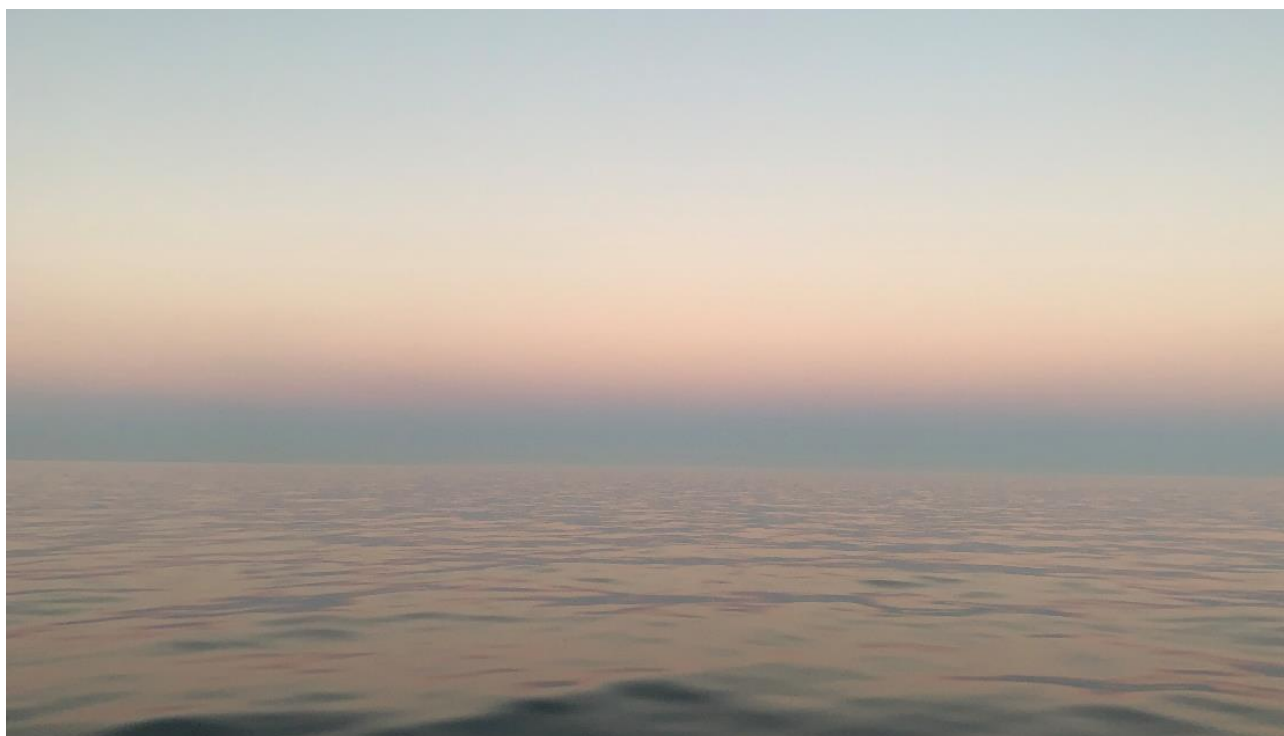


Konsekvenser av etablering av en vindkraftpark inom området Olof Skötkonung

En bedömning av konsekvenser på marina
naturvärden



Ändringsförteckning

Ver	Datum	Ändringsbeskrivning	Granskad
2.0	2024-10-28	Uppdateringar av beskrivningar och bedömningar utefter resultat från fältinventeringar.	Andreas Emanuelsson

Sweco Sverige AB
Uppdrag

RegNo 556767-9849
Deep Wind Offshore – Olof Skötkonung

Uppdragsnummer
Kund
Upprättad av

30072152
Deep Wind Offshore Sverige AB
Johanna Lindberg
johanna.lindberg@sweco.se

Datum

2024-10-28

Ver

2.0

Dokumentreferens

Konsekvensbedömning Olof Skötkonung

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	5
1 Inledning och syfte.....	6
2 Områdesbeskrivning.....	8
2.1 Bakgrund.....	8
2.2 Naturtyper och habitat.....	9
2.2.1 Natura 2000-naturtyper.....	9
2.2.2 Habitat.....	10
2.3 Bottenfauna och -flora.....	10
2.4 Fisk.....	12
2.5 Marina däggdjur.....	13
2.6 Skyddade områden.....	14
3 Bedömningsunderlag.....	17
4 Påverkansfaktorer.....	18
4.1 Planerad anläggning.....	18
4.2 Mekanisk påverkan.....	18
4.3 Anläggningsbuller.....	19
4.4 Grumling och sedimentation.....	20
4.5 Habitatförlust och reveffekt.....	22
4.6 Driftbuller.....	24
4.7 Elektromagnetiska fält.....	24
4.8 Skuggning.....	25
4.9 Invasiva arter.....	26
4.10 Avveckling.....	27
5 Konsekvensbedömning naturtyper och habitat.....	28
5.1 Rev.....	28
5.1.1 Mekanisk påverkan.....	28
5.1.2 Grumling.....	28
5.1.3 Sedimentation.....	29
5.2 Sandbankar.....	29
5.2.1 Mekanisk påverkan.....	29
5.2.2 Grumling.....	29
5.2.3 Sedimentation.....	30
5.3 Övriga habitat.....	30
5.3.1 Mekanisk påverkan.....	30
5.3.2 Grumling.....	30
5.3.3 Sedimentation.....	31
5.3.4 Habitatförlust.....	31
6 Konsekvensbedömning bottenfauna och -flora.....	32

6.1	Mekanisk påverkan	33
6.2	Sedimentation	33
6.3	Habitatförlust och reveffekt	34
6.4	Elektromagnetiska fält.....	34
7	Konsekvensbedömning fisk.....	36
7.1	Torsk	36
7.1.1	Anläggningsbuller	36
7.1.2	Grumling	38
7.1.3	Reveffekt.....	38
7.1.4	Driftbuller	39
7.1.5	Elektromagnetiska fält	39
7.2	Ål	40
7.2.1	Anläggningsbuller	40
7.2.2	Grumling	41
7.2.3	Driftbuller	41
7.2.4	Elektromagnetiska fält	42
7.2.5	Skuggning.....	42
7.3	Strömning och skarpsill.....	43
7.3.1	Anläggningsbuller	43
7.3.2	Grumling och sedimentation	44
7.3.3	Driftbuller	45
7.3.4	Elektromagnetiska fält	46
7.3.5	Skuggning.....	46
7.4	Övriga fiskarter.....	47
7.4.1	Anläggningsbuller	47
7.4.2	Grumling och sedimentation.....	47
7.4.3	Habitatförlust och reveffekt	49
7.4.4	Driftbuller	49
7.4.5	Elektromagnetiska fält	50
7.4.6	Skuggning.....	50
8	Konsekvensbedömning marina däggdjur	52
8.1	Gråsäl.....	52
8.1.1	Anläggningsbuller	52
8.1.2	Reveffekt.....	53
8.1.3	Driftbuller	53
8.2	Vikare	54
8.2.1	Anläggningsbuller	54
8.2.2	Reveffekt.....	55
8.2.3	Driftbuller	55
8.3	Tumlare och knobbsäl.....	56
9	Konsekvensbedömning skyddade områden	57
9.1	Finngrundet Västra.....	57
9.2	Finngrundet Norra	60
9.3	Finngrundet Östra	62
10	Slutsats.....	66
	Referenser	68

