

2024-12-02

Vindkraftpark Olof Skötkonung

Dnr 2429-2024

Komplettering LSEZ

Bilaga 26 Esbo

Gränsöverskridande påverkan

Följande dokument utgör ett komplement till den information som tidigare angetts i MKB hörande till tillståndsansökan, med avseende på gränsöverskridande påverkan.

1. Bakgrund

Under både anläggnings-, drift- och avvecklingskedet kan den planerade vindkraftparken i Sverige ge upphov till påverkan såväl i Sverige som i andra länder. Verksamheten ansågs under planeringsfasen av samrådet kunna beröra intressen kopplade till Finland, varför Finland erhöll en inbjudan till Esbo-samråd. Finland har i samband med samrådet meddelat att intresse finns för fortsatt involvering i processen.

Det är den aktuella påverkan, effekten eller konsekvensens geografiska avgränsning som styr bedömningarna, inte landsgränserna i sig. I föreliggande dokument beskrivs de gränsöverskridande miljöeffekter och konsekvenser som bedöms relevanta att redovisa, eller som Finland har efterfrågat beskrivning av, vilka är:

- Bottenfauna- och flora
- Fisk
- Marina däggdjur
- Fåglar
- Fladdermöss
- Landskapsbild
- Yrkesfiske
- Sjöfart

2. Miljöeffekter och konsekvenser

2.1. Bottenfauna- och flora

Inom ansökansområdet bedöms det inte finnas möjlighet till förekomst av bottenflora. En vindkraftsetablering förväntas därför inte kunna påverka någon marin flora negativt under anläggningen och därmed kommer inte heller någon gränsöverskridande påverkan uppstå.

Den planerade vindkraftparken kommer medföra viss påverkan på bottenfauna i området under anläggningen i form mekanisk påverkan samt låg grad av sedimentation. Under drift väntas påverkan bestå av habitatförlust och reveffekt samt elektromagnetiska fält. Under anläggning kan även grumling och sedimentation ge upphov till påverkan på områden utanför ansökansområdet.

Utförd grumling- och sedimentationsmodellering visar att den grumling och sedimentation som uppstår är av mycket låg grad samt kortvarig. Inga områden utanför svenskt ekonomisk zon kommer därför påverkas. De gränsöverskridande effekterna och konsekvenserna avseende bottenflora- och fauna bedöms därmed bli obetydliga.

2.2. Fisk

Påverkan på fisk kan uppstå till följd av anläggningsljud, grumling och sedimentation, undervattensbuller samt elektromagnetiska fält.

Som nämnts ovan är grumlingen och sedimentationen begränsad och lokal, och bedöms därmed inte heller få några gränsöverskridande effekter avseende fiskbeståndet.

Undervattensbuller bedöms främst medföra negativ påverkan under anläggningsfasen. Påverkan är kortvarig men bedöms kunna medföra upp till måttliga konsekvenser för individer av torsk och migrerande ålar i de fall de vilar. Påverkan är dock begränsad och under driftfasen bedöms undervattensbuller medföra obetydliga konsekvenser.

Vissa fiskarter kan känna av de elektriska och/eller elektromagnetiska fält (EMF) som uppstår runt de undervattenskablar som förekommer inom ansökansområdet. Det finns inget som tyder på att elektromagnetiska fält av de styrkor som väntas inom den planerade vindkraftparken Olof Skötkonung skulle innebära ett hinder i ålens migration. Som mest kommer effekten bli en mindre fördröjning hos ett mindre antal ålar, en fördröjning som inte bedöms påverka möjligheten till en lyckad migration. Påverkan på ålen blir därför försumbar. Konsekvenserna på ål från elektromagnetiska fält bedöms bli obetydlig. Således bedöms inte heller någon gränsöverskridande påverkan på migrerande individer uppstå.

Sammantaget bedöms de gränsöverskridande effekterna och konsekvenserna avseende fisk bli obetydliga.

2.3. Marina däggdjur

De marina däggdjur som förekommer i området utgörs främst av gråsäl och eventuellt vikare. Påverkan på vikare från anläggningsljud bedöms bli försumbar. Ljud associerat med beteendestörningar och undvikande kan komma att drabba enstaka vikare som passerar området. Däremot förekommer det inga för arten viktiga områden kring ansökansområdet. De kommer inte heller befinna sig i närområdet under viktiga perioder så som pälösning och ungfödelse. Inget ljud associerat med beteendestörningar hos gråsäl kommer att förekomma i anslutning till för arten viktiga lokaler i form av tillhåll. Eftersom gråsälarna befinner sig mer än 25 km från ansökansområdet under känsliga perioder, såsom pälösning eller ungfödelse, kommer de inte påverkas negativt eller ens störas av anläggningsljud.

