhet och/eller tekniska utrustning och system. Påverkan under avvecklingsfasen förväntas till stora delar bli jämförbar med den som uppstår under anläggningsfasen, dock förekommer ingen risk för hydroakustiska störningar som orsakas av pålning.

Slutsats

Känsligheten hos Försvarsmaktens intressen, verksamhet och/eller tekniska utrustning och system bedöms vara hög. Förutsatt att eventuella intressekonflikter hanterats genom att eventuella nödvändiga anpassningar av projektområdet utförts

bedöms påverkans storlek och omfattning under avvecklingsfasen vara obetydlig, vilket sammantaget innebär en försumbar konsekvens jämfört med nollalternativet, se Tabell 83. Bedömningen blir densamma för båda alternativen.

Tabell 83. Bedömning av konsekvenser för Försvarsmaktens intressen under driftsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Alternativ 1		Alternativ 2	
		Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Påverkan på intressen, verksamhet, och/eller teknisk utrustning och system	Hög	Obetydlig	Försumbar	Obetydlig	Försumbar

9.17 Risk och säkerhet

Samlad konsekvensbedömning

Med beaktande av vidtagna skyddsåtgärder, försiktighetsmått och riskreducerande åtgärder bedöms anläggning, drift och avveckling av vindpark Noatun Nord inte ge upphov till några risker som klassas som oacceptabla.

Hantering av vätgas, syrgas, diesel samt övriga kemiska produkter inom vindparken sker i sådan omfattning att en allvarlig kemikalieolycka skulle kunna inträffa vid någon av vindparkens olika anläggningsdelar. Inom ramen för framtagandet av detta dokument har Bolaget låtit utföra en riskkartering av vindkraftsverksamheten, vätgasproduktionen och hanteringen av kemiska produkter till havs. En säkerhetsrapport med tillhörande riskutredning enligt bland annat Sevesolagstiftningen kommer att tas fram i ett senare skede av tillståndsprocessen. Bolaget har, i MKB-skedet, utfört en initial riskidentifiering samt en riskanalys.

En allvarlig kemikalieolycka inom vindparken bedöms inte kunna påverka personer på fastlandet eller fartyg inom närliggande fartygsstråk. Med avseende på andra och tredje persons liv och hälsa utgör risken för allision mellan fartyg och fundament med vätgasinstallationer, med efterföljande utsläpp och antändning av vätgas den dimensionerande risken. Efter att riskreducerande åtgärder vidtagits bedöms risknivåerna för detta scenario ha reducerats till godtagbara nivåer, och ekonomiskt rimliga och praktiskt genomförbara åtgärder bedöms ha vidtagits.

Den huvudsakliga identifierade risken för utsläpp av miljöfarliga ämnen utgörs av ett läckage/utsläpp av olja eller diesel. Efter att riskreducerande åtgärder vidtagits bedöms riskerna ha reducerats till godtagbara nivåer, och ekonomiskt rimliga och praktiskt genomförbara åtgärder bedöms ha vidtagits.

Bolaget arbetar kontinuerligt med riskidentifiering, riskvärdering och riskhantering inom alla delar av projektutvecklingen. De risker som identifieras hanteras bland annat genom organisatoriska åtgärder och rutiner, olika tekniska åtgärder, samt åtgärder som utförs inom ramen för vindparkens drift och underhåll.

Vid driftsättning kommer vindpark Noatun Nord att ha tydligt fastslagna mål och policys gällande sitt säkerhetsarbete, och Bolaget kommer att arbeta systematiskt med åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor. Målsättningen är att bedriva en verksamhet som dagligen beaktar och uppdaterar sitt säkerhetsarbete, för att kunna garantera säkerheten för såväl anställda som för tredje person. Vidare har Bolaget som ambition att ha ett nära samarbete med räddningstjänstmyndigheter för att så långt möjligt kunna genomföra koordinerade insatser vid eventuella olyckor.

9.17.1 Förutsättningar

Nedan beskrivs hur Bolaget arbetar samt fortsatt kommer att arbeta med frågor kring säkerhet, samt de typiska risker som är kopplade till etablering och drift av en havsbaserad vindpark. Vidare anges olika exempel på risker som kan förekomma inom ramen för verksamheten. Se Bilaga 19 för utförd riskanalys.

Översiktligt kan risker i storskaliga anläggningsprojekt delas in i sådana som berör hälsa, miljö och egendom. Därtill kommer risker som berör flera av dessa aspekter. Ekonomiska risker behandlas inte i föreliggande miljökonsekvensbeskrivning.

Den miljö i vilken ett havsbaserat vindkraftsprojekt genomförs karaktäriseras av flera utmaningar. Att det vid tidpunkten för inlämnandet av föreliggande tillståndsansökan inte har uppförts någon vindpark av jämförbar storlek innehållandes anläggningar för vätgas i Östersjön tidigare understryker behovet av en noggrann planering av en sådan anläggning och ett klargörande av olika roller vad avser exempelvis insatser vid olyckor. Detta är något som Bolaget kommer att fokusera på under den fortsatta projektutvecklingsfasen.

Miljön gör att havsbaserade vindkraftsprojekt har flera unika förhållanden relaterade till arbetsplatsolyckor (inklusive olyckor som drabbar tredje man), exempelvis den marina miljön, att arbete kan ske på hög höjd och i trånga utrymmen samt att arbeten kan omfatta tunga lyft och elektricitet. Risker för miljön är ofta ett resultat av okontrollerade emissioner av olika slag, såsom kemiska produkter, ljud och sediment.

Risken för skador på egendom gäller främst anläggningen i sig och kan många gånger uppstå till följd av hanteringen av tunga komponenter, dock kan olyckor som påseglingar även drabba tredje man. I Tabell 84 nedan illustreras olika exempel på vilka risker som kan uppstå inom ramen för verksamheten, inom parentes ges exempel på åtgärder.

Tabell 84. Exempel på risker och åtgärder.

Kategori	Exempel på risk (förslag på åtgärder)
Miljö	• Utsläpp av olja och andra kemiska produkter (nödlägesberedskap)
Olycksrisker	• Torn som faller (certifiering, kontroll tillverkning, installation och drift) • Maskinhus som faller (certifiering, kontroll tillverkning, installation och drift) • Blad som lossnar (certifiering, kontroll tillverkning, installation och drift) • Brand, varmgång, kortslutning (detektorer, släcksystem) • Jetflamma (vätgasproduktion undviks angränsande till fartygsstråk, certifiering, kontroll tillverkning, installation och drift, gas/läckagelarm, släcksystem) • Explosioner (vätgasproduktion undviks angränsande till fartygsstråk, certifiering, kontroll tillverkning, installation och drift, gas/läckagelarm automatiskt/fjärrstyrt ventileringssystem vid risk för påsegling, nödlägesberedskap) • Utsläpp av vätgas från rörledningar (certifiering, kontroll tillverkning, installation och drift)
Arbetsmiljörisker*	• Arbete på hög höjd (utbildning, barriärer, skyddssele) • Heta arbeten (utbildning, certifiering) • Elektricitet (utbildning, certifiering) • Tunga lyft (lyftplan, inga personer under hängande last) • Rörliga delar (mekaniska skydd, utbildning) • Man-över-bord (utbildning, flytväst, räddningsnät, överlevnadsdräkt)
Yttre händelser	• Extremväder • Geologiska risker • Oexploderad ammunition (undersökningar) • Sjöfartsrelaterade risker/kollisioner • Antagonistiska hot

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

Notera att sammanställningen ovan illustrerar olika exempel på riskhändelser, inte deras orsak. En riskhändelse för sjöfarten kan exempelvis orsakas av att en befälhavare väljer att öka avståndet till vindparken, ett haveri på ett vindkraftverk kan vara orsakat av felaktiga antaganden kring yttre belastning (till följd av en klimatförändring) och en arbetsplatsolycka kan vara orsakad av bristfälliga rutiner.

9.17.2 Åtgärdshierarki

De olika risker som föreligger inom ramen för projektet är av skiftande karaktär, vilket också innebär att de åtgärder som identifieras kommer att utföras vid olika tillfällen; under planering, inför etablering av en byggarbetsplats eller i samband med genomförandet. Identifierade risker kommer att hanteras enligt en så kallad åtgärdshierarki (se Figur 72):

- I första hand ska en risk helt elimineras genom att ta bort det moment som medför risken.
- I andra hand ska det riskfyllda momentet ersättas med ett som är mindre riskfyllt.
- I tredje hand ska olika tekniska åtgärder begränsa risken.
- I fjärde hand ska olika rutiner begränsa risken.
- I sista, och femte, hand ska personlig skyddsutrustning begränsa risken.

Figur 72. Åtgärdshierarki. Den mest effektiva åtgärden är att helt ta bort ett moment som medför en risk. Som sista åtgärd används personlig skyddsutrustning (detta innebär naturligtvis att man alltid ska använda relevant personlig skyddsutrustning, men innan denna åtgärd ska risken ha eliminerats eller reducerats av andra barriärer).

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

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

9.17.3 Miljörisker

Utsläpp av olja eller andra kemiska produkter kan ske från fartyg och/eller från vindparkens olika anläggningsdelar (exempelvis vindkraftverk eller transformatorer). De oljor och andra kemiska produkter som finns i de olika anläggningsdelarna behöver med jämna mellanrum bytas ut eller fyllas på och vid dessa moment föreligger risk för utsläpp. Sannolikheten för ett större utsläpp från ett fartyg inom vindparken bedöms vara liten, detta då projektområdet förutsätts trafikeras av främst service- och underhållsfartyg, samt fritidsbåtar i liten utsträckning.

Mindre utsläpp av olja eller andra kemiska produkter skulle kunna uppstå i samband med underhåll av vindkraftverken, det ska dock noteras att vindkraftverk och övriga anläggningsdelar utformas med exempelvis spilltråg och/eller andra möjligheter till uppsamling av ett eventuellt utsläpp. Vindparken kommer att ha utrustning i form av exempelvis länsar för hantering av sådana utsläpp.

Inför att anläggningsarbetena inleds kommer en beredskaps- och räddningsplan att utarbetas efter samråd med berörda myndigheter och kommuner. Planen kommer bland annat att innehålla en plan för insatser för skydd av miljön vid eventuella oljeutsläpp och för bärgning av eventuella skadade fartyg.

Vid ett scenario där ett eventuellt utsläpp sker och där detta inte kan begränsas eller avhjälpas vid utsläppspunkten, styr bland annat utsläppets art och omfattning, egenskaperna hos det ämne som släpps ut, utsläppspunkt, utsläppskälla, temperatur, salthalt, skiktningar i vattenkolumnen, samt framför allt rådande vind- och strömförhållanden hur utsläppet sprider sig. Koncentrationen av toxiska ämnen är som högst under de första dagarna efter ett oljespill, och därför kommer de största negativa konsekvenserna att uppstå under dessa första dagar. Olja tar lång tid på sig att brytas ner, och om den inte tas om hand kan toxiska effekter uppstå även efter flera år.

Vad avser de biologiska konsekvenserna så riskerar ett eventuellt utsläpp att medföra toxiska effekter på förekommande djur och växter, och utsläppet kan även påverka reproduktionsförmåga, tillväxt, stresstålighet samt orsaka cancer. Vilken påverkan som kan uppkomma på miljön vid ett oljeutsläpp beror till stor del på mängden olja som släpps ut och hur oljan sprider sig i området, samt på vilka arter som exponeras

(eftersom känsligheten varierar mellan arter). Nedan sammanfattas några allmänt kända och väl utredda effekter från oljespill på olika marina organismer.

- **Fisk**: Effekter på fisk beror till en stor del på vilka livsstadium som påverkas. Till exempel har strömming högst känslighet för oljeutsläpp under tidiga livsstadier, det vill säga under lekperioden och som ägg, medan känsligheten minskar med ökande ålder (McIntosh et al., 2010). Indirekta effekter, som missbildningar och genetiska effekter, kan även uppstå hos larver efter exponering (Carls, 1999).

- **Fåglar**: Utsläpp av olja kan drabba sjöfåglar då det kan påverka deras förmåga att hålla värmen, flyta och flyga. Deras förmåga att tåla oljeexponering är därför mest beroende av hur de klarar termisk stress, hur snabbt de blir rena och hur mycket olja de sväljer vid skötsel av fjädrar (Clumpner, 2015). Även fågelägg har visat sig kunna vara känsliga om de kommer i kontakt med olja, till exempel med 50% dödlighet bland gräsandägg vid exponering av 0.5 mg olja (Finch et al., 2005).

- **Marina däggdjur**: Marina däggdjur kan påverkas av oljeutsläpp antingen via direkt exponering av olja/oljefilm (till exempel när de bryter ytan för att andas) eller genom intag av föda eller toxiska ångor (Uncan-Marin & Dupuis, 2015). Sälar kan drabbas av termisk stress när deras päls täcks med olja (Kooyman et al., 1977). Potentiellt kan dödliga effekter uppkomma hos utsatta tumlare på sikt, vilket tidigare har observerats drabba späckhuggare (*Orcinus orca*) och öresvin (*Tursiops truncatus*) med förhöjda dödstal flera år efter oljespill (Matkin et al., 2008; Schwacke et al. 2014). Icke dödliga effekter kan också uppstå, till exempel har skador på ögon, njurar och lever uppkommit hos vikare (*Pusa hispida*) som utsatts för kort exponering av olja (Geraci and Smith 1976), samt lungskador hos tandvalar (*Odontoceti*) (Schwacke et al., 2014).

- **Vegetation**: Ett täckande lager av olja på vattenytan kan orsaka minskad syrekoncentration i vattnet samt hindra solinstrålningen från att nå ner i vattenmassan, vilket påverkar bottenvegetationen negativt främst i grunda områden.

- **Plankton:** Växtplankton kan bli hindrade i sin förmåga att ta upp näring och ljus på grund av täckande oljefilm på vattenytan (Gonzalez et al 2009). Djurplankton kan bli utsatta för direkta toxiska effekter beroende på koncentrationen av toxiska ämnen i vattnet, men även vid längre exponeringstider (Lee & Nicol, 1977). Hoppkräftor (Copepoda), den dominerande andelen komponenten av djurplankton i södra Östersjön (Dzierzbicka-Glowacka et al., 2018), kan eventuellt delvis avvärja negativa effekter genom att undvika förorenade områden (Seuront, 2010). 9.17.4

9.17.4 Olycksrisker

Brand

Brand kan uppstå i ett vindkraftverk till följd av exempelvis elektriska fel eller varmgång, även om detta är väldigt sällsynt. Brand kan även uppstå på exempelvis högspänningsplattformar och på servicefartyg. Med en ändamålsenlig konstruktion och löpande service och underhåll, i kombination med en kontinuerlig övervakning av

driftförhållanden (exempelvis temperatur och kvalitet på oljor) reduceras risken för brand till följd av elektriska fel eller varmgång. På vindkraftverkens rotorblad finns åskledare som ska skydda konstruktionen från åsknedslag.

För den händelse att brand uppstår finns i maskinhuset ett automatiskt släckningssystem, ett sådant kan exempelvis fylla utrymmet med koldioxid och härigenom kväva elden. Det är ytterst sällan en brand uppkommer när någon befinner sig i maskinhuset (ett släckningssystem med koldioxid måste stängas av om det finns personal i maskinhuset), om så sker är den första åtgärden att försöka släcka branden med tillgänglig utrustning som till exempel brandsläckare och brandfilt, nästa åtgärd är att evakuera maskinhuset. Det ska finnas möjlighet till en säker evakuering av maskinhuset, med alternativa och oberoende utgångar, exempelvis den interna stegen och en utanpåliggande vinsch. Hiss får inte användas vid evakuering.

Hantering av olyckor vid vindkraftverk och plattformar kommer att ingå i den beredskaps- och räddningsplan som utarbetas inför anläggningsarbetena.

Vid ett scenario där en brand uppstår och där denna inte kan hanteras omedelbart av det automatiska släckningssystemet eller genom släckningsinsatser som utförs av vindparkens personal, skulle en eventuell brand kunna medföra risk för skador på personal och/eller på den anläggningsdel som börjar brinna. Om ett vindkraftverk börjar brinna är det framför allt maskinhuset som skulle kunna skadas, men även rotorbladen skulle kunna påverkas om branden sprider sig. Beroende på hur en eventuell brand utvecklar sig skulle även delar av rotorblad och/eller maskinhus kunna falla ner från vindkraftverket. Vindkraftverkens torn och fundament består av stål och kan således inte börja brinna, det föreligger därmed ingen risk för att en eventuell brand skulle kunna medföra att ett vindkraftverk rasar.

En eventuell brand skulle kunna ge upphov till utsläpp av miljö- och hälsofarliga brandgaser till luft, det finns även en viss risk för att en brand ger upphov till ett utsläpp av olja och/eller andra kemiska produkter till vatten.

Olyckor till följd av vätgas

Vätgas är en mycket lätt och brandfarlig gas. Ett vätgasutsläpp som antänds kan därför medföra stora konsekvenser. Om ett kontinuerligt utsläpp av vätgas antänder direkt nära utsläppspunkten bildas en jetflamma[42], längden på jetflamman beror främst på trycket samt hålstorleken. Om en stor mängd vätgas antänds direkt uppstår ett eldklot varefter en explosion bildas. Vid en fördröjd antändning sker en gasmolnsbrand/explosion. Vid en gasmolnsbrand kan gasmolnet ha drivit en sträcka innan det antänds, varför risk för påverkan av ett större område föreligger.

Med en ändamålsenlig konstruktion och löpande service och underhåll, i kombination med en kontinuerlig övervakning av driftförhållanden reduceras risken för olyckor kopplat till produktionen av vätgas.

För att eliminera den direkta risken för olyckor kopplat till påsegling kommer ett skyddsavstånd om 1 000 meter till närmaste fartygsstråk nyttjas vid centraliserad

[42] En jetflamma vid en olycka kan uppstå när en brand eller explosion orsakar att en ström av bränsle eller gas frigörs med sådan kraft att den antänds i en intensiv och kontrollerad eldstråle. Denna typ av jetflamma kan vara mycket farlig och svår att släcka.

vätgasproduktion. Vid decentraliserad vätgasproduktion är skyddsavståndet 250 meter. Dessa skyddsavstånd är preliminära och kan komma att anpassas i samband med fortsatt projektering av vindparken. Därutöver kommer vätgasproduktionen placeras så att det inte föreligger någon risk för dominoeffekter[43].

Ett övervakningssystem för att fjärrstyrt/automatiskt stänga av vätgasproduktionen och ventilera ut vätgasen från vätgasplattformar vid ett scenario där fartyg driver in i parken och bedöms ha en kurs som kan orsaka allision med vätgasplattform (centraliserad produktion) kommer att implementeras. Rörledningar kommer sektioneras med ventiler som ska kunna fjärrstyras till att stänga vid identifierat läckage. Genom att sektionera rörledningar med sektionsventiler säkerställs att endast en begränsad mängd vätgas tillåts läcka vid ett rörbrott. Därutöver kommer gas- /läckagelarm med optisk och akustisk signal att användas inom vindparken.

Hantering av olyckor till följd av vätgas kommer också att ingå i den beredskaps- och räddningsplan som utarbetas inför anläggningsarbetena.

9.17.5 Arbetsmiljörisker

Arbetsmiljörisker kommer att hanteras inom ramen för den arbetsmiljöplan som kommer att upprättas. I första hand ska arbetsmiljörisker undvikas och minimeras genom att begränsa riskfyllda moment med tekniska skyddsåtgärder, organisatoriska skyddsåtgärder och med personlig skyddsutrustning samt genom rutiner och övningar.

9.17.6 Yttre händelser

Klimatanpassning

De pågående klimatförändringarna kan under vindparkens driftsfas medföra en påverkan på områdets hydrografi, exempelvis genom höjning av vattennivåer och ändrade vindförhållanden, samt även ändrad frekvens för hårda vindar. Vid utvecklingen av vindpark Noatun Nord beaktas klimataspekter och klimatförändringar för hela vindparkens livslängd, eftersom klimatet och dess förändringar påverkar förutsättningarna för utformningen av anläggningen, i första hand på grund av förekomsten av vind, is, vågor och andra väderhändelser.

Det varmare klimatet leder till minskad utbredning av havsis, vilket innebär en minskad påverkan på vindparken och en ökad tillgänglighet. Ett exempel på hur vindparken kan klimatanpassas är att göra fundamenten något högre än vad som annars skulle ha varit fallet. Om vindparken klimatanpassas så att vindkraftverken dimensioneras för ett framtida klimat, bedöms risken som marginell för att olyckor till följd av ett förändrat klimat sker.

Oexploderad ammunition

Enligt Försvarsmaktens kartläggning av riskområden förekommer ingen oexploderad ammunition (OXA) eller andra stridsmedel inom projektområdet. Eventuell förekomst av oexploderad ammunition kommer att kartläggas som en del av detaljprojekteringen. Ifall några objekt identifieras kommer de antingen att undvikas genom att hänsyn tas

[43] Dominoeffekter refererar till ett fenomen där en händelse eller förändring i en del av ett system eller en process kan utlösa en kedjereaktion som påverkar andra delar av systemet, ofta med snabb och omfattande påverkan.

till detta vid placering av fundament, kablar och rörledningar, eller oskadliggöras innan ett arbetsmoment kan genomföras.

Inför installationsarbeten görs en slutlig kontroll av förhållanden för att säkerställa att det inte finns någon oexploderad ammunition på den specifika platsen, där ett stödbensfartyg positioneras, där man placerar ett fundament eller där en kabel/rörledning läggs ner. Därefter sker olika former av bottenpreparering, innan fundamentet etableras på platsen. Om oexploderad ammunition eller kemiska stridsmedel skulle påträffas under bottenundersökningar inför installationsarbetet meddelas relevanta myndigheter omedelbart. Ifall det utgör risk för installationsarbetet görs, i samråd med tillsynsmyndigheten och Försvarsmakten, en bedömning av om objektet ska flyttas eller sprängas under kontrollerade former. Alternativt kan objektet undvikas genom att en annan fundamentsposition eller sträckning väljs. I händelse av förflyttning eller sprängning av objekt ska lämpliga skyddsåtgärder vidtas för att minimera påverkan på marina däggdjur, fisk och sjöfåglar som kan tänkas vara i området. Lämpliga skyddsåtgärder tas fram tillsammans med berörda myndigheter.

Sjöfartsrelaterade risker

Risker relaterade till sjöfarten beskrivs i avsnitt 0. För att minska risken för fartygskollisioner, grundstötning och fartygsdrift kommer flera skyddsåtgärder och försiktighetsmått att vidtas, utifrån rekommendationer i den nautiska riskanalysen (Bilaga 19).

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

Antagonistiska hot

Vindparken kan utgöra ett mål för att skapa obalans i energiförsörjningen och därigenom skapa infrastrukturella skador med nationsintresse.

Sannolikheten för antagonistiska hot är inte möjlig att bedöma i denna process. Denna typ av frågor bör snarare hanteras av andra myndigheter och verksamheter, exempelvis Försvarsmakten. Dock kommer säkerhetsarbetet, inklusive IT-säkerhet, inom anläggningen för att förhindra och begränsa storskaliga kemikalieolyckor i enlighet med Sevesolagstiftningen att bidra till att reducerade risken även för antagonistiska handlingar.

9.17.7 Skyddsåtgärder

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

Projektets HSSE Management Proceedings

Bolaget har påbörjat upprättandet av en HSSE (Health, Safety, Security and Environment) Management Proceedings, som beskriver hur projektet kommer planera, hantera, övervaka och samordna frågor kring hälsa, säkerhet och miljö under hela vindparkens design-, konstruktions- och driftsättningsfas.

Beredskaps- och räddningsplan

Bolaget kommer i god tid före anläggningsfasen att i samråd med berörda myndigheter upprätta en beredskaps- och räddningsplan (se avsnitt 9.17.6 ovan).

Riskregister

En viktig del i HSSE-arbetet är att fortlöpande identifiera alla risker och registrera dessa i ett projektspecifikt riskregister, en detekterad risk ska värderas och åtföljas av en åtgärd. Detta register ska bland annat beskriva riskhändelser och deras bakomliggande orsaker, vilket kan vara en kedja av händelser eller flera parallella händelser, riskhändelsernas sannolikhet och konsekvens, olika åtgärder och åtgärdernas effekt på sannolikhet och konsekvens, samt vem som är ansvarig för att risken hanteras och när den ska hanteras.

Det är viktigt att arbetet med riskanalys påbörjas tidigt i projektutvecklingen. Redan vid design av komponenter eller vid utformandet av ett arbetsmoment ska det värderas vilka risker som komponenten eller momentet kan ge upphov till och vilka riskreducerande åtgärder som kan vidtas. Vid upphandling säkerställs att leverantörerna förstår och respekterar projektets höga riskmedvetenhet. Rutiner ska kontrolleras fortlöpande även bland leverantörer och deras underleverantörer, inklusive vid tillverkningen av komponenter.

Kontroller, RAMS, Tool box-talk

Under tillverkning av komponenter kommer dokumenterade kontroller att utföras löpande. Den färdiga komponenten kommer att granskas i en så kallade Factory Acceptance Test (FAT) och efter leverans att granskas i en i Site Acceptance Test (SAT). Den färdiga installationen kontrolleras och stäms av mot en så kallad Reference Turbine innan provdrift påbörjas.

Inför olika arbetsmoment, görs en riskvärdering (RAMS, Risk Assessment Method Statement) där olika potentiella risker identifieras och där det tydligt beskrivs hur momentet ska genomföras. Just innan ett arbetsmoment påbörjas hålls ett så kallat ”tool box talk”, där man tillsammans går igenom momentet och vilka risker som kan föreligga. Efter utfört arbete ska en uppföljning ske och eventuella avvikelser, även incidenter som ej lett till en olycka, rapporteras.

Utbildning och träning

Personer involverade i anläggning och drift av verksamheten kommer att ha relevant utbildning och träning som är anpassad till havsbaserad vindkraft, exempelvis samordnad av Global Wind Organisation.

Inför den marina delen av installationen genomförs en workshop, där möjliga riskhändelser identifieras, proaktiva åtgärder tas fram och handlingsplaner upprättas.

Resultatet sammanställs i en riskpärm, som för de olika riskhändelserna tydligt beskriver vilka åtgärder som ska vidtas och av vem. Vid en olycka ska det då finnas en lättillgänglig handledning över vad som ska göras.

9.18 Ekosystemtjänster

Samlad konsekvensbedömning

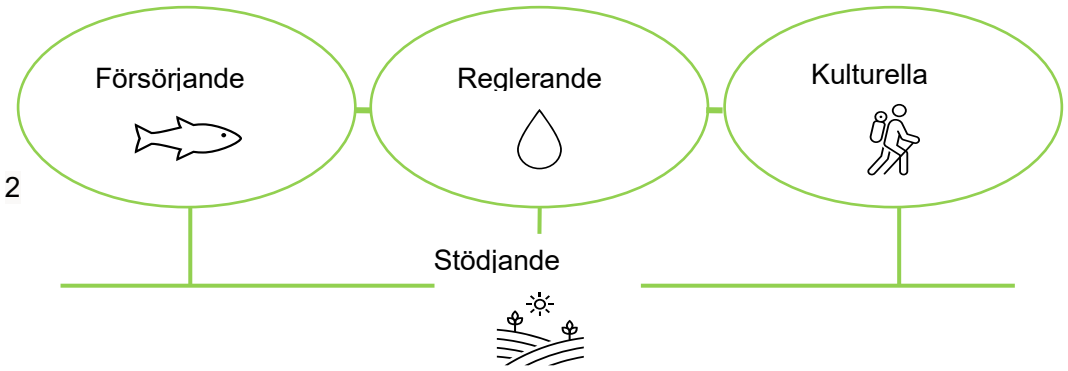
Påverkan på ekosystemtjänster i Noatun Nords närområde uppstår framför allt under anläggningsfasen i form av sedimentsuspension, sedimentation, undervattensljud och avstängningar som minskar tillgängligheten till området, påverkan är dock begränsad både geografiskt och i tid.

Under driftsfas bedöms en liten påverkan på kulturella ekosystemtjänster uppstå till följd av visuell påverkan av vindparken, omfattningen av påverkan minskas dock av att vindparken är lokaliserad på långt avstånd från land. Sammantaget bedöms verksamheten inte påverka förutsättningarna för tillhandahållande av stödjande, reglerande, försörjande ekosystemtjänster under driftsfasen.

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

9.18.1 Förutsättningar

Ekosystemtjänster används som begrepp för de nyttor, i form av välfärd och livskvalitet, som människor och samhälle får från naturen. Begreppet ekosystemtjänster har använts sedan början av 2000-talet och myntades i och med forskningsprogrammet Millennium Ecosystem Assessment som syftade till att utreda förändringar i ekosystem och deras påverkan på människor. Forskningsprogrammet tog fram en kategoriindelning av ekosystemtjänster: försörjande, reglerande, kulturella och stödjande ekosystemtjänster, se Figur 73.



Figur 73. Illustration av de fyra grupperna av ekosystemtjänster.

Utifrån EU:s definitioner av ekosystemtjänster (Naturvårdsverket, 2018) har följande bedömts vara relevanta att beskriva och bedöma för vindpark Noatun Nord:

- **Stödjande**: Upprätthållande av näringsvävens dynamik, upprätthållande av livsmiljöer, upprätthållande av biologisk mångfald
- **Försörjande**: Tillhandahållande av råvaror för produktion av mat
- **Reglerande**: Kvarhållande av sediment, reglering av giftiga ämnen
- **Kulturella**: Rekreation, kulturarv

Stödjande

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

Upprätthållande av biologisk mångfald – Långsiktigt upprätthållande av biologisk mångfald är en stödjande funktion till de flesta andra ekosystemtjänsterna från havet. Övergödning, överfiske, fysisk påverkan som trålning och miljöolyckor är exempel på faktorer som kan påverka ekosystemtjänsten negativt. Upprätthållande av biologisk mångfald kopplar även till miljömålet ”ett rikt växt-och djurliv” samt Natura 2000, se avsnitt 14.4 och 9.8.

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

Reglerande

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

Försörjande

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

Kulturella

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

Kulturarv – I haven finns kulturhistoriska lämningar, både marina och sådana som tidigare legat ovanför vattenytan, se avsnitt 0 och 9.12 för ytterligare information om kulturmiljön.

Ekosystemtjänster inom vindpark Noatun Nord

De ekosystemtjänster som identifierats inom vindpark Noatun Nord, samt som verksamheten potentiellt kan påverka, är stödjande, försörjande och kulturella ekosystemtjänster.

Utförda undersökningar inom projektområdet visar på att bottenfloran är mycket begränsad och ingen vegetationsklädd botten förekommer, att inga tumlare registrerats samt att få fåglar förekommer till följd av det relativt stora djupet och begränsad födotillgång. Dock kan projektområdet utgöra ett uppväxtområde för vikare, vilket utgör en viktig stödjande ekosystemtjänst.

Försörjande ekosystemtjänster inom Noatun Nord utgörs bland annat av att området delvis sammanfaller med utpekade fiskevatten i Ålands havsplan, se avsnitt 9.13 för konsekvensbedömning avseende yrkesfiske, och därmed bidrar till försörjningen av livsmedel.

De kulturella ekosystemtjänsterna är framför allt kopplade till de värden som finns på land, se kulturmiljö i avsnitt 0, och som kan påverkas visuellt av vindpark Noatun Nord.

HELCOM har identifierat relevanta ekosystemtjänster i Östersjöområdet. Inom verksamhetsområdet har ekosystemtjänsterna denitrifikation av mjukbottensediment samt assimilering av kväve och fosfor i mjukbottensediment identifierats (HELCOM, 2024). Dessa ekosystemtjänster bidrar med att assimilera kväve och fosfor och därigenom minska näringsbelastningen.

9.18.2 Konsekvenser

9.18.2.1 Nollalternativ

Nollalternativet för ekosystemtjänster kan i många avseenden kopplas till hur nollalternativet beskrivits ur klimatsynpunkt. Nollalternativet innebär att parkens bidrag till att minska koldioxidutsläppen uteblir och därmed även dess positiva effekter för klimatet. De allra flesta miljöaspekter och intressen berörs redan idag negativt av pågående klimatförändringar och dessa påverkar såväl olika biologiska värden, arter och livsmiljöer, som grundläggande samhällsfunktioner så som livsmedelsproduktion.

Klimatförändringar ökar det redan existerande negativa trycket på Östersjöns marina miljö. Påverkan som kan uppstå omfattar bland annat förändrade hydrografiska förutsättningar vilket kan ha effekter på biogeokemiska cykler såväl som ekosystemet i stort (Andersson, et al., 2015).

Stigande havstemperaturer kan påverka stödjande ekosystemtjänster genom ändrad salt- och syrehalt vilket medför förändringar i livsmiljön vilket kan påverka fiskpopulationers struktur och omfattning (Hwang & Jung, 2012; Andersen, et al., 2020). I Östersjön är till exempel Östersjötorskens status redan klassad som sårbar och om salt- och syrehalter förändras kan torskens lek och fortlevnad påverkas negativt (Ammar, et al., 2021) vilket skulle kunna påverka försörjande ekosystemstjänster.

I en analys av klimatförändringarna bedöms påverkan på förvaltningen av kulturmiljön redan idag vara omfattande vilket kan påverka kulturella ekosystemtjänster, både avseende plötsliga klimatrelaterade händelser, så som översvämningar, och avseende långsamma förlopp, så som högre fuktbelastning (Riksantikvarieämbetet, 2021) och försurning av haven (Riksantikvarieämbetet, 2023).

9.18.2.2 Anläggningsfas

Sammanfattningsvis bedöms förutsättningarna för tillhandahållande av stödjande eller reglerande ekosystemtjänster inte påverkas under anläggningsfasen. Aktiviteter relaterade till vindparken bedöms ge upphov till försumbar till måttlig negativ konsekvens på arter och livsmiljöer under anläggningsfasen, framför allt med koppling till sedimentspridning och undervattensljud. Då påverkan på respektive värde är temporär bedöms den planerade vindparken emellertid inte påverka de stödjande eller försörjande ekosystemtjänsterna jämfört med nollalternativet, varför den samlade konsekvensen bedöms vara försumbar.

Under anläggning kommer sedimentsuspension uppkomma, huvudsakligen vid installation av fundament. Sedimentsuspension kan ha små negativa effekter för fisk och därmed ha påverkan på stödjande ekosystemtjänster. Sedimentsuspension under anläggning är lokal och temporär och uppgrumlat sediment kommer att återsedimentera. Påverkan på de av HELCOM utpekade ekosystemtjänsterna blir därmed också lokal och temporär. Förutom sedimentspridning kan anläggningsfasen medföra störningar i form av undervattensljud, ökad frekvens av båttrafik och begränsad tillgänglighet. Påverkan på de stödjande och försörjande ekosystemtjänsterna som avgränsats ovan inkluderas och beskrivs i konsekvensbedömningen för de olika organismgrupperna bottenflora och bottenfauna, fisk, tumlare, säl, fåglar och fladdermöss samt yrkesfiske.

9.18.2.3 Driftsfas

Sammantaget bedöms vindpark Noatun Nord ge försumbar konsekvens på stödjande ekosystemtjänster under driftsfasen jämfört med nollalternativet. Om yrkesfisket begränsas i området bedöms stödjande ekosystemtjänster gynnas och i förlängningen viss mån även försörjande ekosystemtjänster i områden utanför Noatun Nord.

Under driftsfasen kommer mjukbottnar till viss del tas i anspråk av fundament samtidigt som hårda strukturer skapas som kan ge upphov till reveffekt, se avsnitt 9.4.2.3 och 9.3.2.3. Utöver detta kan vindkraftverken leda till störning för grupper som fåglar och fladdermöss. Påverkan på de stödjande ekosystemtjänsterna som angetts i avsnittets inledande text inkluderas och beskrivs i konsekvensbedömningen för de olika berörda organismgrupperna bottenflora och bottenfauna, fisk, tumlare, säl, fåglar och fladdermöss i avsnitt 9.2-9.7. Under de olika faserna kopplade till vindparken kommer miljörisker att hanteras för att motverka spill av oljor och kemikalier, se avsnitt 9.17.

Gällande påverkan på försörjande ekosystemtjänster kan reveffekten ha positiv påverkan på fisk. Reveffekten kan lokalt leda till ökad biologisk mångfald vilket även kan sprida sig till omgivande områden vilket i sin tur kan gynna yrkesfisket. Försörjande ekosystemtjänster skulle även kunna gynnas på längre sikt av minskad bottentrålning, vilket kan innebära att bestånden av fisk i området för vindparken ökar. Dock är fisketrycket inom vindparken redan idag begränsat. Påverkan på fisk samt yrkesfiske beskrivs i avsnitt 9.3 och 9.13.

Vindparken kommer att bli synlig från land. Den fria horisonten bryts i vissa områden, men på grund av det stora avståndet blir det endast en liten visuell påverkan. En liten negativ påverkan på kulturella ekosystemtjänster bedöms uppstå i driftsfas i form av visuell påverkan på landskapsbilden. Påverkan begränsas av det relativt stora avståndet från land till vindpark Noatun Nord.

Vindpark Noatun Nord bedöms samlat inte påverka förutsättningarna för tillhandahållande av stödjande, försörjande eller kulturella ekosystemtjänster under driftsfasen för alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet.

9.18.2.4 Avvecklingsfas

Under avvecklingsfasen bedöms liknande påverkan som under anläggningsfasen ske, dock i betydligt mindre omfattning. Verksamheten bedöms samlat inte påverka förutsättningarna för tillhandahållande av stödjande, försörjande eller kulturella ekosystemtjänster under avvecklingsfas för alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet.

9.19 Hushållning med resurser

Samlad konsekvensbedömning

Anläggning, drift och avveckling av vindpark Noatun Nord innebär ett nyttjande av olika slags resurser. I ett vindkraftverks eller en vätgasanläggnings livscykel ingår bland annat utvinning och framställning av metaller och andra material, tillverkning, transporter, installation, underhåll och service, nedmontering och slutligen avfallshantering, återanvändning och/eller återvinning. Vindparkens komponenter kan vara möjliga att återanvända, och ingående material är i de flesta fall möjliga att återvinna, vilket innebär ett effektivt resursutnyttjande och en avfallshantering i enlighet med avfallshierarkin.

Sammantaget bedöms vindparkens konsekvenser för hushållning med resurser vara försumbara. Nyttjandet av dessa resurser möjliggör att stora mängder förnybar el och/eller vätgas kan produceras. Vindparken bedöms därför som helhet innebära ett effektivt resursutnyttjande.

9.19.1 Förutsättningar

Energi och råvaror

Den totala energin som förbrukas över en vindparks hela livscykel kan jämföras med den mängd elektricitet och/eller vätgas som produceras under vindparkens livstid, och denna jämförelse ger ett mått på hur energieffektiv en vindpark är. För ett havsbaserat vindkraftverk bedöms det ta cirka 5–11 månader att producera energi motsvarande den mängd som krävs för att tillverka, anlägga och avveckla vindkraftverket (Energimyndigheten, 2021b; Hengstler, et al., 2021).

För vindpark Noatun Nord kan hela eller delar av den producerade elektriciteten komma att nyttjas för produktion av vätgas inom vindparken. Vätgas kan exempelvis användas som medium för energilagring, substitut för fossila bränslen eller som råvara vid framställning av exempelvis e-metanol eller ammoniak.

Ett vindkraftverk består i huvudsak av komponenter tillverkade av stål, aluminium och glasfiberkompositer, 80–90 procent av den totala vikten består av stål och järn. Glasfiberkomposit används i rotorbladen och utgör cirka 5–8 procent av den totala vikten, medan plastmaterial utgör cirka 3–4 procent (Energimyndigheten, 2021b).

Vindparkens komponenter tillverkas i olika specialiserade fabriker och transporteras sedan till den plats där slutmontering sker. Naturresurser som sten, sand och grus kommer, när så är möjligt, att hämtas från närmast möjliga plats på land eller till havs vilket kan bidra till att minska transportavstånd och mängden bränsle som förbrukas. Vätgasen produceras genom elektrolys, vilket innebär att vattenmolekyler spjälkas med hjälp av el till vätgas och syrgas. Därutöver uppkommer även spillvärme i processen. I dagsläget är verkningsgraden hos traditionella elektrolysörer cirka 70 procent. Dock pågår en snabb utveckling av tekniken hos elektrolysörer, vilken pekar på att en verkningsgrad om cirka 95 procent kan nås. Utöver elektriciteten som produceras av vindkraftverken behöver vätgasanläggningen utrustas med reservkraft för att säkerställa att systemet kan operera i ett säkert läge även vid förhållanden med svaga eller inga vindar, och för att möjliggöra en omstart när vindarna tilltar. Exempel på reservkraft är batterier och bränsleceller. En bränslecell omvandlar kemisk energi, exempelvis vätgas, till el och värme. Elen som produceras fungerar som reservkraft medan värmen ventileras ut. En kombination av flera olika tekniker kan komma att bli aktuellt.

Undervattenskablarna består av en kärna av metallerna koppar eller aluminium som omsluts av ett skyddande lager av plast eller gummi. Kabeln skyddas även av en armering som utgörs av galvaniserade ståltrådar.

Rörledningarna kan variera i både storlek och material, exempelvis kan ledningar i plast, kompositmaterial och stål användas. Rören är relativt lätta vilket innebär att förankring eller tyngder kan komma att behövas, om rören inte förläggs under havsbotten, se även 4.15.

För att anlägga erosionsskydd vid fundamenten, samt olika slags kabel- och rörledningsskydd, används naturresurser i form av framför allt sand, grus och sten, se även avsnitt 4.9.

Transporter, bränsle och kemiska produkter

Under anläggningsfasen, driftsfasen och avvecklingsfasen används bränsle till olika typer av transporter och för att driva tillhörande maskiner så som exempelvis kranar. Transporter sker med olika slags större och mindre fartyg samt i viss omfattning med helikopter. För vindkraftverkens drift behövs växellådsolja (om vindkraftverken är försedda med växellåda), kylarvätska, hydraulolja, smörjolja och batterivätska. För transformator- och omriktarstationerna används transformatorolja, dieselolja, glykolvatten, inert gas och SF6-gas (alternativt annat isolerande medium/vakuum). Även en mindre mängd olja för service och underhåll av vindkraftverken och vätgasanläggningarna behövs under driftsfasen.

Optimering och planering av fartygstrafiken kommer att göras för att minska transportavstånden och för att begränsa antalet turer. De fartyg som används i projektets olika faser kommer bland annat att väljas med hänsyn till deras energieffektivitet och koldioxidavtryck.