Sammanfattning

Deep Wind Offshore Sverige AB söker tillstånd för uppförande och drift av en havsbaserad vindkraftpark inom parkområdet Olof Skötkonung, beläget i Bottenhavet ca 50 km nordöst om Gävle. Sweco (tidigare, vid uppdragets start, Medins Havs och Vattenkonsulter) har fått i uppdrag att utreda och bedöma konsekvenserna för den marina naturmiljön i området från en sådan etablering. Bedömningen inkluderar konsekvenser för naturtyper och habitat, på bottenfauna och bottenflora, på fisk, på marina däggdjur samt på skyddade områden.

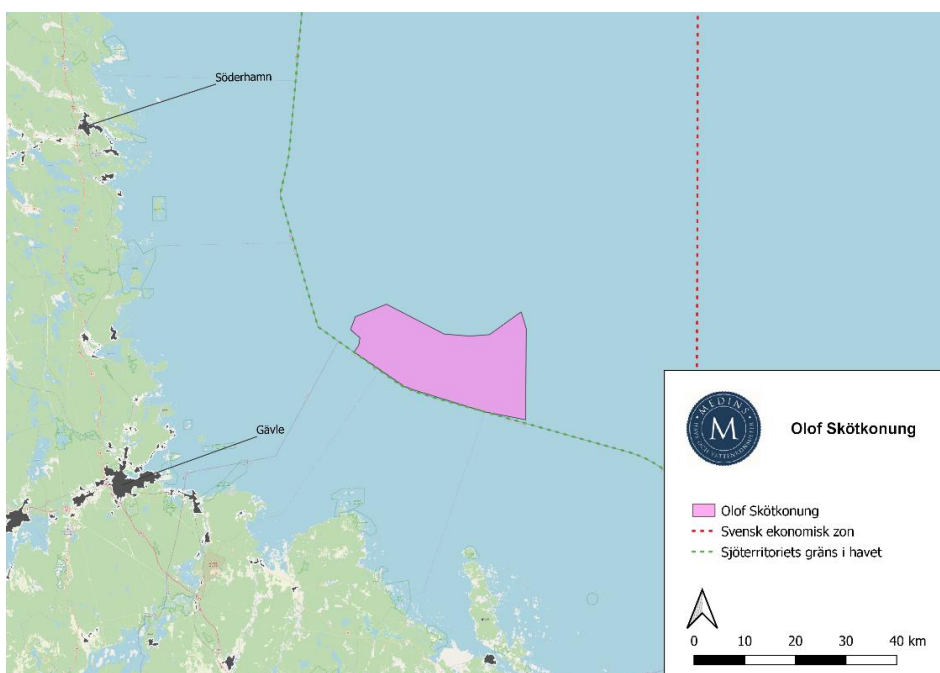
Den havsbaserade vindkraftparken inom Olof Skötkonung planeras bestå av 65 till 70 vindkraftverk med bottenfasta fundament. Till detta tillkommer en eller två transformatorstationer samt ett internkabelnätverk mellan dessa och vindkraftverken. Under anläggningen kommer påverkan uppstå i form av mekanisk påverkan från anläggningsarbeten vid fundament och spolning av kablar, liksom grumling och sedimentation från dessa arbeten. Anläggningsbuller uppstår också, särskilt starkt är detta buller om fundamenten kräver pålning. Påverkan som sker under anläggningsfasen är kortvarig och enbart aktuell under den tid arbetet pågår. Under drift uppstår påverkan i form av habitatförlust och reveffekt, driftbuller, elektromagnetiska fält, skuggning från torn och rotorblad samt möjligen från etablering av invasiva arter. Påverkan som sker under drift är betydligt långvarigare och pågår under hela vindkraftparkens livstid.

Konsekvenserna för den marina naturmiljön är som störst under anläggningsfasen. Denna innebär måttliga negativa konsekvenser för fiskarterna torsk och ål, i övrigt är konsekvenserna små till obetydliga. Dessa konsekvenser är också kortvariga och väntas inte innebära en långsiktig påverkan på några populationer inom området. Under driften av vindkraftparken är konsekvenserna på den marina naturmiljön mindre och blir aldrig större än obetydliga. För vissa hårbottensassocierade arter av bottenfauna och fisk kan etableringen av en vindkraftpark till och med innebära positiva konsekvenser i och med reveffekten. Likaså för gråsäl som kan dra nytta av den vid jakt. Etableringen och driften av en havsbaserad vindkraftpark inom Olof Skötkonung väntas inte heller innebära mer än en obetydlig påverkan på bevarandemålen för de närliggande Natura 2000-områdena.