Driftljudet från den planerade vindkraftparken på Olof Skötkonung väntas inte innebära några risker för skador på vikare eller gråsäl. Inte heller väntas det orsaka undvikande eller på andra sätt påverka vikarnas eller gråsälarnas passering genom eller temporära nyttjande av området. Det är möjligt att båttrafik till vindkraftparken kan orsaka tillfälliga störningar och undvikanden. Men då parkområdet enbart väntas besökas temporärt av vikare och är långt från områden som är av särskild vikt för gråsäl, blir denna påverkan i sammanhanget inte annorlunda än påverkan från annan fartygstrafik i Bottenhavet.

Sammantaget bedöms de gränsöverskridande effekterna och konsekvenserna för gråsäl bli små och för vikare bedöms de bli små till obetydliga.

2.4. Fåglar

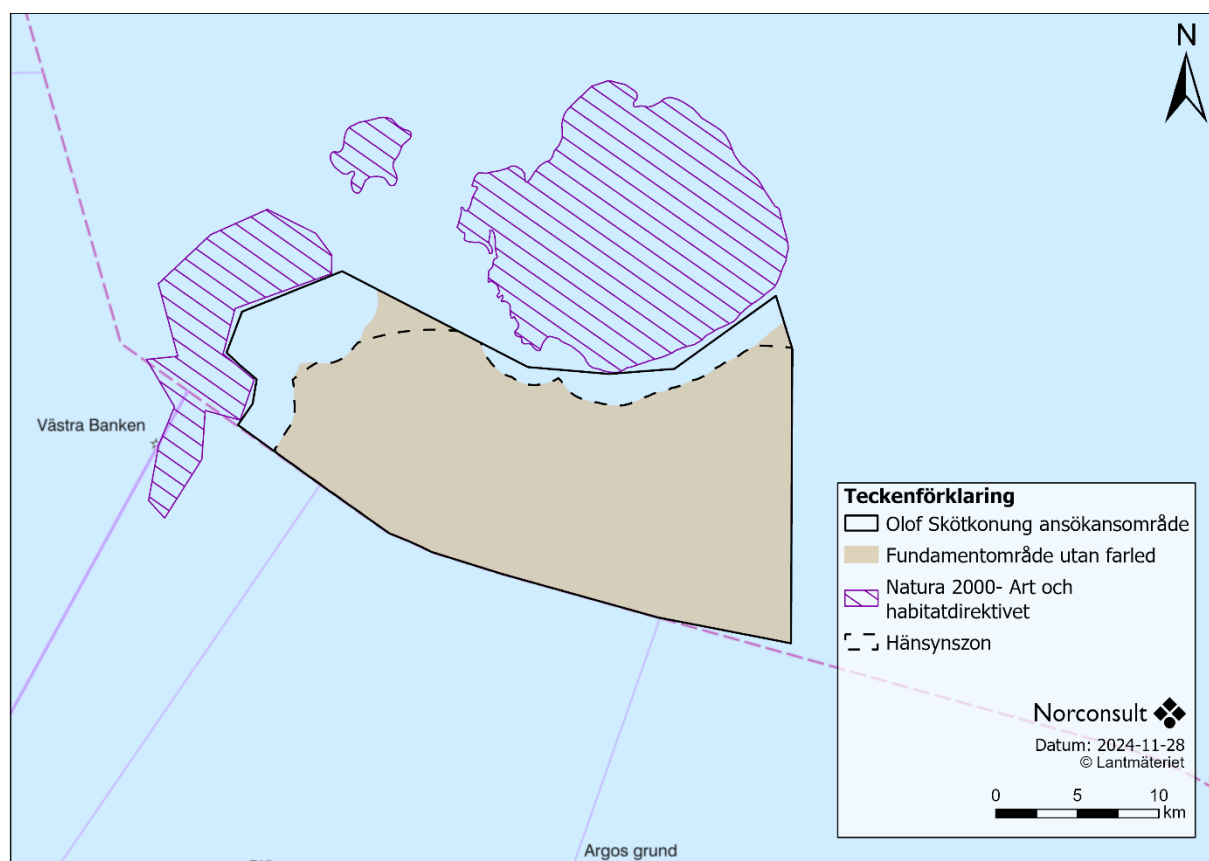
Flertalet fågelinventeringar har utförts både med hjälp av båt och flyg. Under inventeringarna noterades sträckande individer bestående av bland annat andfåglar, lommar, måsfåglar, alkor och övriga fåglar så som vadare och tättingar, se Bilaga BX. Migrationsstråken korsar i flera fall Bottenhavet.

Sträckande fåglar riskerar främst att påverkas efter vindkraftparkens uppförande, genom kollision och den så kallade barriäreffekten. Viss påverkan avseende exempelvis ökad energiåtgång hos de sträckande individerna kan förväntas i och med vindkraftparkens barriäreffekt. För de individer som flyger längre sträckor till andra länder förväntas dock inte den ökade energiåtgången vara av sådan grad att det påverkar individernas förmåga att utföra flygningen. De gränsöverskridande effekterna bedöms därmed bli obetydliga.