Återanvändning och återvinning
Det avfall som uppstår i samband med vindparken kommer i första hand återanvändas och i andra hand återvinnas.

9.19.1.1 Anläggningsfasen

Under anläggningsfasen uppstår flera typer av avfall till följd av moment så som förberedelse av havsbottnen, transport av de olika komponenterna för vindparken och sedan själva monteringen av dessa. I samband med förberedelse av havsbottnen kan det genereras avfall i form av muddringsmassor, borrkax och stenmaterial. Borrkaxet och det stenmaterial som uppstår kan eventuellt användas för erosionsskydd i anläggningen. Om borrkaxet är förorenat kan det behöva transporteras in till land för korrekt hantering av miljöfarligt avfall, men som utgångspunkt förväntas massorna inte vara förorenade. Eventuella muddermassor kommer att transporteras till dumpningsplatser, detta i täta bottentömmande pråmar. Mängden massor som flyttas ska som utgångsläge vara så liten som möjligt. Under själva transporten av de olika komponenterna för vindparken och sedan själva konstruktionen av denna genereras förpackningsavfall så som plast, metall, trä, textilier et cetera. Därutöver kan det även uppkomma avfall i form av metallskrot och betong från de olika anläggningsarbeten som utförs samt mindre mängder olja och smörjmedel kopplat till de olika arbetsmaskiner som används. Detta avfall sorteras och hanteras i enlighet med gällande lagstiftning och transporteras sedan kortast möjliga sträcka för omhändertagande.

9.19.1.2 Driftsfasen

Under driftsfasen uppstår avfall vid underhåll och reparation av vindparken. Under normal service genereras avfall i form av spilloljor, oljefilter och eventuellt emballage. Vid eventuellt underhålls- eller reparationsarbete av olika mindre mekaniska eller elektriska komponenter inom vindparken kan även skrotmetall, kablar och elektronikavfall uppstå, detta exempelvis bestående av material så som stål, koppar och aluminium, vilka alla är återvinningsbara. Elektronikavfall i form av defekta kretskort eller skadade sensorer kan även det genereras, dessa är svårare att återvinna men kommer att hanteras enligt gällande lagstiftning.

Därutöver kommer även byte av större komponenter ske inom vindparken, detta till följd av eventuell skada eller vanligt slitage och för att förlänga livslängden. Dessa komponenter kan bestå av material så som metall, kompositmaterial, plast et cetera. Även korrosionsskydd kommer sannolikt behöva bytas ut under vindparkens livslängd.

Uppkommet avfall sorteras och omhändertas enligt gällande lagstiftning. De mängder avfall och farligt avfall som uppstår under anläggningsfasen och driftsfasen är små i förhållande till de mängder som uppkommer under avvecklingsfasen.

9.19.1.3 Avvecklingsfasen

När vindparken nått slutet av sin livslängd påbörjas avvecklingsfasen, vilket innebär att vindkraftverk, fundament, högspänningsplattformar, kablar, rörledningar och eventuella plattformar för vätgasproduktion demonteras och att platsen återställs i erforderlig omfattning. Under avvecklingsfasen används bränsle till transporter för att forsla bort vindparkens komponenter. Transporterna under avvecklingsfasen förväntas vara av ungefär samma omfattning som under anläggningsfasen. En avvecklingsplan

tas fram och ges in till Ålands miljö- och hälsoskyddsmyndighet eller annan i det skedet relevant lokal myndighet senast ett år innan vindkraftverk permanent tas ur bruk.

Nuvarande Vattenlag (1996:61) för landskapet Åland, kap 6, § 15, anger att ett vattenföretag är tillståndspliktigt om vattenföretaget omfattar:

”*f) byggande, fyllning, pålning, grävning, muddring, sprängning eller rensning i vattenområde om den bottenyta som verksamheten omfattar i vattenområdet uppgår till mer än 500 kvadratmeter.*”

Avvecklingen av vindparken kommer med största sannolikhet att omfatta en bottenyta överstigande 500 m². Det betyder att avvecklingen enligt nuvarande lagstiftning behöver ett miljötillstånd från tillståndsmyndigheten (för närvarande ÅMHM). För att minimera påverkan på den marina miljön kommer försiktighetsåtgärder att vidtas under avvecklingen och en studie kommer att utföras för att bedöma biotopernas tillstånd och känslighet. Miljöpåverkan kopplat till de åtgärder som beskrivs i avvecklingsplanen kommer att bedömas under handläggningen av ansökan om miljötillstånd. Denna bedömning kommer att resultera i tillståndsvillkor som fastställs av myndigheten för att säkerställa att den marina miljön påverkas så lite som möjligt, med särskild hänsyn till skyddet av nybildade livsmiljöer.

Återanvändning och materialåtervinning ska ske i största möjliga utsträckning för att avvecklingsfasens inverkan på miljön ska minimeras och för att hushålla med resurser. Under avvecklingsfasen kan vindparkens komponenter komma att renoveras och/eller säljas vidare, beroende på hur lång livslängd respektive komponent har kvar. Det finns möjlighet att återanvända rotorblad, gir-mekanism, växellåda, generator, maskinhus, bromsar och torn efter renovering. Marknaden för omhändertagande av vindkraftskomponenter kan förväntas se annorlunda ut vid tidpunkten för avveckling. Det finns redan idag en marknad för att sälja vidare delar av vindkraftverk som tas ur bruk och det bedöms vara sannolikt att denna marknad kommer att vara ännu större när det blir aktuellt att avveckla vindpark Noatun Nord. Återanvändning av delar från vätgasproduktionsanläggningar har i dagsläget ingen allmän praxis. Vid avvecklingsfasen kan alternativ för återanvändning ha utvecklats.

Om delarna i vindparken inte kan återanvändas är de flesta komponenterna återvinningsbara. För de ingående metallerna så som stål, järn, koppar och aluminium finns det en etablerad återvinningsmetodik och dessa material går därför att återvinna på ett effektivt manér (Energy Cluster Denmark, 2021).

Underjordiska stålbetongfundament kan i princip grävas upp och återvinnas, men det är inte nödvändigtvis tekniskt, ekonomiskt eller miljömässigt förnuftigt att utnyttja fundament som ligger under botten och långt från land. Att avlägsna fundamenten innebär grävning, transport, krossning och transport till återvinningsplats. Under de 30–40 år som vindparken är i drift kommer nya biotoper och habitat sannolikt att etableras under vattenytan på de olika fundamenten och strukturerna inom vindparken. Om så är fallet kan borttagning av fundamenten resultera i att dessa livsmiljöer förstörs. Det kan utifrån detta bedömas vara mer fördelaktigt för miljön att lämna kvar fundament vid och under botten.

Rotorblad bestående av, i huvudsak, plastkomposit har historiskt sett varit svåra att återvinna samt att förbränna. Runtom i Europa hamnar idag därför en del plastkomposit på soptippar, detta kommer dock förbjudas inom EU från 2025 och är

redan förbjudet i Finland. Gällande förbränning är plastkompositerna ineffektiva och cirka 60 procent av materialet kvarstår i form av aska med hälsovådliga egenskaper (Energy Cluster Denmark, 2021). Idag finns det emellertid metoder för att omvandla cirka 50 procent av plastkompositen till klinker som används vid cementproduktion. Resterande överblivet material kan förbrännas för energi (Vasa Elektriska, 2024). Nya återvinningsprocesser som syftar till att möjliggöra separation och återanvändning av plastkomponenter och glasfibrer är under utveckling. Till exempel kan man genom en pyrolysteknik återvinna en del av plastfibrerna för framtida användning (Energy Cluster Denmark, 2021). Undervattenskablar och -rörledningar kan återvinnas genom att ingående material separeras och återvinns var för sig (Energy Cluster Denmark, 2021). I en elektrolysör används elektroder belagda med ädelmetaller samt andra metaller, rostfritt stål och polymerer. Materialen kommer så långt möjligt att återvinnas. Gällande magneter så innehåller de i regel förhållandevis stora mängder sällsynta jordartsmetaller, för dessa finns det ett antal företag som specialiserar sig på återvinning av det ingående materialet. Som framgår har de olika ingående materialen i vindkraftverken olika förutsättningar och behöver därför hanteras olika som avfall.

Eftersom havsbaserad vindkraft fortfarande är ett relativt ungt koncept där få vindparker har nått till stadiet där de ska avvecklas är den tillgängliga praktiska kunskapen gällande avveckling och hantering av det uppkomna avfallet fortfarande begränsad (Energy Cluster Denmark, 2021). Dock är själva hanteringen av avfallet för havsbaserade vindparker snarlikt de för landbaserade vindkraftverk, bortsett från själva avvecklingsarbetena och havstransporten. Komponenter och beståndsdelar för själva vindkraftverken är likadana, medan fundament, kablar, rörledningar samt vätgasanläggningar skiljer sig åt.

Den havsbaserade vindparken Utgrunden avvecklades år 2018 och bestod av 7 vindkraftverk med monopilefundament. Dessa var betydligt mycket mindre i storlek än de som föreslås för vindpark Noatun Nord, men en studie gällande avvecklingsskedet för dessa har utförts av Energy cluster Denmark (2021). Då vindkraftverken är snarlika de som används i dag, bortsett från storlek, bedöms denna studie kunna agera vägledande även för vindpark Noatun Nord. I Tabell 85 presenteras en överblick över vad som framkommer i studien. Notera att fundamenten (monopile) och kablarna inte har delats upp i ingående material utan används för att ge en övergripande bild.

Tabell 85. Ingående material i vindkraftverken samt tillhörande strukturer i form av fundament och kablar. Bedömning gällande återvinningsbarhet, nettoutsläpp av växthusgaser kopplat till tillverkning och återvinning, samt strategiskt värde för den Europeiska Kommissionen.

Material/struktur	Massa (%)	Återvinningsbarhet (%)	Utsläpp av växthusgaser (ton CO2-eq/ton)	Strategiskt värde*
Fundament	51,1	50	1,42	-
Stål	33,9	92	0,67	2

Järn	6,0	98	0,37	2
Kablar	3,4	90	1,68	4
Fiberglas	3,3	15	5,82	4
Epoxi	1,3	15	2,80	4
Koppar	0,4	98	2,27	5
Aluminium	0,3	95	2,77	3
Magnet	0,2	5	12,51	1

Rankning av strategiskt värde med 1 som högsta strategiska värdet och 5 som det lägsta. Rankningen har utförts av Energy Cluster Denmark (2021) och baseras på Europeiska kommissionens (2017) rapport gällande "critical raw materials" (Europeiska Kommissionen,, 2017).

Återvinningsbarheten beror på materialets kvalitet, koncentrationen i komponenten och tillgänglig tekning. Som framgår är återvinningsgraden av de olika metallerna hög. Anledningen till att återvinningsbarheten för fundamentet endast är 50 procent är att en del kvarlämnas under havsbottnen. Fiberglas och epoxi återvinns till liknande fibermaterial. Totalt bedömdes själva vindkraftverken för vindpark Utgrunden till en återvinningsbarhet om 84 procent. Om även fundament och kablar inkluderats är återvinningsbarheten cirka 67 procent, den lägre siffran är till stor del beroende av att en betydande andel av bottenfundamenten kvarlämnades under havsbotten (Energy Cluster Denmark, 2021).

I Tabell 85 framgår nettoutsläppen för de olika materialen och strukturerna, detta baserat på utsläpp från primärproduktion av materialen i jämförelse med de utsläpp som sedan insparas genom återvinningen (sekundär produktion). För vindpark Utgrunden innebar det att ett kilo av material använt för vindkraftverken i genomsnitt motsvarade utsläpp om 1,15 kg CO2-eq/kg (Energy Cluster Denmark, 2021).

Energy Cluster Denmark (2021) rangordnar även värdet för de ingående materialen utifrån en ekonomisk och strategisk synpunkt för den europeiska ekonomin. Magneterna är de som framförs som mest kritiska på grund av innehåll av sällsynta jordartsmetaller, detta då Kina vid rapportens publikation stod för 95 procent av den globala produktionen. Detta värde förstärks av det faktum att magneterna är förhållandevis svåra att återvinna.

Gällande vätgasanläggningen och elektrolysörerna har man för Noatun Nord utgått ifrån att PEM[44]-elektrolysörer kommer att användas, men andra teknikval kan bli aktuella beroende på teknisk och marknadsmässig utveckling. I PEM-elektrolysörer används specialiserade membran, ofta innehållandes perfluoroalkylsulfonsyror (PFSA) (Tetramer, 2023). På grund av miljöfarliga ingående ämnen innebär dessa membran en särskild miljörisk om de inte hanteras korrekt. Utöver membranen utgör även elektroderna en viktig del av avfallshanteringen. Dessa kan innefatta olika metaller och legeringar såsom rostfritt stål, titan eller nickellegeringar. Utöver elektroderna består elektrolysörerna även av strukturella komponenter så som stödramar, packningar, tätningar, elektroniska komponenter samt rörledningar (Uekert, et al., 2023).

[44] Polymer electrolyte membrane

På grund av det bristande kunskapsläget är det i dagsläget svårt att på en mer detaljerad nivå uppskatta vad för avfallsmängder som kan komma att uppkomma för den havsbaserade vindparken, detta i synnerhet för vätgasanläggningarna. Vid avvecklingsskedet för vindparken kommer ett miljötillstånd enligt vattenlagen krävas, i samband med detta kommer mängderna avfall närmare preciseras och konsekvensbedömmas.

9.19.2 Konsekvenser

Sammantaget bedöms konsekvenserna för hushållning med resurser under vindparkens anläggningsfas, driftsfas och avvecklingsfas vara försumbara jämfört med nollalternativet.

Under anläggningsfasen, och till viss del även under driftsfasen, används råvaror och bränslen. Merparten av de material som används går att återvinna eller återanvända vilket innebär ett effektivt resursutnyttjande. Nyttjandet av resurser för anläggning av vindpark Noatun Nord möjliggör i sin tur att stora mängder förnybar energi kan produceras. Vindparken bedöms därför innebära ett effektivt nyttjande av energi, material och andra resurser.

Genomförd konsekvensutredning visar att vindparken i stor utsträckning, med implementering av lämpliga skyddsåtgärder, kan anläggas utan att övriga intressen i berört område påverkas i någon betydande omfattning, vilket medför att resurser nyttjas optimalt. Berört vattenområde kan användas tillfälligt för framställning av förnybar energi och kan sedan nyttjas för något annat ändamål i framtiden. Efter det att vindparken nått sin tekniska livslängd kan den avvecklas och området återställas. Vindparken bedöms därför i sin helhet innebära ett effektivt nyttjande av energi och material samt vara ett hållbart sätt att nyttja naturresurser.

9.20 Lagring av koldioxid och materialutvinning

Samlad konsekvensbedömning

Havsområdet där vindpark Noatun Nord planeras saknar de nödvändiga geologiska förutsättningarna för lagring av koldioxid. Därutöver begränsas sådan verksamhet av lagstiftningen. Anläggning, drift och avveckling av vindparken bedöms inte medföra några konsekvenser för lagring av koldioxid jämfört med nollalternativet.

Vindpark Noatun Nord berör ingen pågående eller planerad materialutvinning. Det finns ingen officiell strategi för detta kring Åland och heller ingen indikation på att området skulle lämpa sig för en sådan verksamhet. Anläggning, drift och avveckling av vindparken bedöms inte medföra några konsekvenser för materialutvinning från havsbotten jämfört med nollalternativet.

9.20.1 Förutsättningar

Geologisk lagring av koldioxid

Avskiljning och lagring av koldioxid i berggrunden (Carbon Capture and Storage, CCS) är ett sätt att minska utsläppen av koldioxid till atmosfären och tekniken lyfts bland annat fram i handlingsplaner för att nå klimatmålen.

För att lagring av koldioxid i berggrunden ska vara möjlig och dessutom kunna genomföras på ett säkert sätt måste lagringsplatsen ha rätt geologiska förutsättningar. Sedimentära bergarter som kalksten och sandsten kan, genom sin porositet, vara lämpliga, medan magmatiska bergarter som gnejs och granit, på grund av sin kristallina struktur, inte lämpar sig för lagring av koldioxid. Sedimentära bergarter är vanligt förekommande i Europa, medan berggrunden i Finland och runt Åland i stort sett bara består av kristallina bergarter (Östersjön.Fi, u.d.).

Enligt finländsk lagstiftning, som enligt ”Landskapslag (2012:79) om tillämpning på Åland av lagen om avskiljning och lagring av koldioxid” även gäller på Åland, är det inte tillåtet att lagra koldioxid geologiskt eller i vattenpelaren inom territorialvatten eller ekonomisk zon, förutom för mindre mängder i forsknings- och utvecklingssyfte. Utifrån detta görs bedömningen att projektområdet vindpark Noatun Nord inte är aktuellt för att utnyttjas som lagringsplats för koldioxid.

Materialutvinning från havsbotten

Material- och råvaruutvinning innebär att mineral tas från berggrunden eller att material, så som sand och grus, tas från havsbotten. På Åland sker idag ingen utvinning av material eller råvaror från havsbotten och det finns heller ingen strategi gällande detta (Kuismanen, et al., 2019). Utifrån detta konstateras att det inte finns några planer på att använda projektområdet för materialutvinning från havsbotten.

9.20.2 Konsekvenser

Geologisk lagring av koldioxid

Geologisk lagring av koldioxid i havsområdet där vindpark Noatun Nord planeras är inte aktuellt. Området saknar de nödvändiga geologiska förutsättningarna för detta och lagstiftningen begränsar denna typ av verksamhet. Anläggning, drift och avveckling av vindparken bedöms således inte medföra några konsekvenser för geologisk lagring av koldioxid jämfört med nollalternativet. Bedömningen är densamma för båda alternativen.

Materialutvinning från havsbotten

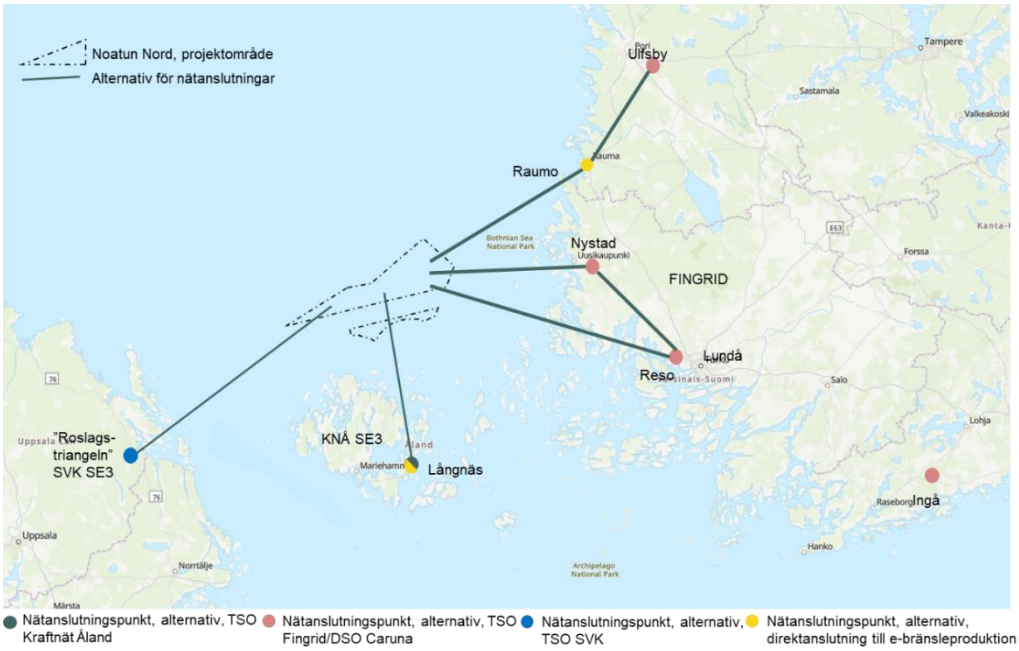
Vindpark Noatun Nord berör ingen pågående eller planerad materialutvinning. Det finns ingen officiell strategi för detta kring Åland och heller ingen indikation på att området skulle lämpa sig för sådan verksamhet. Anläggning, drift och avveckling av vindparken bedöms således inte medföra några konsekvenser för materialutvinning från havsbotten jämfört med nollalternativet. Bedömningen är densamma för båda alternativen.

10. Effekter och konsekvenser av följdverksamhet

Från vindpark Noatun Nord anläggs (anslutnings)kablar och/eller (anslutnings) rörledningar från vindparken till landtag på Åland, Finland och Sverige. På Åland anläggs kablar och/eller rörledningar från landtaget till anslutningspunkten, medan det i Finland och Sverige anläggs (anslutnings)luftledningar och/eller rörledningar från landtagen till anslutningspunkterna. Anläggning, drift och avveckling av kablarna, rörledningarna och luftledningarna från vindparken till anslutningspunkterna, tillsammans med fartygsrörelserna till, från och inom vindparken under anläggnings-, drifts- och avvecklingsfasen utgör följdverksamheter till den ansökta verksamheten.

I förevarande avsnitt beskrivs den förväntade påverkan och de förväntade konsekvenserna av anläggning, drift och avveckling av kablar, rörledningar och luftledningar kortfattat och översiktligt. Fartygsrörelserna har ingått i de samlade konsekvensbedömningarna av verksamheten, och redovisas därmed inte separat i detta avsnitt. Notera att detta avsnitt endast omfattar de kablar, rörledningar och luftledningar som utgör vindparkens anslutningar. Vindparkens interna kablar och rörledningar ingår i förevarande miljökonsekvensbeskrivning.

Kablarnas, rörledningarnas och luftledningarnas läge och utformning kommer att fastställas när exakta anslutningspunkter är beslutade och när erforderliga utredningar och undersökningar har utförts. Exempel på utredningsområden och sträckningar för vindparkens anslutning till elnätet i land illustreras i Figur 74. Även andra anslutningspunkter än de som presenteras i Figur 74 kan komma att bli aktuella.



Figur 74. Potentiella anslutningspunkter och riktgivande kabelrutter för el för vindpark Noatun Nord.

Vid framtagandet av utredningsområden och föreslagna sträckningar har ett antal olika faktorer beaktats. Det har dels handlat om att hitta områden och sträckningar som tar erforderlig hänsyn till olika förekommande intressen, bland annat bebyggelse och boendemiljö, naturmiljö, kulturmiljö, rekreation och friluftsliv, naturresurshållning, infrastruktur och områden som omfattas av olika slags områdesskydd, däribland Natura 2000-områden och naturreservat. Dels om att hitta en sträckning som är tekniskt framkomlig, rationell, driftsäker och ekonomiskt rimlig, vilket innebär att bland annat bottenförhållanden, vattendjup och geotekniska förhållanden beaktats.

För kablar, rörledningar och luftledningar kommer egna miljökonsekvensbeskrivningar att utföras och separata tillstånd att sökas. Inom ramen för dessa kommer konsekvenserna av anläggning, drift och avveckling att utredas och redovisas i större detalj. Nedan beskrivs den påverkan och de konsekvenser som kan uppstå på ett kortfattat och övergripande sätt.

10.1 Kablar och rörledningar

10.1.1 Aktuella påverkansfaktorer

För kablar och rörledningar har de huvudsakliga påverkansfaktorer (se avsnitt 7 för en beskrivning av de olika påverkansfaktorerna) som bedöms kunna bli aktuella för anläggnings-, drifts- och avvecklingsfasen identifierats. Den slutliga bedömningen av vilka påverkansfaktorer som blir aktuella görs inom ramen för framtagandet av de miljökonsekvensbeskrivningar som avser kablarna och rörledningarna.

Anläggningsfas

De påverkansfaktorer som bedöms kunna bli aktuella för kablarna och rörledningarna under anläggningsfasen är framför allt sedimentsuspension, sedimentation, miljögifter och näringsämnen, undervattensljud, främmande arter, fysisk påverkan på havsbotten, risk för utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen samt nautiska risker.

Driftsfas

De påverkansfaktorer som bedöms kunna bli aktuella för kablarna och rörledningarna under driftsfasen är framför allt reveffekter, samt elektromagnetiska fält (för kablarna). Även påverkan på Försvarsmaktens intressen, sjöfarten, yrkesfisket samt risk och säkerhet bedöms kunna uppstå.

Avvecklingsfas

De påverkansfaktorer som bedöms kunna bli aktuella för kablarna och rörledningarna under avvecklingsfasen bedöms preliminärt motsvara de som är aktuella under anläggningsfasen och driftsfasen.

10.1.2 Förväntad påverkan

Inför nedläggning av kablar och rörledningar kommer olika geofysiska och geotekniska undersökningar utföras. Givet att mjuk uppstart och successiv upptrappning används vid behov förväntas inga marina däggdjur förekomma inom områden där tröskelvärden för PTS och TTS riskerar att överskridas.

Vid nedläggning av kablar och rörledningar kommer viss sedimentsuspension och sedimentation uppstå. Omfattningen hos sedimentsuspensionen och sedimentationen beror framför allt på förekommande bottenförhållanden och på valet av förläggningsteknik. Där havsbotten utgörs av mjukbotten kan kablar och rörledningar komma att grävas, spolas eller plöjas ned i sedimentet. Den förläggningsmetod som ger upphov till den mest omfattande sedimentsuspensionen och sedimentationen är spolning.

Där havsbotten utgörs av hårdbotten kan kablar och rörledningar komma att täckas över och skyddas genom användning av exempelvis sten eller betongmattor. I områden där rörledningar anläggs direkt på havsbotten, utan att grävas/spolas ned, kan de behöva tyngas ned med exempelvis stenblock, ankare eller säckar med sand, alternativt kläs in i betong.

Kablarna och rörledningarna kan komma att påverka bottenfloran och bottenfaunan under vindparkens olika faser. Där kablarna och rörledningarna förläggs uppstår en direkt fysisk påverkan på havsbotten, vars omfattning beror på bottenförhållandena

samt på valet av förläggningsmetod. Bottenfloran och bottenfaunan inom kablarnas och rörledningarnas närområde kan komma att påverkas av sedimentsuspension och sedimentation, samt av eventuella miljögifter och näringsämnen som förekommer i sedimenten. Sten eller betongmattor som används för att täcka kablar och rörledningar som anläggs på hårdbottnar kan förväntas koloniseras av den bottenflora och bottenfauna som förekommer naturligt inom det berörda området.

Fisk kan hantera förhöjda halter av suspenderat sediment och de har även möjlighet att lämna eller tillfälligt undvika de områden som berörs av förläggningsarbetena. Fiskägg är vanligtvis mer känsliga för suspenderat material än färdigutvecklade fiskar och larver är mer känsliga än både ägg och fiskar i det färdigutvecklade stadiet.

Marina däggdjur är tåliga för sedimentspridning och kan födosöka även i grumligt vatten. De har även möjlighet att, liksom fisk, lämna eller tillfälligt undvika de områden som berörs av förläggningsarbetena.

Kablarna kommer att ge upphov till ett elektromagnetiskt fält, vilket är som störst vid själva kabeln, för att sedan avta snabbt med avståndet. Styrkan hos det elektromagnetiska fältet vid havsbotten varierar beroende på förläggningsdjup och förläggningsmetod.

Kablarnas och rörledningarnas påverkan på kulturmiljön, inklusive eventuella marinarkeologiska objekt, kommer att utredas. Sträckningar och förläggningsmetoder kommer så långt möjligt att anpassas för att undvika påverkan på kulturmiljön och på eventuella marinarkeologiska objekt.

För sjöfarten kan temporära störningar uppstå vid förläggningsarbetena, på grund av den tillkommande fartygstrafik som uppstår i samband med dessa. Information om planerade arbeten kommer att kommuniceras till berörda myndigheter och parter via lämpliga kanaler. Därutöver kan kablarna och rörledningarna medföra en viss påverkan på yrkesfisket, genom att de kan medföra en begränsning avseende var bottentrålning kan utföras.

Påverkan på Försvarsmaktens intressen kan uppstå i samband med förläggningsarbetena. Även elektromagnetiska fält från kablarna kan medföra en påverkan på Försvarsmaktens tekniska system. Bolaget kommer att föra en dialog med Försvarsmakten i syfte att minska risken för påverkan.

Förläggningsarbetena för kablarna och rörledningarna kommer att samordnas med anläggningen av vindparken. Risk och säkerhet, se avsnitt 9.17, kommer därmed att hanteras gemensamt.

Avvecklingen av vindparken kommer att ske enligt den praxis och lagstiftning som är gällande vid tidpunkten för avveckling. Kablar och rörledningar kan lämnas kvar på och under havsbotten, alternativt tas upp. Sten som använts för att täcka kablar och rörledningar lämnas troligtvis kvar på havsbottnen, likaså de skydd som använts vid korsningar.

10.2 Luftledningar

10.2.1 Aktuella påverkansfaktorer

För luftledningar har de huvudsakliga påverkansfaktorer som bedöms kunna bli aktuella för anläggnings-, drifts- och avvecklingsfasen identifierats. Den slutliga bedömningen av vilka påverkansfaktorer som blir aktuella görs inom ramen för framtagandet av de miljökonsekvensbeskrivningar som avser luftledningarna.

Anläggningsfas

De påverkansfaktorer som bedöms kunna bli aktuella för luftledningarna under anläggningsfasen är framför allt fysisk påverkan på mark samt risk för utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen.

Driftsfas

De påverkansfaktorer som bedöms kunna bli aktuella för luftledningarna under driftsfasen är framför allt elektromagnetiska fält, risk för kollisioner (för fåglar), samt visuell effekt.

Avvecklingsfas

De påverkansfaktorer som bedöms kunna bli aktuella för luftledningarna under avvecklingsfasen bedöms preliminärt motsvara de som är aktuella under anläggningsfasen.

10.2.2 Förväntad påverkan

Fysisk påverkan på mark uppstår framför allt i anslutning till de platser där ledningsstolpar placeras och där eventuella tillfälliga vägar och arbetsytor anläggs. Där luftledningarna går igenom områden med skog etableras en ledningsgata genom avverkning av skogen. Detta innebär även att skogsbruk förhindras i ledningsgatan. Befintliga vägar och ytor kan nyttjas i mån av tillgänglighet.

Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen skulle kunna uppstå som ett resultat av läckage och olyckor i samband med anläggningsarbetena. Erforderliga skyddsåtgärder för att minska denna risk kommer att vidtas.

Luftledningarna kommer att ge upphov till ett elektromagnetiskt fält, vilket är som störst vid själva ledningen, för att sedan avta snabbt med avståndet. Styrkan hos det elektromagnetiska fältet varierar beroende på bland annat ledningens spänning och strömstyrka, samt på faslinornas inbördes placering och på avståndet mellan dessa. Ledningarnas sträckning och tekniska utförande kan anpassas för att minska risken för påverkan.

För luftledningar föreligger en viss generell risk för att fåglar kolliderar med någon del av ledningarna. I stort sett alla fåglar kan kollidera med en luftledning, men det är främst stora fåglar med sämre manövreringsförmåga som svanar, gäss, storkar, tranor och hönsfåglar som drabbas. Inom områden där risken för fågelkollisioner är särskilt hög kan luftledningar förses med så kallade fågelavvisare.

Luftledningar kan i vissa fall ses på långt håll och vara en framträdande del av landskapsbilden, särskilt i öppen terräng. Ledningar och ledningsgator kan skapa

utblickar, siktlinjer, strukturer och landmärken, och därmed påverka rumsliga och visuella samband. De kan också innebära visuella barriärer och skalbrott i landskapet.

10.3 Transporter

Utöver det ljud som förekommer vid olika arbetsmoment under anläggningsfasen uppstår även ljud från de fartyg som används för att utföra de olika arbetsmomenten samt för att transportera komponenter till eller från vindparken. Under driftsfasen är det framför allt ljud från de mindre båtar som används för att transportera service- och underhållspersonal som kan uppstå. Dock kan större fartyg komma att användas även under driftsfasen, exempelvis i samband med mer omfattande underhålls- eller reparationsåtgärder.

Under anläggningsfasen kommer merparten av fartygsrörelserna att vara koncentrerade till det område eller de områden där anläggningsarbeten utförs vid en viss tidpunkt. Påverkan på marina däggdjur och fisk från de fartygstransporter som genomförs under anläggningsfasen bedöms vara liten och konsekvensen bedöms bli liten.

Under driftsfasen utgörs merparten av fartygsrörelserna av transporter av service- och underhållspersonal, vilka i huvudsak sker med mindre båtar. Påverkan på marina däggdjur och fisk från fartygstransporter under driftsfasen bedöms bli obetydlig och konsekvenserna bedöms bli försumbara.

Påverkan från transporter under vindparkens anläggnings- och driftsfas har även beaktats i samband med bedömningen av effekter och konsekvenser där det har bedömts vara av relevans, se kapitel 9.

11. Samverkande effekter

Samlad konsekvensbedömning

Under anläggningsfasen bedöms de samverkande konsekvenserna som skulle kunna uppstå vara försumbara, förutom för tumlare och säl, där konsekvensen gällande undervattensljud bedöms kunna bli liten negativ, samt för yrkesfisket, vilket kan påverkas av att tillgängliga ytor för fiske minskar.

Under driftsfasen bedöms de samverkande konsekvenserna vara försumbara, förutom för landskap, där konsekvensen bedöms kunna bli måttlig negativ och för fisk, där en tillkommande reveffekt förväntas kunna ge en liten positiv konsekvens. För sjöfarten kan installation av fler vindparker innebära ökad risk, då det blir mindre ytor att navigera på.

Avvecklingsfasen för vindpark Noatun Nord ligger så pass långt fram i tiden att det i dagsläget inte är möjligt att bedöma de eventuella samverkande effekterna för denna fas.

För den planerade vindparken Noatun Nord har samverkande effekter bedömts i förhållande till befintliga och tillståndsgivna havsbaserade vindparker, eller havsbaserade vindkraftsprojekt med påbörjad tillståndsprocess, inom 100 kilometer från Noatun Nord, samt i förhållande till sjöfart och yrkesfiske.

11.1 Förutsättningar

I föreliggande avsnitt beskrivs bedömningen av samverkande effekter. Samverkande miljöeffekter beskriver hur en åtgärd eller en verksamhet, tillsammans med andra tidigare, pågående eller framtida åtgärder eller verksamheter, påverkar miljön i ett område. I detta avsnitt beskrivs således de samlade effekterna från den planerade vindparken Noatun Nord i kombination med den påverkan som uppstår, eller som teoretiskt sett skulle kunna uppstå, från en eller flera närliggande havsbaserade vindparker eller andra åtgärder eller verksamheter som kan ge upphov till samverkande påverkan. I bedömningarna av samverkande effekter har, förutom själva vindparken, även de delar av anslutningskablarna och/eller anslutningsrörledningarna som anläggs vid gränsen till projektområdet beaktats.

En utgångspunkt för bedömningen av de samverkande effekterna är att endast befintliga och tillståndsgivna åtgärder och verksamheter, vilka potentiellt kan påverka samma miljöaspekter som vindpark Noatun Nord, till fullo inkluderas i bedömningen. Sådana åtgärder och verksamheter bedöms vara tillräckligt konkreta och tillräckligt väl definierade för att en bedömning av samverkande effekter ska kunna göras.

Även samverkande effekter från åtgärder och verksamheter som planeras, men som ännu inte ansökt om och/eller erhållit tillstånd, beskrivs i viss utsträckning, men endast i den mån det är möjligt utifrån tillgängligt informationsunderlag, exempelvis samrådsunderlag, MKB-program eller information som finns publicerad på olika verksamhetsutövares hemsidor. I sammanhanget kan det särskilt understrykas att det för planerade icke-tillståndsgivna projekt som regel föreligger en mycket stor osäkerhet vad gäller såväl ett projekts möjlighet att faktiskt realiseras som dess slutliga omfattning, utformning och miljöpåverkan, vilket avsevärt försvårar och begränsar möjligheten till bedömning av samverkande effekter. Som exempel kan nämnas att

utformningen av projekt- och verksamhetsområden för havsbaserade vindparker ofta förändras, exempelvis då områden anpassas för att ta hänsyn till olika förekommande intressen.

Utöver bedömningarna av samverkande effekter från andra havsbaserade vindparker görs även en bedömning av samverkande effekter från sjöfart och yrkesfiske. Eftersom det inte förekommer några elkablar eller gasledningar som är förlagda på havsbotten inom Noatun Nords omedelbara närområde ingår inga sådana anläggningar och installationer i bedömningen av de samverkande effekterna.

Inom den planerade vindparken Noatun Nords närområde (inom 100 kilometer) i Bottenhavet och Egentliga Östersjön förekommer inga befintliga havsvindparker. Suomen Hyötytuulis befintliga havsvindpark Tahkoluoto i finska territorialvatten vid Björneborg är belägen på något mer än 100 kilometers avstånd. Emellertid förekommer det ett antal havsbaserade vindparker i planeringsstadium både inom finsk och svensk ekonomisk zon, för vilka en bedömning av samverkande effekter kan göras. De planerade vindparkernas nuvarande status varierar, för vissa av dem har samråd genomförts, medan andra projekt håller på och tar fram en miljökonsekvensbeskrivning och tillståndsansökan med tillhörande undersökningar. Det kan inte uteslutas att något eller några av de andra projekten avbryts eller pausas på obestämd tid. För de planerade vindparkerna blir bedömningen av eventuell samverkande påverkan teoretisk, givet de tidigare nämnda betydande osäkerheterna som dessa projekt är behäftade med.

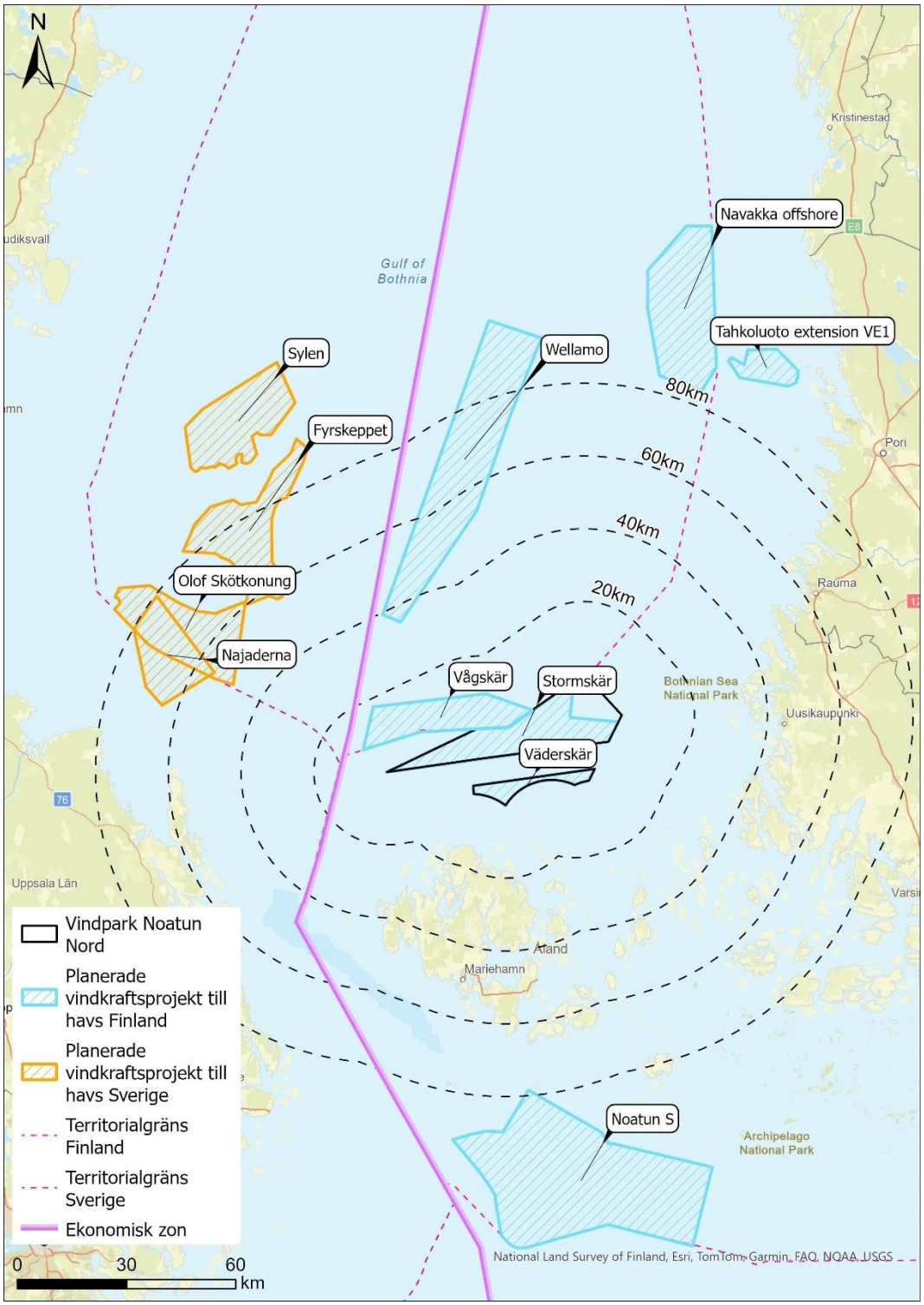
Det finns i dagsläget ett antal vindparker i Bottenhavet som är i planeringsstadiet. Flera av projekten överlappar varandra och på dessa platser kan sannolikt endast ett projekt bli av. Det kan också antas vara osannolikt att vindparker kommer att få tillstånd på alla platser som planeras för, då detta skulle innebära att en stor del av Bottenhavet tas i anspråk, vilket i sig kan orsaka mer omfattande konsekvenser. I bedömningarna av samverkande effekter har därför en avvägning gjorts, där utgångspunkten är att det är mycket osannolikt att samtliga vindparker som nu är i planeringsstadiet kommer att kunna realiseras.

De potentiella vindparkerna Väderskär och Stormskär har samma lokalisering som vindpark Noatun Nord. Om Noatun Nord anläggs kommer inte Väderskär eller Stormskär att bli verklighet, varför dessa inte inkluderas i bedömningen av samverkande effekter. Den planerade vindparken Vågskär är lokaliserad i anslutning till Noatun Nord och är den av de planerade vindparkerna som bedöms kunna ge störst bidrag till de samverkande effekterna med Noatun Nord i det fall att den realiseras.

I Tabell 86 och i Figur 75 redovisas planerade havsvindkraftsprojekt inom 100 kilometer från vindpark Noatun Nord.

Tabell 86. Planerade havsvindkraftsprojekt inom 100 kilometer från vindpark Noatun Nord.