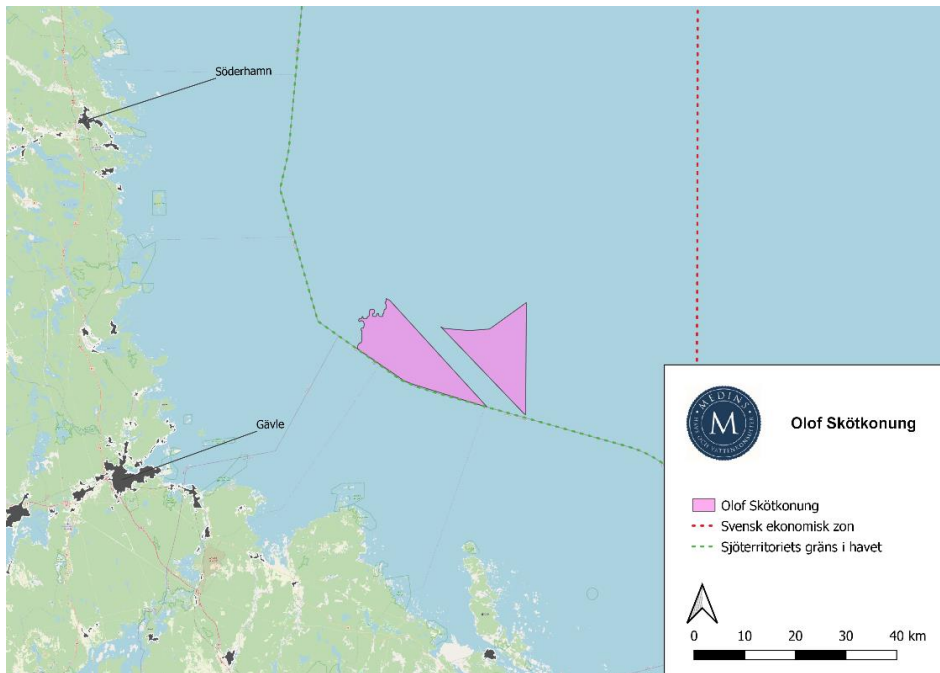
1 Inledning och syfte

Sweco (vid uppdragets start Medins Havs och Vattenkonsulter AB) har fått i uppdrag av Deep Wind Offshore (DWO) att utreda konsekvenserna för marina naturvärden vid etableringen och drift av en havsbaserad vindkraftpark inom det planerade parkområdet Olof Skötkonung.

Området Olof Skötkonung omfattar en yta på ca 481 km² och ligger ca 50 km nordöst om Gävle i ekonomisk zon (Figur 1). Inom Olof Skötkonung planeras för som flest 70 vindkraftverk till en maximal höjd av 370 meter över havet, samt en eller två transformatorstationer (Deep Wind Offshore 2023). Vindkraftverken kommer inte att anläggas inom hela det planerade parkområdet, utan anläggningen kommer att ske inom två ytor, ett nordöstligt och ett sydvästligt delområde (Figur 2).



Figur 1. Översiktsskarta över det planerade vindparksområdet Olof Skötkonung och dess placering.



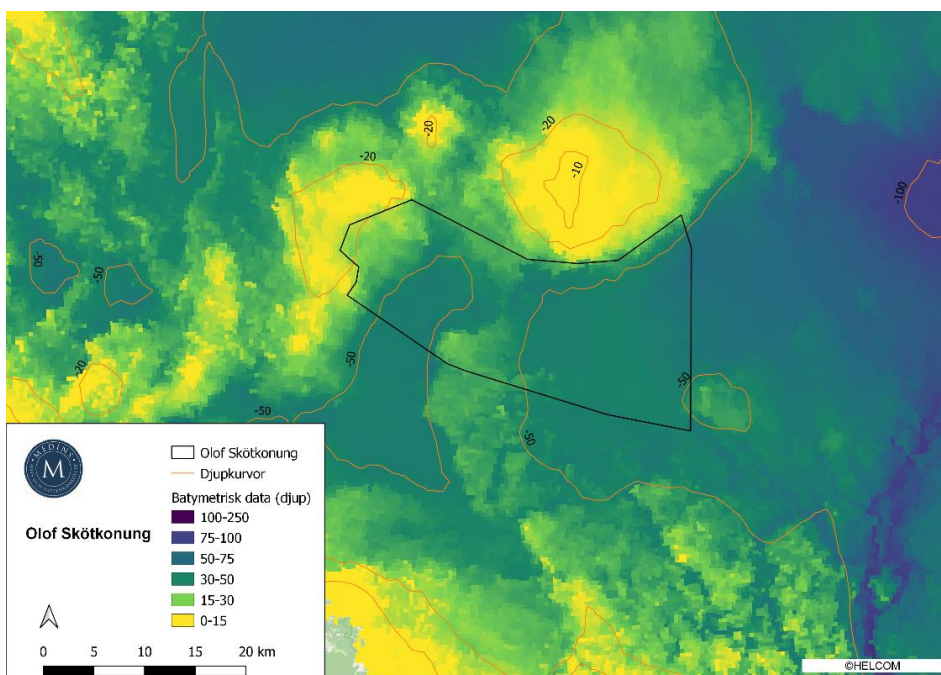
Figur 2. Översiktskarta över de två ytorna, eller delområdena av det planerade vindparksområdet Olof Skötkonung inom vilka anläggning av vindkraftverk kommer att ske.

Syftet med rapporten är att utreda och bedöma vilka konsekvenser den planerade etableringen, driften och avvecklingen av havsbaserad vindkraft inom Olof Skötkonung får för områdets marina naturvärden. Liksom en bedömning av hur närliggande skyddade områden påverkas av en sådan vindkraftpark.

2 Områdesbeskrivning

2.1 Bakgrund

Det planerade parkområdet Olof Skötkonung ligger i Södra Bottenhavet i ekonomisk zon (Figur 1). Området ligger över 25 km från närmaste delen av kuststräckan, men i anslutning till en samling utsjöbankar vid namn Finngrundan. Djupet inom projektområdet varierar mellan ca 20 och 75 meter. Generellt är det grundare närmast de grunda utsjöbankarna i norr samt i ett område i söder, i mitten av parkområdet. Inom den absoluta majoriteten av området är djupet dock större än 40 meter (Figur 3).

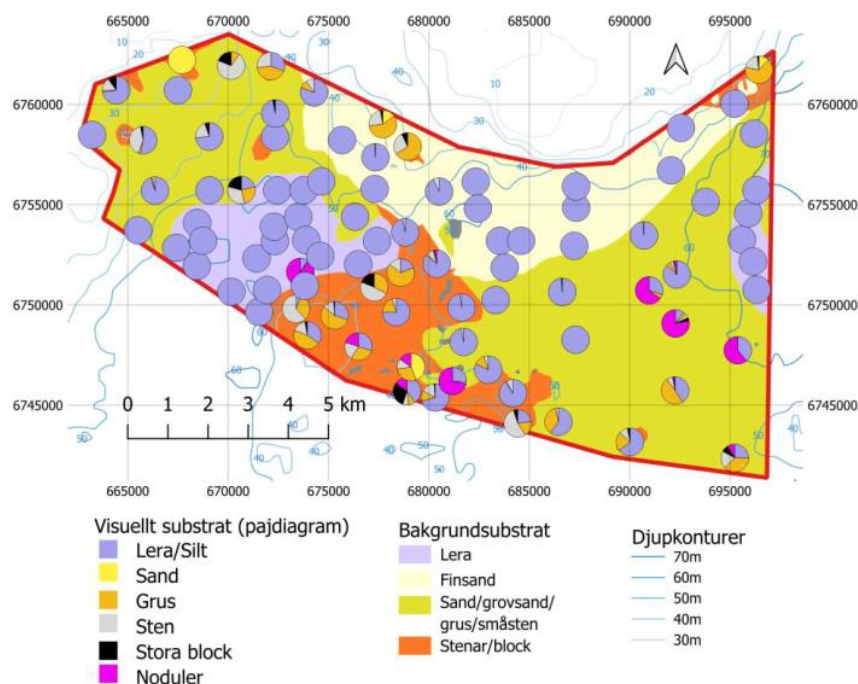


Figur 3. Djupkurvor och batymetrisk data över havsområdet där Olof Skötkonung är lokaliserat. Gul färg indikerar grundare vatten och blå djupare. Djupet anges i meter.