Rastande fåglar riskerar i stället att påverkas genom möjlig undanträngning. I detta fall är det främst alfågel som under inventeringarna noterats vistas vid Finngrundet intill ansökansområdet, som skulle kunna tänkas påverkas av undanträngningen. Vidare migrerar alfågel längs den finska västkusten, vilket till viss del skulle kunna utgöras av fåglar som övervintrar på Finngrundet - Östra och Västra banken.

För att minimera påverkan på alfågel har Deep Wind Offshore valt att inte placera några vindkraftverk på grundområden under 30 meters djup. Vidare implementeras ett skyddsavstånd på 2 kilometer mot de områden som bedöms utgöra alfågeln huvudsakliga födosöksområden och som utgörs av de sammanhängande grundområdena i anslutningen till Finngrundet med djup på maximalt 30 meter. För att bibehålla kopplingen mellan Västra och Östra banken, och därmed minska barriäreffekten, kommer en ytterligare åtgärd i form av en hänsynszon att implementeras. I skyddszonen och hänsynszone sker ingen verksplacering, se Figur 1.

Sammantaget bedöms de gränsöverskridande effekterna och konsekvenserna avseende fåglar, med beaktande av vidtagna skyddsåtgärder, bli små.



Figur 1. Översiktsskarta avseende ansökansområdet med skyddsavstånd om 2 kilometer från sammanhängande grundområden med djup understigande 30 meter samt hänsynszon.

2.5. Fladdermöss

Kring området för Olof Skötkonung har inga migrationsstråk för fladdermöss bekräftats. I rapporten Bats and windfarms av Gaultier m.fl. (2020) presenteras dock en karta, se Figur 2, över arten trollpipistrellens huvudsakliga migrationsvägar från länderna kring Östersjön. Kartan visar att det finns en potentiell migrationsväg utefter kusten i Gävlebukten och fynduppgifter i Artportalen visar att trollpipistrell har noterats under migrationstid (augusti-oktober) utefter hela norrlandskusten, så långt upp som till Umeå. Detsamma gäller för dvärgpipistrell, större brunfladdermus och gråskimlig

fladdermus som samtliga anses vara migrerande arter. Det finns samtidigt inget som tyder på att det kan finnas migrationsstråk förbi den planerade vindkraftparken.



Figur 2. Fladdermössens sedan tidigare kända huvudsakliga migrationsvägar från länderna kring östersjön representeras av svarta pilar. Mörka trianglar visar nuvarande vindkraftparker och de ljusgråa visar projekterade vindkraftparker i Finland (Gaultier m.fl. 2020.)

Fladdermöss kan förolyckas vid vindkraftverk, exempelvis vid födosök och migration.

Efter vindkraftparkens etablering föreslås att en undersökning i form av inventering och detektering av fladdermöss, t ex med hjälp av autoboxar, genomförs under 2–3 år. I det fall det framkommer att fladdermöss förekommer i tillräcklig omfattning för att stoppreglering (Bat-mode) ska tillämpas kommer ett förslag till genomförande och avgränsning av en sådan reglering föreslås av Deep Wind Offshore och beslutas om av tillsynsmyndigheten.

Med föreslagna skyddsåtgärder i beaktande, bedöms de gränsöverskridande effekterna och konsekvenserna för fladdermöss bli små.

2.6. Landskapsbild

Visualiseringar för ett antal fotopunkter har utförts i form av fotomontage längs med Gästrikland och Upplands kuststräcka. Dessa punkter valdes ut utifrån önskemål från kommun, länsstyrelse och med hjälp av en synbarhetsanalys. Visualiseringarna har gjorts för att kunna förutsäga vindkraftverkens synlighet och beskriva landskapets förändring. Förändringen av landskapet beskrivs i termer om synlighet i relation till omgivningens skala, vindkraftverkens underordning alternativt dominans etc. Utredningen av påverkan på landskapsbilden har gjorts utifrån olika avståndsspänn. Zonerna benämns närzon, mellanzon och fjärrzon, beroende på avståndet mellan den planerade vindkraftparken och land.

Åland är den landpunkt tillhörande Finland som ligger närmast den planerade vindkraftparken. Åland befinner sig dock, enligt den genomförda analysen, utanför den zon som benämns som fjärrzonsom sträcker sig från 30 till 60 kilometer från den planerade vindkraftparken. På dessa avstånd så försvinner hela vindkraftverken bakom jordkurvaturen förutom toppen på bladen som syns delvis (dock går det inte för det mänskliga ögat att urskilja så små objekt på dessa betraktningssavstånd). I och med att