Vindparker	Projektets status	Ungefärligt avstånd till Noatun Nord (km)	Land
Olof Skötkonung	Tillståndsansökan inlämnad december 2023	51	Sverige
Najaderna	Tillståndsansökan inlämnad december 2023	57	Sverige
Fyrskeppet	Tillståndsansökan inlämnad juli 2023	59	Sverige
Sylen	Samråd inför tillståndsansökan	94	Sverige
Väderskär	Miljökonsekvensbedömning pågår	0	Åland/Finland
Stormskär	Miljökonsekvensbedömning pågår	0	Åland/Finland
Vågskär	Miljökonsekvensbedömning pågår	0	Finland
Wellamo	Miljökonsekvensbedömning pågår	35	Finland
Tahkoluoto extension	Tillståndsgiven (delvis)	92	Finland
Navakka	Miljökonsekvensbedömning pågår	84	Finland
Noatun Syd	Miljökonsekvensbedömning pågår	79	Finland



Figur 75. Planerade havsvindkraftsprojekt inom 100 kilometer från vindpark Noatun Nord.

11.2 Anläggningsfas

11.2.1 Bottenflora och bottenfauna

Fysisk påverkan på havsbotten

Anläggningsfasen kan leda till fysisk störning av havsbotten, inklusive muddring, förläggning av kablar, rörledningar, erosionsskydd och fundament. Om flera vindparker byggs inom samma havsområde kan denna störning påverka bottenfloran och bottenfaunan genom att störa dess livsmiljö och minska tillgången av näringsämnen och syre. Som beskrivs i avsnitt 9.2.2.2 bedöms bottenfauna och bottenflora ha en måttlig känslighet för påverkansfaktorn. Den fysiska störningen bedöms däremot främst ha en lokal påverkan, och givet avstånden mellan de planerade parkerna och Noatun Nord, bedöms ingen samverkande effekt uppstå.

Sedimentsuspension och sedimentation

För bottenflora och bottenfauna kommer även sedimentrörelserna ha en betydelse. Aktiviteter som muddring och förläggning av kablar och rörledningar (inkluderat anslutningskablar och anslutningsrörledningar) kan orsaka sedimentsuspension och sedimentation, vilken kan begränsa bottenlevande organismers livsmiljöer. Sedimentspridningen från Noatun Nords anläggningsfas förväntas vara tillfällig och redan på cirka sex kilometers avstånd från vindkraftsfundamenten kommer halterna understiga 10 mg/l. Dock kan sedimentpartiklar från Noatun Nord transporteras 80 kilometer eller längre, beroende på djupförhållandena. Eventuella samverkande effekter skulle teoretiskt kunna uppstå där påverkansområdena avseende sedimentation för de planerade vindparkerna i Figur 75 överlappar, men störst påverkan kan förväntas från Vågskär som är placerad i direkt anslutning till Noatun Nord. En förutsättning för att samverkande effekter avseende sedimentsuspension ska uppstå är däremot att vindparkerna anläggs samtidigt och att anläggningsarbeten pågår mer eller mindre parallellt i angränsande områden. De områden där samverkande effekter skulle kunna uppstå är belägna på relativt stora djup, vilket innebär att förekomsten av bottenflora och bottenfauna sannolikt är begränsad till ett fåtal vanligt förekommande arter. För bottenfauna och bottenflora bedöms känslighet med avseende på samverkande effekter från sedimentsuspension som liten. Eventuell additiv påverkan bedöms vara liten och av tillfällig karaktär, varför påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig.

Samverkande effekter kan även uppstå med anslutningskablarna och -rörledningarna om arbete i ett relativt begränsat område inom och utanför vindparksområdet pågår samtidigt. Sedimentspridningen och sedimentation som förorsakas av förläggning av kablar och rör bedöms dock vara mycket begränsad och kortvarig, och bidrar därför inte märkbart till den totala påverkan.

Samverkande effekter avseende sedimentation kan, till skillnad från sedimentsuspension, uppstå även om de olika vindparkerna anläggs vid olika tillfällen, exempelvis genom att ett område av havsbotten överlagras med sediment i två olika omgångar. Känsligheten för bottenflora och bottenfauna med avseende på samverkande effekter från sedimentation bedöms vara liten. Även för sedimentation kan samverkande effekter uppstå där påverkansområdena för sedimentsuspension överlappar. Dock förväntas eventuell pålagring vara mycket liten på avstånd överstigande sex kilometer från Noatun Nord. Den additiva effekten som uppstår,

särskilt från Vågskär, förväntas ske gradvis i takt med att fundamenten anläggs, vilket ger bottenlevande organismer möjlighet att anpassa sig genom att exempelvis gräva sig upp eller på annat sätt anpassa sig till förändringarna i bottensubstratet. Den samverkande effekten bedöms därmed som obetydlig.

11.2.2 Fisk

Sedimentsuspension

Fisk kan påverkas negativt av sedimentsuspension som sker till följd av anläggningsarbeten. I avsnitt 9.3.2 beskrivs förutsättningar för påverkan av sedimentsuspension mer utförligt. Fiskars känslighet för sedimentsuspension bedöms vara liten till måttlig.

För sedimentsuspension är det endast den närliggande planerade vindparken Vågskär som kan ge upphov till samverkande påverkan. De övriga planerade vindparkerna ligger på för stort avstånd för att påverkansområdena för sedimentsuspension ska kunna överlappa.

Eventuella samverkande effekter skulle teoretiskt sett kunna uppstå i de områden där påverkansområdena avseende sedimentsuspension för de planerade vindparkerna överlappar varandra, dock under förutsättning att de olika vindparkerna anläggs samtidigt och att anläggningsarbeten pågår mer eller mindre parallellt i de delar av de olika planerade vindparkerna som angränsar till varandra.

I det fall att vindpark Noatun Nord och vindpark Vågskär byggs kan dessa komma att anläggas i nära anslutning till varandra. Vid ett teoretiskt scenario där anläggningsarbeten som ger upphov till sedimentspridning sker under samma period vid Noatun Nords västra gräns och Vågskärs östra gräns skulle de områden som påverkas av sedimentsuspension från respektive vindpark kunna överlappa och därmed medföra additiv effekt. Denna teoretiska samverkande-effekt kan dock uppstå inom begränsade områden.

Med beaktande av den samordning och koordinering som sker tillsammans med tillsynsmyndigheten och eventuella andra verksamhetsutövare, bedöms samverkande effekter avseende sedimentsuspension som kan uppstå på fisk vid anläggningsarbetena vara obetydliga.

Undervattensljud

I samband med anläggningsarbeten kan aktiviteter ge upphov till undervattensljud som kan påverka fisk. I avsnitt 9.3.2 beskrivs förutsättningar för påverkan av undervattensljud mer utförligt. Fiskars känslighet för undervattensljud bedöms vara liten.

Om en eller flera av de planerade vindparkerna meddelas tillstånd och anläggs samtidigt som vindpark Noatun Nord kan ljudalstrande arbetsmoment (främst pålning av fundament och/eller förankringsanordningar), som utförs samtidigt och inom områden i de olika vindparkerna som ligger relativt nära varandra, teoretiskt sett resultera i ett mer omfattande påverkansområde. Den totala tiden som fiskar kan utsättas för förhöjda nivåer av undervattensbuller blir längre om en eller flera vindparkerna byggs efter varandra.

Även ljud från den fartygstrafik som hör samman med de planerade vindparkerna kan komma att ge upphov till samverkande effekter avseende undervattensljud. Noatun Nord och de övriga planerade vindparkerna bedöms bidra till en ökning av undervattensljud från fartyg under anläggningsfasen under en begränsad tidsperiod i huvudsak inom begränsade områden.

Med beaktande av den samordning och koordinering som sker tillsammans med tillsynsmyndigheten och eventuella andra verksamhetsutövare, samt omfattningen av befintlig fartygstrafik bedöms samverkande effekter avseende undervattensljud som kan uppstå vid anläggningsarbetena vara obetydliga.

11.2.3 Tumlare

Anläggningsarbeten i samband med Noatun Nord kan ge upphov till undervattensljud, vilka kan orsaka beteendepåverkan hos tumlare inom en radie om 12,4 kilometer från projektområdet. Tumlare bedöms vara måttligt känsliga för de undervattensljud som uppstår under anläggningsfasen, se avsnitt 9.4.2.2.

Samverkande effekter för tumlare kan uppstå om höga impulsiva ljud, särskilt från pålning, sker samtidigt inom flera olika vindparker. Detta kan skapa situationer där tumlare begränsas i sina kärnområden eller tvingas simma längre sträckor för att undvika områden med högre ljudnivåer. Det kan även resultera i förändrade rörelsemönster om anläggningsarbeten sker samtidigt på flera platser.

Om tillstånd ges för Vågskär, kommer vindparkens anläggningsarbeten sannolikt inkludera pålning av antingen fackverks-, eller monopilefundament. Storleken och omfattningen av ljudutbredningen från denna åtgärd är för närvarande okänd. Med hänsyn till den samordning och koordinering som sker med tillsynsmyndigheten och andra verksamhetsutövare, är det inte realistiskt att ha pålningsarbeten samtidigt vid Noatun Nord och Vågskär. Dock kan en simultan konstruktion av flera vindparker öka den sammantagna ljudnivån och påverkansområdets storlek, vilket kan ha betydelse för effekten på tumlares beteende. Samtidigt kan tiden som tumlare utsätts för buller bli längre om vindparkerna byggs efter varandra. Med hänsyn till detta bedöms påverkan från samverkande effekter avseende undervattensljud under anläggningsfasen som liten negativ.

Även ljud från den fartygstrafik som hör samman med de planerade vindparkerna kan komma att ge upphov till samverkande effekter avseende undervattensljud. Den tillkommande fartygstrafiken under anläggningsfasen för vindpark Noatun Nord och de övriga planerade vindparkerna förväntas bidra till en ökning av undervattensljud från fartyg. Detta bedöms huvudsakligen ske inom begränsade områden och under en kort tidsperiod, och med detta i åtanke bedöms den samverkande effekten av undervattensljud vara liten negativ.

11.2.4 Säl

Anläggningsarbeten i samband med Noatun Nord kan ge upphov till undervattensljud, vilka kan orsaka beteendepåverkan hos säl inom en radie om 12,4 kilometer från projektområdet. Sälar bedöms ha en liten känslighet för de undervattensljud som uppstår under anläggningsfasen, se avsnitt 9.5.2.2.

Samverkande effekter för säl kan uppstå om höga impulsiva ljud, särskilt från pålning, sker samtidigt inom flera olika vindparker. Detta kan skapa situationer där sälar begränsas i sina kärnområden eller tvingas simma längre sträckor för att undvika områden med högre ljudnivåer. Det kan även resultera i förändrade rörelsemönster om anläggningsarbeten sker samtidigt på flera platser.

Anläggningsarbeten vid Vågskär kommer, om den får tillstånd, omfatta pålning av antingen fackverks- eller monopilefundament. Den förväntade ljudutbredningen från denna åtgärd är för närvarande inte känd. Med hänsyn till den samordning och koordinering som sker med tillsynsmyndigheten och andra verksamhetsutövare, är det inte realistiskt att ha pålningsarbeten samtidigt vid Noatun Nord och Vågskär. Dock kan en simultan konstruktion av flera vindparker öka den sammantagna ljudnivån och påverkansområdets storlek, vilket kan ha betydelse för effekten på sälars beteende. Samtidigt kan tiden som sälar utsätts för buller bli längre om vindparkerna byggs efter varandra. Med hänsyn till detta bedöms påverkan från samverkande effekter avseende undervattensljud under anläggningsfasen som måttligt negativ.

Även ljud från den fartygstrafik som hör samman med de planerade vindparkerna kan komma att ge upphov till samverkande effekter avseende undervattensljud. Den tillkommande fartygstrafiken under anläggningsfasen för vindpark Noatun Nord och de övriga planerade vindparkerna förväntas bidra till en ökning av undervattensljud från fartyg. Den samverkande påverkan bedöms huvudsakligen ske inom begränsade områden och under en kort tidsperiod, varför de samverkande effekterna av undervattensljud från fartyg bedöms vara måttligt negativa.

11.2.5 Fåglar

Under anläggningsfasen och i samband med anläggningsundersökningar förekommer en ökad fartygstrafik och ljudalstrande arbeten som potentiellt kan tränga undan fåglar från projektområdet. Påverkan bedöms dock som obetydlig på fåglar under anläggningsfasen, se avsnitt 9.6.2. Kollisionsrisk med rotorblad blir aktuell när verken är i drift, det vill säga under driftsfasen. Därför förväntas även samverkande effekter bli obetydliga under anläggningsfasen.

11.2.6 Fladdermöss

Ingen påverkan på fladdermöss under anläggnings- och avvecklingsfasen förväntas, se avsnitt 9.7. Kollisionsrisk med rotorblad blir aktuell när verken är i drift, det vill säga under driftsfasen. Följaktligen förväntas heller inga samverkande effekter på fladdermöss.

11.2.7 Natura 2000

Samverkande effekter för utpekade och typiska arter för utpekade naturtyper bedöms för Natura 2000-områdena Rannö, Södra Sandbäck och Ytterstberg. Avgränsningsprocessen beskrivs i avsnitt 9.8.9.8.

Sedimentsuspension och sedimentation

Borrning för fundament i havsbotten, muddring och nedspolning av kablar och/eller rörledningar (inkluderat anslutningskablar och anslutningsrörledningar) under Noatun Nords anläggningsfas kommer leda till sedimentsuspension och en efterföljande sedimentation. Som beskrivs i avsnitt 9.8.3.2, förväntas Natura 2000-områdena

Rannö, Södra Sandbäck och Ytterstberg att nås av förhöjda koncentrationer av suspenderat sediment. Utpekade arter och typiska arter för de utpekade naturtyperna i Natura 2000-områdena bedöms ha en liten till måttlig känslighet för sedimentsuspension och sedimentation, se avsnitt 9.8.3.2.

Spridningsberäkningarna för Noatun Nord visar att koncentrationerna av suspenderat sediment förväntas vara under 100 mg/l vid Ytterstberg och under 10 mg/l vid Rannö och Södra Sandbäck, se avsnitt 8.1.2.1. Eventuell sedimentdeposition inom Natura 2000-områdena förväntas vara minimal, se avsnitt 8.1.2.2.

Samverkande effekter kan teoretiskt uppstå om både Vågskär och Noatun Nord förverkligas och påverkansområdena för sedimentation från de båda vindparkerna överlappar. En additiv påverkan av sedimentering kan uppstå i det fall att parkerna anläggs samtidigt eller i följd. Eftersom avstånden mellan Vågskär och Natura 2000-områdena är större än avstånden mellan Noatun Nord och Natura 2000-områdena förväntas Vågskärs bidrag till påverkan inom Natura 2000-områdena vara av mindre storleksordning än Noatun Nords bidrag. Den additiva samverkande effekten bedöms därmed bli begränsad inom Natura 2000-områdena. De värdefulla arterna som återfinns i Natura 2000-områdena bedöms tolerera de koncentrationer och varaktigheter av suspenderade sediment och den sedimentation som uppstår inom respektive område. De samverkande effekterna på utpekade naturtyper och typiska arter för Natura 2000-områdena gällande sedimentsuspension och sedimentation bedöms således som obetydliga.

Undervattensljud

Under Noatun Nords anläggningsfas förväntas pålning, fartygstrafik till och från projektområdet samt geofysiska och geotekniska undersökningar generera undervattensljud. Dessa ljud kan potentiellt påverka både utpekade och typiska arter för naturtyperna i Natura 2000-områdena Rannö, Södra Sandbäck och Ytterstberg, se avsnitt 8.2. Störst påverkan förväntas komma från impulsiva undervattensljud vid pålningsarbeten, och främst förväntas marina däggdjur och fiskar påverkas. Som beskrivs i avsnitt 9.8.3.2, bedöms dessa arter ha en liten till måttlig känslighet för undervattensljud.

Samverkande effekter kan uppstå om höga impulsiva ljud från Noatun Nord, särskilt från pålning, inträffar samtidigt som liknande ljud skapas inom Vågskär. För att samverkande effekter ska uppstå i kombination med Vågskär krävs att de två vindparkerna anläggs samtidigt och att anläggningsarbeten pågår parallellt. En eventuellt additiv påverkan förväntas vara tillfällig, men kan ändå leda till att fiskar och marina däggdjur begränsas i sina kärnområden eller tvingas simma längre sträckor för att undvika områden med högre ljudnivåer. Om anläggningsarbeten sker samtidigt på flera platser kan även fiskar och marina däggdjur uppvisa förändrade rörelsemönster. En liten negativ samverkande effekt bedöms därmed kunna uppstå med avseende på de impulsiva undervattensljuden.

Övriga undervattensljud som genereras av Noatun Nord under anläggningsfasen förväntas vara låga vid Natura 2000-områdena, även med en eventuell samverkande effekt med Vågskär. Dessa förväntas ha ringa betydelse för Natura 2000-områdenas utpekade arter och typiska arter för naturtyperna. Den samlade bedömningen av anläggningsfasens påverkans storlek och omfattning på utpekade naturtyper och

typiska arter för Natura 2000-områdena, med avseende på samverkande undervattensljud, bedöms därmed som liten.

11.2.8 Landskap, rekreation och friluftsliv

Samverkande effekter för landskap, rekreation och friluftsliv har analyserats utifrån de framtagna landskapskaraktärsområden som redovisas i bilaga 13 och berör effekter av den visuella påverkan. Det är endast projekt Vågskär som bedöms ge upphov till samverkande effekter och främst under driftsfas. Under anläggningsfasen går det sannolikt inte att från flertal platser från land att urskilja de båtar, pråmar med mera som arbetar i projektområdet för Noatun Nord. Däremot ökar den visuella påverkan på landskapet allt eftersom anläggningen av vindkraftverken successivt byggs, dock blir den visuella påverkan marginell i detta skede. De samverkande effekterna under anläggningsfas med Noatun Nord samt Vågskär bedöms bli obetydliga.

11.2.9 Kulturmiljö

Under anläggningsfasen ökar båttrafiken i byggnationsområdet och därefter antalet utplacerade verk. Den visuella påverkan från vindparker ökar allt eftersom vindkraftverken successivt byggs. Det är endast projekt Vågskär som bedöms ge upphov till samverkande effekter på kulturmiljö. Beroende på avstånd kan det bli en ökad visuell påverkan på kulturmiljöobjekt och kulturmiljöer. Den visuella påverkan från anläggningsfartyg och under byggskedet bedöms bli marginell. De samverkande effekterna bedöms bli obetydliga.

11.2.10 Boendemiljö

På grund av det betydande avståndet mellan vindpark Noatun Nord och närmaste ljudkänsliga punkter, se avsnitt 7.1.24, samt då både de svenska och de finska riktvärdena innehålls med mycket god marginal under anläggningsskedet bedöms eventuella samverkande effekter bli mycket begränsade.

11.2.11 Marinarkeologi

Under anläggningsfasen förväntas inga samverkande effekter på kulturhistoriska objekt under vatten.

11.2.12 Yrkesfiske

Under anläggningsfasen kan vindpark Noatun Nord och andra eventuella vindparker i Norra Ålandshavet påverka den faktiska ytan som är tillgänglig för yrkesfisket i det fall att anläggningsarbetena för ett eller flera projekt sammanfaller i tid. Det finns även risk att fiskefartygen behöver förflytta sig längre sträckor för att komma till fångstområden. De samverkande effekterna bedöms bli små då fisket inom vindparken är mycket begränsat.

11.2.13 Sjöfart

Samverkande effekter för sjöfarten har analyserats inom ramen för den nautiska riskanalysen, se bilaga 17. Under anläggningsfasen förekommer sjötrafik med arbetsfartyg till, från och inom projektområdet för vindpark Noatun Nord. Om anläggningsfasen för Noatun Nord sammanfaller med anläggningsfasen för ett eller flera andra närliggande projekt och om sjötrafiken för de olika projekten förekommer inom i huvudsak samma områden, exempelvis om arbetsfartygen utgår från samma

hamn (eller hamnar), kan det uppstå en additiv effekt avseende framför allt risken för kollision med arbetsfartyg.

De samverkande effekterna avseende riskerna för sjöfarten medför inga oacceptabla risker. Risken för kollision med arbetsfartyg klassificeras i vissa avseenden som ALARP, vilket innebär att rimliga åtgärder kommer att vidtas. För anläggningsfasen kommer en kompletterande nautisk riskanalys att utföras, vilken bland annat kommer att beakta eventuella samverkande effekter. Vid tidpunkten då den kompletterande riskanalysen utförs förväntas det vara möjligt att göra en tillförlitlig bedömning av om anläggningsfaserna för flera närliggande projekt kan förväntas sammanfalla. Med beaktande av vidtagna skyddsåtgärder, försiktighetsmått och riskreducerande åtgärder bedöms de samverkande effekterna vara obetydliga.

11.2.14 Luftfart

Samverkande effekter avseende luftfart förväntas inte uppstå.

11.2.15 Försvarsmaktens intressen

Samverkande effekter avseende öppet redovisade intressen för Försvarsmakten förväntas inte uppstå. Vad gäller eventuella intressen som inte redovisas öppet går det inte att uttala sig om eventuella samverkande effekter, men Försvarsmakten i Finland och Totalförsvaret i Sverige beaktar eventuella samverkande effekter i sina utlåtanden om planerade vindkraftsprojekt.

11.2.16 Risk och säkerhet

Under anläggningsfasen förekommer sjötrafik med arbetsfartyg till, från och inom projektområdet för vindpark Noatun Nord. Om anläggningsfasen för Noatun Nord sammanfaller med anläggningsfasen för ett eller flera andra närliggande projekt och om sjötrafiken för de olika projekten förekommer inom i huvudsak samma områden, kan det uppstå en additiv effekt avseende framför allt risken för kollision med arbetsfartyg, men även allision med vindkraftverk. De samverkande effekterna avseende riskerna för sjöfarten bedöms emellertid inte medföra några oacceptabla risker, se avsnitt 11.2.13 för detaljer gällande bedömning för samverkande effekter kopplat till sjöfarten. Den ökade risken kopplad till kollision samt i viss mån allision innebär även ökade risker kopplade till utsläpp av oljor och kemikalier, detta till följd av skadade fartyg eller vindkraftverk.

Utöver ovan nämnda risker förväntas vid vidtagande av skyddsåtgärder inga samverkande effekter gällande risk och säkerhet uppstå till följd av några närliggande projekt under anläggningsfasen.

11.2.17 Ekosystemtjänster

I det fall att anläggningsfasen för Noatun Nord sammanfaller med en eller flera andra projekt kan samverkande effekter uppstå för stödjande och försörjande ekosystemtjänster.

Effekter på stödjande och försörjande ekosystemtjänster skulle teoretiskt sett kunna uppstå i de områden där påverkansområdena avseende sedimentsuspension och undervattensbuller för de planerade vindparkerna överlappar varandra, dock under förutsättning att de olika vindparkerna anläggs samtidigt och att anläggningsarbeten

pågår mer eller mindre parallellt i de delar av de olika planerade vindparkerna som angränsar till varandra.

Vid ett teoretiskt scenario där anläggningsarbeten som ger upphov till sedimentspridning och undervattensbuller sker under samma period skulle de områden som påverkas av sedimentsuspension från respektive vindpark kunna överlappa och därmed medföra additiv effekt. Denna teoretiska samverkande effekt kan dock uppstå inom begränsade områden.

Med beaktande av den samordning och koordinering som sker tillsammans med tillsynsmyndigheten och eventuella andra verksamhetsutövare, bedöms samverkande effekter som kan uppstå på stödjande och försörjande ekosystemtjänster vid anläggningsarbetena avseende sedimentsuspension och undervattensljud vara obetydliga.

11.3 Driftsfas

11.3.1 Bottenflora och bottenfauna

Hydrografiska förändringar

Under driftsfasen väntas Noatun Nord medföra hydrografiska förändringar, där särskilt reducerade strömmar nära havsbottnen kan ha en direkt påverkan på bottenflora och bottenfauna. Projektområdets bottenflora och bottenfauna bedöms ha en måttlig känslighet för påverkansfaktorn, se avsnitt 9.2.2.3.

Reducerade strömmar ökar risken för sedimentation, vilket innebär att sediment avsätts på havsbotten i stället för att transporteras bort. Samtidigt ökar risken för syrebrist när syretransporten med strömmar minskar. Om flera vindparker etableras i havsområdet finns en risk att en additiv effekt, där hydrografiska förändringar i form av reducerade strömmar nära botten ökar sedimentationen och risken för syrebrist, uppstår. Med hänsyn till att projektområdet för Noatun Nord domineras av mjuka bottensubstrat förväntas ingen betydande förändring i livsmiljön även om denna additiva effekt uppstår. Förändringarna förväntas vara små och främst påverka miljön nära fundamenten. Den samverkande effekten bedöms som obetydlig.

11.3.2 Fisk

Undervattensljud

Inga samverkande effekter avseende undervattensljud för fisk bedöms uppstå under driftsfasen. Sjöfarten ger redan idag upphov till undervattensljud och den tillkommande fartygstrafiken i området under driftsfasen för Noatun Nord bedöms främst bidra till tillfälliga störningar i begränsade områden. Den begränsade ökningen av sjöfartstrafik och undervattensljud från vindkraftverk bedöms inte få en negativ samverkande påverkan på fisk. Fiskars känslighet för undervattensbuller bedöms vara liten till måttlig.

Mot bakgrund av detta bedöms påverkan från samverkande effekter avseende undervattensljud vara obetydliga.

Reveffekt

I det fall att Noatun Nord och en eller flera närliggande vindparker anläggs kan en samverkande reveffekt uppstå. Om havsområden som omfattas av nya hårdbottensubstrat ökar kan detta ge en additiv positiv effekt för fisk. Ytan som fredas från fiske ökar även vilket kan gynna återhämtningen hos fiskpopulationer som i dagsläget är hotade.

Fiskars känslighet för reveffekter bedöms vara liten. Sammantaget bedöms den samverkande effekten som liten positiv.

11.3.3 Tumlare

Under driftsfasen kommer Noatun Nord generera lågfrekventa ljud på en låg ljudnivå. Vindkraftverkens undervattensljud förväntas huvudsakligen vara lokala och uppstå nära de enskilda vindkraftverken. På ett avstånd om 100 meter från ett vindkraftverk bedöms det som osannolikt att vindparken skulle orsaka hörselskador eller beteendeförändringar hos tumlare, se avsnitt 8.2.2. Med tanke på den låga ljudnivån förväntas de undervattensljud som genereras från Noatun Nords vindkraftsverk leda till en marginell additiv effekt med Vågskär.

Den tillkommande fartygstrafiken till följd av vindpark Noatun Nord, främst bestående av mindre underhålls- och servicefartyg, förväntas bidra till en ökning av undervattensljud jämfört med den befintliga fartygstrafiken. Dessa bedöms dock främst innebära tillfälliga störningar i begränsade områden.

Tumlares känsligheten för undervattensljud från vindkraftverk i drift och fartygstrafik bedöms som måttlig, se avsnitt 9.4.2.3. Den begränsade omfattningen och karaktären av undervattensljuden under driftsfasen innebär sammantaget att endast en obetydlig samverkande effekt för tumlare med avseende på undervattensljud uppstår.

11.3.4 Säl

Under driftsfasen kommer Noatun Nord generera lågfrekventa ljud på en låg ljudnivå. Dessa undervattensljud förväntas främst vara lokala och uppstå nära de enskilda vindkraftverken. På ett avstånd om 100 meter från ett vindkraftverk bedöms det som osannolikt hörselskador eller beteendeförändringar hos säl uppstår, se avsnitt 8.2.2. Med tanke på den låga ljudnivån förväntas de undervattensljud som genereras från Noatun Nords vindkraftsverk leda till en marginell additiv effekt med Vågskär.

Den tillkommande fartygstrafiken till följd av vindpark Noatun Nord, främst bestående av mindre underhålls- och servicefartyg, förväntas bidra till en ökning av undervattensljud jämfört med den befintliga fartygstrafiken. Undervattensljuden bedöms däremot främst innebära tillfälliga störningar i begränsade områden.

Sälars känslighet för undervattensljud från vindkraftverk i drift och fartygstrafik bedöms som liten, se avsnitt 9.5.2.3. Den begränsade omfattningen och karaktären av undervattensljuden under driftsfasen innebär sammantaget att endast en obetydlig samverkande effekt för sälar med avseende på undervattensljud uppstår.

11.3.5 Fåglar

Det öppna havet och relativt stora djupet inom projektområdet medför att det observerats begränsat med fåglar inom området, vilket redogörs för mer ingående i avsnitt 9.6.2.3.

Kollisionsrisk

I avsnitt 9.6.2.3 beskrivs hur Noatun Nord bedöms ge upphov till en obetydlig till liten kollisionsrisk för fågelarter under driftsfasen. Sändarstudier visar att silltrutar i området födosöker över stora områden, och längre flygningar har främst kartlagts norr om Noatun Nord inom havsområdet som saknar planerade vindkraftparker. I sändarstudien gjordes endast enstaka noteringar av silltrut som berör Vågskär, och därför bedöms ingen samverkande effekt uppstå under driftsfasen med avseende på kollisionsrisk för silltrut. Samma bedömning görs även för övriga fågelarter.

Undanträngningseffekter

I avsnitt 9.6.2.3 beskrivs hur Noatun Nord bedöms ge upphov till en liten påverkan av undanträngning eftersom tordmule till mindre del födosöker inom projektområdet. Dock bedöms detta innebära att de undanträngda fåglarna kan uppsöka andra fiskevatten i Östersjön. Det bedöms finnas gott om alternativa områden för födosök. Tordmule häckar på Rannörarna söder om Noatun Nord, och sändarstudier har visat att arten främst födosöker närmast häckningsplatsen och i mindre omfattning i områden på längre avstånd från Rannörarna. Vågskär är beläget nordost om Noatun Nord, vilket innebär att avståndet till häckningsplatsen är längre, jämfört med Noatun Nord. Följaktligen bedöms Vågskärs betydelse för tordmule, och andra på platsen häckande arter, vara mindre än Noatun Nords. Den sammantagna betydelsen av Noatun Nord och Vågskär bedöms som så liten för tordmule och andra häckande arter att ingen samverkande effekt uppstår under driftsfasen med avseende på undanträngning av fåglar.

Barriäreffekter

I 9.6.2.3 beskrivs hur Noatun Nord bedöms ge upphov till obetydlig barriäreffekt. Inventeringar har visat att migrerande fåglar, exempelvis bläsand och sädgås, migrerar genom Noatun Nord och omkringliggande havsområden. Det öppna havet ger möjligheter för migrerande fåglar att undvika Noatun Nord utan alltför stor extra flygsträcka. Flera arter flyger redan i dagsläget till stor del utanför Noatun Nord. Den ökning av energikostnaderna som en förlängd flygväg innebär är försumbar i jämförelse med naturlig variationen i de enskilda flyttvägarna och effekterna av väderförhållandena, och därmed bedöms känsligheten för barriäreffekt som liten. Noatun Nord och Vågskär är placerade invid varandra, vilket ger en marginell förlängning av den extra flygsträcka som den samverkande barriäreffekten av de båda vindparkerna ger. Sammantaget görs därför bedömningen att försumbar samverkande barriäreffekt uppstår under driftsfasen med avseende på migrerande fåglar. För häckande fåglar bedöms det inte uppstå någon samverkande barriäreffekt.

11.3.6 Fladdermöss

Noatun Nord och de för samverkande effekter bedömda vindparkerna ligger alla på ett betydande avstånd från fastland samt större öar, varför risken för förekomst av födosökande så väl som migrerande fladdermöss inom dessa bedöms som mycket

begränsad. Därutöver kommer Noatun Nord genomföra ett undersökningsprogram under driftsfasens första tre år, och om en betydande risk för kollision för fladdermöss uppdagas kommer en driftsreglering införas, varför Noatun Nords bidrag till påverkan på fladdermöss bedöms som obetydlig.

Vindkraftverken och den befintliga fartygstrafiken bedöms innebära en obetydlig kollisionsrisk för fladdermöss. Ingen samverkande effekt på fladdermöss bedöms uppstå.

11.3.7 Natura 2000

Samverkande effekter för utpekade arter och utpekade naturtyper bedöms för Natura 2000-områdena Rannö, Södra Sandbäck och Ytterstberg. Avgränsningsprocessen beskrivs i beskrivs i avsnitt 9.8.

Undervattensljud

Undervattensljud från havsbaserade vindparker i drift kommer främst att vara lågfrekvent och härstamma från både vindkraftverken och de servicebåtar som används inom vindparken. De utpekade arterna och naturtyperna inom Natura 2000-områdena Rannö, Södra Sandbäck och Ytterstberg bedöms ha en liten till måttlig känslighet för de undervattensljud som uppstår under driftsfasen, se avsnitt 9.8.3.3.

Ljudutbredning från vindkraftverk i drift inom Noatun Nord bedöms inte nå Natura 2000-områdena Rannö, Södra Sandbäck och Ytterstberg. Däremot förväntas den tillkommande fartygstrafiken till Noatun Nord bidra med en ökning av undervattensljud. I ett teoretiskt scenario, där flera av de närliggande planerade vindparkerna anläggs, kan det antas att vissa additiva samverkande effekter kan uppstå.

Eftersom lågfrekvent ljud generellt har en lång räckvidd, kan det förväntas att ljud från flera vindparker kan samverka och störa kommunikationen, födosöket och andra viktiga beteendemönster för de utpekade och typiska arterna för Natura 2000-området. Särskilt känsliga arter kan undvika områden med höga ljudnivåer, vilket kan påverka deras tillgång till livsmiljöer och därmed deras överlevnad och reproduktion. Ljudnivåerna från vindparkernas aktiviteter förväntas dock vara låga, och även med en additiv effekt bedöms ljudnivåer som kan genera beteendepåverkan främst uppstå lokalt vid respektive vindpark. Additiva samverkande effekter vid Natura 2000-områdena bedöms bli marginella. De samverkande effekterna avseende undervattensljud bedöms som försumbara för Natura 2000-områdenas utpekade arter och naturtyper.

11.3.8 Landskap, rekreation och friluftsliv

Samverkande effekter för landskap, rekreation och friluftsliv har analyserats utifrån de framtagna landskapskaraktärsområden som redovisas i bilaga 13 och berör effekter av den visuella påverkan dagtid samt påverkan av hinderbelysning under skymning och natt. Det är endast projekt Vågskär som bedöms ge upphov till samverkande effekter under dagtid samt nattetid med dess hinderbelysning under främst driftsfas. Fotomontage som redovisar samverkande visuella effekter har tagits fram i syfte att studera den tillkommande effekten av Noatun Nord i förhållande till projekt Vågskär. Tre fotopunkter från totalt två landskapskaraktärsområden (område 1 och 2) har

bedömts. Dessa är; Rävsten (Sverige), Havsvidden (Åland) samt ön Sälskär (Åland). Fotomontagen redovisas i bilaga 14.

Från landskapskaraktärsområde 1 som innefattar fotopunkt Rävsten, bedöms den samverkande effekten av samtliga vindparker ge försumbar påverkan på landskap, rekreation och friluftsliv. Det större avståndet från karaktärsområde 1 till respektive vindpark begränsar den visuella påverkan av både verken och deras hinderbelysning, då större delen av verken döljs bakom horisonten. Det är endast delar av rotorbladen på ett antal verk som ligger ovanför horisonten men dessa blir svåra att uppfatta på grund av ögats begräsningar. Detta syns tydligt i framtagna fotomontage (se bilaga 14) för Rävsten. Därför bedöms de samverkande effekter under driftfas med Noatun Nord samt Vågskär vara obetydliga för landskapskaraktärsområde 1.

Från landskapskaraktärsområde 2 som innefattar fotopunkterna Havsvidden samt Sälskär bedöms den samverkande effekten av samtliga vindparker ge måttlig påverkan på landskap, rekreation och friluftsliv. Landskapets låglänta form skapar långa siktlinjer mot parkerna och landskapets uttryck som oexploaterad skärgårdsmiljö med låg förändringstakt är känslig för kontrastverkan. Vågskär ligger i nordlig till nordvästlig riktning om Noatun Nords projektområde. I utblickar mot parkerna från norra Ålands skärgård, upplevs därför Vågskär och Noatun Nord ingå i ett större sammanhängande vindkraftsområde. Detta gäller även hinderbelysningen där fler antal ljuspunkter syns vid horisonten. Från fotopunkt Havsvidden och Sälskär kommer något större del av horisonten att påverkas av vindparkerna då de tillsammans sträcker sig över ett marginellt större område av den i dagsläget obrutna horisontlinjen i riktning mot Bottenhavet. Därför bedöms de samverkande effekterna under driftsfas med Noatun Nord samt Vågskär som måttliga.

11.3.9 Kulturmiljö

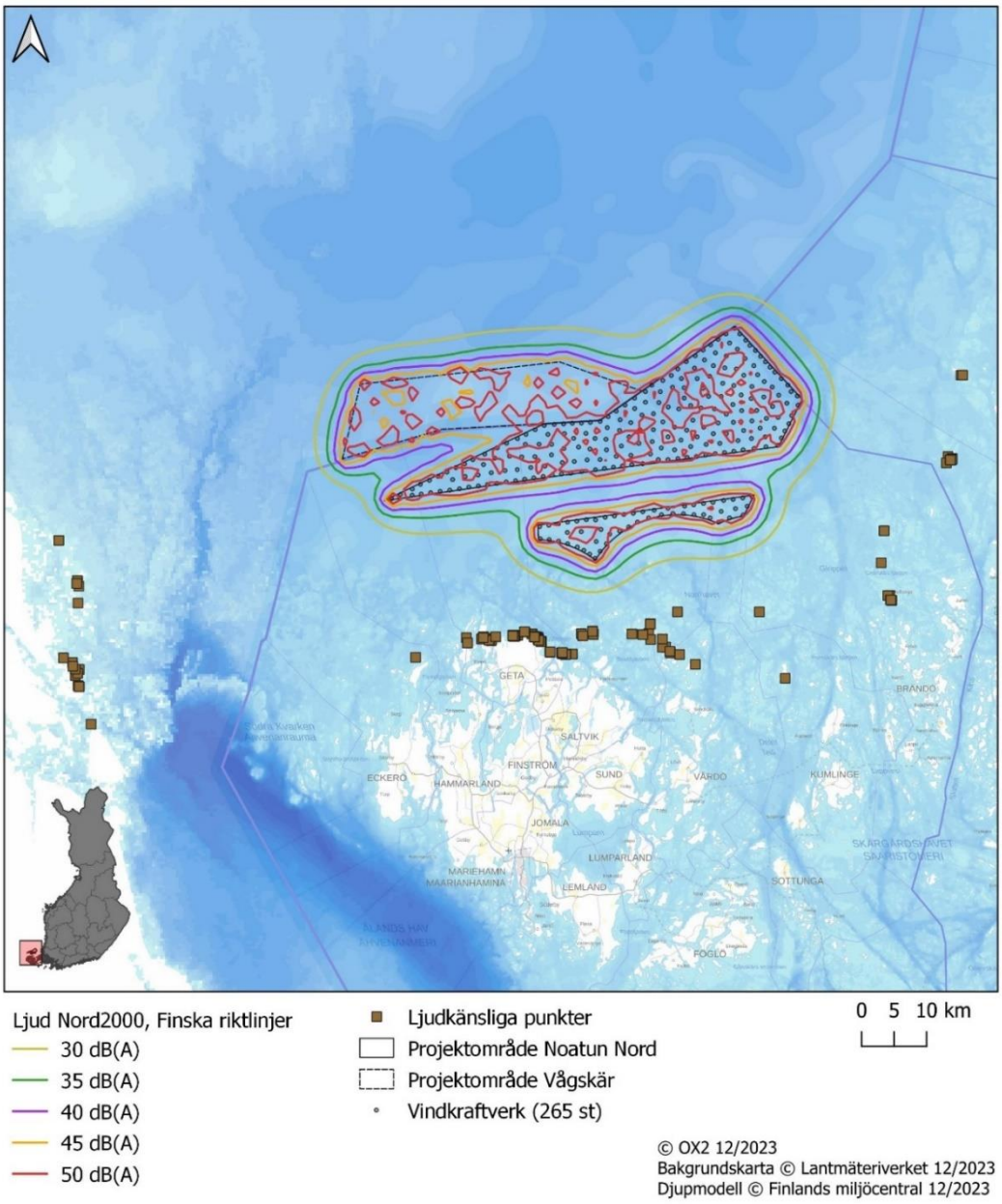
Under driftsfasen är vindparker etablerade med maximalt antal vindkraftsverk installerade. Det är endast projekt Vågskär som bedöms ge upphov till samverkande effekter på kulturmiljö. Beroende på avstånd och utformning av vindparkerna kan det bli en ökad visuell påverkan på kulturmiljöobjekt och kulturmiljöer. För att analysera samverkande visuella effekter har fotomontage tagits fram i syfte att studera den tillkommande effekten av Noatun Nord i förhållande till projekt Vågskär, se bilaga 14. Det stora avståndet till Sverige och Finland medför att större delen av verken döljs bakom horisonten och det är endast rotorblad som kan komma att synas vid horisonten. Sett från Åland är Vågskär lokaliserad nord och nordväst om Noatun Nord därmed på större avstånd från Åland. Det är ett marginellt större område av horisonten inom vilket vindkraftsverken kommer vara synliga. Det bedöms att inga samverkande effekterna uppstår under driftsfasen med Vågskär och Noatun Nord.