Östersjön har inga permanenta strömmar på samma sätt som exempelvis Skagerrak och Kattegatt utan strömmarna varierar. Längs kusterna rör sig vattnet generellt söderut medan strömriktningen på öppna havet beror på vindar och vattenstånd. Djupa strömmar beror på bottenens topografi och är generellt långsammare än ytströmmarna (Meteorologiska institutet 2022). Salthalten i Bottenhavet ligger på mellan 4 - 6 psu i ytvattnet och 6 - 7 psu i bottenvattnet (Sveriges vattenmiljö 2023). Syrehalten på botten i området kring det planerade parkområdet ligger generellt på mellan 5 - 8 ml/l. Det föreligger alltså ingen syrebrist (Bravell och Lindberg 2023).

Olof Skötkonung har undersökts i fält av Sweco, vilket resulterat i en Naturvärdesinventeringsrapport (Falk m.fl. 2024) och fem delrapporter som behandlar resultatet av fältinventeringarna inom områdena video (Emanuelsson m.fl. 2024), bottenfauna (Palmkvist m.fl. 2024), eDNA (Looström m.fl. 2024), CTD (Emanuelsson m.fl. 2024) samt miljögifter och sediment (Ekeröth och Emanuelsson 2024). Dessa rapporter ger tillsammans en beskrivning av området och fungerar som underlag för denna konsekvensbedömningsrapport.

Bottensubstratet inom det planerade parkområdet är relativt homogent och domineras av mjuka bottenar bestående av lera och silt. Det finns även inslag av blandbottenar samt mindre ytor med hårbotten. I nordväst finns även små ytor med sand som bedöms utgöras av Natura 2000-naturtypen 1110 Sandbankar. Inom söder finns ett större område med grövre material bestående av sten, block och grus (Figur 4). Detta korrelerar med ett något grundare djup inom området (Figur 3). Utöver detta finns mindre ytor av grövre material längre norrut i mitten av parkområdet, liksom i det nordöstra hörnet och utspridda även inom sydöst och nordväst. Lera återfinns generellt i stora ytor inom de djupare delarna av området (Figur 4) (Emanuelsson m.fl. 2024). Bottenarna bedöms utgöras av transport- och erosionsbottenar (Ekeroth och Emanuelsson 2024).



Figur 4. Bottensubstrat på havsbotten inom och kring det planerade vindkraftområdet Olof Skötkonung.

Parkområdet har klassats till främst visst till påtagligt naturvärde, med ett mindre område längs i nordväst klassat till högt naturvärde (Falk m.fl. 2024).

2.2 Naturtyper och habitat

2.2.1 Natura 2000-naturtyper

Inom projektområdet Olof Skötkonung finns ytor av hårt substrat, och inom vissa ytor, främst i de södra delarna, uppfyller de definitionen av Natura 2000-naturtypen 1170 rev men utan större sammanhängande ytor vid videoprovtagning (Emanuelsson m.fl. 2024; Naturvårdsverket 2011a).

Det finns ytor dominerade av sand och grus inom Olof Skötkonung (Figur 4). Enligt Naturvårdsverkets definition för Natura 2000-naturtypen 1110 sandbankar ska dessa dock ligga på maximalt 30 meters djup och bestå av i huvudsak sandiga sediment, även om andra kornstorlekar kan förekomma (Naturvårdsverket 2011b).

Majoriteten av de sandiga ytorna inom Olof Skötkonung ligger alltså för djupt för att uppfylla definitionen för sandbankar (Figur 3). Det är därför enbart i de nordvästra delarna av det västra delområdet där Natura 2000-naturtypen sandbankar förekommer. Inga andra Natura 2000-naturtyper väntas förekomma inom Olof Skötkonung (Emanuelsson m.fl. 2024).

2.2.2 Habitat

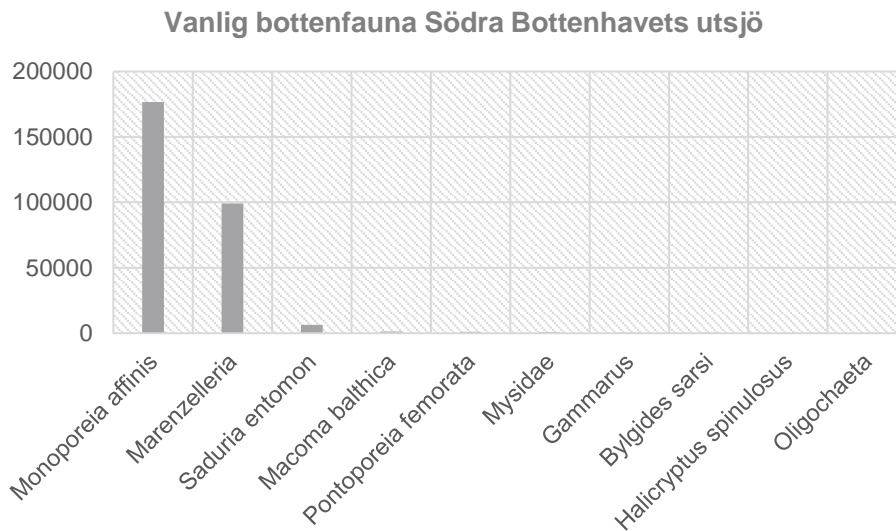
För de ytor som inte utgörs av en Natura 2000-naturtyp kan de definieras enligt HELCOM-HUB till habitat eller biotoper. Habitat definieras i detta fall som den abiotiska miljön, medan biotoper är miljön ihop med ett karaktäristiskt organismsamhälle. Indelningen kan göras på olika nivåer, ju högre nivå desto mer detaljerad blir uppdelningen.