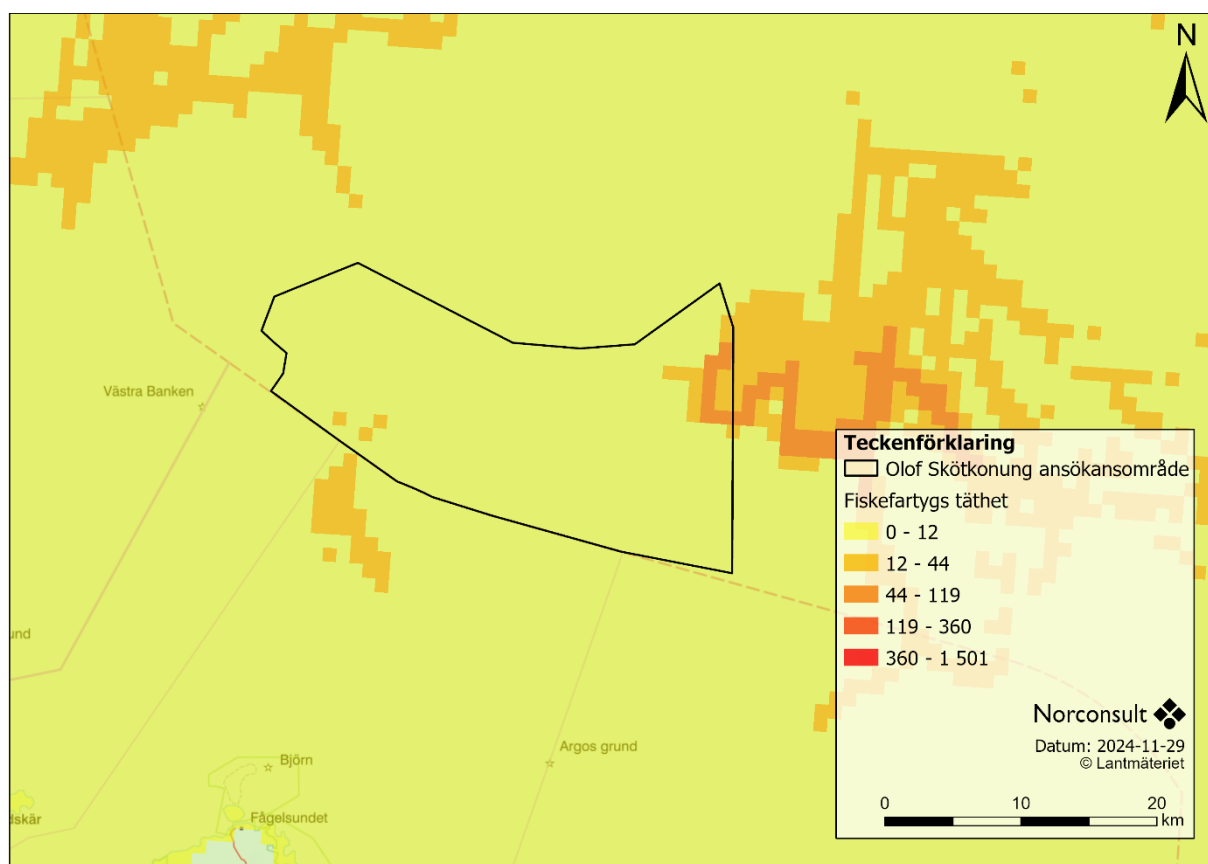
nacellen inte syns så kommer inte heller någon belysning synas under de mörka timmarna på dygnet. Vid denna distans beror synligheten av verken särskilt på väderförhållanden.

Då Åland är beläget på så stort avstånd så har det inte bedömts relevant att ta fram fotomontage för denna plats. Då övriga finska landområden ligger längre ifrån Olof Skötkonungs verksamhetsområde bedöms dessa inte heller påverkas.