11.3.10 Boendemiljö

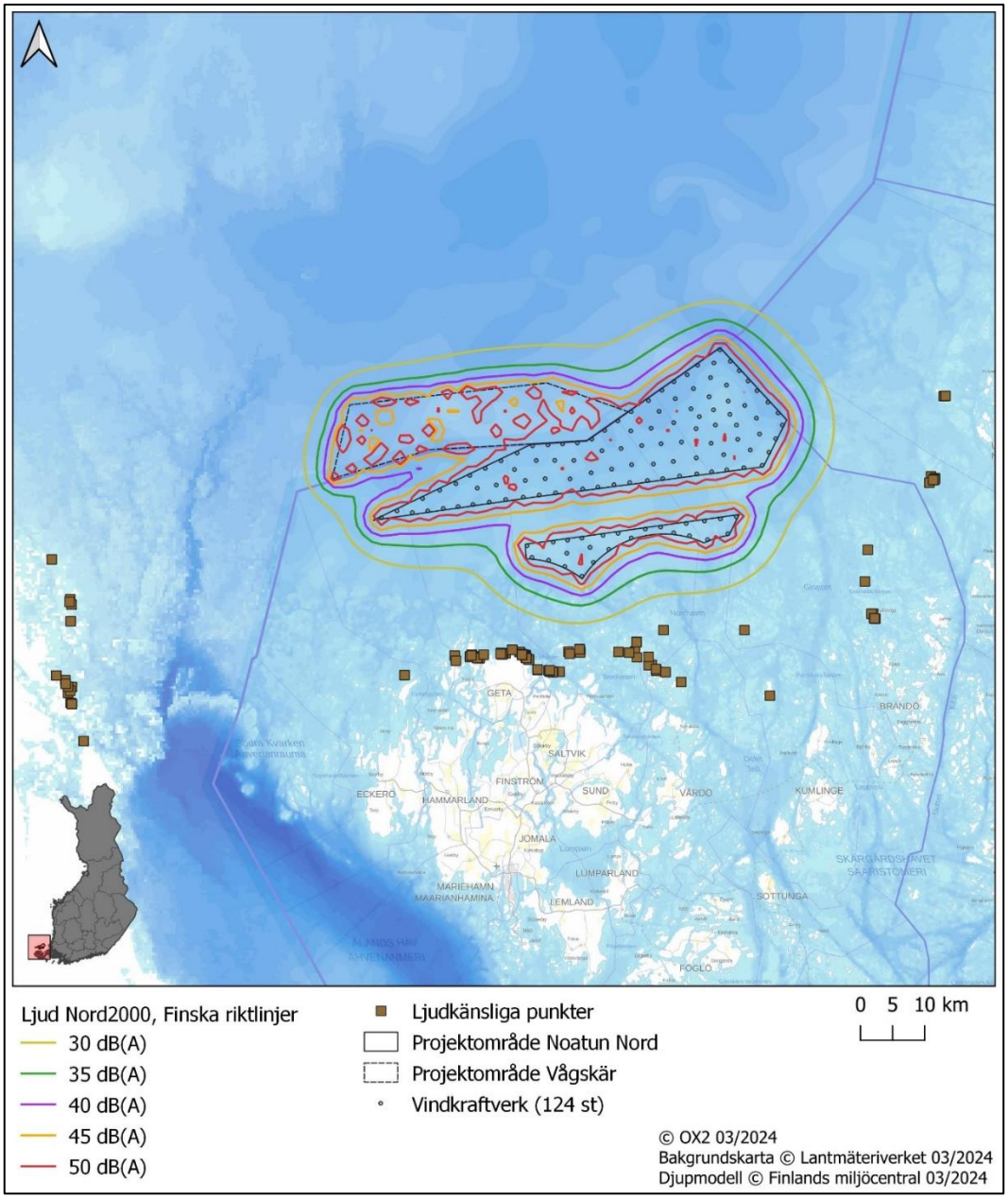
Om det finns flera vindkraftparker i närheten ökar den totala ljudalstringen. Det finns idag inga befintliga parker eller parker med lagakraftvunna tillstånd i närheten av Noatun Nord. Däremot angränsar vindparken Vågskär till Noatun Nord i norr med en pågående miljökonsekvensbedömning. Eventuella samverkande effekter från Vågskär har beräknats och analyserats av Bolaget för driftsfasen. Eftersom grundläggande information om parken (turbintyp, navhöjd och layout) inte var känt för OX2 vid

tidpunkten av genomförda ljudberäkningar, har ljudberäkningarna baserats på samma turbintyper som för Noatun Nord med antagandet om 1960 GW installerad effekt.

Resultaten för ljudutbredningarna från vindpark Noatun Nord med kumulativt ljudbidrag från projekt Vågskär i jämförelse med finska riktvärden presenteras i Figur 76 och Figur 77. Resultaten, som ska tolkas indikativt till följd av osäkerheterna avseende Vågskär, pekar på att riktvärdena för A-vägd ekvivalent ljudnivå, 40 dBA (permanent och fritidsboende, Sverige och Finland) respektive 35 dBA (fritidsområden, Sverige) inte överskrids i de ljudkänsliga punkterna. Detta indikerar även att lågfrekvent ljud inte bedöms vara någon risk för närboende om både Noatun Nord och Vågskär byggs.



Figur 76. Resultat ljudutbredningar för Noatun Nord med kumulativt bidrag från projekt Vågskär, alternativ 1 (265 WTG x 15 MW (115 + 2 dB) och navhöjd 150 m) enligt finska riktlinjer och riktvärden.



Figur 77. Resultat ljudutbredningar för Noatun Nord med kumulativt bidrag från projekt Vågskär, alternativ 2 (124 WTG x 32 MW (122 + 2 dB) och navhöjd 225 m) enligt finska riktlinjer och riktvärden.

På längre avstånd från Noatun Nord, minst 40 kilometer, finns ett antal andra parker med pågående tillståndsprocesser. Exempelvis projekt Wellamo offshore cirka 45 kilometer norr om Noatun Nord som utvecklas av Eolus och projekt Olof Skötkonung omkring 50 kilometer västerut som utvecklas av Deep Wind Offshore. Samverkande effekter i form av luftburet ljud bedöms obetydliga när det är så stora avstånd mellan parkerna. Detta eftersom det långa avståndet medför att ljudet dämpas till följd av luftens reflekterande och absorberande egenskaper.

11.3.11 Marinarkeologi

Under driftsfasen förväntas inga samverkande effekter på kulturhistoriska objekt under vatten.

11.3.12 Yrkesfiske

I driftskedet kan vindpark Noatun Nord och andra eventuella vindparker i norra Ålandshavet påverka den faktiska ytan som är tillgänglig för yrkesfisket. Det finns även risk att fiskefartygen kan behöva förflytta sig längre sträckor för att komma till fångstområden.

Även om utbyggnaden av havsbaserad vindkraft medför mindre yta för yrkesfisket, kan en samverkande effekt av de fredade områdena bidra med starkare och större fiskpopulationer som i sin tur kan gynna fisket.

Den fördjupade studien av yrkesfisket som tagits fram av NIRAS inom ramen för miljökonsekvensbeskrivningen visar att omfattningen av yrkesfiske är mycket liten inom vindpark Noatun Nord och är begränsad till en mindre del av det norra delområdet.

Den långsiktiga utvecklingen av yrkesfisket i Östersjön är att kvoterna minskar till följd av drastiskt nedåtgående populationsstorlekar för viktiga fiskarter som strömming, vassbuk och torsk. Sedan 2022 är torskfisket i Östersjön helt stoppat. Inom områden som fredas från yrkesfiske visar studier på en gynnsam utveckling av fiskbestånden, både avseende antalet individer och storlek. En sådan effekt blir också samverkande i det fall att angränsande områden också fredas från yrkesfiske. Den positiva effekten av fredade områden på fiskpopulationer kan även ha en så kallad spill-over effekt, där den växande populationen av fisk sprider sig till omkringliggande havsområden som är tillgängliga för yrkesfisket, och som medför bättre fångster.

Sammantaget bedöms den samverkande effekten av Noatun Nord och eventuella vindparker som byggs i närområdet medföra mindre yta som är tillgänglig för yrkesfisket, men även kunna ge bättre förutsättningar för fisket då vindparkerna utgör fristäder från fisket där fiskbestånden kan öka både i antal och individuell storlek. Den samverkande effekten avseende yrkesfisket bedöms bli liten negativ.

11.3.13 Sjöfart

Under driftsfasen förväntas en betydande andel av den sjötrafik som vid ett nollalternativ (det vill säga att ingen vindpark anläggs) hade passerat igenom vindpark Noatun Nords projektområde välja alternativa rutter. Motsvarande scenario förväntas gälla för eventuella övriga havsbaserade vindparker som anläggs inom vindpark Noatun Nords närområde. Vidare förväntas de enskilda fartygen hålla ett visst avstånd till vindkraftverken då de passerar en vindpark. Sammantaget innebär detta att den förekommande sjötrafiken i ännu större utsträckning koncentreras till, och i viss mån trängs ihop inom, de olika fartygsstråken, vilket medför en ökad risk för vissa slags kollisioner.

Risken för allision påverkas bland annat av antalet vindkraftverk (eller andra konstruktioner) som förekommer inom ett visst område, varför en eventuell etablering av flera olika havsbaserade vindparker ofrånkomligen kommer att öka den totala risken för allision, framför allt risken för drivande allision.

Motsvarande förhållanden som de som gäller för allision gäller även för andra risker som är direkt hänförliga till etableringen av havsbaserade vindparker, exempelvis risken för radarstörningar, risken för påverkan på sök- och räddningsinsatser och risken för påverkan på isbildning och vinternavigeringsrutter. En eventuell etablering

av flera havsbaserade vindparker kommer därmed att innebära en ökning av den totala risken för sjötrafiken.

11.3.14 Luftfart

Samverkande effekter avseende luftfart förväntas inte uppstå.

11.3.15 Försvarsmaktens intressen

Samverkande effekter avseende öppet redovisade intressen för Försvarsmakten förväntas inte uppstå. Vad gäller eventuella intressen som inte redovisas öppet går det inte att uttala sig om eventuella samverkande effekter, men Försvarsmakten i Finland respektive i Sverige beaktar eventuella samverkande effekter i sina utlåtanden om planerade vindkraftsprojekt.

11.3.16 Risk och säkerhet

En eventuell etablering av ett flertal olika havsbaserade vindparker kommer att öka den totala risken kopplad till sjöfart och allision med vindkraftverk, se avsnitt 11.3.13. Den ökade risken kopplad till allision mellan fartyg och strukturer inom den havsbaserade vindparken, så som vindkraftverk och vätgasanläggningar, innebär även ökade risker kopplade till exempelvis utsläpp av oljor och kemikalier så väl som av allisionen uppkommen brand och explosioner. Därutöver kommer en eventuell etablering av ett flertal olika havsbaserade vindparker även att öka risken för radarstörningar, risken för påverkan på sök- och räddningsinsatser och risken för påverkan på isbildning och vinternavigeringsrutter.

En eventuell etablering av flera olika havsbaserade vindparker kommer därmed att innebära en ökad riskbild, detta främst kopplad till sjöfart då det inte förväntas några samverkande effekter för luftfarten eller Försvarsmakten, se avsnitt 11.3.14 och avsnitt 11.3.15. Vid vidtagande av föreslagna skyddsåtgärder bedöms den ökade riskbilden emellertid inte vara oacceptabel.

11.3.17 Ekosystemtjänster

Samverkande effekter bedöms för de ekosystemtjänster som identifierats och beskrivits i avsnitt 9.18.

Positiva samverkande effekter för försörjande ekosystemtjänster kan uppstå inom Noatun Nord och andra eventuella närliggande projektområden. Om en större yta blir tillgänglig för reveffekter kan även en samverkande positiv effekt uppkomma för biologisk mångfald. Försörjande ekosystemtjänster skulle även kunna gynnas på längre sikt av samverkande effekter då yrkesfisket begränsas inom vindparkerna. Fredade områden kan ge förutsättningar för fiskbestånd som är hotade i Östersjön att återhämta sig då trycket från yrkesfisket uteblir. Inom Noatun Nord är dock denna effekt begränsad då yrkesfiskets utbredning är mycket begränsad.

Samverkande effekter på försörjande ekosystemtjänster skulle kunna uppstå då ytan som är tillgänglig för yrkesfisket minskar inom Noatun Nord och en eller flera parker. Yrkesfisket inom Noatun Nord är redan idag mycket begränsat. Samverkande effekter på yrkesfisket beskrivs vidare i avsnitt 11.3.12.

Samverkande effekt på kulturella ekosystemtjänster kan uppstå i det fall att ett eller flera andra projekt blir synliga från land. Den fria horisonten kommer då brytas i större

grad i vissa områden, men på grund av det stora avståndet blir det endast en liten visuell påverkan. En liten samverkande negativ påverkan på kulturella ekosystemtjänster bedöms uppstå i driftsfas i form av visuell påverkan på landskapsbilden. Påverkan begränsas av det relativt stora avståndet från land och till vindpark Noatun Nord.

Samverkande effekter som kan uppstå på stödjande och försörjande ekosystemtjänster vid i driftskedet bedöms vara obetydliga.

11.4 Avvecklingsfas

Avvecklingsfasen för vindpark Noatun Nord ligger så pass långt fram i tiden att det vid tidpunkten för detta dokuments upprättande är omöjligt att förutse vilka andra åtgärder eller verksamheter som kan komma att sammanfalla med avvecklingen av vindparken och som därmed skulle kunna bidra till samverkande effekter. Enligt nuvarande Vattenlag (1996:61) för landskapet Åland, kap 6, § 15 är avvecklingen av vindparken tillståndspliktig (se avsnitt 9.19.1). I en tillståndsansökan för avveckling kan en konsekvensbedömning för denna fas göras.

Påverkan från avvecklingsfasen är dock mindre än den som uppstår under anläggningsfasen, varför de eventuella samverkande effekterna förväntas bli försumbara.

12. Lokalisering

12.1 Utgångspunkter för lokalisering

Av 2 kap. 6 § landskapslag (2008:124) om miljöskydd framgår att en verksamhet som kan medföra risk för negativ miljöpåverkan endast får förläggas till en plats som är lämplig för verksamheten med beaktande av verksamhetens art samt sannolikhet för och omfattning av negativ miljöpåverkan. Valet av plats för den ansökta verksamheten har skett baserat på Ålands havsplan, där Bolagets slutliga val av projekteringsområden är anpassat efter i havsplanen specifikt utpekade områden för potentiell havsbaserad vindkraft.

OX2-koncernens strategi för sin havsbaserade projektportfölj är att mer eller mindre parallellt driva fram flera storskaliga vindkraftsprojekt längs bland annat Ålands, Sveriges och Finlands kuster. Detta i syfte att så snabbt som möjligt accelerera utbyggnaden av den havsbaserade vindkraften i norra Europa, för att på så sätt möta det angelägna behovet av förnybar energi. Detta har avgörande betydelse för förutsättningarna att nå nationella så väl som globala klimatmål avseende utsläpp av växthusgaser och förnybar elproduktion.

Utöver att ingå i havsplan ska utvalda områdena även uppfylla urvalskriterierna (se nedan) med så få motstående intressen som möjligt och med så få negativa miljöeffekter som möjligt. Det ska även finnas förutsättningar för anslutning till elnätet, alternativt andra möjligheter för överföring av producerad energi.

I nedanstående stycken redogörs för de grundläggande utgångspunkter som har tillämpats för att undersöka och utvärdera möjliga lokaliseringar och som därmed utgjort kriterier för bedömning av de olika lokaliseringsalternativen.

Vindkraft till havs

Den främsta möjligheten till kraftigt ökad energiproduktion på Åland är storskalig havsbaserad vindkraft och potentialen för havsbaserad vindkraft är långt större än motsvarande förutsättningar för landbaserad vindkraft. Den tekniska utvecklingen av de havsbaserade vindkraftverken går även snabbare än för de landbaserade vindkraftverken och redan vid tidpunkten för detta dokuments upprättande har de havsbaserade vindkraftverken en effekt som är mer än dubbelt så stor som sina landbaserade motsvarigheter.

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

För att uppnå motsvarande elproduktion via landbaserad vindkraft skulle det krävas fler vindkraftverk samt mycket stora landytor. I praktiken är det inte möjligt att hitta tillgängliga ytor av den storleken på Åland. Havsbaserade vindparker kan därutöver placeras på större avstånd från bebyggelse, vilket innebär mindre intrång i landskapet och minskad konkurrens med annan markanvändning.

Sammantaget har den havsbaserade vindkraften störst potential för att inom de tidsrymder som är aktuella, producera de mängder el som behövs för att möta framtida energibehov.

Behov av tillgänglig nätinfrastruktur och kapacitet

Alla anläggningar för elproduktion, oavsett typ, kräver en anslutning till elnätet. Från ett systemperspektiv kräver storskaliga elproduktionsanläggningar tillräckligt robusta anslutningspunkter och ett elnät som är dimensionerat för inmatning av stora volymer. Vindpark Noatun Nord bedöms ligga inom ett område där det är lämpligt att bygga ut transmissionsnätet för att främja produktionen av förnybar el på ett kostnadseffektivt sätt.

Åland ligger nära både Sverige och Finland, vilket möjliggör export av den producerade elektriciteten samt vätgasen till Sverige och Finland, samt i förlängning till den europeiska elmarknaden. Detta förhållande ska ses i ljuset av den senaste tidens geopolitiska utveckling där allt fler europeiska länder har meddelat att de avser att på relativt kort sikt minska sitt beroende av fossila bränslen som importeras från Ryssland.

Grundläggande tekniska och ekonomiska förutsättningar för lokaliseringen

Följande tekniska och ekonomiska förutsättningar har varit centrala utgångspunkter vid val av lokalisering för vindparken:

- Förekommande vindförhållanden ska vara tillräckligt starka och stabila.
- Vattendjupet ska vara lämpligt med hänsyn till bland annat de fundament som kan anläggas vid olika vattendjup.
- Områdets geologi ska vara lämplig med hänsyn till bland annat de fundament som kan anläggas vid olika bottenförhållanden.
- En möjlig vindpark måste kunna vara av tillräcklig storlek för att dels uppnå en ekonomisk hållbarhet i projektet och för att dels möjliggöra en konkurrenskraftig elproduktion.

Övriga urvalskriterier för lokaliseringen

Utöver de grundläggande tekniska och ekonomiska förutsättningarna ingår ett antal andra olika urvalskriterier, vilka ligger till grund för bedömningen av en möjlig lokalisering för en havsbaserad vindpark. De övriga kriterier som särskilt har beaktats vid Bolagets lokaliseringsutredning är vindparkens eventuella påverkan på exempelvis:

- Naturmiljö (bland annat Natura 2000-områden, naturreservat, samt känsliga livsmiljöer och arter)
- Intressen för Försvarsmakten
- Yrkesfiske
- Sjöfart
- Kulturmiljö (bland annat avseende visuell påverkan och marina kultur- eller fornlämningar)
- Rekreation och friluftsliv
- Befintliga verksamheter och anläggningar
- Havsplanering och andra planförhållanden

12.2 Alternativ utformning

I detta avsnitt redovisas möjliga principiella alternativa utformningar av den planerade vindparken samt de alternativa utformningarnas effekter på förekommande intressen. En utgångspunkt är att vindparken och dess utformning behöver optimeras utifrån en sammanvägning av olika intressen, där ett önskemål om största möjliga förnybara elproduktion och därmed tillhörande klimatnytta är drivande, samtidigt som den planerade verksamhetens påverkan på olika förekommande intressen, exempelvis skyddade områden, arter och livsmiljöer minimeras.

12.3 Fler vindkraftverk på en större yta

Det är ekonomiskt mest hållbart att bygga vindparker med högsta möjliga potentiella elproduktion. Detta då en stor del av projektets kostnader består av kostnaden för investeringen, vilket innebär att ju fler producerade kWh som kostnaderna kan slås ut på, desto lägre LCOE (Levelized Cost of Electricity). Den planerade vindparken Noatun Nord består av två relativt stora och till varandra närliggande områden vilket möjliggör att vindkraftverken kan anläggas samlat. Möjligheterna att utvidga den planerade vindparken begränsas av bland annat närliggande Natura 2000-områden, fartygsstråk samt andra förekommande intresseområden. Därutöver är projektområdet anpassat efter område utpekat för havsbaserad vindkraft i Ålands havsplan.

12.3.1 Fler eller färre vindkraftverk på samma yta

Planeringen med flera vindkraftverk samlade inom en park stämmer med strategin i Finlands Riksomfattande mål för områdesanvändningen, där man framhåller att vindkraftverk i första hand ska placeras i enheter som består av flera vindkraftverk.

Tekniskt sett är det möjligt att minska avstånden mellan de enskilda vindkraftverken för att få plats med fler vindkraftverk inom samma projektområde. Detta förutsätter dock att mindre vindkraftverk anläggs, eftersom elproduktionen från varje enskilt vindkraftverk annars minskar till följd av vakförluster (vindskugga), vilket innebär ett sämre nyttjande av de tillgängliga vindresurserna. En nackdel med ett minskat avstånd mellan de enskilda vindkraftverken är en större miljöpåverkan med avseende på vissa miljöaspekter kopplade framför allt till ett ökat ianspråktagande av bottenyta till följd av att fler fundament installeras. Fler fundament kan generellt sett medföra en större påverkan på omgivningen, huvudsakligen genom sedimentsuspension och sedimentation. Fler och mindre verk bedöms också vara sämre för fåglar, på grund av undanträngnings- och barriäreffekter.

Om mindre vindkraftverk anläggs har dessa en lägre effekt per verk och en större yta behöver därmed tas i anspråk för att uppnå motsvarande elproduktion, vilket inte bedömts möjligt med beaktande av projektområdets anpassning efter området utpekat för havsbaserad vindkraft i Ålands havsplan. Den snabba tekniska utvecklingen mot större och mer effektiva vindkraftverk medför också att de mindre vindkraftverken successivt försvinner från marknaden.

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

12.3.2 Vindpark med eller utan vätgasproduktion

Som alternativ till en havsbaserad vindpark med vätgasproduktion skulle även en enkom vindelsproducerande havsbaserad vindpark kunna anläggas.

Produktionen av förnybar vätgas[45] innebär i princip inte några utsläpp av växthusgaser. Förnybar vätgas kan bland annat användas för att ersätta fossilbaserade bränslen. Bränsleceller kan exempelvis användas för att driva olika typer av fordon, samt möjliggöra för en flexibel elproduktion. Vid användning av vätgas för att driva en bränslecell uppstår endast vattenånga som restprodukt, detsamma gäller när vätgas förbränns.

Det är även fördelaktigt att omvandla el till vätgas, då vätgas kan lagras i flera olika typer av vätgastankar samt både lagras och transporteras i gasledningsnät. Det stora avståndet till land och bebyggelse vid produktion av vätgas till havs innebär dessutom minskade risker för människor och miljön. Lagringsförmågan kopplad till vätgasen är dessutom av särskild vikt vid produktion av intermittent energi så som vindenergi, vilken karaktäriseras av högre produktion vid starkare vindar och lägre produktion vid svagare vindar. Produktionen av vätgas bidrar därför till att stabilisera ett energisystem som till allt större del utgörs av energikällor så som vind och sol. Produktion av vätgas möjliggör även för större och mer resurseffektiva vindparker, detta då den fossilfria energiproduktionen inte begränsas av kapaciteten i transmissionsnätet eller brist på lagringsmöjligheter under produktionstopparna.

Den producerade vätgasen kan även användas för att i sin tur framställa andra så kallade e-bränslen så som e-metanol och e-metan genom att kombinera vätas med biogen koldioxid eller e-ammoniak genom att kombinera vätas och kväve från luften. Vid nyttjande av biogen koldioxid är e-metanol ett fossilfritt bränsle som kan användas för att driva fartyg, där ett nyttjande av e-metanol kan minska utsläppen av växthusgaser från sjöfarten med över 95 procent i jämförelse med konventionella bränslen (Örsted, u.d.). Tillverkningen av ammoniak stod år 2021 för ungefär en procent av världens koldioxidutsläpp (Forskning & framsteg, 2021), genom att nyttja förnybar vätgas i denna process kan därför stora vinster göras. I likhet med e-metanol kan fossilfri ammoniak användas som bränsle inom exempelvis sjöfarten. Därutöver används fossilfri ammoniak för framställning av konstgödsel, vilket bidrar till minskade utsläpp av koldioxid inom jordbrukssektorn.

Användningen av vätgas och andra så kallade e-bränslen är på framväxt. Det primära syftet med vätgasen är att möjliggöra för fossilfria industrier i angränsande länder, vilket möjliggör för en fossilfri tillväxt.

Ett tillägg av förnybar vätgasproduktion möjliggör att snabbt kunna få in en ökad mängd fossilfri energi i energisystemet, detta oavsett om det är i form av elektroner eller vätgasmolekyler. Därutöver utgör vätgas ett alternativ och/eller komplement till batterier när det kommer till lagring av energi, vilket möjliggör för ett flexibelt energisystem när det kommer till nyttjande av intermittent energi.

[45] Vätgas producerad genom elektrolys driven av fossilfri energi så som sol eller vind.

12.3.3 Utformning av vindparken

Olika utformningar av den planerade vindparken har studerats inom ramen för projektet. Möjliga utformningsalternativ bestående av olika kombinationer av antalet installerade vindkraftverk, samt olika effekter och höjder för de enskilda verken, ligger inom ramarna för de designscenarier som tagits fram. Projektet har valt att gå vidare med konsekvensutredning för två alternativa layouter för parken, ett med glesare avstånd mellan verken men högre totalhöjd samt större rotordiameter, och ett med tätare avstånd mellan verken och lägre totalhöjd och mindre rotordiameter.

Viss flexibilitet i den planerade vindparkens utformning är nödvändig för att denna ska bli optimal med utgångspunkt från de vindkraftverk och den teknik som finns tillgänglig på marknaden när parken ska uppföras.

12.4 Alternativa sätt att nå samma syfte

Alternativa tekniker för att producera elektricitet samt de konsekvenser som är förknippade med respektive teknik finns redovisade under nollalternativet, se avsnitt 12.6. Dessa alternativa tekniker uppfyller dock inte delar av det aktuella projektets syfte, det vill säga att producera förnybar el och på så sätt bidra till att uppnå satta klimatmål. Mot bakgrund av detta har dessa alternativ inte studerats närmare.

12.5 Alternativa komponenter och arbetsmetoder

12.5.1 Fundament

Olika typer av fundament kan komma att användas inom olika delområden av den planerade vindparken, även om det ofta är så att samma typ av fundament används genomgående inom en och samma vindpark. Fundamenten som kan bli aktuella för Noatun Nord beskrivs i avsnitt 4 i föreliggande dokument.

Olika typer av fundament har olika fördelar och nackdelar med avseende på miljömässiga, tekniska och ekonomiska aspekter. De olika fundamentstyper som kan bli aktuella för vindpark Noatun Nord skiljer sig åt exempelvis gällande alstring av undervattensljud vid installation, bottenanspråk, tidsåtgång för installation, behov av bottenpreparering med mera. I miljöbedömningen har de alternativ som utgör worst case för de olika identifierade påverkansfaktorerna beaktats (se avsnitt 7 samt avsnitt 9).

Den snabba teknikutvecklingen innebär att det är möjligt att även andra typer av fundament, eller kombinationer av de redovisade fundamenten, kan bli aktuella vid tidpunkten för byggnation. Detta under förutsättning att de visar sig vara mer effektiva och att de bedöms medföra en lägre miljöpåverkan.

12.6 Nollalternativ

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

12.6.1 Vindparken och dess omgivning

Vid ett nollalternativ sker ingen påverkan på klimatet som ett resultat av anläggningen av den planerade vindparken och inte heller som ett resultat av framtagandet och transporterna av de olika komponenter som bygger upp vindparkens anläggningsdelar. Detta ska dock ställas i relation till den enormt mycket mer omfattande positiva effekt som den planerade vindparken kommer att ha på klimatet och som uteblir helt vid ett nollalternativ. Ett nollalternativ innebär även att inga naturresurser tas i anspråk för själva projektet, det kan dock medföra att icke förnybara resurser i form av exempelvis kol, olja och naturgas fortsatt tas i anspråk för energiproduktion i en betydligt större omfattning än vad som skulle ha skett om projektet kommit till stånd.

Vid tidpunkten för detta dokuments upprättande går det inte att med säkerhet säga något om det förväntade utfallet för de övriga projekt som planeras inom vindpark Noatun Nords närområde, det går således inte att avgöra huruvida något eller några av dessa kommer att realiseras varför de inte ingår som en definitiv aspekt av nollalternativet.

Ett nollalternativ medför att de begränsade positiva effekter som kan uppstå för bottenflora och bottenfauna, fisk och marina däggdjur, som ett resultat av uppkomsten av vissa reveffekter uteblir. För fåglar och fladdermöss innebär nollalternativet att riskerna för undanträngning, barriäreffekter och kollisioner som orsakas av den planerade vindparken uteblir.

Vid ett nollalternativ uppstår ingen visuell påverkan till följd av projektet vilket innebär att det inte uppstår några konsekvenser för landskapsbild, kulturmiljö, rekreation och friluftsliv.

Yrkesfisket bedöms inte påverkas till följd av nollalternativet. Det område som omfattas av den planerade vindparken förväntas fortsatt vara av ringa betydelse för yrkesfisket då fiskeintensiteten inom projektområdet bedöms vara markant lägre än i angränsande havsområden.

Nollalternativet innebär att fartygstrafiken i anslutning till den planerade vindparken och dess närområde fortsätter på samma sätt som i nuläget. Olyckor i form av kollisioner kan ske även vid nollalternativet, dock uteblir eventuella allisioner med själva vindparken. Luftfarten bedöms inte påverkas till följd av nollalternativet.

12.6.2 Nationell elförsörjning

Som nämnts tidigare föreligger det vid tidpunkten för detta dokuments upprättande ett stort behov av en expansion gällande förnyelsebar energi, detta såväl på en nationell som europeisk nivå. Vid nollalternativet kommer den planerade vindparken inte till stånd och behovet av elproduktion behöver täckas på annat sätt, i huvudsak genom import av el (med ökade utsläpp av växthusgaser som trolig följd), eller via landbaserad vindkraft. Solel bedöms inte heller vara ett alternativ för att täcka hela det förväntade elbehovet, detta då effekten av solel är låg under vinterhalvåret och då solel kräver stora markytor, vilka inte bedöms finnas tillgängliga i den omfattning som skulle krävas.

Den pågående omställningen av industri- och transportsektorn kräver mycket stora mängder el. Tidigare använde dessa sektorer stora mängder fossilbaserad energi. För att avsevärt kunna reducera utsläppen från dessa sektorer är tillgången till förnybar el till konkurrenskraftiga priser och i tillräcklig utsträckning avgörande. Om utbyggnaden

av elproduktionen inte sker i motsvarande grad kan detta innebära att viktiga satsningar på till exempel elektrifierad industri inte kommer kunna genomföras.

Om utebliven elproduktion från den planerade vindparken Noatun Nord inte ersätts med annan elproduktion innebär det en reducerad export alternativt en ökad import (beroende på elbehovet) från grannländerna. Eftersom fossilbränslebaserad elproduktion har högst marginalkostnader är det sådan elproduktion som i första hand berörs, vilket huvudsakligen innebär kolkraft så länge den typen av kraftproduktion finns kvar i grannländerna. Kolkraft har enligt siffror från IPCC (IPCC, 2014) ett utsläpp på 710 – 950 g CO_2e/kWh, vilket kan jämföras med data för vindkraft från Vattenfall (2019) där en modern landbaserad vindpark har ett utsläpp på cirka 7 g CO_2e/kWh, samt med de motsvarande eller ännu lägre utsläpp som förväntas från framtidens högeffektiva havsbaserade anläggningar. Sammantaget bedöms den planerade vindparken Noatun Nord kunna minska de globala utsläppen med 11,56 miljoner ton koldioxid årligen.

Utbyggnad av havsbaserad vindkraft utanför Åland ger goda förutsättningar för undvikande av import av utsläppstung el från produktion i andra länder. I ett längre perspektiv kan export av el från havsbaserad vindkraft ersätta användningen av fossilbaserad elkraft i närliggande länder. En sådan undanträngning av fossil kraftproduktion är inte möjlig i nollalternativet. Nollalternativet innebär därmed att klimatnyttan med projektet inte realiseras.

12.6.3 Klimatpåverkan

Nollalternativet innebär ur klimatsynpunkt att utsläppsminskningar inte främjas, vilket i sin tur kan medföra svårigheter att minska klimatpåverkan kopplat till användningen av fossila bränslen. Liksom beskrivet i avsnittet ovan, kan utbyggnaden av havsbaserad vindkraft möta såväl behovet av elektrifiering inom industri- och transportsektorn, som behovet av att möjliggöra för elexport som tränger ut fossilbaserad kraftproduktion i Europa. Dessa möjligheter begränsas i nollalternativet, förutsatt att inte samma kraftproduktion byggs ut på andra sätt och på andra platser. Beräkningar av klimatnytta med vindkraft kan göras på olika sätt. Sammanfattningsvis kan dock konstateras att vindpark Noatun Nord möjliggör omfattande utsläppsminskningar oavsett om man beräknar dessa med avseende på elektrifiering eller undanträngning av fossil energi och oavsett vilka beräkningsmodeller som används. Klimatnyttan realiseras inte i nollalternativet, vilket därmed kan försvåra möjligheten att uppnå Ålands och Finlands klimat- och miljömål.

En försämrad möjlighet att begränsa klimatförändringarna genom omställning till förnybar energi innebär även en indirekt påverkan på kust- och havsområden på grund av klimatförändringarna. I de olika scenarier som redovisas av IPCC är det tydligt att effekten av klimatförändringarna är nära kopplad till den mängd växthusgaser som släpps ut. Enligt den senaste rapporten från IPCC så kommer den globala uppvärmningen överskrida två grader under 2000-talet om inte kraftiga utsläppsminskningar av koldioxid och andra växthusgaser görs under de kommande årtiondena. Om utsläppen skulle fortsätta i samma takt som idag så innebär det att det kvarvarande utsläppsutrymmet globalt skulle förbrukas inom 7–8 år. Effekterna kan bland annat innebära stigande vattentemperatur, ökad havsförsurning och förändrad salthalt, vilket påverkar i stort sett alla ekosystemkomponenter i havsmiljön. Klimatrelaterade förändringar bedöms kunna ge allvarliga konsekvenser för

havsmiljön, även i Östersjön, både i närtid och på längre sikt. Det är tydligt att klimatförändringarna redan påverkar marina arter och prognoserna indikerar större effekter under de kommande årtiondena. De arter som lever i Östersjön är ursprungligen antingen sötvattens- eller saltvattensarter vilka lever under stress på grund av det bräckta vatten som utgör en förutsättning i Östersjön. För organismer som redan lever på gränsen till sina utbredningsområden kan förändringarna leda till att arter försvinner.

Dessutom bedöms framtidens klimatförändringar för närvarande innebära att havsytan vid Åland kan komma att stiga med upp till 0,6 meter eller mer (landhöjning borträknad) fram till år 2100 (Ålands Landskapsregering, 2014). En stigande havsnivå medför flera olika problem. De hittills huvudsakligen identifierade problemen är ökad risk för lokala översvämningar, risk för erosion och skred, negativ påverkan på sjöar och vattendrag, förändrade grundvattennivåer samt saltvatteninträngning i grundvattnet. Detta leder till förändrade förutsättningar för samhällsplaneringen. Det kan bli aktuellt med olika former av skyddsåtgärder mot stigande havsnivåer och erosion samt andra anpassningar i planering av byggnationer. Landskapsbilden och kulturmiljöerna i kustnära lägen kommer därmed att påverkas. Effekterna av klimatförändringarna som uppkommer är betydande vid ett nollalternativ där vindpark Noatun Nord inte anläggs och där inte heller annan förnybar kraftproduktion byggs ut i tillräcklig omfattning.

13. Skyddsåtgärder

Följande skyddsåtgärder kommer att vidtas inom ramen för planerad verksamhet och har ingått som förutsättningar i konsekvensbedömningarna om inte annat angivits.

Placering och utformning

- Vindkraftverkens och plattformarnas närmare placering ska ske efter samråd med berörda myndigheter.

- Vindkraftverk och andra höga objekt ska förses med hindermarkering enligt vid var tid gällande föreskrifter.

Försvarsmakten

- Under anläggningsfasen ska eventuella anvisningar som lämnas av Försvarsmakten följas så att påverkan på totalförsvarets intressen i möjligaste mån minimeras.

Beredskaps- och räddningsplan

- Innan anläggningsarbeten påbörjas, ska en beredskaps- och räddningsplan utarbetas efter samråd med berörda myndigheter samt berörda kommuner.

Sjöfart och sjösäkerhet

- Vindkraftverken ska vara försedda med en nödstoppsfunktion. Nödstoppsrutiner för vindkraftverk ska tas fram och finnas tillgängliga.

- På de fartyg som används vid service och underhåll ska det finnas utrustning för att fördröja, begränsa och i möjligaste mån avhjälpa ett eventuellt utsläpp av miljö- och/eller hälsofarliga ämnen. Rutiner för att hantera utsläpp av miljö- och/eller hälsofarliga ämnen ska tas fram och finnas tillgängliga.

- En beredskaps- och räddningsplan, som ska förbereda organisationen inför eventuella incidenter, olyckor och/eller nödsituationer, ska tas fram och finnas tillgänglig.

- Bolaget ska föra en dialog kring eventuella risker med relevanta sjöfartsaktörer, exempelvis rederier vars fartyg regelbundet trafikerar området kring vindparken.

- En så kallad Marine coordinator som ska kontrollera, samordna och övervaka större marina operationer under anläggningsfasen, ska finnas.

- En särskild riskanalys inför vindparkens anläggningsfas ska tas fram. Resultatet ska inarbetas i Bolagets rutiner samt i beredskaps- och räddningsplanen.

- Bolaget ska, i samråd med berörda parter, ta fram rutiner för säker navigering med arbetsfartyg till, från och inom vindparken.

- Bolaget ska informera relevanta myndigheter och andra berörda parter om tidplan och utförande i god tid inför att anläggnings- och avvecklingsarbetena inleds.

- Tydlig och frekvent information om vilka arbeten som pågår och vilka områden som är berörda ska ges via Ufs (underrättelser för sjöfarande). Detta gäller såväl under anläggningsfasen och avvecklingsfasen som vid större marina operationer under driftsfasen.

- Rutiner för samverkan och dialog med relevanta myndigheter vid förekomst av havsis ska tas fram och finnas tillgängliga.

- Vindkraftverk och plattformar ska förses med hindermarkering enligt myndigheternas anvisningar och markeras på sjökort.

- Vindkraftverken ska förses och märkas ut med en unik ID-beteckning för att underlätta arbetet vid eventuella räddningsinsatser.

- Mistlur kan installeras på utvalda vindkraftverk om ett behov av detta konstateras i den kompletterande nautiska riskanalysen.

- För att öka vindparkens synlighet ska utvalda vindkraftverk märkas ut med AIS och/eller Racon[46].

- Inför fastställandet av den slutgiltiga utformningen av vindparken ska en kompletterande nautisk riskanalys samt en utvärdering avseende radarstörningar genomföras.

- Kompletterande belysning för att underlätta navigering inom vindparken ska installeras.

- En fördefinierad rutt som kan nyttjas av sjötrafiken när den närmar sig vindparken vid dimma eller då sikten är reducerad av någon annan anledning ska fastställas.

- Under anläggningsfasen ska Bolaget upprätta och övervaka en temporär skyddszon om minst 500 meter från installationsfartyg. Detta gäller även vid underhållsarbeten med installationsfartyg som utförs under driftsfasen om ett sådant behov bedöms föreligga.

Oexploderad ammunition

- Förekomsten av oexploderad ammunition ska kartläggas som en del av detaljprojekteringen. Eventuella identifierade objekt ska antingen undvikas, flyttas eller oskadliggöras. Inför installationsarbeten ska en slutlig kontroll av förhållandena på den specifika platsen göras.

[46] Racon (Radar beacon) är en transponder som används för identifiering och som ett navigatoriskt hjälpmedel, vilket ofta installeras på marina strukturer som vindkraftverk eller fyrar.

- Om oexploderad ammunition påträffas ska berörda myndigheter meddelas omedelbart.

- Oexploderad ammunition kommer att bedömas och begränsas till ALARP-nivå.

- Om oexploderad ammunition bedöms utgöra en risk för installationsarbetet ska en bedömning göras av om ett objekt ska undvikas, flyttas eller neutraliseras (sprängas) på ett kontrollerat sätt.

- Berörda myndigheter ansvarar för eventuellt oskadliggörande genom sprängning. Lämpliga skyddsåtgärder för att minska risken för påverkan tas fram i samråd med dessa myndigheter.

Kemikalier och avfall

- Utrustning för uppsamling av spill av olja och andra flytande kemiska produkter från vindparkens anläggningsdelar ska finnas.

- Avfall, såväl fast som flytande, ska tas om hand, sorteras och förvaras så att risk för förorening eller andra olägenheter inte uppstår samt transporteras till land för omhändertagande.

Detektions- och driftregleringsutrustning

- Vindparken kan vid behov komma att förses med detektions- och driftregleringsutrustning för att möjliggöra driftreglering av vindkraftverk för att minska kollisionsrisken för fåglar och fladdermöss.

Frigång

- Frigången mellan vattenyta och rotorblad ska sättas till minst 30 meter, till skydd för områdets fåglar och fladdermöss.

Skyddsåtgärder för marina däggdjur och fisk

- Till skydd för marina däggdjur och fisk ska mjuk uppstart (soft-start) tillämpas innan seismisk utrustning används.

- Inför seismiska undersökningar kommer åtgärder för att minska påverkan på marina däggdjur vidtas, till exempel passiv akustisk övervakning (PAM), vid behov observatörer ombord på fartyget eller liknande.

- Vid avbrott som överstiger 10 minuter i undersökningar eller vid användning av utrustning som kan orsaka hörselnedsättning hos marina däggdjur bör undersökningen åter inledas med mjuk uppstart.

- För att skydda eventuella tumlare som kan förekomma i området skall geofysisk utrustning för undersökningar med sidoavsökande sonar och flerstråligt ekolod användas med en ljudfrekvens som överstiger 200 kHz. Vid användning av geofysisk utrustning med en ljudfrekvens som understiger 200 kHz ska skyddsåtgärder vidtas, exempelvis mjukstart av utrustningen (om

tekniskt möjligt), passiv akustisk övervakning eller observatörer ombord på undersökningsfartyget.

- Till skydd för marina däggdjurs kalvnings- och parningsperiod ska undervattensljud från seismiska undersökningar under perioden 1 februari - 30 april undvikas i områden närmast Natura 2000-områdena Rannö, Södra Sandbäck och Ytterstberg.

- Inför pålningsarbeten ska akustiska bortmotningsmetoder anpassade för tumlare användas.

- Pålningsarbeten ska inledas med mjuk uppstart (soft-start), varefter styrkan i hammarslagen successivt trappas upp till full styrka (ramp-up). Perioden för mjuk uppstart och successiv upptrappning ska, tillsammans med övriga skyddsåtgärder, vara tillräcklig för att skydda marina däggdjur mot undervattensljud från pålningen som överskrider tröskelvärdena för permanent hörselnedsättning (PTS) respektive temporär hörselnedsättning (TTS) för tumlare och säl.

- Vid pålningsarbeten ska ljuddämpande utrustning användas, till exempel hydrosound damper (HSD) eller dubbel bubbelgardin (DBBC).