Inom Olof Skötkonung har totalt tio olika habitat klassificerats. De fem vanligaste, som tillsammans återfinns i över 90 % av de karterade ytorna är i fallande ordning efter vanlighet: *Baltic aphotic mixed substrate characterized by sparse epibenthic fauna* (AB-M2T), *Baltic aphotic muddy sediment characterized by sparse epibenthic macrocommunity* (AB-H2T), *Baltic aphotic mixed substrate characterized by mixed epibenthic macrocommunity* (AB-M1V), *Baltic aphotic muddy sediment characterized by mixed epibenthic macrocommunity* (AB-H1V), samt *Baltic aphotic sand characterized by mixed epibenthic macrocommunity* (AB-J1V) (Emanuelsson m.fl. 2024).

2.3 Bottenfauna och flora

Inom Östersjön ligger den fotiska zonen, det vill säga djupet inom vilken fotosyntes kan ske, på ca 20 meter. Det är också det djupet som används som gränsdragning mellan grunda och djupa bottenar (Faithfull m.fl. 2021). Då djupet inom Olof Skötkonung överstiger 20 meter i hela projektområdet (Figur 3) väntas ingen bottenflora förekomma. Ingen sådan har heller observerats vid undersökningarna inom området (Emanuelsson m.fl. 2024).

Bottensubstrat och djup inom Olof Skötkonung är liknande det som vanligen återfinns i utsjön inom Södra Bottenhavet. Vid provtagningar i dessa områden både söder och nordväst om det tilltänkta parkområdet under de senaste 15 åren har det inte hittats någon rödlistad art. Sammantaget har som mest 14 arter återfunnits, och bottenfaunasamhället domineras generellt av ett fåtal av dessa. Vanligast var vitmärslan *Monoporeia affinis* och den invasiva havsborstmasken *Marenzelleria* (Figur 5) (SMHI SharkWeb 2023). Alla de återfunna arterna är sådana som är mycket vanliga på dessa typer av bottenar i denna del av Östersjön. Hela Bottenhavet har bottenfaunasamhällen som generellt karaktäriseras av arterna *Monoporeia affinis*, *Marenzelleria* och *Macoma balthica*. Även *Saduria entomon*, *Halicryptus spinulosus* och *Pontoporeia femorata* är arter som förekommer med stor biomassa i vattnet kring det aktuella området (Gogina m.fl. 2016).



Figur 5. Diagram över de tio vanligast förekommande arterna i bottenfaunaprover tagna år 2008 - 2023 registrerade i SMHI:s databas SharkWeb. Enheten på y-axeln är det sammanlagda antalet individer i mätvärdet individer per kvadratmeter i alla prov.

På grundare vatten med förekomst av vegetation väntas fler bottenfaunaarter kunna förekomma, exempelvis inom utsjöbankarna Finngrundan (Bravell och Lindberg 2023a). De arter som återfunnits inom dessa bankar är dock inte sannolika inom Olof Skötkonung på grund av skillnaden i djup och förekomst av vegetation.

Vid de marinbiologiska inventeringarna i området med video observerades pungräkor (*Mysidae*) och ishavsgråsuggor (*Saduria entomon*) i nästan alla prov, de förefaller vara vanliga inom området. Inga blåmusslor observerades (Emanuelsson m.fl.).

Vid provtagning av bottenfauna var antalet arter i proverna mellan två och sex, och totalt identifierades nio olika arter inom området. Den absolut vanligaste arten var vitmärla (*Monoporeia affinis*), men även havsborstmasken *Marenzelleria* och östersjömussla (*Macoma balthica*) var vanliga. Bottenfaunan uppvisade i allmänhet god status (Palmkvist m.fl. 2024).

De arter som hittats i de marinbiologiska inventeringarna visar att bottenfaunasamhället inom Olof Skötkonung i princip helt överensstämmer med det vanliga bottenfaunasamhället i Södra Bottenhavets utsjö. Både vad gäller förekommande arter och vilka av dessa som är vanligast. Alla påträffade arter är vanligt förekommande och ingen ovanlig eller rödlistad art återfanns. Ishavsgråsuggan är dock en typisk art för Natura 2000-naturtypen 1110 sandbankar.

2.4 Fisk

Sweco (tidigare Medins) har utfört en litteraturstudie över vilka fiskarter som väntas före-komma inom Olof Skötkonungs projektområde. I denna identifierades 17 arter som skulle kunna befinna sig inom parkområdet, antingen hela året eller tillfälligtvis. Utöver detta tillkommer nio arter vars förekomst är osäker men som inte kan uteslutas. Detta är ett maximalt antal arter, och sannolikt befinner sig inte alla dessa arter i området samtidigt, utan de har möjlighet att nyttja det. Av dessa är torsk (*Gadus morhua*) och ål (*Anguilla anguilla*) rödlistade som sårbar (VU) respektive akut hotad (CR). Arter av kommersiellt värde för yrkesfisket i området är främst strömming (*Clupea harengus*) men även till viss del skarpsill (*Sprattus sprattus*) (Falk och Lindberg 2023).

Ålens förekomst inom området är osäker. Den befinner sig sannolikt grundare och närmare kusten under sin uppväxt. Det finns inte mycket data eller studier på ålens lekvandring genom Bottenhavet, men troligtvis vandrar ålarna närmare kusten. Vandring genom projektområdet Olof Skötkonung kan dock inte uteslutas helt (Falk och Lindberg 2023).

Fyra arter bedöms ha möjlighet till lek inom området; ringbuk (*Liparis liparis*), sjurygg (*Cyclopterus lumpus*), spetslångebarn (*Lumpenus lampretæformis*) och tobiskung (*Hyperoplus lanceolatus*). Ringbuk och sjurygg leker på hårbotten medan spetslångebarn och tobiskung leker på mjukbotten. Inga av dessa arter är rödlistade.

Av de arter som bedömts som möjliga inom projektområdet är fem arter; sik (*Coregonus maraena*), strömming, torsk, tånglake (*Zoarces viviparus*) och öring (*Salmo trutta*) typiska för naturtypen 1170 rev. Sex arter är typiska för naturtypen 1110 sandbankar; strömming, sjurygg, skarpsill, skrubbskädda (*Platichthys flesus*), torsk och tånglake. Enbart fyra arter väntas ha möjlighet att leka inom Olof Skötkonung, ingen av dem är rödlistad men sjuryggen är typisk för naturtypen 1110 sandbankar. (Falk och Lindberg 2023).