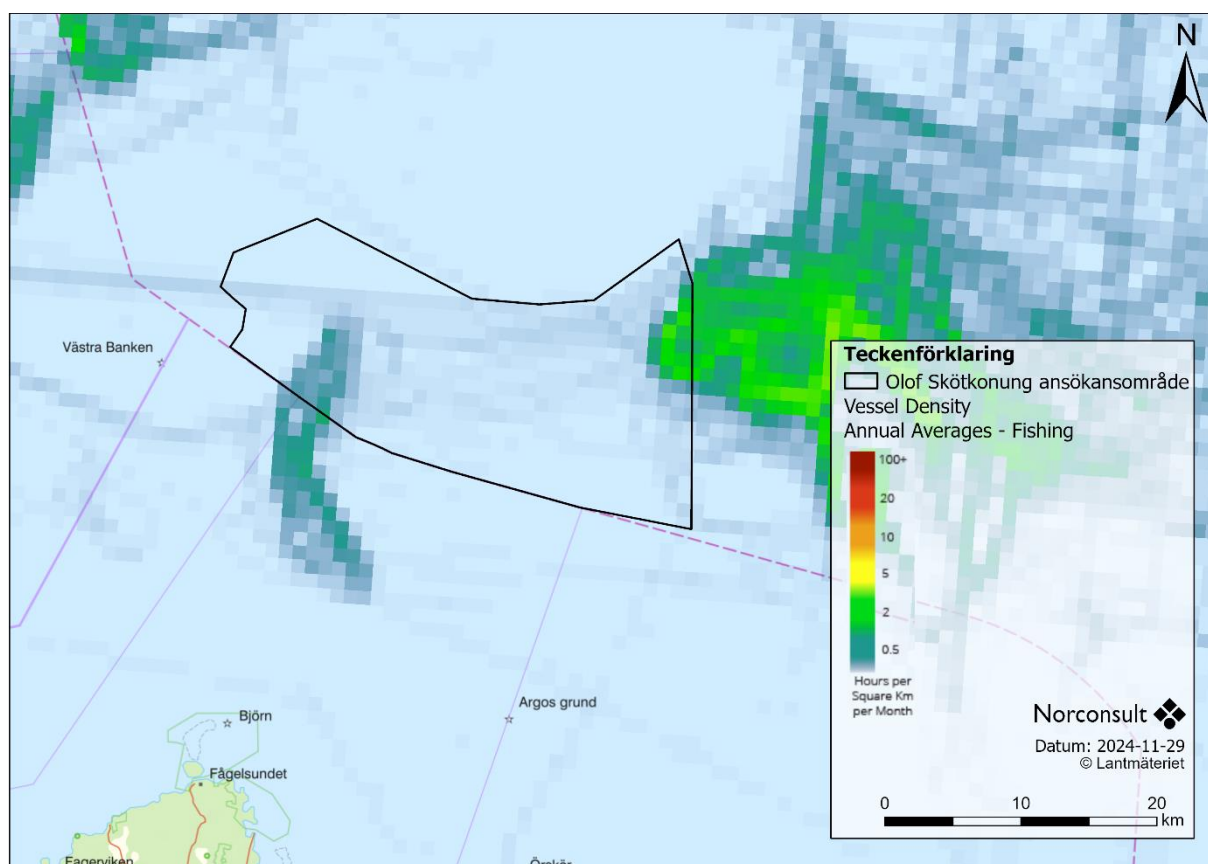
Sammantaget bedöms de gränsöverskridande effekterna och konsekvenserna avseende landskapsbild därför bli obefintliga.

2.7. Yrkesfiske

Anökansområdet ligger intill ett område som används av både svenskt och finskt pelagiskt yrkesfiske och överlappar området i mindre mån. Data från Helcom och EMODnet visar att fiskefartyg framför allt rör sig öster om den planerade vindkraftparken, se Figur 3 och 4.



Figur 3. Helcom data över fiskefartygstäthet.



Figur 4. EMODnet data Vessel density Annual Average – Fishing.

I och med vindkraftparkens uppförande kommer trålfiske inte kunna bedrivas inom området. Övriga havsområden, som nyttas till större grad för pelagiskt trålfiske, kommer fortsatt kunna nyttjas efter att den planerade vindkraftparken uppförts.

Storskaligt fiske i Östersjön beslutas årligen av EU-rådet, i form av fångstkvoter (TAC). Inom Bottenhavet, lokaliserat inom ICES (International Council for the Exploration of the Sea) delområde 30, finns tilldelade kvoter kopplade till begränsningar för bland annat torsk och sill/strömming. Fångstkvoterna för 2025 beslutades av EU-rådet under oktober 2024. Torskfiske inom delområde 30 är under 2025 begränsade till enbart bifångst, upp till 430 ton. Detta är en minskning på 28% jämfört med tidigare års fångstkvot. För sill/strömming ligger fångstkvoten på strax över 66 000 ton, vilket innebär en ökning från 2024 års beslutade fångstkvoter (European Commission, 2024). Fångstkvoterna för sill/strömming i Bottenhavet har på senare år varierat, med beslut om både ökade och minskade fångstmängder under 2020-talet. Torsk har under 2020-talet dock enbart minskat eller förblivit oförändrade, det vill säga att det inte beslutats om några ökade fångstmängder (European Council 2019;2020;2021;2022;2023). Svensk forskning lyfter fram att tillståndet för strömningen i Östersjön och Bottenhavet är dåligt och att fiskekvoterna behöver anpassas därefter. Av samma orsak har Sverige arbetat för att få till en utflyttning av trålgränsen i egentliga Östersjön och Bottniska viken för att undersöka hur bestånden kan påverkas av detta, men en överenskommelse med finska myndigheter har inte kunnat träffas. Sverige har även inom EU-samarbetet verkat för lägre fiskekvoter under 2025, men besluten gick i motsatt riktning.

Sammanfattningsvis varierar fångstmängderna i området, där de senaste åren visar på en över lag ökad begränsning i torskfisket, medan fisket för sill/strömming förhåller sig mer osäkert, med varierade beslut från år till år.