- Till skydd för marina däggdjurs kalvnings- och parningsperiod ska undervattensljud från pålningsarbeten under perioden 1 februari - 30 april undvikas i områden närmast Natura 2000-områdena Rannö, Södra Sandbäck och Ytterstberg.

Skyddsåtgärder och undersökningsprogram för fåglar

- Verksamhetsutövaren ska undersöka migrerande fåglars rörelsemönster och undvikandegrad i förhållande till vindparken, samt undersöka vindkraftens påverkan på populationer av häckande silltrutar och tordmular på Rannörarna och närliggande skär under en period om tre (3) år efter att det första vindkraftverket tagits i drift och vid behov införa driftreglering.

Undersökningsprogram för fladdermöss

- Verksamhetsutövaren ska undersöka förekomst av fladdermöss inom projektområdet samt vindparkens påverkan på fladdermöss under en period om tre (3) år efter att det första vindkraftverket tagits i drift och vid behov införa driftreglering.

14. Samlad bedömning

14.1 Samlade konsekvenser

Påverkans- och konsekvensbedömningarna för den planerade vindparken är gjorda utifrån ett worst case scenario. Med worst case avses att beskriven påverkan och bedömda konsekvenser kan bli mindre, men att de inte kan bli större, än vad som beskrivs i denna miljökonsekvensbeskrivning. Konsekvensbedömningarna för anläggning, drift och avveckling av vindparken finns samlade i Tabell 87.

Bedömningarna har gjorts utifrån två alternativa vindparkslayouter där ett alternativ står för maximalt antal vindkraftverk (alternativ 1) och ett alternativ för maximal höjd för de vindkraftverk (alternativ 2) som kan komma att installeras. Samtliga konsekvensbedömningar har förutsatt att de, under respektive påverkansavsnitt, nämnda skydds- och försiktighetsåtgärderna tillämpas.

Klimatnytta och klimatpåverkan

Vindpark Noatun Nord bedöms medföra mycket stora positiva konsekvenser ur klimatsynpunkt genom att energiproduktionen är förnybar och kan ersätta fossil elproduktion och därmed reducera utsläpp av växthusgaser. Vätgaslager kan även användas för att ge stabilitet till elsystemet.

Det finns nationella, regionala och EU-mål om att minska klimatpåverkan. Åland har som mål att uppnå noll nettoutsläpp av växthusgaser till 2035 och därefter negativa utsläpp. Dessutom ska 100 procent av elanvändningen vara fossilfri år 2030. En utbyggnad av havsbaserad elproduktion kan bidra till Ålands klimatmål och möjliggöra energiexport, vilket också hjälper närliggande länder att uppnå sina klimatmål. EU har som mål att minska växthusgasutsläppen med minst 55 procent till 2030 och att vara klimatneutralt till 2050. Andelen förnybar energi ska uppgå till 32 procent av den totala energiförbrukningen till 2030.

Då vindpark Noatun Nord kan bidra med stora mängder fossilfri energi i driftskedet, bedöms vindparken vara en essentiell del i Ålands nationella, regionala och EUs arbete att uppnå uppsatta klimatmål.

Bottenflora och bottenfauna

Projektområdets bottenmiljö består huvudsakligen av mjuka bottnar, varierande mellan 10 och 84 meters djup, med stabila syreförhållanden. Inom området finns ett fåtal arter av bottenfauna med hög abundans, samtidigt som området hyser en sparsam förekomst av vegetation. Påverkan på bottenfauna och bottenflora uppstår huvudsakligen under anläggningsfasen, till följd av den fysiska störning av havsbotten som sker. Påverkan kommer att vara övergående och begränsad, och bedöms jämfört med nollalternativet innebära en försumbar till mycket liten negativ konsekvens för bottenfaunan och bottenfloran. Under driftsfasen förväntas en mycket liten positiv konsekvens uppstå i samband med ett tillskott av hårt substrat och möjliga reveffekter. De övriga påverkansfaktorerna under driftsfasen bedöms ha en försumbar konsekvens på bottenfauna och bottenflora jämfört med nollalternativet. Under avvecklingsfasen bedöms en försumbar till mycket liten negativ konsekvens uppstå jämfört med nollalternativet.

Fisk

De fiskarter som påträffats inom vindpark Noatun Nord återfinns även i andra utsjöområden i Ålandshavet och Bottenhavet och diversiteten av arter är mindre i projektområdet än i mer kustnära habitat där levnadsförhållanden är mer fördelaktiga. Projektområdet utgör inte viktigt lekområde för någon av de identifierade fiskarterna. Den största påverkan på fisk bedöms uppstå i anläggningsfasen i form av sedimentsuspension och undervattensljud. Fiskens känslighet för påverkan i alla faser bedöms vara liten till måttlig. Till följd av att påverkan i anläggningsfasen är temporär, att skyddsåtgärder tillämpas samt fiskens känslighet är liten till måttlig, bedöms konsekvensen sammantaget vara liten negativ för alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet. Under driftsfasen kan påverkan på fisk uppstå genom driften och underhållet av vindparken samt genom de olika anläggningsdelarnas fysiska närvaro i havsområdet. I driftskedet bedöms påverkansfaktorerna undervattensljud, magnetfält, kylvatten och saltlake, vattenintag för kylning och vätgasproduktion, och indirekt påverkan av marint skräp medföra försumbar konsekvens för fisk för alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet. Påverkansfaktorn reveffekt bedöms medföra liten positiv konsekvens för alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet. I avvecklingsskedet bedöms liknande påverkan uppstå som i anläggningsskedet, men i mycket mindre omfattning. Känsligheten för fisk i avvecklingsfasen bedöms vara liten till måttlig och konsekvensen vara liten för alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet.

Tumlare

Östersjöpopulationen av tumlare är akut hotad, och även om området kring Noatun Nord anses potentiellt viktigt för tumlaren har ingen förekomst registrerats under övervakning. Under anläggningsfasen kan undervattensljud medföra att tumlare trängs undan från viktiga områden, varför anläggningsfasen bedöms innebära en liten negativ konsekvens för tumlare jämfört med nollalternativet. Jämfört med nollalternativet bedöms driftsfasen för Noatun Nord ha en mycket liten positiv till liten negativ konsekvens för tumlare. Detta då lågfrekvent undervattensljud från vindkraftverken i drift och fartygstrafik kan ha en liten negativ påverkan på tumlarna, samtidigt som den förväntade reveffekten kring fundamenten förväntas locka mer fisk och därmed bidra till en liten positiv påverkan på tumlarna. Under avvecklingsfasen bedöms en liten negativ konsekvens uppstå jämfört med nollalternativet, till följd av undervattensljud.

Säl

Projektområdet Noatun Nord utgör möjligtvis ett födosöksområde för gråsäl och vikare, men det bedöms inte vara av större betydelse än omkringliggande områden. Under anläggningsfasen förväntas sälarna undvika området på grund av de impulsiva undervattensljuden som uppstår vid pålning av fundament, vilket jämfört med nollalternativet bedöms innebära en liten negativ konsekvens för sälar. Under driftsfasen kan ett undvikandebeteende uppstå från lågintensiva undervattensljud, samtidigt som reveffekter skapade från nya hårdbottenstrukturer kan öka tillgången på föda för sälar i närområdet. Driftsfasen bedöms således innebära en mycket liten positiv till liten negativ konsekvens för sälar jämfört med nollalternativet. Avvecklingsfasen bedöms innebära en försumbar till mycket liten negativ konsekvens för sälar jämfört med nollalternativet.

Fåglar

Det öppna havet och relativt stora djupet inom projektområdet medför att det observerats begränsat med fåglar inom området. Närmaste häckningsöar är belägna minst sex kilometer från Noatun Nord. Häckande fåglar som tordmule och silltrut har observerats födosöka i projektområdet, och under driftsfasen bedöms det finnas påverkansrisk för undanträngning av tordmule och kollision för silltrut. Undanträngning och kollisionsrisk bedöms innebära en mycket liten negativ till måttlig negativ konsekvens för de aktuella fågelarterna. Migrationsstudier visar att arter så som sädgås, bläsand och stjärtand passerar genom Noatun Nord under migrationssäsongen. Flera av de migrerande arterna som passerar genom området i större antal har ett beteende som medför att de undviker vindparker. Därför förväntas det uppstå en barriäreffekt under driftsfasen då de måste flyga runt vindparken. Huvuddelen av de migrerande fåglarna bedöms dock flyga på bred front och det öppna havet ger stora möjligheter att passera Noatun Nord utan att behöva flyga igenom området. Den ökning av energikostnaderna som en förlängd flygväg innebär är en marginell del av den totala flygsträckan i migrationen. Påverkan genom barriäreffekten bedöms därför som obetydlig och konsekvenserna för migrerande fåglar bedöms vara försumbara. Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen kan ge stor påverkan på fågellivet. Risken för att detta ska ske är dock begränsad och därför bedöms påverkan som obetydlig, och konsekvensen som försumbar.

För noggrannare bedömning av konsekvenserna för silltrutens och tordmulens populationer föreslås ett undersökningsprogram genomförs i början av driftsfasen. Beroende på resultaten införs vid behov driftsreglering (se kapitel 13).

Fladdermöss

Migrerande fladdermöss kan komma att passera vindparken under en begränsad tidsperiod på våren och hösten, därutöver kan det även förekomma födosökande fladdermöss inom projektområdet. Antalet fladdermöss som förekommer inom projektområdet utgörs emellertid sannolikt av låga eller mycket låga antal. Konsekvenserna för fladdermöss bedöms bli försumbara. För att säkerställa detta föreslås att ett undersökningsprogram genomförs i början av driftsfasen. Beroende på resultaten införs vid behov driftsreglering (se kapitel 13).

Landskap, rekreation och friluftsliv

Påverkan från vindparken på landskap, rekreation och friluftsliv som utreds är visuell och bedöms huvudsakligen uppstå under driftsfas. Då det ej sker någon fysisk påverkan på land, kommer tillgängligheten för rekreation och friluftsliv vara marginell, och främst innefatta de visuella upplevelsevärdena i landskapet. Den visuella påverkan uppstår dels av vindkraftverkens avteckning mot horisontlinjen dagtid, dels av vindparkens hinderbelysning under skymning och natt.

Landskapsanalysen, se bilaga 13, har identifierat tio landskapskaraktärsområden. Respektive område har bedömts utifrån landskapets känslighet samt effekten av den visuella påverkan. Totalt har konsekvenser för fem landskapskaraktärsområden bedömts som försumbara under driftsfas medan konsekvensen för det karaktärsområde som ligger närmast vindparken bedömts som måttlig negativ. För resterande fyra områden har konsekvensen bedömts som mycket liten till liten. Sammantaget bedöms den visuella påverkan som uppstår under vindparkens driftsfas för landskap, rekreation och friluftsliv ge försumbar till måttlig negativ konsekvens,

jämfört med nollalternativet. Under anläggnings- och avvecklingsfas bedöms den visuella påverkan för landskap, rekreation och friluftsliv ge försumbar till liten negativ konsekvens, jämfört med nollalternativet.

Kulturmiljö

En kulturmiljöutredning har tagits fram i syfte att utreda vilken påverkan som vindkraftsparken Noatun Nord skulle kunna ha på åländska, finska och svenska kulturmiljöer. Havsbaserad vindkraft påverkar kulturmiljölandskapet genom visuella förändringar. Verken utgör nya element i siktvyerna mot havet och horisontlinjen, vilket kan påverka de kulturmiljöer som befinner sig inom vindkraftsparkens siktlinjer. Avstånd är en viktig faktor för avgörande för grad av förändring, likaså värde, känslighet och tålighet för förändring hos de kulturhistoriska objekt som utreds. Inom utredningsområdet har bedömningen resulterat i att kulturmiljöerna, i form av fornlämningar och olika typer av kulturhistoriska miljöer och byggnader, innehar en liten–måttlig känslighet även om kulturhistoriska objekt alltid har ett högt värde i sig. Påverkan och omfattning bedöms under de olika faserna som liten negativ–obetydlig. De kulturhistoriska objekten bedöms ha en hög tålighet för förändring och därmed blir konsekvensen liten negativ för kulturmiljöerna på Åland och i Finland, samt försumbar för kulturmiljöerna i Sverige jämfört med nollalternativet. Utformningen av de två olika layouterna för vindkraftsparken ger ett liknade slutresultat för kulturmiljöns påverkan, skillnaden är endast marginell. Bedömningen är av samma slag för båda alternativen.

Boendemiljö

Påverkan på boendemiljön genom luftburet ljud bedöms på grund av det stora avståndet som mycket begränsad. Utförda ljudberäkningar visar att såväl de finska som de svenska riktvärdena innehålls under vindparkens alla faser. För lågfrekvent ljud är det emellertid endast en marginell skillnad mellan riktvärdet och uppnådda ljudnivåer för lågfrekvent buller vid 40 – 62 Hz för alternativ 2, varför viss påverkan kan förväntas för detta alternativ. Känsligheten för boendemiljön bedöms som liten, påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig för alternativ 1 och liten negativ för alternativ 2 till följd av det lågfrekventa ljudet. Konsekvensen bedöms som försumbar för alternativ 1 och som mycket liten negativ för alternativ 2, detta i jämförelse med nollalternativet.

Marinarkeologi

I syfte att utreda eventuell förekomst av fornlämningar och kulturhistoriska lämningar inom etableringsområdet för Noatun Nord har Nordic Maritime Group Oy (NMG) granskat tidigare insamlade data. Resultatet visade att det fanns 9 anomalier av antikvariskt intresse, ett vrak, ett ankare och sju möjliga vrak. För lämningar som befinner sig under vatten är påverkan fysisk. Ytterligare geofysiska undersökningar rekommenderas för att fastställa antalet maritima lämningar. Känsligheten hos de kända anomalierna bedöms som liten och om anpassningar genomförs för att undvika dessa blir påverkans storlek och omfattning obetydlig under de olika faserna. Konsekvensen bedöms som försumbar jämfört med nollalternativet. Bedömningen blir densamma för båda layoutalternativen.

Yrkesfiske

Yrkesfiskets utbredning inom vindpark Noatun Nord är mycket begränsad. Det fiske som skett inom projektområdet är koncentrerat till en liten del av det norra delområdet, och det södra delområdet är i princip helt fritt från fiske. Undersökningar av botten visar att delar av bottensubstratet i projektområdet utgörs av block och stenar, vilket medför att metoden bottennära trålning är mindre lämplig. Yrkesfiskets känslighet för begränsning av fiske inom vindparken bedöms vara liten då fiskeansträngningen kan omfördelas till omkringliggande havsområden där fiskeintensiteten historiskt varit högre. Anläggningen av vindpark Noatun Nord bedöms medföra mycket liten negativ konsekvens för yrkesfisket i anläggnings- drift- och avvecklingsfas för alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet.

Sjöfart

Sjöfartens känslighet inom det havsområde där vindpark Noatun Nord planeras bedöms sammantaget vara liten för vindparkens samtliga faser; anläggningsfasen, driftsfasen och avvecklingsfasen. Med beaktande av vidtagna skyddsåtgärder, försiktighetsmått och riskreducerande åtgärder bedöms påverkan på sjöfarten under den planerade vindparkens samtliga faser vara liten, vilket sammantaget innebär att vindpark Noatun Nord bedöms medföra en mycket liten negativ konsekvens för sjöfarten jämfört med nollalternativet. Bedömningen blir densamma för båda alternativen.

Vid värderingen av de risker som har identifierats har inga oacceptabla risker påträffats. Samtliga värderade risker har, givet konservativa analysantaganden, klassificerats som acceptabla eller som ALARP. För risker som klassificerats som acceptabla bedöms riskerna vara så låga att inga riskreducerande åtgärder behöver vidtas. För risker som klassificerats som ALARP bedöms riskerna vara tolerabla om rimliga riskreducerande åtgärder vidtas.

Luftfart

Vindpark Noatun Nord bedöms inte påverka någon flygplats eller några flygprocedurer. Vidare kommer vindparkens hinderbelysning att utformas, installeras och användas i enlighet med vid var tid gällande riktlinjer, till undvikande av påverkan på luftfarten.

De samlade konsekvenserna som uppstår för luftfarten genom anläggning, drift och avveckling av vindpark Noatun Nord bedöms vara försumbara jämfört med nollalternativet. Bedömningen blir densamma för båda alternativen.

Försvarsmaktens intressen

För de delar av vindpark Noatun Nord som överlappar med eller angränsar till de förekommande intresseområdena för Försvarsmakten föreligger en risk för en potentiell intressekonflikt. Vid behov kan anpassningar av projektområdet som syftar till att undanröja risken för potentiella intressekonflikter komma att vidtas. Eventuella anpassningar kommer att preciseras i ett senare skede av tillståndsprocessen.

Känsligheten hos Försvarsmaktens intressen, verksamhet och/eller tekniska utrustning och system bedöms sammantaget vara hög för vindparkens samtliga faser, anläggningsfasen, driftsfasen och avvecklingsfasen. Förutsatt att eventuella intressekonflikter hanteras genom att nödvändiga anpassningar av projektområdet

genomförs bedöms påverkans storlek och omfattning under den planerade vindparkens samtliga faser vara obetydlig, vilket sammantaget innebär att vindpark Noatun Nord bedöms medföra en försumbar konsekvens jämfört med nollalternativet. Bedömningen blir densamma för båda alternativen.

Risk och säkerhet

Inga oacceptabla risker bedöms uppstå till följd av etableringen av vindpark Noatun Nord. Bolaget arbetar kontinuerligt med riskidentifiering, riskvärdering och riskhantering inom alla delar av projektutvecklingen. De risker som identifierats hanteras bland annat genom organisatoriska åtgärder och rutiner, olika tekniska åtgärder, samt åtgärder som utförs inom ramen för vindparkens drift och underhåll. Vid driftsättning kommer vindpark Noatun Nord att ha tydligt fastslagna mål och policys gällande säkerhetsarbetet och Bolaget kommer, i enlighet med Sevesolagstiftningen, att arbeta systematiskt med åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor.

Ekosystemtjänster

De ekosystemtjänster som identifierats inom projektområdet är stödjande- försörjande- och kulturella ekosystemtjänster. Under anläggning kommer sedimentsuspension och undervattensljud att uppkomma, huvudsakligen vid installation av fundament. Dessa påverkansfaktorer kan ha negativa effekter för fisk och därmed ha påverkan på stödjande ekosystemtjänster. Åtgärder är temporära och skyddsåtgärder kommer implementeras, varav konsekvensen för de stödjande och försörjande ekosystemtjänsterna i anläggningsfas bedöms bli försumbara för alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet. Under driftsfasen kan påverkansfaktorerna reveffekter, barriäreffekter, kollisionsrisk och visuell påverkan medföra konsekvenser för utpekade ekosystemtjänster. Reveffekten kan lokalt leda till ökad biologisk mångfald vilket även kan sprida sig till omgivande områden vilket i sin tur kan gynna yrkesfisket. Försörjande ekosystemtjänster skulle även kunna gynnas på längre sikt av minskad bottentrålning, vilket kan innebära att bestånden av fisk i området för vindparken ökar. Dock är fisketrycket inom vindparken redan idag begränsat. Då vindparken delvis kommer att bli synlig från land kan de kulturella ekosystemtjänsterna påverkas, men på grund av det stora avståndet blir det endast en liten visuell påverkan. Vindpark Noatun Nord bedöms samlat inte påverka förutsättningarna för tillhandahållande av stödjande, försörjande eller kulturella ekosystemtjänster under driftsfasen för alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet. Under avvecklingsfasen bedöms liknande påverkan som under anläggningsfasen ske, dock i betydligt mindre omfattning. Vindpark Noatun Nord bedöms samlat inte påverka förutsättningarna för tillhandahållande av stödjande, försörjande eller kulturella ekosystemtjänster under avvecklingsfas för alternativ 1 och 2 jämfört med nollalternativet.

Tabell 87. Bedömda konsekvenser för respektive miljöaspekt för anläggning, drift och avveckling av vindparken.

Miljöaspekt	Konsekvens		
	Anläggning	Drift	Avveckling
Klimat	Försumbar	Mycket stor positiv	Försumbar
Bottenflora och bottenfauna	Försumbar till mycket liten negativ	Mycket liten positiv till försumbar	Försumbar till mycket liten negativ
Fisk	Liten negativ	Liten positiv till försumbar	Försumbar
Tumlare	Liten negativ	Mycket liten positiv till liten negativ	Försumbar till liten negativ
Sälar	Liten negativ	Mycket liten positiv till liten negativ	Försumbar till mycket liten negativ
Fåglar	Försumbar	Mycket liten negativ till måttlig negativ	Försumbar
Fladdermöss	Försumbar	Försumbar	Försumbar
Ekosystemtjänster	Försumbar	Försumbar	Försumbar
Landskap, rekreation och friluftsliv	Försumbar till liten negativ	Försumbar till måttlig negativ	Försumbar till liten negativ
Kulturmiljö	Försumbar	Försumbar till liten negativ	Försumbar
Boendemiljö	Försumbar	Försumbar till mycket liten negativ	Försumbar
Marinarkeologi	Försumbar	Försumbar	Försumbar
Yrkesfiske	Mycket liten negativ	Mycket liten negativ	Mycket liten negativ
Sjöfart	Mycket liten negativ	Mycket liten negativ	Mycket liten negativ
Luftfart	Försumbar	Försumbar	Försumbar
Försvarsmaktens intressen	Försumbar	Försumbar	Försumbar
Risk och säkerhet	Ingen oacceptabel risk	Ingen oacceptabel risk	Ingen oacceptabel risk
Hushållning med resurser	Försumbar	Försumbar	Försumbar

14.2 Natura 2000

Tre Natura 2000-områden har identifierats som relevanta att konsekvensbedöma i relation till vindpark Noatun Nord: Rannö, Södra Sandbäck och Ytterstberg. Avgränsningen är gjord utifrån utbredningen av de påverkansfaktorer som uppstår samt de utpekade naturtyper och arter som finns inom de skyddade områdena.

Anläggning, drift och avveckling av vindpark Noatun Nord innebär inte något fysiskt intrång i något Natura 2000-område. Ingen bottenyta inom det skyddade området kommer därmed att tas i anspråk.

Den samlade bedömningen gör gällande att den påverkan och konsekvens som uppstår för Natura 2000-områdenas utpekade arter samt utpekade naturtyper och dessas typiska arter inte är av sådan art att möjligheten för gynnsam bevarandestatus hotas. Anläggning, drift och avveckling av vindpark Noatun Nord bedöms således inte påverka möjligheterna att uppnå eller bibehålla gynnsam bevarandestatus för de utpekade naturtyperna och dess typiska arter. Inte heller för de utpekade arterna bedöms planerad verksamhet påverka bibehållandet eller möjligheterna att uppnå gynnsam bevarandestatus. Samtliga bedömningar beaktar åtagandet av skyddsåtgärder (se avsnitt 13 för skyddsåtgärder).

14.3 Havsvården och vattenvården

Havsvårdens mål är att uppnå god status i havsmiljön genom att utarbeta en havsförvaltningsplan och genomföra åtgärderna i planen. Finland har skrivit in havsvården i lagen om vattenvårds- och havsvårdsförvaltningen (1299/2004) som bygger på EU:s direktiv om en marin strategi (2008/56/EG). Havsförvaltningsplanen förutsätter att god status i havsmiljön definieras och bedöms vart sjätte år samt att miljömål ställs upp för att hantera konsekvenserna av mänsklig aktivitet och därav följande miljörisker i havsmiljön. God status i havsmiljön bedöms med hjälp av 11 kvalitativa deskriptorer underbyggda de bedömningskriterier som Europeiska kommissionen fastställt (2010/477/EU). Kriterierna reviderades 2017.

Finlands havsförvaltningsplan drar nytta av Östersjöländernas gemensamma State of the Baltic Sea-rapport. Samarbetsforumet är Kommissionen för skydd av Östersjön (HELCOM).

Havsförvaltningsplanen uppgörs koordinerat med vattenvårdens vattenförvaltningsplaner. Vattenvården bygger på EU:s ramdirektiv om vattenpolitiken (2000/60/EG). Vattenvård och havsvård skiljer sig på flera punkter. I vattenvårdens statusbedömning granskar man ytvattnets ekologiska och kemiska status och beaktar även hydromorfologiska förändringar. Vattenvården gäller inlands- och kustvatten medan havsvården omfattar kustvatten och öppna havsområden ända till den ekonomiska zonens yttre gräns.

Större delen av vindpark Noatun Nord ligger utanför Ålands kustvatten (inre, mellan- och yttre skärgårdens vattenområden), förutom ett mindre område i söder samt ett område i den sydöstra delen av vindparken.

14.3.1 Påverkan på vattenvården

Ålands kustvatten har delats in i 61 olika vattenförekomster, varav Noatun Nord överlappar med mindre områden av vattenförekomsterna Koxnan och Norra Delet i

Ålands ytterskärgård. Inga etablerade kvalitetskrav eller miljökvalitetsnormer finns för dessa vattenförekomster (Kuismanen, et al., 2020).

Vid den senaste bedömningen, vilken avser perioden år 2012–2018, klassificerades både Koxnan och Norra Delet till måttlig ekologisk status (Ålands landskapsregering, 2018). I Koxnan är det parametrarna totalt kväve, siktdjup och klorofyll a-halterna som är styrande för klassningen. I Norra Delet uppnår parametern makrofyter god status, medan statusen på övriga parametrar, det vill säga totalt kväve, totalt fosfor, siktdjup, klorofyll a-halter och bottenfauna, klassas som måttliga (Ålands landskapsregering, 2018).

Den påverkan som kan uppkomma från vindparken inkluderar grumlighet och spridning av sediment vid anläggningsarbeten. Fundament kablar och rörledningar kommer att anläggas och installeras samtidigt som andra anläggningsarbeten sker, och höga nivåer av suspenderade partiklar kommer inte att förekomma över hela området samtidigt. Spridningen av sediment har beskrivits och bedömts i avsnitt 8.1. Under anläggningsfasen kommer arbeten i delar av projektområdet att ske över språngskiktet, vilket kan leda till frisättning och spridning av fosfor och kväve i hela vattenkolumnen. För båda alternativen förväntas påverkan variera över tid och spridningen bedöms bli begränsad.

I Koxnan är EK-värdet för totalkväve 0,729, vilket ligger inom gränserna för måttlig status (EK-värden mellan 0,74–0,55). EK-värdet för totalfosfor är 0,773, vilket klassas som god status (EK-värden mellan 0,86–0,72). I Norra Delet är EK-värdet för totalkväve 0,737, vilket motsvarar måttlig status, medan EK-värdet för totalfosfor är 0,661, vilket också innebär måttlig status (EK-värden mellan 0,72–0,42). (Ålands landskapsregering, 2019). För totalkväve ligger Koxnan och Norra Delet nära det övre gränsvärdet, och den förväntade suspensionen av kvävepartiklar bedöms därför inte kunna sänka den nuvarande statusklassningen. I Koxnan ligger däremot EK-värdet för totalfosfor nära det undre gränsvärdet för god status, och fosfor som frigörs under anläggningsfasen riskerar därmed att försämra den nuvarande statusklassningen.

Sammanfattningsvis bedöms anläggningen av vindparken inte medföra förändringar i statusklassningen för Norra Delet. Dock finns en risk för en potentiell försämring av statusklassningen för Koxnan på parametern totalfosfor, som kan gå från god till måttlig. För båda vattenförekomsterna förväntas dock den samlade ekologiska statusen inte försämras.

14.3.2 Påverkan på havsvården

En deskriptor är en kvalitetsbeskrivning enligt havsmiljödirektivet och en indikator är en mätbar egenskap eller företeelse som används för att bedöma tillståndet i eller belastningen på miljön. Indikatorerna möjliggör bedömningen av god miljöstatus. Deskriptorer och indikatorer i sin helhet finns i marina direktivet (Directive 2008/56/EC).

Relevanta deskriptorer och indikatorer som beskriver god miljöstatus har sammanfattats i Tabell 88. Deskriptorerna bedöms som påverkan på havsbassängen, vilket gör att lokal påverkan, vilket är det som framför allt beskrivs i avsnitt 9, kan vara försumbar sett till havsbassängen. Statusbedömningarna i tabellen har hämtats ur Havsmiljöns tillstånd i Finland 2018 (Korpinen, et al., 2018).

Tabell 88. Beskrivning av deskriptorer som bedöms vara relevanta för vindparken Noatun Nord. Bedömningen gäller både alternativ 1 och 2, om ingenting annat anges. Bedömningarna är hämtade från Havsmiljöns tillstånd i Finland 2018 utgiven av SYKE.

Deskriptorer och delfaktorer av komponenter	Klassning för Bottenhavet	Påverkan
Eutrofiering	Dålig	Vindparken tillför inte kväve och fosfor under driftsfas. Under anläggningsfasen kan näringsämnen frigöras i och med sedimentspridning men inte i löst form som regleras av havsvården. Påverkan från totalfosfor ingår i vattenvården, men den förväntade fosforökningen på 0–10 m anses försumbar i förhållande till bakgrundshalten.
Halter och effekter av farliga ämnen **a) Farliga ämnen** **b) Radioaktivitet**	a) Nära god b) dålig	Farliga ämnen som redan finns i sedimentet kommer att röras upp under anläggningsfasen för att sedan sedimentera igen. Inga farliga ämnen kommer att tillföras havet. För läckage och olycksfall kommer säkerhetsåtgärder vidtas.
Föroreningar i matfisk	God	Fiskar skulle kunna få i sig föroreningar från uppvirvlande sediment i anläggningsfasen Detta bedöms dock inte ske i sådan utsträckning att det ger upphov till ökade halter av föroreningar i fisk.
Nedskräpning	Inte bedömd	Redan existerande skräp i havsbassängen kan fastna i förankringslinor och fundament. Om rensning sker innebär det då en förbättring då skräp tas bort ur havsbassängen. Större delar som kan lossa över tid från vindkraftverken, t. ex. vingar kommer att bärgas.
Energi och undervattensbuller	Inte bedömd	Undervattensljud uppstår under anläggningsfasen men påverkan bedöms försumbar på säl och tumlare. För fisk är den lokalt liten negativ vilket inte bör påverka fisken på havsbassängsnivå.
Hydrografiska förändringar	God	Liten lokal påverkan kan uppstå, men parken är endast en mycket liten del av havsbassängen.

Deskriptorer och delfaktorer av komponenter	Klassning för Bottenhavet	Påverkan
Främmande arter	God	All ökad båttrafik medför risk. Bedöms som försumbar.
Kommersiell fisk **a) gös,** **b) strömming,** **c) vassbuk,** **d) abborre)**	Alla utom vassbuk har god status, vassbuk har dålig status	Det förekommer bara sparsamt med fisk i området se 11.4. Ingen av de utpekade arterna förekommer i området.
Naturens mångfald **Huvudsakliga miljötyper och havsbottnens integritet** **a) litorala livsmiljöer** **b) infratorala livsmiljöer** **c) circalitorala livsmiljöer** **d) livsmiljöer i yttre havet** **vattenpelarens planktonsamhällen:** **e) växtplankton på öppet hav** **f) djurplankton på öppet hav** **Fisk:** **g) havsöring** **h) vandringssik** **Havsdäggdjur:** **i) Gråsäl** **j) Östersjövikare** **k) Tumlare** **Havsfåglar:** **l) Häckande havsfåglar** **m) Övervintrande havsfåglar**	e) Inte bedömd f) ? g) Nära god h) God i) Dålig j) God k) Dålig l) Inte bedömd m) God n) Dålig o) Dålig p) God q) god	Livsmiljöerna i havsbassängen påverkas inte. Fysisk påverkan av havsbotten kommer ske men påverkan på bottenfauna och bottenflora bedöms som försumbar för havsbassängen. Växtplankton kan påverkas i projektområdet till följd av de hydrografiska förändringarna, men endast i en mycket liten del av havsbassängens yta. Påverkan på havsdäggdjur är försumbar. Påverkan sker främst i anläggningsfasen till följd av buller som kan minimeras med skyddsåtgärder. För fåglar är det framför allt Östersjötruten som är en häckande havsfågel som kan påverkas sett till hela havsbassängen. Den största kolonin i Bottenhavet häckar i det närliggande Natura 2000-området. Det är föreslaget kontrollprogram och ev. driftsreglering för denna art
Näringsvävar	God	

14.4 Miljömål

14.4.1 Baltic Sea Action Plan

Åland samarbetar regionalt med sina grannländer kring åtgärder i den gemensamma havsmiljön. För Östersjön är det inom den regionala havsmiljökonvention HELCOM man verkar för samarbete och samordning när länderna tar fram åtgärder under havsmiljödirektivet.

För att återställa en god ekologisk status i Östersjöns marina miljö har länderna inom HELCOM en gemensam aktionsplan kallad Baltic Sea Action Plan (BSAP). Planen uppdaterades senast år 2021 och innehåller cirka 200 konkreta åtgärder. Dessa åtgärder ska implementeras senast år 2030 och fokuserar på fyra huvudområden med specifika mål:

- Biologisk mångfald, med mål om att ”Östersjön ska vara friskt och motståndskraftigt”
- Övergödning, med mål om att ”Östersjön ska vara opåverkat av övergödning”
- Farliga ämnen och marint skräp, med mål om att ”Östersjön ska vara opåverkat av farliga ämnen och marint skräp”
- Havsbaserade aktiviteter, med mål om ”miljömässigt hållbara havsbaserade aktiviteter”

Statusbedömningen av havsvården i Finlands havsområden (se avsnitt 14.3), har en koppling till den internationella bedömningen av hela Östersjöns tillstånd (Korpinen, et al., 2018). I praktiken bygger Finlands rapport om statusbedömningen på HELCOM (Helsinki Commission, Kommissionen för skydd av havsmiljön i Östersjön) - bedömningen State of the Baltic Sea. I statusbedömningen av Finlands havsområden 2018 ges information om HELCOM-rapporten och trots att det är två olika bedömningsskalor som används ger det endast i ett fåtal fall olika resultat för hela Östersjön och för Finlands havsområden när samma sak bedöms. Utifrån detta har inte påverkan på BSAP beskrivits ytterligare i föreliggande rapport.

14.4.2 Ålands utvecklingsmål

För att verka för ett hållbart Åland har sju strategiska utvecklingsmål definierats genom Ålands utvecklings- och hållbarhetsagenda. Utvecklingsmålen är baserade på FN:s 17 globala hållbarhetsmål definierade genom Agenda 2030. För bedömd verksamhet har 3 utvecklingsmål bedömts vara relevanta att beskriva. De utvalda relevanta miljömålen är; *Biologisk mångfald, Attraktionskraft, Kraftigt minskad klimatpåverkan samt God vattenkvalitet.* Den planerade vindparken bedöms inte försämra möjligheten till att uppnå något utvecklingsmål. I följande stycken beskrivs och bedöms påverkan på de respektive miljömålen.

Utvecklingsmålet *Kraftigt minskad klimatpåverkan* bedöms gynnas av etableringen av storskalig vindkraft och vätgasproduktion så som den planerade vindparken Noatun Nord. Även Ålands klimatmål att senast år 2035 vara klimatneutralt såväl som FN:s klimatkonvention bedöms gynnas av storskaliga satsningar på fossilfri energi. Positiva synergieffekter så som renare luft och tryggare energiförsörjning bedöms kunna uppkomma. Bedömd verksamhet kommer att medföra något ökade utsläpp till luft tillfälligt under anläggningsfasen till följd av tillverkning, installation och drift inklusive transporter till och från etableringsområdet. Nyttan för klimatet kommer dock att överstiga den initiala påverkan då ett havsbaserat vindkraftverk, enligt Hengstler et al. (2021), efter 5–11 månader i drift har producerat den mängd energi som krävs för att tillverka, uppföra och nedmontera vindkraftverket. Vindpark Noatun Nord bedöms kunna minska utsläppen av koldioxid med cirka 11,56 miljoner ton per år. Påverkan under tillverknings- och anläggningsfasen bedöms således vara liten i förhållande till den långvariga positiva effekt som vindparken innebär med avseende på ersättande av fossil elproduktion och därmed storskalig reducering av växthusgasutsläpp, se avsnitt 9.1.1.

Utvecklingsmålet *Biologisk mångfald* bedöms inte påverkas genom etableringen av vindpark Noatun Nord. OX2 har en strategi för biologisk mångfald, som beskriver hur OX2 genom sina projekt ska bidra till en övergång till förnybara energikällor samtidigt som den biologiska mångfalden gynnas. Målet är att OX2s energi-, vind- och solkraftsparker ska vara naturpositiva till år 2030. Strategin innefattar bland annat att följa hänsynshierarkin och att skapa en naturpositiv klimatomställning. Inom ramen för projektet har Bolaget arbetat med hänsynshierarkin genom att anlägga parken utanför närliggande Natura 2000-områden. Dessutom minimeras påverkan genom att utformningen och uppförandet av vindparken görs med hänsyn till naturvärdesobjekt och arter. Detta uppfylls till exempel genom att begränsa ljud som uppkommer vid pålning som skydd för marina däggdjur och fisk. OX2 har även etablerat ett biodiversitetstestlabb på Björkskär på Norra Åland. Syftet är att utarbeta och testa metoder för att öka den biologiska mångfalden i samband med de havsbaserade vindkraftsprojekt som OX2 utvecklar på Åland.

Utvecklingsmålet *Attraktionskraft* bedöms gynnas av etableringen av storskalig vindkraft och vätgasproduktion så som den planerade vindparken Noatun Nord. Tillhandahållande av förnybar energi i form av el och vätgas möjliggör för etablering av elintensiva företag, och elektrifiering av samhället samt bidrar med e-bränslen för en hållbar omställning. Därutöver kan en ökad hållbarhet även locka fler boende som söker en mer hållbar vardag.

Målet för god vattenkvalitet syftar till att säkerställa att vattnet i hav, sjöar och andra vattenkällor på och runt Åland hålls rent och friskt. Utvecklingsmålet *God vattenkvalitet* bedöms inte påverkas då miljögifter bedöms spridas i så låga halter att de inte påverkar djur och växter. Ingen tillförsel av näringsämnen eller farliga ämnen kommer att ske i samband med verksamheten. Vid händelse av en olycka finns risk för spridning av olja och andra skadliga ämnen. Risker kopplade till utsläpp till vatten bedöms vara mycket små till följd av det förebyggande arbete som kommer att vidtas under projektets samtliga faser.

Övriga miljökvalitetsmål (*Välmående, Tillit och delaktighet*, *Hållbar konsumtion och produktion*) bedöms inte beröras på sådant sätt att de är relevanta att beskriva här.

14.5 Regionala effekter vid etablering av en havsbaserad vindpark

Vid projektering, etablering och drift av en vindpark erfordras många kompetenser och många branscher är involverade. Det kan handla om över ett hundratal branscher och verksamheter i varierande storlek. Vidare krävs stöd från en mängd olika företag som kan erbjuda både varor och tjänster som krävs vid en vindkraftsetablering. I närområdet för Åland finns förutsättningar för att utveckla och ta tillvara de arbetsmöjligheter som kommer att uppstå för företag specialiserade inom bland annat vindkraftsunderhåll, sjötransporter och sjömätning. Genom etableringen av vindpark Noatun Nord ökar också möjligheterna för att Åland blir ett centrum för denna typ av verksamheter, kopplade även till andra vindparker. Medan installationsfasen är mycket kortvarig i förhållande till driftsfasen och personalen som används till den havsbaserade etableringen ofta är specialiserad och fokuserad på den kortare installationsfasen och arbetar på en global marknad, möjliggör den upp till 45 år långa driftsfasen skapandet av stabila arbetstillfällen som behövs. Dels skapas direkta arbetstillfällen rörande underhåll och drift av vindpark Noatun Nord, dels uppstår

indirekta arbetstillfällen, till exempel om tillrest personal används i projektet som medför intäkter i form av övernattningar och konsumtion till regionen.

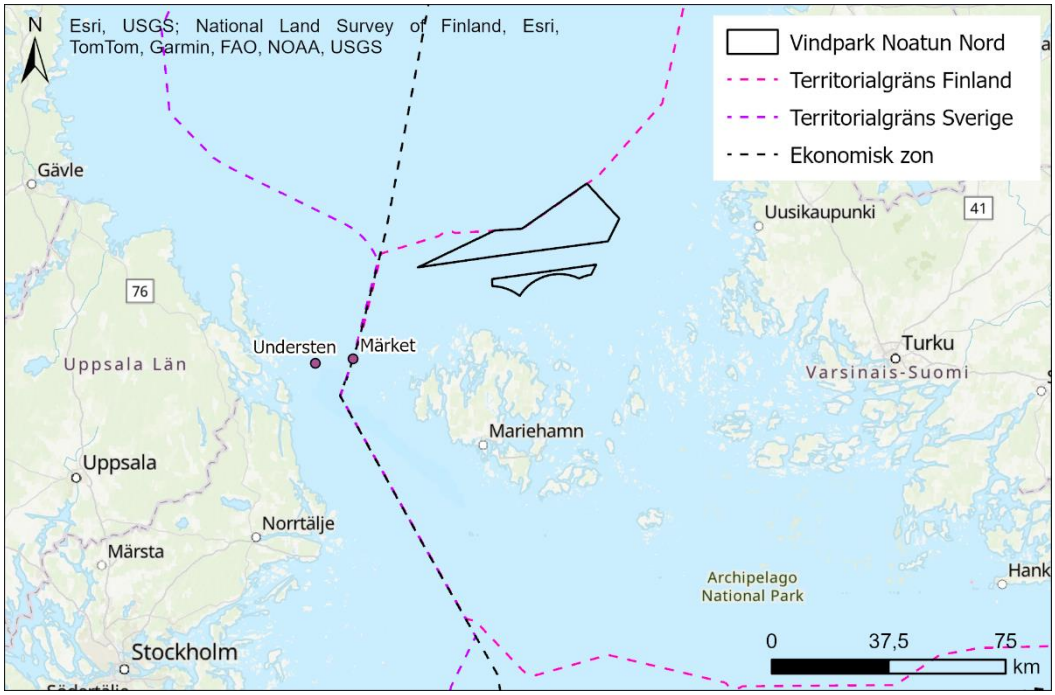
Direkta arbetstillfällen skapas av nödvändigheten att säkerställa stabil drift under vindparkens livstid. Detta sker genom att ett lokalt drift- och underhållskontor som är ansvarigt för verksamheten etableras på platsen. Drift- och underhållsorganisationen kommer att kräva olika typer av kvalificerade roller såsom offshore servicetekniker, men även stödtjänster i form av administrativ personal. Huvudsaklig logistik till vindparken under driftsfasen kan komma att ske från en hamn i regionen. Möjligheterna för arbetstillfällen samt för forskning och akademiska samarbeten är stora.