Vid inventering med video i området kunde förekomst av spetslångebarn, smörbultsfiskar, sill/skarpsill, tånglake, tejstefisk, storspigg, större ringbuk och hornsimpa bekräftas (Emanuelsson m.fl. 2024). Vid provtagning med eDNA var arterna sill, tånglake, rötsimpa/hornsimpa, storspigg, större ringbuk, sandstubb och skarpsill säkra och förekom i alla prov (Looström m.fl. 2024).

Sammantaget kan en rödlistad art förekomma inom Olof Skötkonung och det är torsk. Den har dock inte observerats i varken provtagning med eDNA eller video, men förekomst kan inte uteslutas helt baserat på tidigare fynd. Torsken leker dock inte inom området. Det kan inte heller uteslutas att den rödlistade ålen tillfälligtvis vandrar genom det tilltänkta parkområdet, även om inte heller den identifierats i provtagningarna och den största delen av lekvandringen sannolikt följer kusten.

2.5 Marina däggdjur

Medins har utfört en litteraturstudie av vilka arter av marina däggdjur som väntas kunna förekomma inom projektområdet Olof Skötkonung. Resultatet av denna presenteras kortfattat nedan.

I Östersjön finns fyra arter av marina däggdjur med olika levnadssätt och utbredning; tumlare (*Phocoena phocoena*), gråsäl (*Halichoerus grypus*), knubbsäl (*Phoca vitulina*) och vikare (*Pusa hispida*).

Tumlaren är Östersjöns enda regelbundet förekommande valart och östersjöpopulationen är rödlistad som akut hotad (CR). Baserat på tidigare studier av tumlare i Östersjön i projektet SAMBAH kan dock artens norra utbredningsgräns anses gå vid Åland. Inget tyder på en regelbunden förekomst av tumlare norr om denna gräns, och även om tillfälliga besök av enstaka individer kring projektområdet Olof Skötkonung inte kan uteslutas helt är sannolikheten för sådan förekomst mycket liten (Bravell och Lindberg 2023b).

Gråsäl förekommer inom hela Östersjön, men sälarnas tillhåll – platser där sälarna vilar, byter päls och föder ungar – är vanligare i de norra delarna av Östersjön. I området kring Olof Skötkonung återfinns 27 tillhåll för gråsäl inom en radie av 75 km från det tilltänkta parkområdets yttre gräns. Det närmaste tillhållet heter Lövgrundsbabbar och ligger på ett stort avstånd, ca 27 km, från närmaste delen av projektområdet. Detta innebär att gråsäl regelbundet kan vistas och jaga inom och runt Olof Skötkonung, men det är inte ett område som används vid känsliga perioder så som ungfödelse och pälsomsning (Bravell och Lindberg 2023b).

Knubbsäl är vanligast på västkusten. Men i Östersjön finns även en population vid Kalmarsund. Denna population är isolerad från övriga knubbsäl och är rödlistad som sårbar (VU). Då avstånden från Kalmarsund till Bottenhavet är betydligt större än de som knubbsäl vanligtvis rör sig inom väntas inga knubbsäl förekomma i vattnen kring Olof Skötkonung (Bravell och Lindberg 2023).

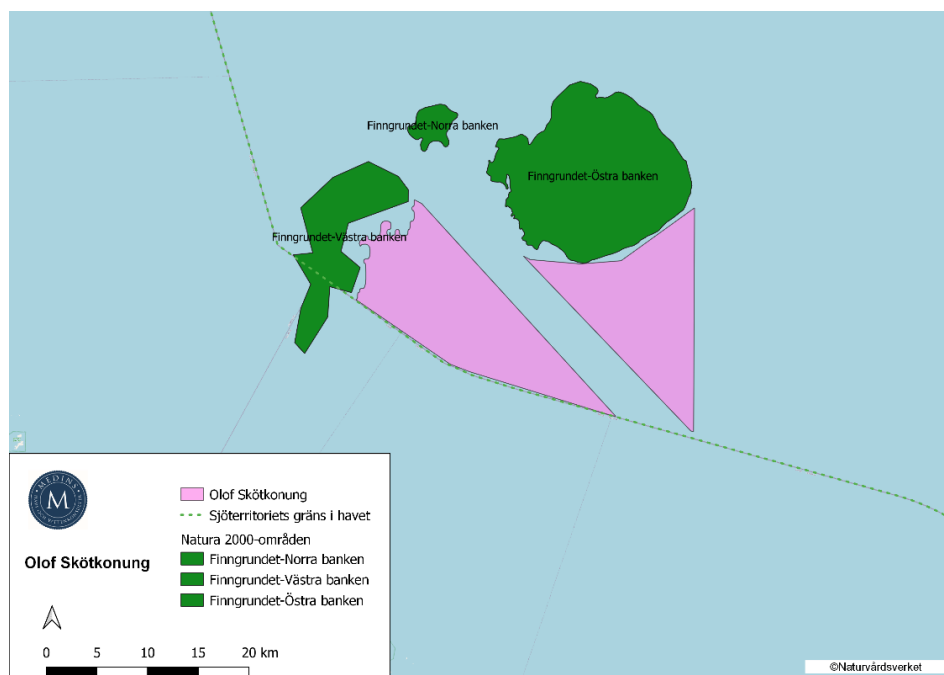
Östersjöpopulationen av vikare är fridlyst och upptagen i EU:s habitatdirektiv bilaga II. Vikare har sina viktiga områden, där de föder ungar och byter päls, på is i Bottenviken, Finka viken och Rigabukten. Det är också i dessa områden arten är som vanligast förekommande. De kan däremot simma långa sträckor och väntas kunna förekomma i och kring projektområdet under till exempel migration. Den väntas däremot inte befinna sig i närområdet under känsliga tider på året som vid pälsomsning och ungfödelse (Bravell och Lindberg 2023).

Vid provtagning av eDNA i området återfanns spår av både gråsäl och vikare, med gråsäl som en vanligt förekommande art (Looström m.fl. 2024). Detta bekräftar resultatet av litteraturstudien.

Sammantaget väntas inga regelbundna förekomster av vare sig tumlare eller knubbsäl inom Olof Skötkonung då projektområdet ligger norr om dessa arters utbredningsgräns i Östersjön. Gråsäl och vikare väntas kunna förekomma inom och kring projektområdet under jakt och migration. Inga av arterna befinner sig dock i närområdet kring Olof Skötkonung under för dem känsliga tider på året.