I och med att det faktiska ansökansområdet inte tycks överlappa stora delar av de mer intensiva fiskerutterna, se Figur , samt att området redan innehåller begränsningar vad gäller yrkesfisket, bedöms de gränsöverskridande effekterna och konsekvenserna för yrkesfisket bli obetydliga.

2.7.1 Finskt och svenskt yrkesfiske i området

I Bottenhavet bedriver både svenska och finska industrifiskerier fiske efter främst strömming. Även skarpsill fiskas, men fångsten utgör enbart någon procent av totalen. Andra arter fiskas av den pelagiska fiskeflottan i kvantiteter som detta sammanhang är försumbara.

En majoritet av fångsten i industrifisket blir råvara i fiskmjölsfabriker, endast en mindre andel fiskas för livsmedelsändamål. Finska Naturresursinstitutet rapporterar att 25 procent av strömmingsfångsten blir livsmedel, medan resten används som foderfisk.

Svenskt och finskt fiske i Bottenhavet

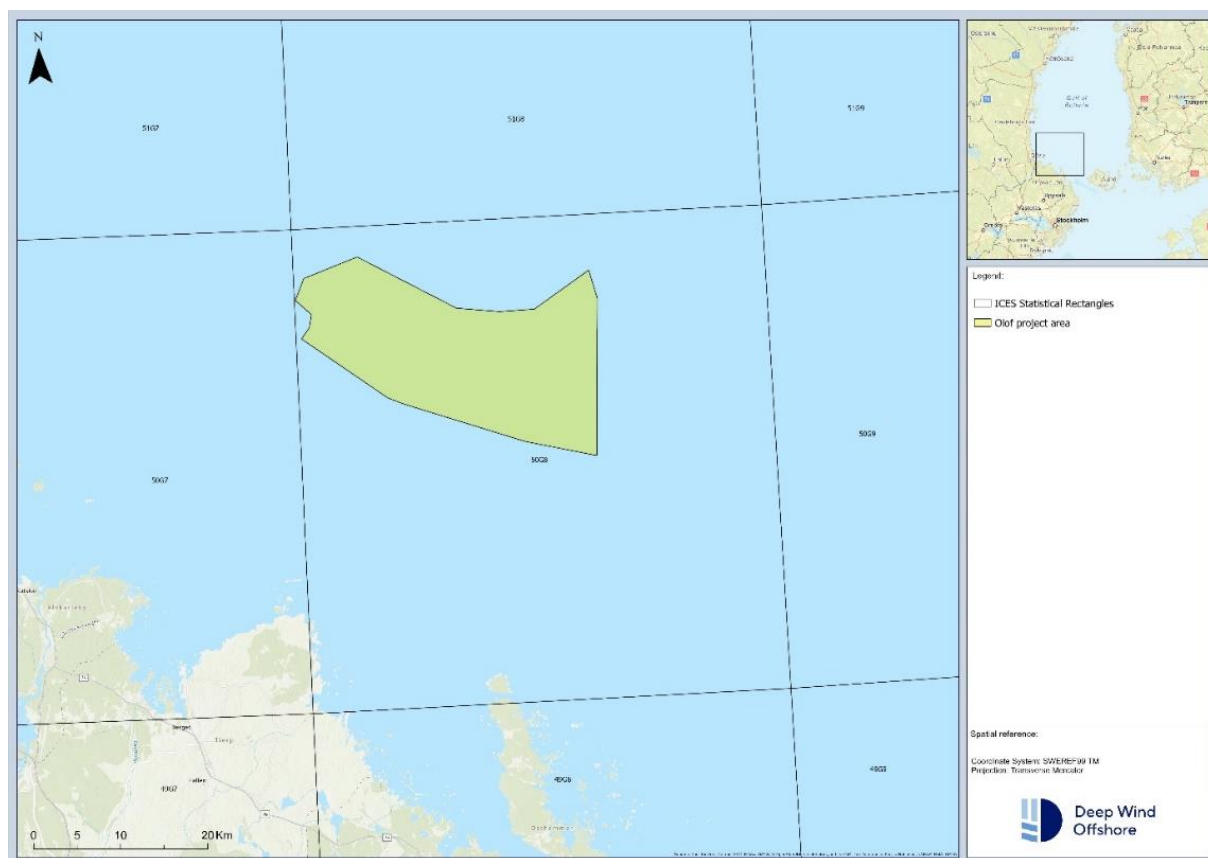
2012–2021 fångstrapporterade svenska fartyg sammanlagt 134 726 ton strömming i Bottenhavet och finska fartyg rapporterade sammanlagt 846 242 ton, enligt ICES-data hämtade från finska Naturresursinstitutet. Svenskt fiske stod under tioårsperioden därmed för cirka 14 procent av ländernas gemensamma fisketryck i Bottenhavet. Svenskt fiske har varierat kraftigt i intensitet mellan åren, medan det finska fisket har varit mer konstant.