Storskalig vindkraft innebär ökad tillgång på energi och installerad effekt i regionen och den kompletterande produktionen av vätgas kan bidra till att ge stabilitet i levererad effekt från vindparken. Det innebär att utbyggnadsplaner på Åland kan realiseras, att en samhällelig omställning till en ökad andel förnybar energi (exempelvis genom en ökad användning av förnybar vätgas i industrin och transportsektorn) kan genomföras, samt attrahera befintliga företag att investera och nya företag att etablera sig i regionen. Befintliga industrier, så som exempelvis fartygstrafik, kan genom vindpark Noatun Nord få tillgång till stor del förnybar energi och förnybar vätgas. Tillgången på fossilfri energi kan utgöra en språngbräda för fortsatt regional utveckling och är en viktig förutsättning för ekonomisk tillväxt och fortsatt god välfärd.

15. Gränsöverskridande konsekvenser

Vindpark Noatun Nord planeras anläggas i Bottenhavet, i den södra delen av Bottniska viken, inom Ålands allmänna vattenområde. Eftersom vindparken potentiellt skulle kunna ge upphov till vissa gränsöverskridande konsekvenser berörs projektet av konventionen om miljökonsekvensbeskrivningar i ett gränsöverskridande sammanhang (Esbokonventionen).

Anläggningsarbetena för vindpark Noatun Nord och all verksamhet som är hänförlig till projektet sker inom Ålands allmänna vattenområde, vilket tillhör Finlands territorialvatten. De svenska gränserna i förhållande till vindpark Noatun Nord redovisas i Figur 78 nedan. Den närmast liggande ön som tillhör Sverige är Märket, vilken är belägen cirka 36 kilometer sydväst om vindparkens projektområde. På ön Understen, vilken är belägen cirka 45 kilometer sydväst om projektområdet, finns den närmast liggande svenska bebyggelsen. Avståndet från vindparkens projektområde till Sveriges territorialvattengräns och gränsen för den ekonomiska zonen är cirka 13 kilometer.



Figur 78. Vindpark Noatun Nords lokalisering i förhållande till Sveriges ekonomiska zon och territorialvatten.

I detta avsnitt beskrivs de potentiella gränsöverskridande konsekvenser som vindpark Noatun Nord kan ge upphov till, det samråd avseende gränsöverskridande konsekvenser som har genomförts samt de svar som har inkommit inom ramen för detta samråd översiktligt och kortfattat. En mer utförlig redogörelse för verksamhetens gränsöverskridande konsekvenser kommer att presenteras inom ramen för Esbo-processen.

15.1 Samrådet avseende gränsöverskridande konsekvenser

Ett samråd avseende vindpark Noatun Nords potentiella gränsöverskridande konsekvenser genomfördes under vintern 2022/2023. Samrådet omfattade två vid den

tidpunkten planerade havsbaserade vindparker, Noatun Nord och Noatun Syd, där den sistnämnda planerades anläggas söder om Åland. Synpunkter har således inkommit avseende Noatun Nord, Noatun Syd, samt avseende de kumulativa effekterna från båda projekten. Bolaget har sedermera fattat beslut om att inte fortsätta utvecklingen av vindpark Noatun Syd.

Inom ramen för samrådsprocessen har synpunkter inkommit från myndigheter och andra parter i Sverige, Estland och Norge.

15.2 Översiktlig redogörelse för inkomna synpunkter

Sverige har, via det svenska Naturvårdsverket, meddelat en önskan om deltagande i den fortsatta Esbo-processen. De synpunkter som inkommit från svenska myndigheter och andra parter avser i huvudsak projektets potentiella gränsöverskridande påverkan på; fåglar, fladdermöss, marina däggdjur, sjöfart, landskap, rekreation, friluftsliv, kulturmiljö, skyddade områden, bottenflora, bottenfauna, fisk, yrkesfiske och hydrografi. Övriga synpunkter gäller bland annat produktionen av vätgas, påverkan från eventuella föroreningar i sediment, utsläpp till vatten, risker och behovet av att göra en bedömning av kumulativa effekter.

Estland har, via det estniska Miljöministeriet, meddelat en önskan om deltagande i den fortsatta Esbo-processen. De synpunkter som inkommit från estniska myndigheter och andra parter avser i huvudsak projektets potentiella gränsöverskridande påverkan på; fåglar, fladdermöss, skyddade områden, fisk, yrkesfiske och marina däggdjur. Övriga synpunkter gäller bland annat produktionen av vätgas, utsläpp till vatten och behovet av att göra en bedömning av kumulativa effekter.

Från Norge har synpunkter inkommit från organisationen BirdLife Norge. Synpunkterna berör projektets potentiella generella påverkan på fåglar och på ett antal specifika fågelarter. BirdLife Norge pekar på vikten av att erforderliga och standardiserade utredningar och inventeringar utförs, i syfte att kunna bedöma påverkan från projektet och lämpligheten hos projektets lokalisering.

För en mer utförlig redogörelse av samrådet och inkomna synpunkter hänvisas till Bilaga 20.

15.3 Förutsättningar

15.3.1 Havsplanering

I likhet med Åland och Finland har Sverige en implementerad havsplanering vilken är menad att agera vägledande för framtida nyttjande av havsområdena. Havsplanen har inte någon rättslig eller bindande verkan i tillstånds- och andra förfaranden inom övrig lagstiftning utan planernas effekt bygger i stor utsträckning på ökad kunskap om havsområdet och på samarbete mellan olika myndigheter och aktörer samt deras engagemang för att beakta planerna i sin verksamhet.

Närmaste havsområdet inom svensk ekonomisk zon är Utsjöområde Storgrund till Södra Kvarken. Havsområdet är utpekat för generell användning med delområden

utpekade för sjöfart[47], yrkesfiske[48] samt elöverföring[49] (Havs- och Vattenmyndigheten, u.d.).

15.3.2 Bottenflora och bottenfauna

De marinbiologiska undersökningarna inom vindparkens område indikerar en låg biodiversitet av bottenflora och bottenfauna. Inom projektområdet identifierades ett begränsat antal arter, men dessa förekom i stora mängder. Den observerade låga biodiversiteten i mjukbottensamhället bedöms vara representativ för regionens förhållanden.

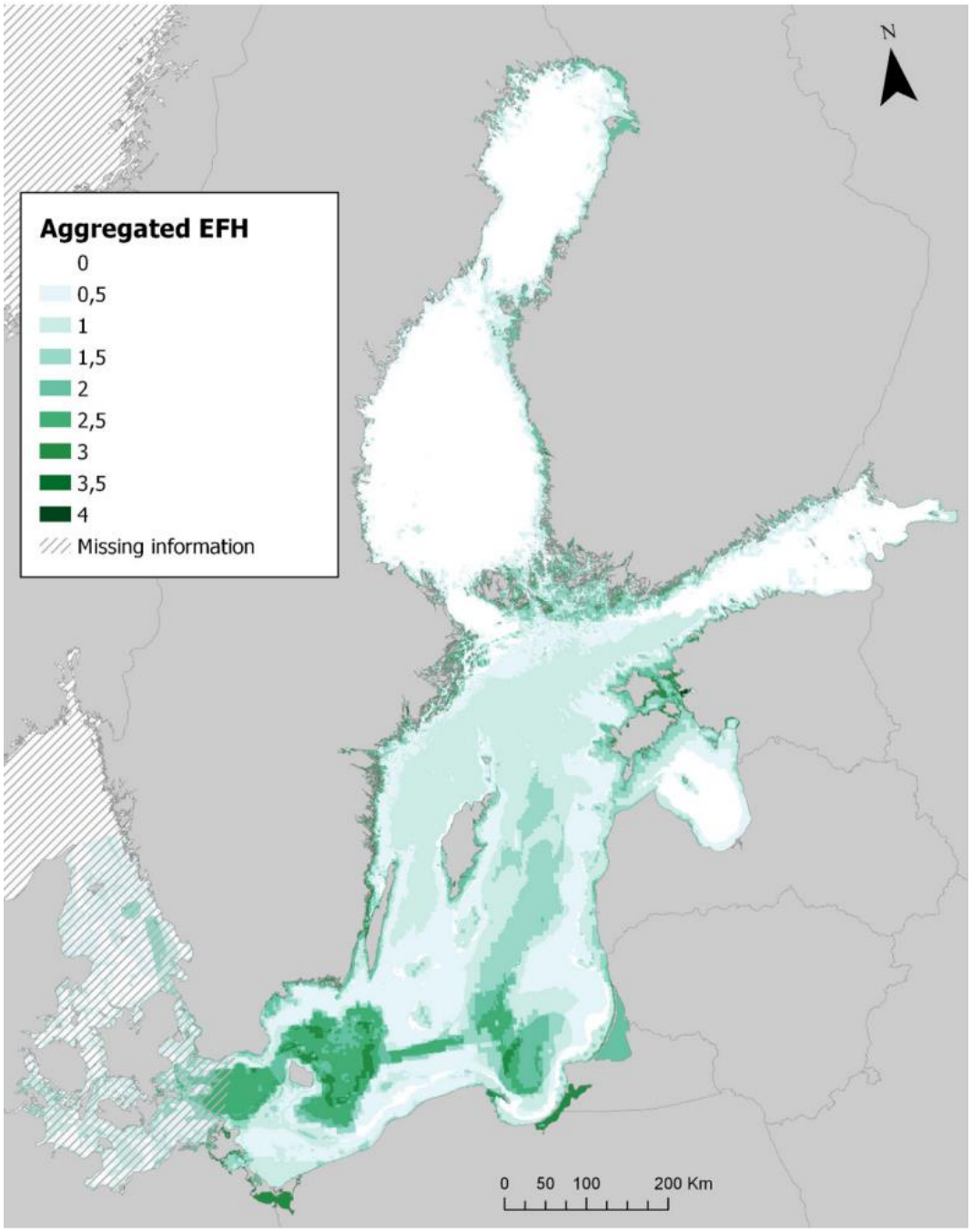
De svenska havsområden som ligger närmast vindpark Noatun Nord är Södra Kvarken och Ålands hav. Södra kvarken är ett smalt och djupt sund som förbinder Ålands hav med Bottenhavet i Östersjön. Södra kvarken har en komplex ekologi med en tydlig saltvattengradient där de södra delarna har saltare marina förhållanden och de norra delarna har mer brackvattenförhållanden. De varierande djupen och substraten i Södra Kvarken skapar unika livsmiljöer för bottenflora och bottenfauna (IUCN, 2022).

15.3.3 Fisk

Närmaste havsområdet inom svensk ekonomisk zon är Ålands hav samt Södra Kvarken. Typiska fiskarter i Ålands hav är bland annat vassbuk, storspigg, torsk och hornsimpa (SYKE, 2020). Inom vindparken visar provfiske att strömming, nors, hornsimpa, tånglake och rötsimpa förekommer, se även avsnitt 9.3.1.1 för utförligare beskrivningar.

HELCOM har tagit fram sammanställning över potentiella lekområden för torsk, strömming, vassbuk, skrubbskädda, Östersjöflundra, abborre och gös, se Figur 79. Närmaste identifierade lekområdet inom svensk zon berör strömming och området kallas för Finngrundet och är beläget ca 60 kilometer nordväst från vindpark Noatun Nord (HELCOM, 2021).

[47] Område med särskild betydelse för sjöfart. Förutsättningar för sjöfartsverksamhet ska bibehållas och trafiksäkerhet med tillräckliga manöverutrymmen ska beaktas.
[48] Förutsättningar för att bedriva yrkesfiske ska bibehållas. God tillgänglighet för yrkesfiskefartyg till hamnar och fiskeområden lämpliga utifrån variationer över säsonger och år ska beaktas.
[49] Förutsättningar för infrastruktur för att distribuera och överföra el ska bibehållas. Det ska finnas goda möjligheter att upprätthålla och underhålla infrastrukturen.



Figur 79. HELCOMs sammanställning av förekomst av potentiella lekområden för torsk, strömming, vassbuk, skrubbskädda, Östersjöflundra, abborre och gös (HELCOM, 2021).

15.3.4 Marina däggdjur

Flertalet arter av marina däggdjur uppehåller sig i Östersjön, bland annat gråsäl, vikare och tumlare.

Inom naturreservatet Gräsö östra skärgård ligger sälskyddsområdena Klacken (Djur- och växtskyddsområde 2010968) och Västerbådan; Lågagrundet (Djur- och växtskyddsområde 2010969). Områdena utgör liggplatser för ett stort antal gråsälar året runt. Platserna är särskilt viktiga under pälsbytesperioden (Naturvårdsverket, 2024).

15.3.5 Fåglar

Projektområdet för vindpark Noatun Nord är uppdelat i två delområden. Vattendjupet inom det norra delområdet överstiger på stora delar 30 meter, vilket medför ett alltför stort vattendjup för de flesta fågelarter som födosöker i bottenmiljöer. Vattendjupet inom det södra delområdet består av djupare områden med större förekomst av grundare områden jämfört det norra delområdet. Projektområdet ligger cirka 50–60 kilometer från Sveriges östra kust och skärgård. Närmaste svenska öar med häckande fåglar är belägna inom Gräsö östra Skärgårds naturreservat, ungefär 40 kilometer väster om projektområdet.

Inventeringar har genomförts under olika årstider med syfte att inhämta kunskap om hur fåglar använder området. Under häckningssäsongen förekommer födosökande fåglar i området, men sammantaget rör det sig om ett fåtal arter. Arterna med högst närvaro under häckningssäsongen är i storleksordning: Silltrut, silvertärna, tordmule, storskrake, fiskmås, småskrake och tobisgrissla. Det gjordes inte några observationer som tyder på att fåglar häckande inom svenska vatten regelbundet födosöker inom projektområdet.

Inga betydande viloområden har observerats inom projektområdet under migrationsperioden. Enligt observationer ligger de närmaste tydliga viloområdena nordväst, norr och nordost om Rannörarna.

De utförda migrationsinventeringarna visar att vårmigrationen genom området domineras av bofink. Näst vanligaste art var sädgås av underarten *Anser fabalis fabalis* som hade en relativt riklig flyttning genom området, vilken omfattade merparten av det finska häckfågelbeståndet av underarten. Gässen flyttade på bred front åt nordost och större delen av observationerna gjordes inom och omkring projektområdet, men en del flockar rörde sig också närmare fasta Åland. Praktiskt taget alla sädgäss som identifierades till underart var representanter för underarten fabalis fabalis. I övrigt observerades inte några höga numerärer bland sträckande fåglar genom projektområdet, då exempelvis arter som ejder, alfågel och storspov antas ha tyngdpunkten i sina flygvägar närmare Ålands huvudö.

Höstmigration av sädgäss genom projektområdet är måttlig, vilket troligen beror på att det finns mer nordliga flygvägar för arten samt att det varierar mellan olika år. Däremot var flyttningen av bläsand och stjärtand kraftig, med bred migrationsfront från norra delarna av projektområdet till fasta Ålands kust. Det förekom även riklig migration av alkor (främst tordmule) under oktober genom projektområdet och västerut. En del alkor flög söder om projektområdet. Andra fåglar som flög genom området i måttlig omfattning var ejder, alfågel och sjöorre, samt olika arter av rovfåglar, ugglor och vadare. Spetsbergsgäss noterades inte alls under inventeringen.

15.3.6 Fladdermöss

Projektområdet ligger cirka 50–60 kilometer från Sveriges östra kust och skärgård. Totalt finns två fladdermusarter vilka med hög sannolikhet kan förekomma inom projektområdet för vindpark Noatun Nord, trollpipistrell och nordfladdermus, de båda arterna är välkända migrerare. Därutöver finns det ytterligare fyra fladdermusarter som bedöms ha en måttlig sannolikhet att förekomma inom projektområdet, gråskimlig fladdermus, större brunfladdermus, dvärgpipistrell samt vattenfladdermus. Av dessa är gråskimlig fladdermus, större brunfladdermus samt dvärgpipistrell kända migrerar.

Vattenfladdermus är ingen migrerande art, men födosöker på relativt stora avstånd från kustlinjen.

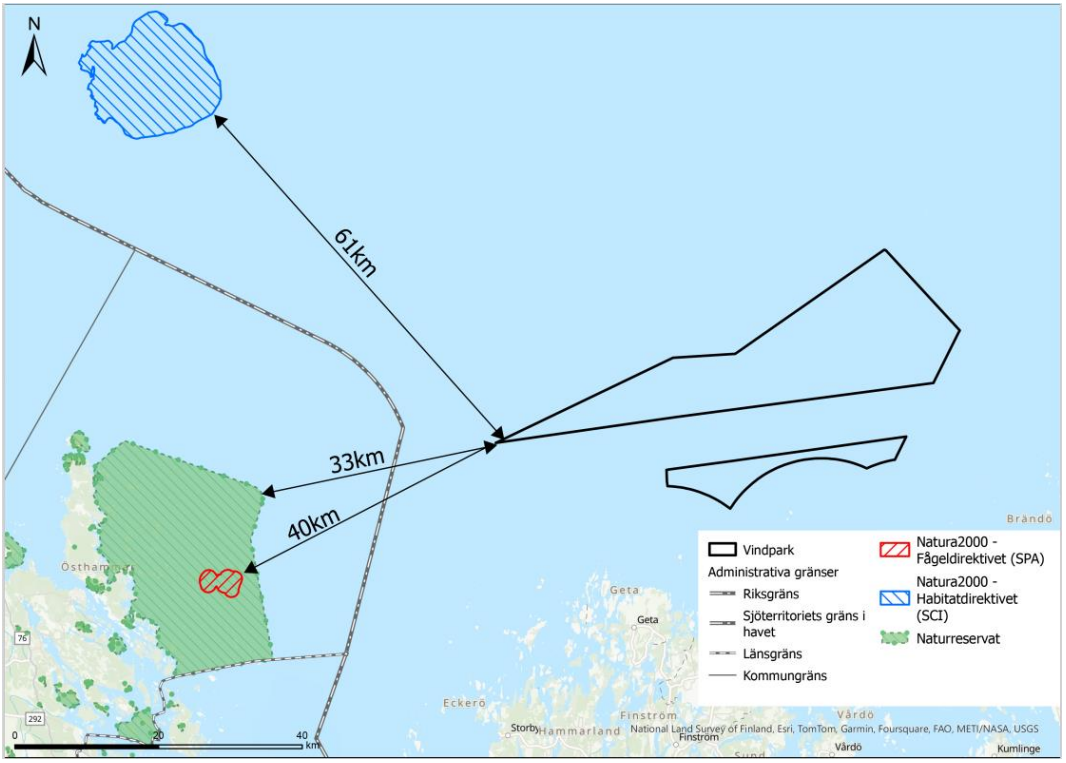
Fladdermöss kan befinna sig ute till havs i samband med säsongsmigrationen, de tenderar dock att migrera längs kustlinjer eller via närliggande öar. Det har dock observerats migration av fladdermöss över Kvarken norr om Gävleborgskusten samt över Kalmarsund i södra Östersjön (Schneider & Fritzén, 2020; Ahlén, et al., 2007). Enligt studier till havs flyger majoriteten av passerande fladdermöss på låg höjd (Ahlén, et al., 2009). Därutöver har stationära landbaserade fladdermössarter i Östersjöregionen observerats födosöka i kustnära grundområden där det finns en rik insektsproduktion under sensommar och tidig höst. Födosökande har även noterats längre ut men inte, såvitt känt, på avstånd större än 30 kilometer från kusten.

15.3.7 Natura 2000 och övriga skyddade områden

Natura 2000-området Finngrundet-Östra banken (SE0630260) som är utpekat enligt habitatdirektivet är beläget ca 61 kilometer nordväst om vindpark Noatun Nord. Området ligger utanför svenskt territorialvatten men inom svensk ekonomisk zon. Naturtypen rev (1170) är utpekad för området. Finngrundet-Östra banken är ett relativt opåverkat marint område som är representativt för Bottenhavet och har en hög biologisk mångfald. Områdets grunda hårdbottnar inhyser en stor variation av makroalger och ett mångsidigt djurliv, inklusive arter knutna till både mjuk- och hårdbottnar. Natura 2000-området en viktig lekplats för strömming och ett födosöksområde för gråsäl. Havsbankarna fungerar som skyddsområden för arter som minskat i kustnära miljöer på grund av mänsklig påverkan. Prioriterade bevarandevärden är att upprätthålla gynnsam bevarandestatus för naturtypen rev (Länsstyrelsen Gävleborg, 2018).

Natura 2000-området Västerbådan, Lågagrundet (SE0210040) som är utpekat enligt fågeldirektivet är beläget väster om vindpark Noatun Nord på ett avstånd om ca 40 kilometer. Området ligger inom svenskt territorialvatten. Utpekade arter är skräntärna (*Sterna caspia*), fisktärna och silvertärna. Området är förutom att vara en viktig lokal för häckande fåglar, även ett mycket viktigt rast- och ruggningsområde. Prioriterade bevarandevärden är arterna silvertärna, fisktärna och skräntärna (Länsstyrelsen Uppsala Län, 2016).

Närmaste skyddade området inom svenskt territorialvatten är naturreservatet Gräsö östra skärgård som är beläget väster om vindpark Noatun Nord på ett avstånd om ca 33 kilometer. Naturreservatet har höga naturvärden och bottenfloran och bottenfaunan präglas av en tydlig salthalts-gradient, som sträcker sig från marina arter i sydost till en ökad förekomst av söt- och brackvattenarter i nordväst. Prioriterade bevarandevärden är grunda avsnörda vikar med hög produktion av växter, smådjur och fiskyngel, samt rev med typisk zonering av makroalger. De grunda vikarna erbjuder även goda förhållanden för gråsäl och rovfiskar som gädda, abborre och torsk (Länsstyrelsen Uppsala län, 2012).



Figur 80. Natura 2000-områden och övriga skyddade områden inom svensk ekonomisk zon.

15.3.8 Landskap, rekreation och friluftsliv

Projektområdet ligger cirka 50–60 kilometer från Sveriges östra kust-och skärgård. Närmsta landområde består av ett småbrutet skärgårdslandskap vid Roslagskusten mellan Gräsö östra skärgård och Grisslehamn. Landskapet karaktäriseras av ett långgrunt småbrutet kust- och skärgårdslandskap i Norra Roslagen med sprickdalsliknande skärgård med berg i dagen, tallhedskogar och smala odlingsdalar. På de inre och större öarna utgörs landskapet av flacka småbrutna odlingsmarker mellan småkuperad skogs-och hällmark. Odlingsmarkerna är generellt småskaliga präglade av djurhållning med skogsbeten och ängsbruk. Söder och öster om Gräsö uppvisas ett skärgårdslandskap med låga grund med flertalet små öar som domineras av vindpinade hedar och hällmarker samt bär spår av strandbete. De yttersta skären saknar högre vegetation. Det öppna låglänta och karga landskapet i karaktärsområdets ytterzon skapar möjlighet till långa siktlinjer mot havet och horisonten, där siktlinjerna inte döljs av vegetation eller yttre öar.

Bebyggelsestrukturen representeras av mindre byar och ensamliggande gårdar. Gårdarna är belägna mer inåt land eller ligger havsnära vid kusten som fiskelägen. De större öarna är måttligt exploaterade för fritidsbebyggelse och flertalet av de mindre öarna är obebyggda och har en orörd karaktär. Större delen av karaktärsområdet nyttjas för friluftsliv såväl till land som till sjöss. Både den skyddade innerskärgården och den mer exponerade ytterskärgården erbjuder förutsättningar för det rörliga friluftslivet. Den låga exploateringsgraden gör att det finns skär och öar som kan upplevas ostört under hela året. Karaktärsområdet nyttjas för paddling, båtliv, dykning, bad, vandring, promenader, fritidsfiske, långfärdsskridskoåkning samt fågelskådning.

15.3.9 Kulturmiljö

De kulturhistoriska värdena utgörs av fornlämningar, kyrkor, kulturhistoriskt värdefull bebyggelse samt kulturhistoriska miljöer, ofta med koppling till det maritima. Alla dessa element är mycket viktiga för förståelsen av historien och samband mellan olika kulturer kring Östersjöområdet under tusentals år. Noatun Nords utformning och avstånd till den svenska kusten, större än 50 kilometer, resulterar i en liten visuell påverkan på kulturmiljön. Det innebär att kulturmiljön har en hög tålighet för förändringar.

15.3.10 Boendemiljö

Påverkan på boendemiljö förekommer främst genom ljud från vindkraftverken och visuell påverkan genom de i havsmiljön uppstickande industriella momenten i form av vindkraftverk och plattformar. Därutöver förekommer det även påverkan under anläggningsfasen genom en ökad fartygsdrift och anläggande arbete så som exempelvis pålning. Gränsöverskridande effekter kopplade till visuell påverkan redogörs för i avsnitt 9.9 och kommer därför inte beröras i föreliggande avsnitt.

Vindpark Noatun Nord är beläget i öppet vatten cirka 50–60 kilometer från Sveriges östra kust och skärgård. Utförda ljudberäkningar visar att de svenska riktvärdena innehålls med god marginal för undersökta ljudkänsliga punkter inom Sveriges territorialvatten, detta både under anläggnings- och avvecklingsfasen, se avsnitt 0.

Så länge buller från vindkraftverk inte överskrider riktvärdet utomhus är risken mycket liten att gräns- och riktvärdena för lågfrekvent buller inomhus överskrids, förutsatt att husen är byggda enligt normal ”skandinavisk” byggstandard utan särskilt ljudisolerande fönster.

15.3.11 Marinarkeologi

Marinarkeologiska lämningar utgörs huvudsakligen av vrak och fartygslämningar. Lämningarna befinner sig under vatten och på olika djup, vilket innebär att de inte kan upplevas utanför sin specifika plats.

15.3.12 Yrkesfiske

Vindparksområdet samt omkringliggande havsområde tillhör ICES delområde 27.3.d.30 Bottenhavet, se avsnitt 9.13. I Bottenhavet står Finland (över 88 %) och Sverige (över 11,5 %) tillsammans för mer än 99,5 % av de totala fångsterna.

Under perioden 2013–2022 bedrevs det svenska yrkesfisket enbart i de centrala delarna av projektområdet. Svenska fångster har generellt varit små (148 ton per år) och har nästan uteslutande bestått av strömming (Havs- och vattenmyndigheten, 2022). Det svenska yrkesfiskets fångster inom projektområdet utgör cirka 10 % av de totala fångsterna i närliggande havsområden och 1 % av Sveriges totala fångster i Bottenhavet (ICES 2023).

15.3.13 Sjöfart

Det närmaste av IMO utpekade trafiksepareringssystemet; TSS North Åland Sea, ligger cirka 30 kilometer sydväst om vindpark Noatun Nord. Det kortaste avståndet till ett fartygsstråk som är utpekat som ett riksintresseanspråk av svenska myndigheter, Grundkallen – Bottenhavet, är cirka 18 kilometer. De kortaste avstånden till större

svenska hamnar (bland andra Gävle och Norrtälje) överstiger i samtliga fall 70 kilometer. Mindre hamnar och naturhamnar förekommer på flera platser längs den svenska kusten mot Ålands hav och Södra Kvarken.

15.3.14 Luftfart

Den närmaste stora svenska flygplatsen är Stockholm Arlanda Airport, belägen norr om Stockholm. De kortaste avstånden till själva flygplatsen, respektive till flygplatsens MSA-yta, är cirka 127 kilometer respektive cirka 78 kilometer. Avstånden till övriga större svenska flygplatsers MSA-ytor överstiger i samtliga fall 100 kilometer.

15.3.15 Försvarsmaktens intressen

Den svenska Försvarsmakten har öppet redovisade intressen i form av områden med särskilt behov av hinderfrihet, övningsområden på land och påverkansområden för buller eller annan risk längs den svenska kusten mot Ålands hav och Södra Kvarken. Det kortaste avståndet till det närmast liggande öppet redovisade intresset (område med särskilt behov av hinderfrihet) är cirka 35 kilometer. Det kortaste avståndet till en MSA-yta tillhörande en militär flygplats är cirka 82 kilometer.

15.4 Konsekvenser

15.4.1 Havsplanering

Ingen risk för gränsöverskridande effekter på den svenska havsplaneringen bedöms föreligga på grund av det betydande avståndet mellan vindparken och svensk ekonomisk zon, Se även avsnitt 15.4.3 för konsekvensbedömning gällande gränsöverskridande effekter på fiske och avsnitt 15.4.13 för gränsöverskridande effekter på sjöfart. Bedömningen är densamma för båda de två alternativa layouterna.

15.4.2 Bottenflora och bottenfauna

Gränsöverskridande effekter på bottenflora och bottenfauna kan uppstå indirekt under anläggningsfasen, exempelvis genom spridning av suspenderat material och undervattensbuller vid installation av vindparkens fundament. Enligt de modellberäkningar som har utförts (se Bilaga 5) visar ett worst-case-scenario för koncentrationer av suspenderat sediment vid borrning av monopilefundament i lerbotten för alternativ 1 och 2 på koncentrationer under 100 mg/l respektive 10 mg/l, på avstånd om cirka 2 respektive 6 kilometer. Sedimentspridningen kommer därmed inte att påverka bottenområden inom svensk ekonomisk zon.

Inga gränsöverskridande effekter förväntas på bottenflora och bottenfauna under driftfas då vindparken inte kommer att medföra påverkan i form av impulsiva undervattensljud och grumling. Under avvecklingsfasen förväntas liknande påverkan som i anläggningsfasen och bedöms därför inte beröra svensk ekonomisk zon.

Vindpark Noatun Nord bedöms inte medföra påverkan på bottenflora och bottenfauna inom svenska vatten. Inga gränsöverskridande konsekvenser för bottenflora och bottenfauna uppstår genom anläggning, drift och avveckling av vindpark Noatun Nord jämfört med nollalternativet. Bedömningen blir densamma för båda alternativen.

15.4.3 Fisk

Under anläggningsfasen är undervattensljud och sedimentspridning de främsta påverkanseffekterna på fisk och som kan medföra gränsöverskridande effekter. Under driftsfasen kan vindparkens etablering gynna fiskbestånden och bottenmiljön genom minskat trålfiske, även om detta idag är begränsat i området. Avvecklingsfasen förväntas medföra liknande påverkan som anläggningsfasen.

Modelleringen av undervattensljud (Bilaga 5) visar att pålningsljud är den mest betydande ljudkällan under anläggningsfasen, med potential att orsaka temporär hörselnedsättning (TTS) och skador hos fisk. Med skyddsåtgärder är ljudnivån tillräcklig för att orsaka permanent hörselskada (PTS) endast inom en radie av mindre än 100 meter. Den bubbelgardin som används under anläggning, placerad 50–200 meter från ljudkällan, förhindrar PTS utanför detta område, och PTS kan därmed endast påverka enstaka individer innanför gardinen. Skadetröskeln för ägg och larver är högst cirka 750 meter från ljudkällan. Ljudspridningen varierar beroende på fundamentens placering och omgivande miljö, såsom djup och bottensediment. I ett worst-case-scenario kan TTS uppstå inom en radie på 4,2–19,5 kilometer, beroende på fiskart. Känsliga områden för fisk, som utpekade lekområden för strömming inom SEZ är huvudsakligen lokaliserade kring Finngrundet. Finngrundet är lokaliserat ca 60 kilometer från vindparken, se avsnitt 15.3.7, och är utanför påverkansområdet för undervattensljud och sedimentspridning.

Enligt de modellberäkningar som har utförts (se Bilaga 5) visar ett worst-case-scenario för koncentrationer av suspenderat sediment vid borrning av monopilefundament i lerbotten för alternativ 1 och 2 på koncentrationer under 100 mg/l respektive 10 mg/l, på avstånd om cirka 2 respektive 6 kilometer. Sedimentspridningen kommer därmed inte att påverka områden inom svensk ekonomisk zon.

Vindpark Noatun Nord bedöms inte medföra påverkan på fisk inom svenska vatten då känsliga områden för fisk är utanför påverkansområden för undervattensljud och sedimentspridning. Inga gränsöverskridande konsekvenser för fisk uppstår genom anläggning, drift och avveckling av vindpark Noatun Nord jämfört med nollalternativet. Bedömningen blir densamma för båda alternativen.

15.4.4 Marina däggdjur

Anläggning, drift och avveckling av vindpark Noatun Nord bedöms ha en begränsad påverkan på marina däggdjur, med små konsekvenser, vilket innebär att Östersjöpopulationen av tumlare, gråsäl och vikare samt deras livsmiljöer och utbredningsområden i Östersjön inte påverkas på kort eller lång sikt. Påverkansområdet för undervattensljud når inte viktiga område för säl inom svensk ekonomisk zon. Vindparken bedöms inte påverka de marina däggdjurens möjligheter att nå en gynnsam bevarandestatus, varken på lokal eller biogeografisk nivå, och ingen gränsöverskridande påverkan förväntas på individ- eller populationsnivå.

Vindpark Noatun Nord bedöms inte medföra påverkan på marina däggdjur inom svensk ekonomisk zon. Inga gränsöverskridande konsekvenser för marina däggdjur sker genom anläggning, drift och avveckling av vindpark Noatun Nord jämfört med nollalternativet. Bedömningen blir densamma för båda alternativen.

15.4.5 Fåglar

Närmaste svenska häckningsplats för fåglar bedöms ligga på så långt avstånd att gränsöverskridande effekter inte uppstår under anläggnings-, drifts- eller avvecklingsfas. Häckningsöar inom det svenska naturreservatet Gräsö östra skärgård ligger ungefär 40 kilometer från projektområdet.

Lokaliseringen av Noatun Nord långt utanför skärgården och på relativt djupt vatten medför att få fåglar nyttjar området som övervintring eller ruggning. Vid genomförd inventering påträffades inga betydande ruggningsområden i projektområdet. Dessa ligger troligen lite längre in i skydd av skärgården, vilket också stöds av observationer under inventeringen. Därmed bedöms inte några gränsöverskridande effekter uppstå under anläggnings-, drifts- eller avvecklingsfas med avseende på övervintring eller ruggning.

Av de migrerande fåglarna som observerades i inventeringen bedömdes 8 procent flyga på eller över kollisionshöjden (>30 meter). Frigången fungerar som en extra skyddsåtgärd för lågflygande fågelarter. Bland gäss var sädgås, underarten *Anser fabalis fabalis,* den nästintill helt dominerande arten med avseende på migration genom projektområdet. Framförallt när det gäller vårflyttningen, då fåglarna lämnar rastplatserna på den svenska sidan och beger sig till Finland, främst till de österbottniska åkrarna. Höststräcket av gäss gick på bred front och innehöll betydligt färre individer jämfört med våren. Modelleringen av kollisioner per år med vindkraftverk i Noatun Nord gav resultatet 0,02 respektive 0,01 kollisioner för alternativ 1 respektive alternativ 2. Det uppskattade antalet kollisioner är lågt med avseende på antalet migrerande gäss i området, och känsligheten för kollisioner bedöms därmed som liten.

Gäss har en hög undvikandegrad i förhållande till vindkraftverk, där en undvikandegrad på 99,8 procent använts för sädgäss vid kollisionsriskmodellering. Därför förväntas migrerande sädgäss i huvudsak undvika att flyga in i vindparken Noatun Nord, och det uppstår en barriäreffekt då de måste flyga runt vindparken. Detta bedöms vara möjligt eftersom gässen redan i dagsläget delvis flyger utanför parken under vårsträcket och till största del undviker detta område under höstmigrationen. Undvikandet leder till en längre flygsträcka, den är dock en marginell del av den totala flygsträckan som sädgäss flyttar. Möjligheten att undvika projektområdet under migrationen för fåglar generellt bedöms som stor eftersom Noatun Nord omges av öppet hav. Detta medför att det för samtliga migrerande arter som observerats i området finns goda möjligheter att passera den planerade vindparken. Därmed bedöms inte några gränsöverskridande effekter uppstå under anläggnings-, drifts- eller avvecklingsfas med avseende på fåglars migration.

15.4.6 Fladdermöss

Inga gränsöverskridande effekter förväntas för fladdermöss under anläggnings och avvecklingsfasen, detta då kollisionsrisk med rotorblad först blir aktuell när verken är i drift, det vill säga under driftsfasen.

Det är främst migrerande fladdermusarter som skulle kunna påverkas negativt och drabbas av ökad risk för kollision med vindkraftverk. Eventuella migrerande fladdermöss som passerar energiparken kan kollidera med vindkraftverken. Enligt studier till havs flyger majoriteten av passerande fladdermöss dock på låg höjd (Ahlén, et al., 2009), därutöver flyger de generellt också utspritt över stora områden. I Noatun

Nord har rotorbladet en frigång på 30 meter. Frigången bör fungera som en extra skyddsåtgärd för lågflygande migrerande fladdermöss. Dock kan fladdermöss öka flyghöjd i närheten av vindkraftverk, vilket skulle kunna försätta dem i större risk för kollisioner.

På grund av det stora avståndet mellan Noatun Nord och det svenska fastlandet samt skärgården bedöms det vara högst osannolikt att fladdermöss skulle migrera genom projektområdet för Noatun Nord, då detta skulle innebära långa flygturer över öppet vatten. Inga gränsöverskridande effekter bedöms uppstå under anläggnings-, drifts- eller avvecklingsfasen, bedömningen är densamma för båda de två alternativa layouterna.

15.4.7 Natura 2000 och övriga skyddade områden

Natura 2000-områden samt övriga skyddade områden inom svensk ekonomisk zon bedöms ligga på ett sådant avstånd att gränsöverskridande effekter inte uppstår i anläggnings-, drifts- och avvecklingsfas. Det närmaste Natura 2000-området/skyddade området ligger på ett avstånd om ca 33 kilometer, vilket är utanför påverkansområdet för undervattensljud (ca 19,5 kilometer) och sedimentspridning (ca 6 kilometer).

Eventuella utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen från vindparken kan påverka Natura 2000-områden inom svensk ekonomisk zon negativt. Riskutvärderingen som gjorts för projektet visar att risken för t.ex. fartygsolyckor eller andra olyckor som kan medföra utsläpp i projektets olika faser är mycket liten. Vedertagna skyddsåtgärder kommer att vidtas för att minimera risken för uppkomst av och eventuell påverkan vid olyckor och utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen. Utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen i samband med vindparkens olika faser bedöms därmed innebära en mycket liten risk för skada på Natura 2000-områden i svensk ekonomisk zon.

Inga gränsöverskridande konsekvenser för Natura 2000-områden eller övriga skyddade områden uppstår genom anläggning, drift och avveckling av vindpark Noatun Nord jämfört med nollalternativet. Bedömningen blir densamma för båda alternativen.

Vindpark Noatun Nord bedöms inte heller påverka Natura 2000-områdena inom svensk ekonomisk zons utpekade arter eller naturtyper på ett sätt som skulle hota deras möjligheter att uppnå eller bibehålla gynnsam bevarandestatus. Anläggning, drift och avveckling av vindparken förväntas således inte påverka förutsättningarna för att uppnå eller bibehålla gynnsam bevarandestatus för de utpekade naturtyperna och deras typiska arter i områdena Finngrundet - Östra Banken samt Västerbådan, Lågagrundet. Även för de utpekade arterna bedöms den planerade verksamhetens gränsöverskridande effekter inte påverka möjligheterna att bibehålla eller uppnå gynnsam bevarandestatus.

15.4.8 Landskap, rekreation och friluftsliv

En landskapsanalys, se bilaga 13, har tagits fram som innefattar påverkansbedömning för närmsta landområde på svenska sidan. Området innefattar skärgårdslandskap vid Roslagskusten mellan Gräsö östra skärgård och Grisslehamn. Området har bedömts ha en liten känslighet för visuell förändring från föreslagen etablering. Avståndet från vindparken till Sveriges kust gör att större delar av parken döljs bakom horisonten på

grund av jordens krökning. Det betydande avståndet påverkar synbarheten av verken och därmed den visuella påverkan på landskapet och upplevelsen av skärgården.

Inga gränsöverskridande konsekvenser för landskap, rekreation och friluftsliv uppstår genom anläggning, drift och avveckling av vindpark Noatun Nord jämfört med nollalternativet. Bedömningen blir densamma för båda alternativen.

15.4.9 Kulturmiljö

De kulturhistoriska lämningarna och miljöerna längs den svenska kusten bedöms inte påverkas av vindpark Noatun Nord. Det beror på det stora avståndet dem emellan samt att påverkan som kan uppstå är av visuell och inte av fysisk karaktär.

Inga gränsöverskridande konsekvenser för kulturmiljön bedöms uppstå genom anläggning, drift och avveckling av vindpark Noatun Nord jämfört med nollalternativet.

15.4.10 Boendemiljö

De utförda ljudberäkningarna visar att inga svenska riktvärden gällande buller utomhus överstigs för några ljudkänsliga punkter i Sverige, detta gällande alla vindparkens faser. Då inga riktvärden för utomhusbuller överstigs bedöms heller inga riktvärden för lågfrekvent buller inomhus överskridas. Inga gränsöverskridande effekter bedöms uppstå under anläggnings-, drifts- eller avvecklingsfasen, bedömningen är densamma för båda de två alternativa layouterna.

15.4.11 Marinarkeologi

Inga gränsöverskridande konsekvenser för marinarkeologi bedöms uppstå genom anläggning, drift och avveckling av vindpark Noatun Nord jämfört med nollalternativet.

15.4.12 Yrkesfiske

I anläggnings-, och driftskede förväntas gränsöverskridande påverkan på yrkesfisket genom att vindparksområdet blir otillgängligt för fisket. Dock sker endast en procent av det svenska fisket i delområdet Bottenhavet inom vindparksområdet. Det marginella fiske som skett inom vindparken bedöms kunna omfördelas till omkringliggande havsområden utan påverkan på det svenska yrkesfisket. Yrkesfiskets känslighet i projektområdet bedöms vara låg, då fiskeintensiteten främst är begränsad till ett mindre område i vindparkens norra del.

Klimatförändringar förväntas försämra fiskpopulationer i Östersjön och påverka yrkesfisket negativt. Noatun Nord kan bidra till att mildra dessa effekter och stödja hållbara fiskbestånd.

Inga gränsöverskridande konsekvenser för yrkesfisket uppstår genom anläggning, drift och avveckling av vindpark Noatun Nord jämfört med nollalternativet. Bedömningen blir densamma för båda alternativen.

15.4.13 Sjöfart

Sjötrafiken inom havsområdet där Vindpark Noatun Nord planeras anläggas är inte särskilt omfattande, därtill är fartygen som trafikerar fartygsstråken generellt sett relativt små. Vindparken planeras anläggas helt utanför etablerade ruttsystem.