2.6 Skyddade områden

I nära anslutning till projektområdet Olof Skötkonung återfinns tre Natura 2000-områden; Finngrundet Västra banken, Finngrundet Norra banken och Finngrundet Östra banken (Figur 6). Övriga skyddade områden i Södra Bottenhavet återfinns alla på avstånd större än 25 km från det planerade parkområdets yttre gräns.



Figur 6. Det planerade vindparksområdet Olof Skötkonung och dess placering i förhållande till de tre Natura 2000-områdena Finngrundet Västra banken, Finngrundet Norra banken samt Finngrundet Östra banken.

Finngrundet Västra banken täcker en yta på ca 83 km² och ligger på ett närmaste avstånd av ca 500 m från Olof Skötkonungs västra delområde och ca 12,5 km från det östra delområdet. Natura 2000-området ligger både i ekonomisk zon och svenskt territorialvatten och ligger på gränsen mellan Gävleborgs län och Uppsala län. Området är en utsjöbank med grunt, hårt substrat omgivet av djupare vatten. Detta ger goda förutsättningar för marin makrovegetation. De täta och välmående tångbältena ger i sin tur skydd och mat till många andra arter och det finns exempelvis stora populationer av tånglake, skarpsill och strömming, liksom förekomst av torsk. Vegetationen bidrar även till att göra området till ett viktigt lekområde för flera fiskarter och ett födosöksområde för gråsäl och fågel. Den ingående naturtypen enligt Art- och habitatdirektivet är 1170 Rev, denna naturtyp täcker 98,4 % av Natura 2000-områdets yta (Länsstyrelsen Gävleborg 2016).

Finngrundet Norra banken täcker en yta på ca 13 km² och ligger på ett närmaste avstånd av ca 4,9 km från Olofs Skötkonungs västra delområde och ca 13,3 km från det östra delområdet. Natura 2000-området ligger i ekonomisk zon. Beskrivningen av området är den samma som för Finngrundet Västra banken, då de vid undersökningar har bedömts vara väldigt lika varandra med samma förekommande naturmiljöer och arter. Den ingående naturtypen enligt Art- och habitatdirektivet är 1170 Rev, denna naturtyp täcker 100 % av Natura 2000-områdets yta (Länsstyrelsen Gävleborg 2016).

Finngrundet Västra banken och Finngrundet norra banken har båda samma bevarandemål för den ingående naturtypen 1170 rev:

- Arealen av naturtypen ska inte minska
- Naturtypen ska vara huvudsakligen fri från skador orsakade av mänsklig påverkan
- Reven ska ha en naturlig struktur och zonerings
- Området ska uppvisa god ekologisk status med avseende på övergödning
- Makroalgshabitaten ska vara täta och välmående och inte täckas av fintrådiga alger
- Förekommande typiska fiskarter och egna indikatorarter ska uppvisa god tillväxt och området ska hysa god förekomst av livsmiljöer för alla livsstadier
- Det ska inte ske någon påtaglig minskning av populationerna hos de typiska arterna

(Länsstyrelsen Gävleborg 2016).

Finngrundet Östra banken täcker en yta på ca 232 km² och ligger på ett närmaste avstånd av ca 50 meter från Olof Skötkonungs östra delområde och ca 5 km från det västra delområdet. Hela Natura 2000-området ligger i ekonomisk zon. Området är en utsjöbank, ett grundare område omgivet av djupare vatten. Det har höga naturvärden och klart vatten, större delen av banken består av hårbotten, men den västra sidan domineras av sand och grus. Det finns inom området stora ytor med välutvecklade tångbälten av olika arter som i sin tur skapar livsmiljöer för andra arter. Strömming, skarpsill och tånglake är vanliga fiskar men även torsk förekommer. Gråsäl födosöker i området. De ingående naturtyperna enligt Art- och habitatdirektivet är 1110 sandbankar och 1170 rev som täcker 21 respektive 78 % av Natura 2000-områdets yta.

Bevarandemål för naturtypen sandbankar är:

- Arealen av naturtypen ska inte minska
- Naturtypen ska vara huvudsakligen fri från skador på grund av mänsklig påverkan
- De naturliga förutsättningarna för vattenutbyte ska inte försämrats
- Området ska uppvisa god ekologisk status med avseende på övergödning
- Det ska inte ske någon påtaglig minskning av populationerna hos habitatets typiska arter
- Typiska arter och egna indikatorarter av fiskar ska förekomma, exempelvis tånglake och strömming. Arterna bör uppvisa god tillväxt. Området bör fortsatt hysa god förekomst av livsmiljöer för alla livsstadier

Bevarandemål för naturtypen rev är:

- Arealen av naturtypen ska inte minska
- Naturtypen ska vara huvudsakligen fri från skador på grund av mänsklig påverkan
- Reven ska ha en naturlig struktur och zoner
- Området ska uppvisa god ekologisk status med avseende på övergödning
- Blåstångsbältena ska vara täta, välmående och påträffas ner till minst 10 m djup
- Andelen fintrådiga alger på makroalgshabitat ska vara högst 5 %
- Det ska inte ske någon påtaglig minskning av populationerna hos habitatets typiska arter
- Typiska arter och egna indikatorarter av fiskar ska förekomma, exempelvis tånglake och strömming. Arterna bör uppvisa god tillväxt. Området bör fortsatt hysa god förekomst av livsmiljöer för alla livsstadier

(Länsstyrelsen Gävleborg 2018).

3 Bedömningsunderlag

Vid en bedömning av konsekvenser för marina naturvärden görs en sammanvägning av ett habitats eller en arts naturvärde samt känslighet för den aktuella typen av påverkan tillsammans med påverkans storlek, både i påverkad yta, antal individer och varaktighet. Dessa två faktorer ger tillsammans en konsekvens enligt matris i tabell 1.

Tabell 1. Konsekvens av påverkan för en art eller ett habitat presenterat som en faktor av dels receptorns värde och känslighet, dels miljöeffektens storlek.

Värde/ känslighet	Miljöeffekt/påverkan				
	Stor	Måttlig	Liten	Försumbar	Positiv
Högt	Stor negativ konsekvens	Stor negativ konsekvens	Måttlig negativ konsekvens	Obetydlig konsekvens	Positiv konsekvens
Måttligt	Stor negativ konsekvens	Måttlig negativ konsekvens	Liten negativ konsekvens	Obetydlig konsekvens	Positiv konsekvens
Lågt	Måttlig negativ konsekvens	Liten negativ konsekvens	Liten negativ konsekvens	Obetydlig konsekvens	Positiv konsekvens

I en art eller ett habitats känslighet och värde vägs eventuell hotstatus samt känslighet för aktuell typ av påverkan in. Där exempelvis vissa habitat är extra känsliga för viss typ av påverkan, men okänsligare för annan beroende på faktorer som djup och artsammansättning. För påverkansfaktorer där en art eller habitat inte bedöms ha någon känslighet alls görs ingen konsekvensbedömning. Exempelvis väntas direkt mekanisk påverkan inte vara aktuellt för mobila arter så som fiskar och marina däggdjur.