Rapporten *Suomen troolilaivaston kalastusalueet Itämerellä vuosina 2010–2022* (Den finska trålfiskeflottans fiskeområden i Östersjön åren 2010–2022) från finska Naturresursinstitutet bekräftar denna bild av förhållandet mellan svenskt fiske i Bottenhavet som helhet, men visar också att både den svenska och finska flottan fiskar i svensk ekonomisk zon, medan den svenska flottan rör sig i finsk ekonomisk zon i mycket liten utsträckning.

Samma rapport fastslår att inom ICES-rektangel 50G8, där Olof Skötkonung ligger, så har svenska fiskare under perioden 2018–2022 landat 4 000–5 000 ton strömming per år och finska fiskare 5 000–7 000 ton.

En utredning om yrkesfisket vid den planerade vindkraftsparken Fyrskippet utförd av NIRAS från mars 2024 visar att finska fartyg under perioden 2012–2021 i genomsnitt årligen landade 7 500 ton strömming värd 40 miljoner SEK från ICES 50G8, medan svenska fartyg landade 5 600 ton värda cirka 30,4 miljoner SEK i området. Detta innebär att volymförhållandet mellan svenskt och finskt fiske är betydligt jämnare i området runt Olof Skötkonung än i Bottenhavet som helhet.

Fångstdata som inhämtats direkt från Havs och vattenmyndigheten bekräftar NIRAS och Naturresursinstitutets siffror för det svenska fisket.



Figur 5. Olof Skötkonungs läge inom ICES-rektangel 50G8.

Yrkesfiskets omfattning och värde inom Olof Skötkonung

För att beräkna hur stor andel av fisket som bedrivs inom Olof Skötkonung i förhållande till en känd yta används VMS-data från Havs och vattenmyndigheten. Av det totala antalet VMS-punkter inom ruta 50G8 ligger ungefär 11 % inom Olof Skötkonung. Denna siffra visar hur stor del områdets totala fiskeansträngning som skett inom Olof Skötkonung.

Värdet 11 % multipliceras med landningsvikt och landningsvärde för hela 50G8 för att få värdet av fisket inom Olof Skötkonung. När det gäller landningsvärdet används siffror från NIRAS.

Det värde NIRAS har använt utgör en jämkning mellan priset för foderfisk och konsumtionsfisk och ligger 66 % över priset för foderfisk. Värdet är därmed sannolikt överskattat, eftersom prisskillnaden är större i normala fall.

Årligt värde av svenskt respektive finskt fiske inom Olof Skötkonung

Nation	Landningsvikt / år (ton)	Årsvärde (miljoner SEK)
Sverige	616	3,35
Finland	825	4,4

Det ekonomiska värdet av det svenska och finska pelagiska fisket inom Olof Skötkonung är litet. Eftersom yrkesfiske sker i mindre mån inom området Olof Skötkonung så påverkar etableringen fiskemöjligheterna, men de ekonomiska konsekvenserna av fiskestopp inom området bedöms vara obetydliga eftersom andra områden kan användas.

Kumulativa effekter på svenskt och finskt yrkesfiske

En etablering av flera vindkraftparker i närområdet, inklusive Olof Skötkonung, Najaderna, Fyrskippet och Sylen skulle begränsa vilka ytor som kan utnyttjas för trålfiske i västra Bottenhavet. Liksom Deep Wind Offshore har emellertid andra utvecklare ansträngt sig för att antingen undvika de områden som är av störst vikt för yrkesfisket eller verka i utkanten av dem, varför påverkan blir begränsad även vid en omfattande etablering.

Yrkesfiske med passiva metoder som garn och krokredskap kan fortsätta inom området, vilket innebär att det inte uppstår begränsningar för det traditionella och småskaliga kustfisket efter livsmedelsfisk. Detta fiske sker dock närmare kusterna och skulle inte påverkas ens om samtliga tillståndssökta projekt byggs.

Bevarandestatusen för torsk och sill/strömming i Bottenhavet är oroande enligt de senaste bedömningarna. Torskens situation i hela Östersjön, inklusive Bottenhavet, är mycket kritisk. Förvaltningen har infört totalt fiskeförbud för riktat fiske efter torsk under flera år, och även bifångster är strikt reglerade. Torskens reproduktion har påverkats negativt av överfiske, försämrade miljöförhållanden och minskad tillgång till föda som sill och skarpsill. Dessutom påverkar syrebrist i Östersjön bottenlevande organismer som torsken är beroende av. Dessa faktorer samverkar och gör återhämtningen svår. Strömmingen i Bottenhavet uppvisar också en svag beståndsutveckling. Fiskemöjligheterna för strömming i Bottniska viken har sänkts med 30 % för 2024 som en skyddsåtgärd. Dessutom är strömmingen ofta småväxt, vilket kan indikera överfiske och att stora individer fiskas ut ur populationen. Ett växande bestånd av gråsäl bidrar också till ökade påfrestningar på bestånden, då sälarna framför allt konsumerar större fiskar. Åtgärder som begränsade fiskekvoter, utökade skyddsområden och forskning om lokala bestånd är pågående, men återhämtningen av dessa fiskarter kräver långsiktiga insatser och internationellt samarbete. (Hav 2024 & ICES (Internationella havsforskningsrådet)).