Risker i förhållande till sjöfarten har bedömts inom ramen för en nautisk riskanalys, vilken har utgått från ett konservativt worst case scenario. Vid värderingen av de risker som har identifierats har inga oacceptabla risker påträffats. Samtliga värderade risker har, givet konservativa analysantaganden, klassificerats som acceptabla eller som ALARP.

Vindparken påverkar inte förutsättningarna för navigering inom eller i närheten av något trafiksepareringssystem, och den påverkar inte heller möjligheterna för sjötrafiken att gå i raka kurser i fartygsstråken mellan trafiksepareringarna. De ytor som ligger i anslutning till den planerade vindparkens projektområde, och inom vilka den absoluta merparten av sjötrafiken förekommer i nuläget är så pass stora att sjötrafiken, även för ett framtida trafikscenario, fortsatt kan nyttja dessa ytor utan förändringar i resväg. Detta innebär att sjötrafiken, även efter etableringen av vindparken, kan framföras säkert och obehindrat.

Vindpark Noatun Nord bedöms inte påverka något av IMO utpekat trafiksepareringssystem, något svenskt fartygsstråk av betydelse, eller någon svensk hamn. Vindparken bedöms inte heller medföra någon påverkan på den internationella sjötrafiken. Inga gränsöverskridande konsekvenser för sjöfarten uppstår genom anläggning, drift och avveckling av vindpark Noatun Nord jämfört med nollalternativet. Bedömningen blir densamma för båda alternativen.

15.4.14 Luftfart

Vindpark Noatun Nord bedöms inte påverka någon flygplats eller några flygprocedurer. Inga gränsöverskridande konsekvenser för luftfarten uppstår genom anläggning, drift och avveckling av vindpark Noatun Nord jämfört med nollalternativet. Bedömningen blir densamma för båda alternativen.

15.4.15 Försvarsmaktens intressen

Vindpark Noatun Nord bedöms inte påverka någon militär flygplats eller något annat öppet redovisat intresse för den svenska Försvarsmakten. Inga gränsöverskridande konsekvenser för Försvarsmaktens intressen uppstår genom anläggning, drift och avveckling av vindpark Noatun Nord jämfört med nollalternativet. Bedömningen blir densamma för båda alternativen. Uppföljning och kontroll

Bolaget kommer att ta fram ett kontrollprogram för den planerade verksamheten i samråd med tillsynsmyndigheten efter det att ett erhållet tillstånd vunnit laga kraft. Det huvudsakliga syftet med kontrollprogrammet är att redovisa hur de villkor som föreskrivits i tillstånden uppfylls.

16. Samråd

Inför upprättande av föreliggande miljökonsekvensbeskrivning har samråd i enlighet med landskapslagen om miljöskydd genomförts. Av landskapsförordningen om miljökonsekvensbedömning och miljöbedömning (2018:33) framgår att den planerade vindparken ska antas medföra en betydande miljöpåverkan, vilket innebär att genomfört samråd har utgjort ett så kallat avgränsningssamråd.

Avgränsningssamråd hölls på Blomstringe i Jomala 14 december 2022, uppdelat på ett tillfälle för allmänheten och ett för myndigheter.

Inom ramen för samrådet inkom ett tjugotal svar, majoriteten utgjorde yttranden och resterande angav endast att svaranden avstod från att yttra sig.

För en redogörelse för inkommet yttrande från ÅMHM, vilket bedöms representera inkomna yttranden i stort, hänvisas till bilaga 20 till miljökonsekvensbeskrivningen.

17. Sakkunskap

17.1 OX2:s Projektorganisation

OX2:s projektorganisation för vindpark Noatun Nord har flerårig kunskap inom havsbaserad vindkraft. Personerna som listas i Tabell 89 nedan har varit delaktiga i framtagandet av aktuell miljökonsekvensbeskrivning, i projekteringen av vindparken och i projektplaneringen.

Tabell 89. Ingående personer i OX2:s projektorganisation för vindpark Noatun Nord.

Namn	Roll i projektet	Erfarenhet
Ian Bergström	Projektledare	Ian har en master of science i kvalitets- och ledarskapsutveckling och Bachelor of science i samhällsbyggnadsteknik kombinerat med nästan 30 års erfarenhet av olika projekt inom infrastruktursektorn. Ian har arbetat i olika positioner, både som entreprenör och beställare. Mellan 2007 och 2022 har Ian verkat som projektledare och projektchef inom offentlig förvaltning Ålands Landskapsregering, infrastrukturavdelningen. Ansvarsområden har varit utveckling av det allmänna trafiksystemet bestående av landbaserad trafikinfrastruktur och frigående färjor i den åländska skärgården samt utveckling av trafiksystemets broar, hamnar och annan transportinfrastruktur på Åland så att det infrastrukturen möter nuvarande och framtida krav. Ian har ansvarat för genomförandet av flera MKB-processer för infrastrukturprojekt i sin roll hos Ålands Landskapsregering. Sedan augusti 2022 arbetar Ian som projektledare på OX2 med huvudansvar för utveckling av storskalig havsbaserad vindkraft och storskaliga e-bränsleprojekt.
Charlotta Nummelin	Tillståndsansvarig	Charlotta är marinbiolog med en masterexamen från Åbo Akademi. Charlotta har arbetat med Östersjörelaterade frågor inom akademi, offentlig förvaltning, tredje sektorn samt stiftelser i över 20 år.
Anders Wiklund	Regionansvarig Åland	Anders har en magisterexamen inom företagsekonomi. Anders har bred erfarenhet från seniora roller inom

		näringslivet och fokuserar i dessa projekt mycket på regional tillväxt och samhällsnytta inl. företagsetablering.
Sara Jarmander	Teknisk projektledare	Sara är ingenjör med en masterexamen i hållbar energiteknik vid KTH. Sara arbetar som teknisk projektledare för havsbaserad vindkraft med en bred kunskap inom de tekniska frågorna.

17.2 Sakkunniga på uppdrag av OX2

I Tabell 90 redovisas uppgifter om MKB-konsultens projektgrupp. De personer som listas nedan utgör konsulter och experter inom olika sakområden, av vilka flera har varit delaktiga i att ta fram de olika underlagsutredningar som har utgjort underlag för miljökonsekvensbeskrivningen. Experterna har därutöver varit delaktiga i processen med framtagandet av miljökonsekvensbeskrivningen och vid kvalitetsgranskningen av dokumentet.

Tabell 90. Sakkunniga som på uppdrag av OX2 ingått i projektorganisationen för vindpark Noatun Nord.

Namn	Utbildning	Erfarenhet
Thomas Bonn, AFRY, Projektledare	Fil. Mag. Biologi	Thomas är biolog med inriktning på botanik. Han har mer än 25 års erfarenhet av miljökonsultering inom energi- och infrabranschen som projektledare och sakkunnig i bland annat MKB-uppdrag. Thomas har arbetat intensivt med vindkraft i över 20 år till exempel som projektledare för flera vindkrafts- och kraftlednings-MKB:n på Åland och flera havsvindkraftsprojekt i Finland.
Selma Pacariz, AFRY	Fil. Mag. Miljö, Fil. Dr. Oceanografi, Post Doc FMRI	Selma är disputerad oceanograf med lång erfarenhet av forskning. Selma arbetar som uppdragsledare/expert i tillståndsprövningar för vattenverksamheter samt Natura 2000 prövningar. Selma har stor erfarenhet av utredningar och bedömningar av påverkan på recipienter och Natura 2000-bevarandevärden samt tillståndsprocesser för hamnar, muddring, utsläpp till vatten, havsbaserad vindkraft, undervattenskablar osv.
Karin Lundström, AFRY	Fil. Mag. Fysisk oceanografi	Karin är marinvetare med fysisk oceanografi som specialområde. Karin arbetar med bland annat

		tillståndsprövningar av miljöfarliga verksamheter och vattenverksamheter samt Natura 2000-prövningar.
Daniel Rasmusson, AFRY	Fil. Mag. Miljövetenskap	Daniel är specialist inom tillståndsprövning av miljöfarliga verksamheter och vattenverksamheter. Daniel har arbetat med ett antal olika tillståndsprövningar avseende etablering och anslutning av storskalig havsbaserad vindkraft, däribland Natura 2000-prövningar.
Stina Palmeby, AFRY	Fil. Mag. Geovetenskap	Stina är geovetare med inriktning mot marin geologi. Hon har över 20 års erfarenhet av marina bottenundersökningar för havsbaserad vindkraft och andra marina infrastrukturprojekt. Stina arbetar bland annat med tillståndsprövningar och miljökonsekvensbeskrivningar för vattenverksamheter.
Emma Asterhag, AFRY	Fil. Kand. Miljövetenskap, M.Sc. Marinbiologi	Emma har en masterexamen i marinbiologi vid Stockholms universitet och en kandidatexamen i miljövetenskap från Södertörns högskola. Emma arbetar bland annat med tillståndsprövningar av miljöfarliga verksamheter och vattenverksamheter.
Jesper Östlund, AFRY	M.Sc. Ekologisk zoologi	Jesper har en mastersexamen i ekologisk zoologi vid Göteborgs universitet. Jesper arbetar främst med fågelstudier och fladdermöss som underlag till tillståndsprövningar och miljökonsekvensbeskrivningar för till exempel solcellsparker, land- och havsbaserad vindkraft.
Linda Röjning, AFRY	M.Sc. Marinbiologi	Linda har en kandidat- och mastersexamen i marinbiologi vid Stockholms universitet, och har erfarenhet av arbete med svensk vattenförvaltning. Linda arbetar med tillståndsprocesser och miljöbedömningar för projekt som påverkar marina och limniska miljöer.
Karoliina Jaatinen, AFRY	Agronomie- och forstmagister Limnologi	Karoliina är limnolog och arbetar som Ledande expert med mer än 15 års erfarenhet av miljökonsultering. Karoliina har deltagit i flera MKB-projekt som projektledare, projektkoordinator eller expert, inklusive en avslutad och tre

		pågående MKB:n för havsvindparker i Finland. Hennes specialkunskap är bedömning av konsekvenser för vattendrag.
Petra Saari, AFRY	Fil. Mag. Geografi	Petra har ett par års erfarenhet av miljökonsultering och flera års erfarenhet av arbete med kartering av marina habitat och hotade arter, modellering av artförekomst samt arbete med GIS.
Sofia Hjalmarsson, AFRY	Fil. Dr. Kemisk oceanografi, M.Sc. Marin kemi	Sofia har över 15 års erfarenhet av arbete med marina miljöfrågor och arbetar numera med bland annat vattenfrågor inom ramen för olika tillståndsprövningar, samt bedömningar kopplade till vattendirektivet så som miljökvalitetsnormer samt belastning av näringsämnen och föroreningar.
Walter Gyllenram, AFRY	Tekn. Dr. Termo-och fluiddynamik	Walter har över 15 års erfarenhet av att använda sina expertkunskaper inom hydrodynamik och olika typer av matematisk modellering för att svara på frågor gällande exempelvis påverkan på vattenmiljö och oceanografiska förhållanden. Han arbetar även bland annat med att ta fram underlag för dimensionering av konstruktioner i vatten.
Carlo Di Napoli, AFRY	DI Energiteknik	Carlo har över 15 års erfarenhet av vindkraftsbullerprojekt (MKB, planläggning med mera) i Finland och utomlands och är bland annat medförfattare till finska miljöministeriets guide för beräkning av vindkraftsbuller.
Niklas Carlsson, Efterklang (part of AFRY)	M.Sc. Automation & Mekatronik	Niklas har en mastersexamen i Automation & Mekatronik med inriktning mot Komplexa Adaptiva System. Niklas arbetar som sektionschef samt med bullerutredningar i många olika former men till största delen för tillståndspliktiga verksamheter, ofta som kvalitetsgranskare. Niklas har bred erfarenhet av bullerberäkningar från vindkraftparker både på land och till havs.
Gunnar Ågren, AFRY	M.Sc. Teknisk fysik	Gunnar har en masterexamen i Teknisk Fysik med inriktning mot ljud och vibrationer. Gunnar arbetar bland annat med att ta fram bullerutredningar i tillståndsprocesser. Gunnar arbetar både i

		projekt rörande luftburet buller och undervattensbuller.
Mika Laitinen, AFRY	Fil. Dr. Tillämpad matematik	Mika har mer än 10 års erfarenhet av simulering av skuggeffekter, synlighetsanalyser (ZVI) och fotomontage vid projektutveckling av och MKB-förfaranden för vindkraftsprojekt.
Ola Mattsson, AFRY	Fil. Mag. Miljövetenskap	Ola har en mastersexamen i klimatstrategi och en kandidatexamen i biologi vid Lunds universitet. Ola arbetar främst med tillståndsprövningar för miljöfarliga verksamheter inom energi.
Cecilia Smedbro, AFRY	M.Sc. Landskapsarkitektur, LAR/MSA	Cecilia är utbildad landskapsarkitekt vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) Alnarp. Cecilia har ansvarat i flera projekt att ta fram underlagsutredningar som landskapsanalyser för både landbaserade samt havsbaserade vindkraftsprojekt. Hon har erfarenhet av projekt i tidiga skeden med analyser.
Klara Kållberg, AFRY	M.Sc. Landskapsarkitektur	Klara är utbildad landskapsarkitekt vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) Alnarp. Klara har erfarenhet av projekt i tidiga skeden och med landskapsanalyser.
Sigrid Tuvall, AFRY	Fil. Mag. Kulturmiljövård och samhällsplanering, Fil. Kand. Kulturgeografi	Sigrid är kulturmiljöspecialist på AFRY med över 20 års erfarenhet både inom myndighet och privat sektor. Sigrid har arbetat med tillståndsfrågor enligt miljöbalken och kulturmiljölagen, både med framtagande av MKB och underlagsutredningar.
Christian Gatti, AFRY	Fil. Mag. Arkeologi, Fil. Mag. Historia,	Christian Gatti är kulturmiljöspecialist på AFRY med över 20 års erfarenhet av uppdragsarkeologi och forskning. Han arbetar med alla typer av kulturmiljöfrågor och har bl.a. författat kulturmiljöanalyser för olika typer av energiparker, både land och havsbaserade.
Camilla Ekblom, AFRY	Fil. Mag. Arkeologi	Camilla Ekblom är utbildad arkeolog vid Uppsala universitet med en bakgrund som uppdragsarkeolog. Camilla har ansvarat för arkeologiska utredningar steg 1 och 2 samt har en bred kunskap av undersökning av fornlämningar från sten- och järnålder.
Marcus Arnesson,	M.Sc. Biologi	Marcus är utbildad biolog med naturvårdsinriktning vid Lunds universitet

Svensk Natur AB		och har i drygt 20 år arbetat med naturvård. Marcus har gedigen erfarenhet av artrelaterade uppdrag, bland annat har han utfört fågelinventeringar och påverkansutredningar vid ett stort antal projekt kopplade till vindkraft och infrastruktur.
Sören Granskov, NIRAS	BSc, Förnybar Energi	Sören, senior projektledare, har över 19 års erfarenhet på strategisk och operativ nivå av storskaliga projekt för havsbaserad vindenergi. Hans huvudsakliga expertområden är projektledning under utvecklings-, planerings- och installationsfaser, med specialisering på projekt- och riskhantering, samt bygg-/installationsledning med erfarenhet från Storbritannien, Tyskland, Sverige, Taiwan och Danmark.
Paul Causon, NIRAS	PhD	Dr Paul Causon PhD, MRes, BSc, MIMarEST. Paul har över 10 års erfarenhet som miljökonsult. Hans huvudsakliga expertområden är marin miljö- och ekologisk undersökning, övervakning, mitigering och kompensation, naturkapital och nettovinst för biologisk mångfald. Paul avslutade sin doktorsavhandling där han studerade konsekvenserna av utvecklingen av förnybar energi till havs för marint naturkapital och ekosystemtjänster. Därefter har Paul arbetat inom havsbaserad vindsektor i 3 år.
Ian Gloyne-Philips, NIRAS	PhD	Dr Ian Gloyne-Phillips PhD, MSc, BSc, FIMarEST CMarSci CSci. Ian har över 25 års erfarenhet som miljökonsult. Hans huvudsakliga expertområden är marin miljö- och ekologisk undersökning, övervakning, bedömning av påverkan, minimering och kompensation/biologisk mångfald. Detta inkluderar betydande erfarenhet av miljöpåverkan och bedömning enligt Natura 2000 både på projekt- och strategisk nivå. Ian har arbetat inom havsbaserad vindsektor i över två årtionden och har erfarenhet från Storbritannien och Irland, Danmark samt

		Sydostasien (t.ex. Taiwan, Japan och Vietnam).
Linn Engström, NIRAS	MSc	Linn är marinbiolog (MSc) med expertis inom marinekologiska utredningar och Östersjöns ekologi. Linn arbetar som uppdragsledare i tillståndsprövningar för vattenverksamheter och Natura 2000-prövningar. Linn har arbetat i varierande projekt kopplade till undervattensinventeringar, marina naturskydd samt vattenverksamheter.
Martin Isaeus		Martin Isaeus är projektchef på NIRAS och forskare inom ekologi och har mer än 20 års erfarenhet av miljörådgivning och marin forskning. Rollen har inkluderat projektledare/ledare/medlem i > 100 konsult- och/eller forskningsprojekt främst med fokus på den marina miljön. Ämnen har innefattat till exempel marina undersökningar och övervakning, modellering och kartläggning av marina organismer, miljökonsekvensbedömningar av havsbaserade vindkraftsparker, utveckling av eDNA och andra undersökningsmetoder. Martin har varit involverad i över 20 vindkraftsprojekt i svenska och finska vatten. Martins roll är ofta att hitta de bästa lösningarna för kunderna och tillhandahålla marinbiologisk och strategisk expertis under tillståndsfasen eller gällande miljöövervakning. Martin har också nyligen varit en del av två forskningsprojekt om inverkan av vindkraft på marint liv och om bedömning av hållbar storskalig marin vindkraftsutveckling.
Björn Andersson, NIRAS	PhD Marine Biology	Björn Andersson, Senior konsult med doktorsexamen i marinbiologi. Björn har en bred bakgrund inom marin vetenskap med expertis inom Östersjöns ekologi. Han har arbetat omfattande med olika molekylärbiologiska tekniker inklusive eDNA-provtagning och dataanalys. Under det senaste året på NIRAS har Björn arbetat med IEA-rapporter och fältundersökningar i samband med utvecklingen av havsbaserad vindkraft

		längs Sveriges kuster, med fokus främst på påverkan på fisk och fiskerinäringen.
Stig Rostgaard, NIRAS	MSc	Stig Rostgaard, Senior specialist, MSc i biologi med 24 års erfarenhet som miljökonsult. Hans huvudsakliga expertområden är sötvatten- och bräckt vattenmiljö- och ekologisk undersökning och övervakning. Han har lång erfarenhet som ledare för fältundersökningsprogram och bred kunskap om metoder för mätning och bedömning av biologiska och miljömässiga förhållanden. Förutom sitt arbete i Danmark har Stig arbetat i Grönland, Sverige, Ecuador och Norge.
Ville Vasko, NIRAS	MPh	Ville Vasko, Master of Philosophy från University of Turku, med inriktning på ekologi. Fladdermus-specialist sedan 2004. Deltagande i talrika forskningsprojekt och har genomfört dussintals fladdermusundersökningar. Specialiteter inkluderar terrängkartläggning av fladdermöss, fångst, märkning och akustisk artidentifiering. Användning och analys av passiva detektorer för att producera och analysera data samt egen mycket gedigen erfarenhet.
Heikki Eriksson, Avescapes Oy	Agronomie- och forstmagister stud.	Heikki har över 30 års erfarenhet av ornitologi och över 20 års erfarenhet av olika slag av fågeltaxeringar. En av grundarna av och VD för Avescapes Oy, där han fungerar som konsult i fågeltaxeringar, fångar fåglar för forskningsändamål och fungerar som reseledare vid utomlandsresor till ornitologiska mål. Heikki är även en aktiv ringmärkare av fåglar.
Roni Väisänen, Avescapes Oy	Fil. Mag. Skogsekologi	Roni har över 30 års erfarenhet av ornotologi. En av grundarna av Avescapes Oy, där han fungerar som konsult i fågeltaxeringar, fångar fåglar för forskningsändamål och fungerar som reseledare vid utomlandsresor till ornitologiska mål. Roni hör även till Finlands raritetskommitté och är en aktiv ringmärkare av fåglar.

18. Referenser

Dierschke, V., Furness, R. W. & Garthe, S., 2016. *Dierschke, V., Furness, R. W. & Garthe, S., . Seabirds and offshore wind farms in European waters: avoidance and attraction,* u.o.: Biological Conversation, Issue 202, pp. 59-68.

Dierschke, V., Furness, R. W. & Garthe, S., 2016. *Seabirds and offshore wind farms in European waters: avoidance and attraction,* u.o.: Biological Conversation, Issue 202, pp. 59-68..

Heinänen, S. & Skov, H., 2018. *Heinänen, S. & Skov, H., Effekter av omdirigering av sjöfart på alfågel och tumlare vid Hoburgs bank och Midsjöbankarna. Underlagsrapport till havsplanering,* u.o.: Göteborg: Havs- och vattenmyndigheten.

Kerlinger, P., Gehring, J., Erickson, W. P. & Curry, R., 2010. *Night migrant fatalities and obstruction lightning at wind turbines in North America,* u.o.: The Wilson Journal of Ornithology, Issue 122, pp. 744-745.

Krijgsveld, K. L., Fijn, R. C. & Lensink, R., 2015. *Krijgsveld, K. L., Fijn, R. C. & Lensink, R., 2015. Occurence of peaks in songbird migration at rotor heights of offshore wind farms in the southern North sea, Final Report,* u.o.: Bureau Waardenburg bu/Culemborg (NDL), S:28.

AFRY, 2023a. *Utspädning och inlagring av utsläppt kylvatten och saltlake inom energiparken Neptunus,* u.o.: u.n.

AFRY, 2024. *Spridning av sediment vid anläggning av vindkraftpark Noatun Nord,* u.o.: Noatun Åland Norra KB.

Ahlén, I., Baagøe, H. J. & Bach, L., 2009. Behavior of scandinavian bats during migration and foraging at sea. *Journal of Mammalogy, 90(6),* pp. 1318-1323.

Ahlén, I., Bach, L., Baagøe, H. J. & Pettersson, J., 2007. *Vindval rapport 5748 - Fladdermöss och havsbaserade vindkraftverk i södra Skandinavien,* u.o.: Naturvårdsverket.

Ahlén, I. & Baggøe, H. J., 2013. *Bats and wind power - investigations required for risk assessment in Denmark and Sweden. In book of abstracts. Conference on wind power and environmental impacts Stockholm (pp. 5-7),* u.o.: u.n.

Akamatsu, T., Wang, D., Wang, K. & Naito, Y., 2005. *Biosonar behaviour of free-ranging porpoises,* u.o.: Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 272, 797-801..

Alerstam, T. o.a., 2007. *Flight Speeds among Bird Species: Allometric and Phylogenetic Effects,* u.o.: PloS Biol 5(8): e197.

Ammar, Y. o.a., 2021. The Risk for Novel and Disappearing Environmental Conditions in the Baltic Sea. *Frontiers in Marine Science*, 01 10.

Amundin, M. o.a., 2022. *Estimating the abundance of the critically endangered Baltic Proper harbour porpoise (Phocoena phocoena) population using passive acoustic monitoring,* u.o.: Ecol Evol. v 12 (2).

Andersen, K. H. o.a., 2020. Large Pelagic Fish Are Most Sensitive to Climate Change Despite Pelagification of Ocean Food Webs. *Frontiers in Marine Science*, 26 11.

Andersson et al., 2017. *Underlag för reglering av undervattensljud vid pålning.,* Stockholm: Naturvårdsverket.

Andersson, A. o.a., 2015. Projected future climate change and Baltic Sea ecosystem management. *AMBIO, 44,* pp. 345-356.

Andersson, M. & Johansson, A., 2013. *Akustiska miljöeffekter av svenska marinens aktiva sonarsystem. Teknisk rapport FOI-R--3504--SE.,* Stockholm: Totalförsvarets forskningsinstitut FOI.

Andersson, M. & Öhman, M., 2010. Fish and sessile assemblages associated with wind-turbine constructions in the Baltic Sea. *Marine and Freshwater Research 61,* p. 642–650.

Arctia, 2023b. *Geophysical survey 2022 Noatun North A2,* u.o.: u.n.

Arctia, 2023c. *Geophysical survey 2022 Noatun North B,* u.o.: u.n.

Arctia, 2023. *Geophysical survey 2022 Noatun North A1,* u.o.: u.n.

Arctica, 2023b. *Seabed sediment classification according to HELCOM classification: Noatun North Wind Farm Survey Area,* u.o.: u.n.

Armstrong, J. D. o.a., 2015. *Behavioural responses of Atlantic salmon to mains frequency magnetic fields,* u.o.: Marine Scotland Science.

Arneborg, L. o.a., 2023. *Regionala effekter av havsbaserad vindkraft,* u.o.: SMHI.

Band, B., 2012. *Using a collision risk model to assess bird collision risk for offshore windfarms,* u.o.: Report by British Trust for Ornithology (BTO). Report for The Crown Estate.

Band, B., 2012. *Using a collision risk model to assess bird collision risks for offshore wind farms,* u.o.: Rapport, mars 2012.

Bellmann, M. A. o.a., 2020. *Underwater noise during percussive pile driving: Influencing factors on pile-driving noise and technical possibilities to comply with noise mitigation values,* Oldenburg, Germany: August, ITAP.

Bellmann, M. A. o.a., 2020. *Underwater noise during percussive pile driving: Influencing factors on pile-driving noise and technical possibilities to comply with noise mitigation values,* Oldenburg, Germany: ITAP.

Bergenius, M. o.a., 2019. *Östersjöns torskar illa ute,* u.o.: Fauna och Flora 114(2): 2–9.

Bergström, L. o.a., 2012. *Vindkraftens effekter på marint liv,* u.o.: Vindval rapport 6488.

Bergström, L. o.a., 2012. *Vindkraftens effekter på marint liv - En syntesrapport,* u.o.: Vindval, rapport 6488.

Bergström, L. o.a., 2012. *Vindkraftens effekter på marint liv – En syntesrapport,* u.o.: Vindval.

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

Bergström, L. o.a., 2021. *Effekter av havsbaserad vindkraft på marint liv,* u.o.: Vindval, Rapport 7049.

Bergström, U. o.a., 2015. *Genetisk undersökning av torsk från Ålands hav,* u.o.: Projektrapport till BalticSea2020.

Bjørge, A. & Tolley, K., 2009. *Harbour porpoise (Phocoena phocoena).* u.o.:in William F.Perrin, Bernd Würsig & J. G. M. Thewissen (eds.). Encyclopedia of Marine Mammals (2nd edition). Elsevier..

Bohnsack, J., 1989. Are high densities of fishes at artificial reefs the result of habitat limitation or behavioral preferences. *Bulletin of Marine Science 44,* pp. 631-645.

Bohnsack, J. A. & Sutherland, D. L., 1985. Artificial Reef Research: A Review with Recommendations for Future Priorities. *Bulletin of Marine Science,* Volym 37(1), pp. 11-39.

Bokuniewicz, H. J. o.a., 1978. *Field study of the mechanics of the placement of dredged material at open-water disposal sites,* Vicksburg: U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station.

Bolin, K., Hammarlund, K., Mels, T. & Westlund, H., 2021. *Vindkraftverkens påverkan på människors intressen. Uppdaterat syntesrapport 2021,* u.o.: Naturvårdsverket.

Brabant, R., Laurent, Y. P. B. J. & Degraer, S., 2021. *The relation between Migratory Activity of Pipistrellus Bats at Sea and Weather Conditions Offers Possibilites to Reduce Offshore Wind Farm Effects. Animals 11(12),* u.o.: u.n.

Brabant, R. L. Y., Poerink, B. J. & Degraer, S., 2019. *Activity and behaviour of Nathusius pipistrelle Pipistrellus nathusii at low and high altitude in a North Sea offshore wind farm. Actra Chiropterologica 21(2),* u.o.: u.n.

Brafield, A., 1963. *The effects of oxygen deficiency on the behaviour of Macoma balthica (L.),* u.o.: Animal Behaviour, 11(2-3), 345-346.

Brafield, A. & Newell, G., 1961. *The behaviour of Macoma balthica (L.),* u.o.: Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 41(1), 81-87.

Brasseur, S. o.a., 2012. *Habitat preferences of harbour seals in the Dutch coastal area: analysis and estimate of effects of offshore wind farms,* u.o.: Report C043-10.

BSH och BMU, 2014. *Ecological Research at the Offshore Windfarm alpha ventus – Challenges, Results and Perspectives,* u.o.: Federal Maritime and Hydrographic Agency (BSH), Federal Ministry for the Environment, Nature.

Budd, G. & Rayment, W., 2001. *Baltic tellin (Limecola balthica),* Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom: Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews.

Byford, D., Vanaverbeke, J., Rabaut, M. & Vincx, M., 2011. Soft-sediment macrobenthos around offshore wind turbines in the Belgian Part of the North Sea

reveals a clear shift in species composition. i: *Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Selected findings from the baseline and targeted monitoring.* u.o.:Byford, Delphine & Vanaverbeke, Jan & Rabaut, M & Vincx, M. (2011)., pp. 47-63.

bärkraft.ax, 2022. *ÅLAND SKA VARA KLIMATNEUTRALT SENAST ÅR 2035.* [Online] Available at: https://www.barkraft.ax/nyheter/aland-ska-vara-klimatneutralt-senast-ar-2035
[Använd 04 11 2022].

Bärkraft, 2022. *Åland ska vara klimatneutralt senast år 2035.* [Online] Available at: https://www.barkraft.ax/nyheter/aland-ska-vara-klimatneutralt-senast-ar-2035
[Använd 04 11 2022].

Carlström, J. & Carlén, I., 2016. *Skyddsvärda områden för tumlare i svenska vatten.* u.o.:AquaBiota Report 2016:04. 91 sid..

Castro, J., Santana-Ortega & Santiago, J., 2002. *A general theory on fish aggregation to floating objects. An alternative to meeting point hypothesis.,* u.o.: Reviews in Fish Biology and Fisheries 11:255-277.

Coates, D., Vanaverbeke, J. & Vincx, M., 2012. *Enrichment of the soft sediment macrobenthos around a gravity based foundation on the Thorntonbank.* Degraer S, rabant R, Rumes B (eds.) Offshore windfarms in the Belgian part of the North Sea: heading for an understanding of environmental impacts. red. Brussels: Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models, Marine Ecosystem Management Unit.

Collins, A. R., u.d. *Sound pressure levels - Underwater sound pressure levels.* [Online] Available at: https://www.arc.id.au/SoundLevels.html

Czech-Damal, L. o.a., 2012. *Electroreception in the Guiana dolphin (Sotalia guinensis).,* u.o.: Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 279 (1729), pp.663-668.

DHI, 2023. *Sedimentspridning från anläggningsarbetet av energiparken Neptunus, Grumling från borrning för fundament och spolning av kabeldiken. Representerad av: AFRY, Walter Gyllenram. Projekt No.: 12805335 ,* u.o.: u.n.

Dong Energy, Danish Energy Authority, The Danish Forest and Nature Agency, 2006. *Danish offshore wind - key environmental issues,* Denmark: Prinfo Holbæk-Hedehusene.

Dong Energy, Danish Energy Authority & The Danish Forest and Nature Agency, 2006. *Danish offshore wind - key environmental issues,* Denmark: Prinfo Holbæk-Hedehusene.

DOSIT, 2021. *Underwater dB.* [Online] Available at: https://dosits.org/glossary/underwater-db/

Durinck, J., Skov, H., Jensen, F. & Pihl, S., 1994. *Important Marine Areas for Wintering Birds in the Baltic Sea,* u.o.: EU DG XI research contract no. 2242/90-09-01. Ornis Consult Report..

Dyndo, M., Wisniewska, D., Rojano-Doñate, L. & Madsen, P., 2015. *Harbour porpoises react to low levels of high frequency vessel noise..* u.o.: Scientific reports 5..

Edlund, T. o.a., 2023. *Vindkraftsfrågor på Island,* u.o.: Landsvirkjun.

Edren, S. M., Teilman, J., Dietz, R. & Carstensen, J., 2004. *Effects from the construction of Nysted Offshore Wind Farm on seals in Rodsand seal sanctuary based on remote video monitoring,* u.o.: Technical report to Energi E2 A/S Roskilde.

Eero, M. o.a., 2023. *Future perspectives for cod in the eastern Baltic Sea - stock delelopment, fisheries and management challenges in a changing ecosystem,* u.o.: DTU Aqua-rapport No. 425-2023.

Energimarknadsbyrån, 2024. *Normal elförbrukning och elkostnad för villa.* [Online] Available at: https://www.energimarknadsbyran.se/el/dina-avtal-och-kostnader/elkostnader/elforbrukning/normal-elforbrukning-och-elkostnad-for-villa/

Energimyndigheten, 2016b. *Vägledning om nedmontering av vindkraftverk,* u.o.: Energimyndigheten.

Energimyndigheten, 2021b. *Vindkraftens resursanvändning. Underlag till Nationell strategi för en hållbar vindkraftsutbyggnad. Ett livscykelperspektiv på vindkraftens resursanvändning och växthusgasutsläpp,* u.o.: u.n.

Energimyndigheten, 2021. *Inriktning för ökad samexistens mellan försvarets intressen och utbyggd vindkraft,* u.o.: u.n.

Energy Cluster Denmark, 2021. *Status overview Decom offshore wind farms, recycling, reusing and selling of components/material,* u.o.: u.n.

Eriksson, B. & Johansson, G., 2005. *Effects of Sedimentation on Macroalgae: Species-Specific Responses Are Related to Reproductive Traits,* u.o.: Oecologia Vol. 143, No. 3 (Apr., 2005), pp. 438-448 .

EU, 2020. *Raw materials demand for wind and solar PV technologies in the transition towards a decarbonised energy system..* [Online].

European Commission, 2023. *Climate action progress report 2023 Country profile Finland,* u.o.: u.n.

European Environment Agency, 2022a. *Natura 2000 network viewer.* [Online] Available at: https://natura2000.eea.europa.eu/

European Environment Agency, 2022b. *Natura 2000 - Standard data form.* [Online] Available at: https://natura2000.eea.europa.eu/Natura2000/SDF.aspx?site=FI1400021

European Environment Agency, 2022c. *Natura 2000 - Standard data form.* [Online] Available at: https://natura2000.eea.europa.eu/Natura2000/SDF.aspx?site=FI1400029

European Environment Agency, 2022d. *Natura 2000 - Standard data form.* [Online] Available at: https://natura2000.eea.europa.eu/Natura2000/SDF.aspx?site=FI1400039

European Environment Agency, 2022e. *Natura 2000 - Standard data form.* [Online] Available at: https://natura2000.eea.europa.eu/Natura2000/SDF.aspx?site=FI1400062

European Environment Agency, 2022f. *Natura 2000 - Standard data form.* [Online] Available at: https://natura2000.eea.europa.eu/Natura2000/SDF.aspx?site=FI1400048

European Environment Agency, 2022g. *Natura 2000 - Standard data form.* [Online] Available at: https://natura2000.eea.europa.eu/Natura2000/SDF.aspx?site=FI1400011

European Environment Agency, 2022h. *Natura 2000 - Standard data form.* [Online] Available at: https://natura2000.eea.europa.eu/Natura2000/SDF.aspx?site=FI1400035

European Environment Agency, 2022i. *Natura 2000 - Standard data form.* [Online] Available at: https://natura2000.eea.europa.eu/Natura2000/SDF.aspx?site=FI1400064

European Environment Agency, 2022j. *Natura 2000 - Standard data form.* [Online] Available at: https://natura2000.eea.europa.eu/Natura2000/SDF.aspx?site=FI1400047

European Environment Agency, 2022k. *Natura 2000 - Standard data form.* [Online] Available at: https://natura2000.eea.europa.eu/Natura2000/SDF.aspx?site=FI1400030

European Environment Agency, 2022l. *Natura 2000 - Standard data form.* [Online] Available at: https://natura2000.eea.europa.eu/Natura2000/SDF.aspx?site=FI0200072

European Environment Agency, 2022m. *Natura 2000 - Standard data form.* [Online] Available at: https://natura2000.eea.europa.eu/Natura2000/SDF.aspx?site=FI1400067

European Environment Agency, 2022n. *Natura 2000 - Standard data form.* [Online] Available at: https://natura2000.eea.europa.eu/Natura2000/SDF.aspx?site=FI1400031

Europeiska komissionen, 2023. *Förslag till rådets förordning om fastställande av fiskemöjligheter för vissa fiskbestånd och grupper av fiskbestånd i Östersjön för 2024 och om ändringar av förordning (EU) 2023/194 vad gäller vissa fiskemöjligheter i andra vatten,* u.o.: u.n.

Europeiska Kommissionen,, 2017. *Study on the review of the list of critical raw materials - publications Office of the EU,* u.o.: u.n.

Europeiska kommissionen, 2020. *Communication from the commisson to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committe of the regions. A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe,* Brussels: European Commission.

Europeiska kommissionen, 2020. *Communication from the commisson to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committe of the regions. A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe,* Brussels: European Commission.

Europeiska rådet, 2023. *Council agreement on 2024 catch limits in the Baltic Sea.* [Online]
Available at: https://www.consilium.europa.eu/en/policies/eu-fish-stocks/

Europeiska unionens publikationsbyrå, 2021. *Ekosystemtjänster.* [Online] Available at: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/ALL/?uri=LEGISSUM:ecosystem_services
[Använd 18 04 2024].

Eurostat, 2024. *Simplified energy balances.* [Online] Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_bal_s__custom_13225369/default/table?lang=en

Fernandez-Betelu, O., Graham, I. M. & Thompson, P. M., 2022. *Reef effect of offshore structures on the occurrence and foraging activity of harbour porpoises,* u.o.: Front. Mar. Sci. 9:980388. doi: 10.3389/fmars.2022.980388.

Fingrid, 2015. *Peltopylväs – säästävämpiä siirtoja,* u.o.: u.n.

Finlands miljöcentral , 2019. *Rödlistan.* [Online] Available at: https://punainenkirja.laji.fi/sv/results/MX.53142?checklist=MR.424 [Använd 17 01 2024].

Fintraffic, 2024. [Online]
Available at: https://www.ais.fi/eaip/001-2024_2024_01_25/index.html

FOI, 2021. *Möjligheter till samexistens mellan Försvarsmaktens verksamhet och utbyggd vindkraft,* u.o.: u.n.

FOI, 2022. *Möjligheter till samexistens mellan Försvarsmaktens verksamhet och utbyggd vindkraft,* u.o.: FOI.

Folkhälsomyndigheten, 2019. *Om ljud och buller ,* u.o.: u.n.

Fonselius, S., 1995. *Västerhavets och Östersjöns Oceanografi.* 1 red. Göteborg: Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI).

Forskning & framsteg, 2021. *Grön ammoniak ska ge gödsel utan fossila utsläpp.* [Online]
Available at: https://fof.se/artikel/2021/7/gron-ammoniak-ska-ge-godsel-utan-fossila-utslapp/

Fox, A. D. & Petersen, I., 2019. Offshore wind farms and their effects on birds. *Dansk Orn. Foren. Tidsskr, 113,* pp. 86-101.

Fox, A. & Petersen, I., 2019. *Offshore wind farms and their effects on birds,* u.o.: Dansk Orn. Foren. Tidsskr, 113, pp. 86-101.

Furness, R., Wade, H. & Masden, E., 2013. Assessing vulnerability of marine bird populations to offshore wind farms, Journal of Environmental Management. *Journal of Environmental Management,* Volym 119, pp. 56-66.

Försvarsmakten, 2019. *Riksintressen för Totalförsvarets militära del Kalmar län 2022.* [Online]
Available at: https://www.forsvarsmakten.se/siteassets/4-om-myndigheten/samhallsplanering/riksintressen/bilaga-11-kalmar-lan.pdf

Försvarsmakten, 2022. *Riksintressen för totalförsvarets militära del - Kalmar län 2022,* u.o.: u.n.

Gill, A., Gloyne-Phillips, I., Neal, K. & Kimber, J., 2005. *The potential effects of electromagnetic fields generated by sub-sea power cables associated with offshore wind farm developments on electrically and magnetically sensitive marine organisms - a review,* u.o.: COWRIE-EM FIELD 2-06-2004.

Godfrey, J. D., Stewart, D. C., Middlemas, S. J. & Armstrong, J. D., 2015. *Depth use and migratory behaviour of homing Atlantic salmon (Salmo salar) in Scottish coastal waters,* u.o.: Journal of Marine Science.

Götz, T. & Janik, V., 2010. *Aversiveness of sounds in phocid seals: psycho-physiological factors, learning processes and motivation,* u.o.: Exp. Biol. 213, 1536-1548.

Hall, M., Stage, J., Tibblin, P. & Waldo, S., 2022. *Spökfiskets påverkan på fiskeresursen,* u.o.: Havsmiljöinstitutet.

Hammar, J. & Mattsson, M., 2017. *Möjliga klimatrefugier i Östersjön baserat på två olika scenarier: Kunskapsunderlag för havsplanering.,* u.o.: Havs- och vattenmyndigheten.

Hammar, L., Magnusson, M., Rosenberg, R. & Granmo, Å., 2009. *Miljöeffekter vid muddring och dumpning - En litteratursammanställning,* u.o.: Naturvårdsverket. Rapport 5999.

Hammar, L., Magnusson, M., Rosenberg, R. & Granmo, Å., 2009. *Miljöeffekter vid muddring och dumpning - En litteratursammanställning ,* u.o.: Naturvårdsverket. Rapport 5999.

Hanson, M., Karlsson, L. & Westerberg, H., 1984. Magnetic material in European eel (Anguilla anguilla) Comp Biochem. *Phys A Physiology,* Issue 77, pp. 221-224.

Hanson, M. & Westerberg, H., 1987. Occurence of magnetic material in teleosts.. *Comp. Biochem. Phys. A Physiology,* Issue 86, pp. 169-172.

HaV, 2015. *Ekosystemtjänster från svenska hav - Status och påverkansfaktorer,* u.o.: Havs- och Vattenmyndigheten.

Havs- och vattenmyndigheten , 2019. *Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljökvalitetsnormer med avseende på ytvatten,* Göteborg : HVFMS 2019:25 HaV.

Havs- och vattenmyndigheten, 2019a. *Hur många sälar finns i våra vatten?.* [Online]
Available at: https://www.havochvatten.se/arter-och-livsmiljoer/fakta-om-arter-och-

livsmiljoer/marina-daggdjur/fragor-och-svar-om-sal/faq-sal/2019-04-18-hur-manga-salar-finns-det-i-vara-vatten.html

Havs- och vattenmyndigheten, 2022. *Havsplaner för Bottniska viken, Östersjön och Västerhavet.,* u.o.: Göteborg: Havs- och vattenmyndigheten.

Havs- och vattenmyndigheten, 2022. *Kommersiella fångstdata 1999-2022 [Dataset],* u.o.: u.n.

Havs- och Vattenmyndigheten, u.d.. *Bottniska viken.* [Online] Available at: https://www.havochvatten.se/vagledning-foreskrifter-och-lagar/vagledningar/havsplaner/bottniska-viken.html

Havsmiljöinstitutet, 2022. *Livet i havet.* [Online] Available at: https://www.havet.nu/livet/art/rotsimpa [Använd 23 01 2024].

Havsmiljöinstitutet, 2022. *Livet i havet.* [Online] Available at: https://www.havet.nu/livet/art/hornsimpa [Använd 23 01 2024].

Havsmiljöinstitutet, 2023. *Livet i havet.* [Online] Available at: https://www.havet.nu/livet/art/nors [Använd 23 01 2024].

Heimbrand, Y., Larsson, S., Landfors, F. & Bergström, U., 2022. *Status hos torsken i Ålands hav 2021,* u.o.: SLU Aqua.

HELCOM, 2007. *Climate Change in The Baltic Sea - HELCOM Thematic Assessment in 2007. ,* u.o.: Baltic Sea Environment Proceedings No. 111. ISSN 0357-2994.

HELCOM, 2011. *Salmon and Sea trout Populations in Rivers in the Baltic Sea - HELCOM assessment of Salmon (Salmo Salar) and sea trout (Salmo trutta) populations and habitats in rivers flowing to the Baltic sea,* u.o.: Helsinki Comission .

HELCOM, 2013a. *Red list, Halichoerus grypus.* u.o.:u.n.

HELCOM, 2013. *HELCOM Red List of Baltic Sea species in danger of becoming extinct,* u.o.: Helsinki Commission - Baltic Marine Environment Protection Commission.

HELCOM, 2013. *HELCOM Red list of Baltic Sea species in danger of becoming extinct.,* u.o.: Baltic Sea Environment.

HELCOM, 2013. *HELCOM Red List Species Information Sheets (SIS) Fish,* u.o.: u.n.

HELCOM, 2013. *Red List of Baltic Sea underwater biotopes, habitats and biotope complexes,* u.o.: Baltic Sea Environmental Proceedings No. 138.

HELCOM, 2013. *Species Information Sheet - Phoca hispida botnica.* [Online] Available at: https://helcom.fi/wp-content/uploads/2019/08/HELCOM-Red-List-Phoca-hispida-botnica.pdf
[Använd 3 Januari 2023].

HELCOM, 2013. *Species information sheet Zoarces viviparus.* [Online] Available at: https://helcom.fi/wp-content/uploads/2019/08/HELCOM-Red-List-

Zoarces-viviparus.pdf
[Använd 01 03 2024].

HELCOM, 2019. *Noise sensitivity of animals in the Baltic Sea,* u.o.: Baltic Sea Environment Proceedings No. 167.

HELCOM, 2021. *Essential fish habitats in the Baltic Sea ,* u.o.: HELCOM.

HELCOM, 2021. *HELCOM Map snd data service.* [Online] Available at: https://maps.helcom.fi/website/mapservice/ [Använd 08 09 2023].

HELCOM, 2023c. *HELCOM biodiversity database.* u.o.:u.n.

HELCOM, 2023. *HELCOM Biodiversity Database.* [Online] Available at: https://maps.helcom.fi/website/biodiversity/# [Använd 21 December 2023].

HELCOM, 2024. *HELCOM Map and data service.* [Online] Available at: https://maps.helcom.fi/website/mapservice/index.html [Använd 22 02 2024].

Hengstler, J. o.a., 2021. *Aktualisierung und Bewertung der Ökobilanzen von Windenergie- und Photovoltaikanlagen unter Berücksichtigung aktueller Technologieentwicklungen ,* u.o.: u.n.

Hentati-Sundberg, J., 2017. *Svenskt fiske i historiens ljus - en historisk fiskeatlas. Aqua Reports 2017:4,* Lysekil : Sveriges lantbruksundiversitet, Institutionen för akvatiska resurser.

Hjerne, O. o.a., 2019. Climate Driven Changes in Timing, Composition and Magnitude of the Baltic Sea Phytoplankton Spring Bloom. *Frontiers in Marine Science,* pp. 1-15.

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

Hüppop, O. & Hill, R., 2016. *Migration phenology and behaviour of bats at a research platform in th south-eastern North sea. Lutra 59:5-22,* u.o.: u.n.

Hyvärinen, E. o.a., 2019. *Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019 [2019 års rödlista över finska arter, på finska med engelska sammanfattningar],* u.o.: Miljöministeriet & Finlands miljöcentral.

IALA AISM, 2013. *IALA Recommendation O-139 on The Marking of Man-Made Offshore Structures Edition 2,* Saint Germain en Laye: IALA AISM.

ICES, 2020b. *Sprat (Sprattus sprattus) in subdivisions 22–32 (Baltic Sea),* u.o.: ICES Advice 2020 spr.27.22-32.

ICES, 2022. *Baltic Sea ecoregion - fisheries overview. ICES advice,* u.o.: u.n.

ICES, 2023. *Atlantic salmon (Salmo salar) in subdivisions 22-31 (Baltic Sea, excluding the Gulf of Finland),* u.o.: u.n.

ICES, 2023. *Official Nominal Catches 2006-2021 [Dataset],* u.o.: u.n.

IEA, 2023. *Towards hydrogen definitions based on their emissions intensity.* [Online] Available at: Towards hydrogen definitions based on their emissions intensity https://iea.blob.core.windows.net/assets/acc7a642-e42b-4972-8893-2f03bf0bfa03/Towardshydrogendefinitionsbasedontheiremissionsintensity.pdf

Ijäs A, K. A., Vasko, V. & Lilley, T., 2017. *Evidence of migratory bat, Pipistrellus nathusii, Aggregating to the Coastlines in the Northern Baltic Sea. Acta Chiropterologia 19:127-139,* u.o.: u.n.

IMR, 2020. *Grey seal.* u.o.:Institute of Marine Research. Official web site.

International Energy Agency, 2024. *Finland - Countries & regions.* [Online] Available at: https://www.iea.org/countries/finland

IPCC, 2014. *AR5 Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change,* u.o.: u.n.

IUCN, 2022. *High Coast / Kvarken Archipelago - 2020 Conservation Outlook Assessment,* u.o.: u.n.

Jahelkova, H. & Horacek, I., 2011. *Mating system of a Migratory Bat, Nathusius Pipistrelle (Pipistrellus nathusii): Different male strategies. Acta Chiropterologia 19:127-139,* u.o.: u.n.

Jones, H. P., 1980. *The effect on birds of a North Sea gas flare,* u.o.: British Birds, Issue 73, pp. 547-555.

Jüssi, M., Härkönen, T., Helle, E. & Jüssi, I., 2008. *Decreasing ice coverage will reduce the breeding success of baltic grey seal (Halichoerus grypus) females.* u.o.:Ambio.

Karlsson , M., Kraufvelin, P. & Östman., Ö., 2020. *Kunskapssammanställning om effekter på fisk och skaldjur av muddring och dumpning i akvatiska miljöer. En syntes av grumlingens dos och varaktighet. 2020:1,* u.o.: Aqua reports.

Karlsson, M. o.a., 2022. *Utpekade naturtyper i Natura 2000-området Hoburgs bank och Midsjöbankarna - Vindpark Aurora. AquaBiota Report 2021:16.,* u.o.: AquaBiota Report 2022:03.

Kastelein, R. o.a., 2002. *Audiogram of a harbor porpoise (Phocoena phocoena),* u.o.: In A. J. Read (Ed.), The biology of the harbour porpoise (pp.217-233). De spil Publishers..

Kastelein, R., Van Heerden, D., Gransier, R. & Hoek, L., 2013a. *Behavioral responses of a harbor porpoise (Phocoena phocoena) to playbacks of broadband pile driving sounds. Marine Environmental Research 92:206–214..* u.o.:u.n.

Kirchgeorg, T. o.a., 2018. Emissions from corrosion protection systems of offshore wind farms: Evaluation of the potential impact on the marine environment. *Marine Pollution Bulletin,* Volym 136, pp. 257-268.

Korpinen, S. o.a., 2018. *Havsmiljöns tillstånd i FInland,* u.o.: Finlands Miljöcentral SYKE.

Kovšars, M. o.a., 2022. *Fisheries landings & effort: data by c-square. European Comission [Dataset].* [Online] Available at: http://data.europa.eu/89h/00ae6659-ddde-4314-a9da-717bb2e82582.

Krijgsveld, K. o.a., 2011. *Effect studies offshore wind farm Egmond aan Zee:final report on fluxes, flight altitudes and behaviour of flying birds,* u.o.: Bureau Waardenburg, Culemborg: Bureau Waardenburg report nr 10-219.

Kuismanen, A., Husa, S. M. & Wennström, M., 2020. *Karakteristik för kustoch havsområden på Åland - Havsplanering 2020,* u.o.: Ålands landskapsregering.

Kuismanen, L., Husa, S. M. & Wennström, M., 2019. *Karakteristik för kust- och havsområden på Åland,* u.o.: Ålands landskapsregering.

Kuismanen, L., Husa, S. M. & Wennström, M., 2019. *Karakteristik för kust- och havsområden på Åland,* u.o.: Ålands landskapsregering.

Kullander, S. O., Nyman, L., Jilg, K. & Delling, B., 2012. *Nationalnyckeln till Sveriges flora och fauna. Ryggsträngsdjur: Stålfeniga fiskar,* u.o.: Uppsala: Artdatabanken.

Kulturmiljö och vindkraft. Kulturmiljöövervakning/fallstudie. Riksantikvarieämbetet (2000) RAÄ.

Lagenfeldt, I., Andersson, I. & Westerberg, H., 2012. *Blankålsvandring, vindkraft och växelströmsfält ,* u.o.: Naturvårdsverket.

Lagerveld, S. o.a., 2023. *Spatiotemporal occurence of bats at the southern North Sra 2017-2020. Wageningen Marine Research report C031/22A,* u.o.: u.n.

Lagerveld, S., Poerink, B. J. & Geelhoed, S. V., 2021. *Offshore occurence of a Migratory bat, Pipistrellus nathusii, Depends on Seasonality and Weather conditions. – Animals 11(12),* u.o.: u.n.

Lantmäteriverket, 2012. *Teknisk definiering av gränserna enligt Ålandskonventionen,* u.o.: u.n.

Lappalainen, J., Kurvinen, L. & Kuismanen, L., 2020. *Suomen ekologisesti merkittävät vedenalaiset merliuontoalueet (EMMA) - Finlands ekologiskt betydelsefulla marina undervattensmiljöer (EMMA),* u.o.: Soumen Ympäristökeskuksen Rapportteja 8.

Lara, A., Peters, D., Fichter, T. & Guidehouse, 2021. *The role of gas and gas infrastructure in Swedish decarbonisation pathways 2020-2045. Energiforsk report 2021:788,* u.o.: Energiforsk.

Lehikoinen, A. o.a., 2023. *Suomen lintujen pesimäkantojen koot Linnut 2018 - vuosikirja,* u.o.: Birdlife Suomi. Viitattu 12.11.2023.

Lindström, Å. o.a., 2021. *Lindström, Å. et al., Extreme altitude changes between night and day during marathon flights of great snipes,* u.o.: Current Biology 31:3433-3439, s.l.: s.n..

Lisbjerg, D., Petersen, J. & Dahl, K., 2002. *Biologiske effekter af råstofindvinding på epifauna,* u.o.: Danmarks Miljøundersøgelser. 56 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 391.

Luftfartsverket, 2024. *Hinderytor.* [Online] Available at: https://lfv.se/tjanster/flygplatstjanster/flyghinderanalys/hinderytor

LUKE, 2023. *LUKE Naturresursinstitutet statistikdatabas.* [Online] Available at: https://statdb.luke.fi/ [Använd 25 10 2023].

Länsstyrelsen Gävleborg, 2018. *Bevarandeplan för SE0630260 Finngrundet-Östra banken,* u.o.: u.n.

Länsstyrelsen Uppsala län, 2012. *Gräsö östra skärgård beslut ,* u.o.: u.n.

Länsstyrelsen Uppsala Län, 2016. *Bevarandeplan Västerbådan, Lågagrundet ,* u.o.: u.n.

Maijala, P. o.a., 2020. *Infrasoound Does Not Explain Symptoms Related to Wind Turbines,* u.o.: Prime Minister's Office.

Masden, E. A., Haydon, D. T., Fox, A. D. & Furness, R. W., 2009. Barriers to Movement: Impacts of wind farms on migrating birds... *ICES Journal of Marine Science,* Volym 66, pp. 746-753.

McFarland, V. & Peddicord, R., 1980. Lethality of a suspended clay to a diverse selection of marine and estuarine macrofauna. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology,* Volym 9(6), pp. 733-741.

Meier, H. E. M. o.a., 2012. *Uncertainty assessment of projected ecological quality indicators in future climate,* u.o.: SMHI Oceanography no. 112.

Meriskenaariot, u.d.. *Havsplan 20230.* [Online] Available at: https://meriskenaariot.info/merialuesuunnitelma/sv/suunnitelma-johdanto-sve/ [Använd 21 11 2024].

Meteorologiska institutet, 2022. *Isstatistik.* [Online] Available at: https://sv.ilmatieteenlaitos.fi/isstatistik

Miettinen, M. o.a., 2005. *The ringed seal in the Archipelago Sea, SW Finland; population size and surveys techniques,* Helsinki, Finland: International conference on Baltic seals, 15-18 February.

Mikkelsen, L., Hermannsen, L. & Tougaard, J., 2015. *Effect of seal scarers on seals,* u.o.: Literature review for the Danish Energy Agency, Aarhus University, Department of Bioscience.

Murphy, S. o.a., 2015. *Reproductive Failure in UK Harbour Porpoises Phocoena phocoena: Legacy of Pollutant Exposure?,* u.o.: PloS One 10.

Møhl, B. & Andersen, S., 1973. *Echolocation: high-frequency component in the click of the harbour porpoise (Phocoena ph.L.),* u.o.: The Journal of the Acoustical Society of America, 54, 1368-1372.

Naisbett-Jones, L. o.a., 2017. A magnetic map leads juvenile European eels to the Gulf Stream. *Current Biology,* Issue 27, pp. 1236-1240.

NatureScot, 2018. *Wind farm impacts on birds - Use of Avoidance Rates in the Nature Scot Wind Farm Collision Risk Model,* u.o.: Nature Scot.

Naturskydddsföreningen, 2023. *Vanliga myter om vindkraft.* [Online] Available at: https://www.naturskyddsforeningen.se/artiklar/vanliga-myter-om-vindkraft/
[Använd 26 04 2024].

Naturvårdsverket, 2011. *Sårbarhetsanalys för oljeutsläpp i svenska havsområden,* Bromma: Naturvårdsverket.

Naturvårdsverket, 2017. *Mikroplaster Rapport 6772,* u.o.: u.n.

Naturvårdsverket, 2018. *Biodiversity and ecosystem services in Nordic coastal ecosystems - an IPBES-like assessment. Summary for policy makers,* u.o.: u.n.

Naturvårdsverket, 2019. *Mikroplaster i miljön år 2019,* u.o.: Naturvårdsverket.

Naturvårdsverket, 2020. *Vägledning om buller från vindkraftverk,* u.o.: Naturvårdsverket.

Naturvårdsverket, 2020. *Vägledning om buller från vindkraftverk,* u.o.: u.n.

Naturvårdsverket, 2021. *Delprogramsbeskrvning - Sälhälsa.* [Online] Available at: https://www.naturvardsverket.se/4ac5c0/globalassets/vagledning/miljoovervakning/delprogramsbeskrivning-2021-nrm.pdf
[Använd 3 Januari 2023].

Naturvårdsverket, 2023. *Växthusgasutsläpp från inrikestransporter.* [Online] Available at: https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/vaxthusgaser-utslapp-fran-inrikes-transporter/

Naturvårdsverket, 2024. *Frågor och svar om vindkraft.* [Online] Available at: https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/vindkraft/fragor-och-svar-om-vindkraft/
[Använd 11 01 2024].

Naturvårdsverket, 2024. *Skyddad natur.* [Online] Available at: https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/
[Använd 05 11 2024].

Naturvårdsverket, u.d. *Frågor och svar om vindkraft.* [Online] Available at: https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/vindkraft/fragor-och-svar-om-vindkraft/
[Använd 11 01 2024].

Neimane, A. o.a., 2021. *Hälso- och sjukdomsövervakning av marina däggdjr - Del 2. Hälsa, sjukdommar och dödsorsaker hos tumlare (Phocoena phocoena) i Sverige de senaste 10 åren,* u.o.: Naturhistoriska riksmuseet, Statens veterinärmedicinska anstalt och Havs- och Vattenmyndigheten.

Nilsson, M. E., Bluhm, G., Eriksson, G. & Bolin, K., 2011. *Kunskapssammanställning om infra- och lågfrekvent ljud från vindkraftsanläggningar: Exponering och hälsoeffekter,* u.o.: Naturvårdsverket.

Nilsson, M. E., Bluhm, G., Eriksson, G. & Bolin, K., 2011. *Kunskapssammanställning om infra- och lågfrekvent ljud från vindkraftsanläggningar: Exponering och hälsoeffekter,* u.o.: Naturvårdsverket.

NIRAS, 2023. *Noatun North Offshore Wind Farm - Underwater Noise Prognosis,* u.o.: NIRAS.

NIRAS, 2023. *Noatun North Offshore Windfarm. Underwater noise impact assessment - fish and marine mammals.* u.o.:u.n.

NIRAS, 2023. *Norra Noatun Åland Offshore Windfarm - Environmental Survey Technical Report,* u.o.: OX2.

NIRAS, 2023. *Offshore Wind Farm Aurora, Underwater Noise - Construction and operation,* u.o.: u.n.

NIRAS, 2023. *Vindpark Noatun Nord - Modellering och kartering av bottenmiljötyper,* u.o.: OX2 AB.

NIRAS, 2024. *Förslag på områden för deponering av muddermassor,* u.o.: u.n.

Nissing, A. & Westin, L., 1997. *Salinity requirements for successfull spawning Baltic and Belt Sea cod and the potential for codstock interactions in the Baltic Sea,* u.o.: Marine Ecology Progress Series: .

NOAA, 2018. *Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing (Version 2.0), NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59,* Silver Spring, MD 20910, USA: National Marine Fisheries Service.

NOAA, 2022. *Understandng ocean acoustics.* [Online] Available at: https://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/sound01/background/acoustics/acoustics.html

Nordström, M. o.a., 2011. *Nordström, M., Högmander, J., Halkka, A., Keränen, S., Kunnasranta, M., Nummelin, J., Miettinen, M.,,* u.o.: Maailman luonnon säätiön WWF Suomen rahaston raportteja 28.

Nordström, P., 2003. *Sveriges kust- och skärgårdslandskap: kulturhistoriska karaktärsdrag och känslighet för vindkraft,* u.o.: Riksantikvarieämbetet. Rapport 2003:4.

Oksanen, S. M., Ahola, M. P., Lehtonen, E. & Kunnasranta, M., 2014. *Using movement data of Baltic grey seals to examine foraging-site fidelity: implications for seal-fishery conflict mitigation.* u.o.:Marine Ecology Progress Series.

OX2, 2023. *Egna beräkningar för havsbaserad vindpark med tillhörande vätgasanläggning.,* u.o.: u.n.

OX2, u.d. *Björkskär.* [Online] Available at: https://www.ox2.com/sv/aland/projekt/bjorkskar/ [Använd 25 11 2024].

Peterson, C. o.a., 1996. *Ecological consequences of environmental perturbations associated with offshore hydrocarbon production: a perspective on long-term*

exposures in the Gulf of Mexico, u.o.: Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 53(11).

PIANC, 2018. *Interaction between offshore wind farms and maritime navigation,* u.o.: The World Association for Waterborne Transport Infrastructure.

Popper, A. o.a., 2014. *Sound exposure guidelines for fishes and sea turtles.* u.o.:ANSI-Accredited Standards Committee S3/SC1 and registered with ANSI.

Project PREMISE, 2024. *Project Premise.* [Online] Available at: https://premise.dtu.dk/ [Använd 24 09 2024].

Projekt Sunnanvind, u.d.. *Projektet Sunnanvind.* [Online] Available at: https://www.sunnanvind.ax/sv

Putman, N., Jenkins, E., Michielsens, C. & Noakes, D., 2014. Geomagnetic imprinting predicts spatio-temporal variation in homing migration of pink and sockeye salmon. *J.R Soc.,* Issue 11:20140542.

Putman, N. o.a., 2013. Evidence for geomagetic imprinting as homing mechanism in Pacific Salmon. *Current Biology,* Issue 23, pp. 312-316.

RAÄ, 2000. *Kukturmiljö och vindkraft.* Stockholm: Riksantikvarieämbetet.

RAÄ, 2015. *Plattform. Kulturhistorisk värdering och urval. Grundläggande förhållningssätt för arbete.* [Online] Available at: https://raa.diva-portal.org/smash/get/diva2:1234521/FULLTEXT01.pdf. [Använd 2024].

Rebke, M. o.a., 2019. *Attraction of nocturnally migrating birds to artificial light; the influence of colour, intensity and blinking mode under different cloud cover conditions,* u.o.: Biological Conversation, Issue 233, pp. 220-227.

Richardson, J. W., Greene jr, C. R., Malme, C. I. & Thomson, D. H., 1995. *Marine mammals and noise.* San Diego: Academic press.

Richardson, W., Greene, C., Malme, C. & Thompson, D., 1995. *Marine mammals and noise.* u.o.:Academic Press, New York..

Riksantikvarieämbetet, 2021. *Kulturarv i ett förändrat klimat. Handlingsplan för klimatanpassning 2019-2023,* u.o.: u.n.

Riksantikvarieämbetet, 2023. *Sammanställning av Riksantikvarieämbetet från Historic Environment Scotland - A Guide to Climate Change Impacts,* u.o.: u.n.

Roos, A., 2021. *Contaminant analysis of harbour porpoises,* u.o.: Naturhistoriska riksmuseet.

Russel, D. o.a., 2016. Avoidance of wind farms by harbour seals is limited to pile driving activities. *Journal of Applied Ecology,* pp. 1642-1652.

Russel, D. J. o.a., 2014. *Marine mammals trace anthropogenic structures at sea,* u.o.: Current Biology.

Russell, D. o.a., 2014. *Marine mammals trace anthropogenic structures at sea.* u.o.:Current Biology 24: R638-R639.

Rydell, J., Ottovall, R., Pettersson , S. & Green, M., 2017. *Vindkraftens påverkan på fåglar och fladdermöss: Uppdaterad syntesrapport 2017,* u.o.: Naturvårdsverket .

Räddningsverket, 1997. *Oljan är lös - Handbok i kommunalt oljeskydd,* Karlstad: MSB.

SAMBAH, 2016. *Static Acoustic Monitoring of the Baltic Sea Harbour Porpoise (SAMBAH)..* u.o.:Final report under the LIFE+ project LIFE08 NAT/S/000261., SE-618 92 Kolmården, Sweden. 81 pp: Kolmårdens Djurpark AB..

Scheidat, M. o.a., 2011. *Harbor porpoises (Phocoena phocoena) and wind farms: a case study in the Dutch North Sea,* u.o.: Environmental Research Letters.

Schneider, M. & Fritzén, N. R., 2020. *Flador och deras insektproduktion - betydelsen för lokala och migrerande fladermöss i Kvarken,* u.o.: Delrapport inom Interreg Botnia Atlantica projekt Kvarken Flada.

Schröder, A., Orejas, C. & Joschko, T., 2006. *Schröder A., Orejas C., Joschko T. Benthos in the vicinity of the piles: FINO 1 (North Sea).* Offshore Wind Energy red. u.o.:Research on Environmental Impacts (Köller J, Köppel P, eds). Springer Verlag Berlin sid. 185-19..

Senner, N. R. o.a., 2018. *High-altitude shorebird migration in the absence of topographic barriers: avoding high air temperatures and searching for profitable winds,* u.o.: Proc. R. Soc. B 285, s.l.: s.n..

Sills, J. M., Southall, B. L. & Reichmuth, C., 2015. *Amphibious hearing in ringed seals (Pusa hispida): underwater audiograms, aerial audiograms and critical ratio measurements,* u.o.: The Journal of Experimental Biology.

Sjöhistoriska Museet, 2023. *Minsveparen M20.* [Online] Available at: https://digitaltmuseum.se/0211813203637/minsveparen-m20 [Använd 25 01 2024].

Skjold Tjørnløv, R. o.a., 2023. *Resolving Key Uncertainties of Seabird Flight and Avoidance Behaviours at Offshore Wind. Final Report for the study period 2020-2021,* u.o.: Vattenfall.

Slotte, A., Kansen, K., Dalen, J. & Ona, E., 2004. *Acoustic mapping of pelagic fish distribution and abundance in relation to a seismic shooting area off the Norwegian west coast,* u.o.: Fish Res. 67, 143–150.

SLU Aqua, 2022. *Beställning sill/strömming i Egentliga Östersjön ,* u.o.: Sveriges Lantbruksuniversitet .

SLU Artdatabanken, 2020. *Artfakta - Tordmule.* [Online] Available at: https://artfakta.se/artinformation/taxa/alca-torda-102969/detaljer

SLU Artdatabanken, 2021. *Gråsäl.* [Online] Available at: https://artfakta.se/naturvard/taxon/halichoerus-grypus-100068

SLU Artdatabanken, 2023. *Artfakta.* [Online] Available at: https://artfakta.se/artinformation/taxa?redlistCategories=%5B0,1,2,3,4,5%5D

SLU, 2020. *Artdatabanken.* [Online] Available at: https://artfakta.se/artinformation/taxa/osmerus-eperlanus-262067/detaljer [Använd 17 01 2024].

SLU, 2024. *Artdatabanken.* [Online] Available at: https://artfakta.se/artinformation/taxa/myoxocephalus-quadricornis-100140/detaljer [Använd 23 01 2024].

SLU, 2024. *Artdatabanken.* [Online] Available at: https://artfakta.se/artinformation/taxa/zoarces-viviparus-206293/detaljer [Använd 23 01 2024].

SLU, 2024. *Artdatabanken.* [Online] Available at: https://artfakta.se/artinformation/taxa/myoxocephalus-scorpius-206109/detaljer [Använd 23 01 2024].

SLU, 2024. *Artdatabanken.* [Online] Available at: https://artfakta.se/artinformation/taxa/osmerus-eperlanus-262067/detaljer [Använd 23 01 2024].

SLU, 2024. *Artdatabanken.* [Online] Available at: https://artfakta.se/artinformation/taxa/gasterosteus-aculeatus-206151/detaljer [Använd 23 01 2024].

SLU, 2024. *Artfakta.* [Online] Available at: https://artfakta.se/artinformation/taxa/sprattus-sprattus-206091/detaljer [Använd 04 03 2024].

SmartWind, 2013. *Review of Avoidance Rates in Seabirds at Offshore Wind Farms and Applicability of Use in the Band Collision Risk Model,* u.o.: Smartwind.

SMHI, 2019. *Oxygen Survey in the Baltic Sea 2019 - Extent of Anoxia and Hypoxia, 1960-2019,* u.o.: REPORT OCEANOGRAPHY No. 67, 2019.

SMHI, 2019. *Oxygen Survey in the Baltic Sea 2019 - Extent of Anoxia and Hypoxia, 1960-2019,* u.o.: REPORT OCEANOGRAPHY No. 67, 2019.

SMHI, 2020. *Oxygen Survey in the Baltic Sea 2020 - Extent of Anoxia and Hypoxia. Report No. 70, 2020,* u.o.: SMHI.

SMHI, 2022. *Oxygen survey in the Baltic Sea 2021 - Extent of Anoxia and Hypoxia, 1960 - 2021.,* u.o.: Report Oceanography No. 72, 2021.

SMHI, 2023. *Oxygen Survey in the Baltic Sea 2022,* u.o.: SMHI.

Smith, R. & Read, A., 1992. *Consumption of euphausiids by harbour porpoises (Phocoena phocoena) calves in the Bay of Fundy..* u.o.:Can. J. Zoo. 70(8):1629-1632. DOI: 10.1139/z92-225..

Southall, B. L. o.a., 2007. Marine Mammals Noise Exposure Criteria: initial scientific recommendations. *Aquatic Mammals 33.*

Southall, B. L. o.a., 2019. Marine Mammal Noise Exposure Criteria:. *Aquatic Mammals,* pp. 125-232.

Sportfiskarna, 2024. *Sportfiskarna.* [Online] Available at: https://www.sportfiskarna.se/Fiske/Fisketips/Fiskarter/Lax [Använd 29 02 2024].

State Treasury Republic of Finland, u.d.. *Energy consumption: statistics.* [Online] Available at: https://www.treasuryfinland.fi/annualreview2022/energy-consumption-statistics/
[Använd 10 10 2924].

Stenberg,, C. o.a., 2015. Long-term effects of an offshore wind farm in the North Sea on fish communities. *Marine Ecology Progress Series 528,* pp. 257-265.

Stockholms Univeresitet , 2023. *Hur mår de stora djuren i Östersjön Rapport 1/2023,* u.o.: Östersjöcentrum Stockholms Univeresitet .

STUK, 2024. *Expertutlåtande om risken för radioaktiva ämnen i sediment i området norr om Åland,* u.o.: u.n.

Sveegaard, S. o.a., 2022. *HOLAS-III Harbour porpoise importance map,* u.o.: Aarhus University, DCE - Danish Centre for Environment and Energy.

Svensk Vindenergi, 2021. *Felaktiga uppgifter om vindkraft underblåser oro.* [Online] Available at: https://svenskvindenergi.org/debattinlagg/felaktiga-uppgifter-om-vindkraft-underblaser-oro
[Använd 10 01 2024].

Svensk Vindenergi, u.d. *Mikroplaster och vindkraft.* [Online] Available at: https://svenskvindenergi.org/fakta/mikroplaster-fran-vindkraftverk [Använd 26 04 2024].

Sveriges Vattenmiljö, 2023. *Vattentrender - Karta och grafer.* [Online] Available at: https://www.sverigesvattenmiljo.se/karta#5/63.527/16.990/0/all/all/all/none/none

SYKE, 2019. *Rödlista.* [Online] Available at: https://punainenkirja.laji.fi/sv/results/MX.53315?checklist=MR.424 [Använd 13 03 2024].

SYKE, 2019. *Rödlista.* [Online] Available at: https://punainenkirja.laji.fi/sv/results/MX.53210?checklist=MR.424 [Använd 13 03 2024].

SYKE, 2019. *Rödlistaa.* [Online] Available at: https://punainenkirja.laji.fi/sv/results/MX.53105?checklist=MR.424 [Använd 04 03 2024].

SYKE, 2019. *Rödlistan.* [Online] Available at: https://punainenkirja.laji.fi/sv/results/MX.53198?checklist=MR.424 [Använd 13 03 2024].

SYKE, 2019. *Rödlistan.* [Online] Available at: https://punainenkirja.laji.fi/sv/results/MX.53142?checklist=MR.424 [Använd 14 03 2023].

SYKE, 2020. *Fiskbestånden på Åland.* [Online] Available at: https://www.ostersjon.fi/sv-FI/Naturen_och_dess_forandring/Arter/Fiskar/Fiskbestanden_pa_Aland [Använd 14 11 2024].

Teilmann, J. & Dietz, R., 1995. *Status of the Harbour Porpoise (Phocoena phocoena) in Greenland,* u.o.: Greenland Environmental Research Institute, Techinacal Report: 27 pp.

Teilmann, J., Tougaard, J. & Carstensen, J., 2012. *Effects on harbour porpoises from Rødsand 2 offshore wind farm,* u.o.: Scientific Report from DCE – Danish Centre for Environment an Energy no. 42 2012.

Tetramer, 2023. *Recycling fuel cell and electrolyzer materials - Tetramer program funded by the department of energy.* [Online] Available at: https://tetramer.com/news/sustainable-recovery-of-fuel-cell-and-electrolyzer-materials-tetramer-program-funded-by-the-department-of-energy/

Todd, V. L. G., Warley, J. C. & Todd, I. B., 2016. *Meals on Wheels? A Decade of megafaunal visual and acoustic observations from offshore oil and gas rigs and plkatforms in the North and Irish seas,* u.o.: PLoS ONE 11(4)..

Tougaard, J. o.a., 2003. *Satellite tracking of harbour seals on Horns Rees. Use of the Horns Reef wind farm area and the North Sea,* u.o.: Technical report to Techwise A/S, Biological papers from the fisheries and maritime museeum.

Tougaard, J., Hermannsen, L. & Madsen, P. T., 2020. *How loud is the underwater noise from operating offshore wind turbines? ,* u.o.: J Acoust Soc Am 148:2885..

Tougaard, J. H. L. M. P., 2020. How loud is the underwater noise from operating offshore wind turbines?. *The Journal of the Acoustical Society of America,* Issue 148:2885.

Tougaard, J. & Mikaelsen, M., 2018. *Effects of larger turbines for the offshore wind farm at Kriegers's Flak, Sweden Assessment of impact on marine mammals. Scientific Report No.286,* u.o.: Aarhus University, NIRAS..

Tougaard, J., Wright, A. J. & Madsen, P. T., 2015. Cetacean noise criteria revisited in the light of proposed exposure limits for harbour porpoises. *Marine Pollution Bulletin, 90,* pp. 196-208.

Traficom, 2019a. *ASM-handbok Principerna för flexibel användning av luftrummet,* u.o.: u.n.

Traficom, 2019. *ASM-handbok Principerna för flexibel användning av luftrummet,* u.o.: Traficom , Flygstaben.

Trafikverket, 2014. *Vindkraft och civil luftfart,* u.o.: u.n.

Transportstyrelsen, 2020. *Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om markering av föremål som kan utgöra en fara för luftfarten och om flyghinderanmälan, TSFS 2020:88.* Norrköping: Kristina Nilsson, Transportstyrelsen.

Tricas, T. & Gill, A., 2011. *Effects of EMFs form Undersea Power Cables on Elasmobranchs and Other Marine Species,* Pacific OCS Region: U.S. Department of the Interior: Bureau of Ocean Energy Management, Regulation and Enforcement.

Tyler-Walters, H., 2008. Echinus esculentus Edible Sea urchin. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews, [on-line]. *Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom.*

Uekert, T., Wikoff, H. M. & Badgett, A., 2023. Electrolyzer and fuel cell recycling for a circular hydrogen economy. *Advanced sustainable systems,* 8(4).

US Army Engineer Waterways Experiment Station, 1978. *Field Study of the Mechanics of the Placement of Dredged Material at Open-Water Disposal Sites,* Vicksburg, Ms.: u.n.

Vallejo, G. C. o.a., 2017. *Responses of two marine top predators to an offshore wind farm ,* u.o.: Ecology and Evolution .

Vanagt, T. & Faasse, M., 2014. *Development of hard substratum fauna in the Princess Amalia Wind Farm. Monitoring six years after construction,* u.o.: eCOAST report 2013009.

Vasa Elektriska, 2024. *Återvinning av rotorblad från vindkraftverk går framåt.* [Online] Available at: https://www.vaasansahko.fi/sv/hallbarhet/atervinning-av-rotorblad-fran-vindkraftverk-gar-framat/

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

Villadsgaard, A., Wahlberg, M. & Tougaard, J., 2007. *Echolocation signals of wild harbour porpoises Phocoena phocoena,* u.o.: Journal of experimental biology.

Villas-Bôas, A. B. o.a., 2014. *Experimental Effects of Sediment Burial and Light Attenuation on Two Coralline Algae of a Deep Water Rhodolith Bed in in Rio de Janeiro, Brazil,* u.o.: Cryptogamie, Algologie, 35(1), 67-76.

Vindval, 2022. *Effekter av havsbaserad vindkraft på marint liv - en syntesrapport om kunskapsläget 2021. Rapport 7049.,* u.o.: Naturvårdsverket.

VISS, 2024. *Östersjön.* [Online] Available at: https://viss.lansstyrelsen.se/MarineRegions.aspx?marineRegionEUID=BAL-SE-RG-Ostersjon
[Använd 4 Januari 2024].

Walker, M., 1984. A candidate magnetic sense organ in the yellowfin tuna, Thunnus albacares. *Science,* Issue 224:751.

Welcker, J. o.a., 2017. *Nocturnal migrants do not incur higher collision risk at wind turbines than diurnally active species,* u.o.: Ibis, Issue 159, pp. 366-373.

Welcker, J. & Vilela, R., 2019. *Weather-dependence of nocturnal bird migration and cumulative collision risk at offshore wind farms in the german North and Baltic Seas,* u.o.: Bio-Consult SH, Husum. 70 pp..

Westerberg, H. & Lagenfeldt, I., 2008. *Sub-Sea power cables and the migration behaviour of the European eel. ,* u.o.: Fisheries Management and Ecology.

Wilber, D. & Clarke, D., 2001. *Biological Effects of Suspended Sediments: A Review of Suspended Sediment Impacts on Fish and Shellfish with Relation to Dredging Activities in Estuaries,* u.o.: North American Journal of Fisheries Management, 21:855-875.

Wisniewska, D. o.a., 2016. *Ultra-High Foraging Rates of Harbor Porpoises Make Them Vulnerable to Anthropogenic Disturbance.* u.o.:Curr Biol 26, 1441-1446..

Wisniewska, D. M. o.a., 2016. *Ultra-High Foraging Rates of Harbor Porpoises Make Them Vulnerable to Anthropogenic Disturbance,* u.o.: Current Biology 26:1441–1446.

Wysocki, L., Davidson, J. I. & Smith, M., 2007. *Effects of aquaculture production noise on hearing, growth, and disease resistance of rainbow trout Oncorhynchus mykiss..* u.o.:Aquaculture 272:687–697..

Xodus Group Ltd., 2015. *Marine noise inputs - Technical note on underwater noise,* u.o.: u.n.

Yale, u.d.. *Decibel level comparison chart.* [Online] Available at: https://ehs.yale.edu/sites/default/files/files/decibel-level-chart.pdf

Ympäristöministeriö, 2023. *Euroopan unionin ilmasto-politiikka.* [Online] Available at: https://ym.fi/euroopan-unionin-ilmastopolitiikka

Ympäristöministeriö, 2023. *Suomen kansallinen ilmastopolitikka.* [Online] Available at: https://ym.fi/suomen-kansallinen-ilmastopolitiikka

Ålands fredsinstitut, 2021. *Ålands demilitarisering i ett nötskal.* [Online] Available at: https://peace.ax/alands-demilitarisering-i-ett-notskal/ [Använd 04 11 2022].

Ålands fredsinstitut, 2021. *Ålands demilitarisering i ett nötskal.* [Online] Available at: https://peace.ax/alands-demilitarisering-i-ett-notskal/

Ålands landskapsregering , 2024. *Protokoll fört vid enskild föredragning.* [Online] Available at: https://www.regeringen.ax/sites/default/files/attachments/protocol/nr9-2024-enskild-S4.pdf

Ålands Landskapsregering, 2014. *Klimatförändringar på Åland,* u.o.: u.n.

Ålands landskapsregering, 2017. *Energi- och klimatstrategi för Åland till år 2030,* Mariehamn: Ålands Landskapsregering.

Ålands landskapsregering, 2018. *Ytvattenstatus på Åland 2012-2018,* u.o.: Ålands landskapsregering.

Ålands landskapsregering, 2019. *Klassificeringsmanual för Ålands kustvatten och sjöar åren 2012-2018,* u.o.: u.n.

Ålands Landskapsregering, 2021. *Marin- och kustområdesplanering (Havsplanering) Ålands havsplan.* [Online]
Available at: https://www.regeringen.ax/miljo-natur/vatten-skargard/marin-kustomradesplanering-havsplanering
[Använd 13 12 2023].

Ålands landskapsregering, 2021. *Storskalig havsbaserad vindkraft.* [Online]
Available at: https://www.regeringen.ax/infrastruktur-kommunikationer/storskalig-havsbaserad-vindkraft

Ålands landskapsregering, 2022c. *Frågor och svar om Ålands demilitarisering.* [Online]
Available at: https://www.regeringen.ax/fragor-svar-om-alands-demilitarisering

Ålands landskapsregering, 2022. *Frågor och svar om Ålands demilitarisering.* [Online]
Available at: https://www.regeringen.ax/fragor-svar-om-alands-demilitarisering

Ålands landskapsregering, 2023. [Online]
Available at: https://www.regeringen.ax/fragor-svar-om-alands-demilitarisering
[Använd 1 Mars 2024].

Ålands landskapsregering, 2023b. *Landskapsförordning (2023:88) om naturvård,* u.o.: Ålands landskapsregering.

Ålands landskapsregering, u.d.. *Landskapsintresse Norhavvet - Kulturlandskapet på Isaksö, Dånö, Äppelö, Rankoskär, Sälskär mfl.,* u.o.: u.n.

Ålands lanskapsregering, 2022b. *Protokoll fört vid enskild föredragning.* [Online]
Available at: https://www.regeringen.ax/sites/default/files/attachments/protocol/nr68-2022-enskild-l1.pdf

ÅSUB, 2023. *Ekologisk hållbarhet 16: Det beräknade utsläppet av koldioxidekvivalenter (SYKE).* [Online]
Available at: https://www.asub.ax/sv/ekologisk-hallbarhet-16-beraknade-utslappet-koldioxidekvivalenter-syke

Öhman, M. C., 2023. *Effekter av havsbaserad vindkraft på fisk,* u.o.: Naturvårdsverkat.

Öhman, M. C. S. P. W. H., 2007. *Offshore windmills and the effects of electromagnetic fields on fish.,* u.o.: Ambio 36, 630-633.

Örsted, u.d.. *FlagshipONE: Utfasning av fossila sjöfartsbränslen med e-metanol.* [Online]
Available at: https://orsted.se/vara-grona-losningar/fornybar-vatgas/flagshipone-projektet

Östersjön.Fi, u.d. *Berggrunden under Östersjön.* [Online]
Available at: https://www.ostersjon.fi/sv-FI/Naturen_och_dess_forandring/Unika_Ostersjon/Berggrunden_pa_havsbottnen
[Använd 30 November 2023].