Etablering av flera parker kan skapa positiva kumulativa effekter, genom att områden där trålfiske inte är möjligt utgör skyddszoner för fiskbestånden. Detta kan bidra till återhämtning av fiskarter som torsk och sill/strömming och långsiktigt medföra positiva effekter på ekosystemen, fiskbestånden och därmed i förlängningen yrkesfisket i regionen.

2.8. Sjöfart

Ansökansområdet berör inga tätt trafikerade fartygsleder, men viss omdirigering av fartygstrafik som idag nyttjar ansökansområdet kan komma att behövas. Genom ansökansområdet går ett sjötrafikstråk mellan Grundkallen och Söderhamn/Hudiksvall, utpekat som riksintresseanspråk för kommunikationer, sjöfart – farled. Farleden trafikerar av ca 200 fartyg årligen till skillnad från de två farleder norr om området, som trafikerar av ca 1400 och 3700 fartyg / år vilket är en mångfaldigt högre trafikintensitet. Ingen utpekad farled österut, mot finskt vatten, överlappar den planerade vindkraftparken vilket resulterar i att det inte finns någon gränsöverskridande påverkan. Fartygstrafiken till och från Finland går främst till en knutpunkt söder om den planerade vindkraftparken, enligt tillgänglig AIS-data.

I och med att den farled som berörs av vindkraftparken Olof Skötkonung inte går mot Finland, bedöms eventuella omdirigeringar inte innebära någon påverkan på den finska sjöfarten.

Vidare har riskberäkningar gjorts avseende allision, kollision och grundstötning. Dessa är dock utförda för trafiken igenom ansökansområdet. Inga risker bedöms därav uppstå för den finska sjöfarten.

Sammantaget bedöms de gränsöverskridande effekterna och konsekvenserna för den finska sjöfarten bli obefintliga.

3. Referenser

European Council (2019). Baltic Sea: Council agreement on 2020 catch limits. URL: <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2019/10/15/baltic-sea-council-agreement-on-2020-catch-limits/#:~:text=Today%2C%20the%20Council%20agreed%20on%20next%20year%27s%20total,be%20able%20to%20fish%20and%20under%20what%20conditions.>

European Council (2020). Baltic Sea: Council agreement on 2021 catch limits. URL: <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2020/10/20/baltic-sea-fishing-council-agrees-on-2021-catch-limits/>

European Council (2021). Baltic Sea: Council agreement on 2022 catch limits. URL: <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2021/10/12/baltic-sea-council-agrees-catch-limits-for-2022/>

European Council (2022). Baltic Sea: Council agreement on 2023 catch limits. URL: <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2022/10/17/baltic-sea-council-agrees-catch-limits-for-2023/>

European Council (2023). Baltic Sea: Council agreement on 2024 catch limits. URL: <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2023/10/24/baltic-sea-council-agrees-catch-limits-for-2024/>

European Commission (2024). Agreement reached on 2025 fishing opportunities for the Baltic Sea. URL: https://oceans-and-fisheries.ec.europa.eu/news/agreement-reached-2025-fishing-opportunities-baltic-sea-2024-10-23_en

Gaultier S. P, Blomberg A. S, Ijäs A, Vasko V, Vesterinen E. J, Brommer J. E, & Lilley T. M. 2020. Bats and wind farms: The role and importance of the Baltic Sea countries in the European context of power transition and biodiversity conservation. *Environmental Science & Technology*, 54(17), 10385–1039.

Väg och Miljö (2023). Vindkraft och fladdermöss – Olof Skötkonung.

Havs- och vattenmyndigheten (HaV) – Status för torsk i Östersjön: <https://www.havochvatten.se>

ICES (Internationella havsforskningsrådet) – Råd om sill/strömming i Östersjön: <https://www.ices.dk>

NIRAS: Fyrskippet Offshore: Utredning om yrkesfiske

URL:

[https://www.lansstyrelsen.se/download/18.1e7ecef1900c619ee52666c/1718799608909/Bilaga%208%20Utredning%20om%20yrkesfiske%20\(svensk%20översättning%20av%20bilaga%20M19\),%20NIRAS.PDF](https://www.lansstyrelsen.se/download/18.1e7ecef1900c619ee52666c/1718799608909/Bilaga%208%20Utredning%20om%20yrkesfiske%20(svensk%20översättning%20av%20bilaga%20M19),%20NIRAS.PDF)

Suomen troolilaivaston kalastusalueet Itämerellä vuosina 2010–2022

URL: https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/554030/luke-luobio_102_2023.pdf