Påverkans storlek eller miljöeffekt klassas som försumbar, liten, måttlig, stor eller positiv. I dessa kategorier vägs in hur stor yta alternativt hur många individer som väntas påverkas, hur långvarig påverkan är och vad påverkan innebär för individuella arter samt populationer.

Grunden i bedömningen av arter och habitats känslighet samt av påverkans storlek utgår främst från publicerade vetenskapliga artiklar, rapporter och sammanställningar, men även från kunskapsöversikter och databaser så som MarLIN (Marin Life Information Network) och MARBIPP (Marine Biodiversity, Patterns and Processess) liksom från erfarenheter och kunskapssammanställningar från befintliga vindkraftsanläggningar. I det aktuella projektet har utredningar av påverkansfaktorerna ljud samt grumling och sedimentation inom området utförts av Niras och DHI.

Nedan presenteras först den planerade anläggningen av vindkraftparken med alla påverkansfaktorer som följer av anläggning och drift. Sedan kommer konsekvensbedömningar av naturtyper och habitat, bottenfauna- och flora, fisk, marina däggdjur samt skyddade områden. För fisk behandlas hotade och kommersiellt viktiga arter i separata bedömningar.

4 Påverkansfaktorer

4.1 Planerad anläggning

Inom Olof Skötkonung planeras en anläggning med maximalt 70 vindkraftverk. Dessa ska ha en högsta höjd på 350 meter över havet och en effekt på 20 – 25 MW. Vindkraftverken kommer att vara bottenfasta och sammankopplade till ett internkabelnätverk kopplade till en eller två transformatorstationer.

Den typ av fundamentstruktur som planeras är i första hand av typen fackverk eller "jacket". Dessa kan fästas i botten på olika sätt, antingen med pålning, borring eller sugankare. Vilken metod som används beror på lokala bottenförhållanden. Inom Olof Skötkonung kommer fundamenten att fästas med pålning eller borring. Andra möjliga fundamenttyper inom Olof Skötkonung är monopiles eller gravitationsfundament. Inga fundament kommer att anläggas på djup grundare än 30 meter.

4.2 Mekanisk påverkan

I det fall anläggning av vindkraftverk innebär förberedande arbeten av botten så som utjämning eller muddring uppstår en direkt mekanisk påverkan på bottensamhället. Likaså vid nedläggning av kablar under botten med spolning, dikning eller liknande metoder. I båda dessa fall kan arbetena innebära en direkt mortalitet på grävande eller fastsittande fauna inom det påverkade området.

Inom Olof Skötkonung planeras en anläggning med fackverksfundament. Dessa kräver vanligtvis ingen större beredning av havsbotten. Dock kan mindre utjämningsarbeten i form av viss muddring krävas på platser med kraftigare sluttning av havsbotten. Vid nedläggning av internkablar sker direkt påverkan från nedläggningsarbetena. Detta kommer ske över alla ytor där kabeln kan läggas ner under havsbotten. Nedläggningsarbetet väntas främst ske i form av spolning, men även plogning eller plöjning samt mekaniska skärverktyg kan vara aktuellt kortare sträckor. Det kan även eventuellt innan nedläggningen ske röjning av ett 10 – 20 m brett område där kabeln ska placeras för att avlägsna stenblock, sandvågor och annat bråte innan kabelnedläggning. Röjning sker då med dragg eller plog (Deep Wind Offshore 2023).

Den totala påverkade ytan från alla fundament, inklusive erosionsskydd finns sammanställd under kapitlet "Habitatförlust och reveffekt" (Tabell 2). Som mest påverkas 0,33 km² av fundament och erosionsskydd. Förberedande arbeten, i de fall sådan utförs, sker sannolikt inom dessa ytor.

Vid nedläggning av kablar med plogning eller spolning uppskattas en påverkad yta av en eller ett par meter åt varje sida (dikesstorlek). Sammantaget planeras en total sträckning av som mest 200 km internkablar att läggas ner inom Olof Skötkonung. Direkt påverkan kan också förekomma inom större yta än själva diket om det röjs med dragg eller plog innan kabelnedläggning. I ett värsta scenario där alla sträckor röjs till en bredd av 20 m, sker påverkan då inom en yta på 4 km². Detta är dock ett osannolikt utfall och snarare att betrakta som ett värsta scenario.

Sammantaget sker direkt påverkan, i ett värsta scenario baserad på röjning av all kabelsträckning och anläggning av 25 MW gravitationsfundament, inom ca 4,4 km², eller 0,9 % av projektområdet. Sannolikt är den påverkade ytan dock betydligt mindre.

Mekanisk störning av botten är en kortvarig påverkan och är enbart aktuell under anläggningskedet av vindkraftparken och eventuellt under avvecklingsfasen.

4.3 Anläggningsbuller

Vid anläggning av havsbaserade vindkraftverk uppkommer ljud av olika karaktär och styrka. Anläggningsfartyg avger en kontinuerlig ljudform, medan pålning av fundament innebär en impulsiv ljudform. Pålning av vindkraftsfundament är generellt associerade med de högsta ljudnivåerna under anläggningsarbetet (Bergström m.fl. 2022). Ljudnivåerna ökar dock med ökad diameter på det pålade objektet, varvid pålning av fackverksfundament avger lägre ljudnivåer än pålning av monopilefundament (Andersson m.fl. 2016). Det innebär dock tre till fyra pålningsarbeten per fundament jämfört med monopiles som bara innebär en pålning per fundament. Ljudet pågår alltså under en längre tid vid pålning av fackverksfundament. Ljudet som avges vid pålningen beror också på andra parametrar så som pålens material, hammarens material, samt hur djupt pålen ska slås ner (Andersson m.fl. 2016).

Utöver eventuell pålning tillkommer även buller från ökad sjötrafik i området associerat med anläggningsarbetet. Vilken påverkan detta kan ge beror dock på hur området i övrigt ser ut, med exempelvis regelbunden fartygstrafik och närhet till farleder (Öhman 2023).

Havet är inte naturligt en tyst plats. Ljud uppkommer hela tiden från exempelvis vågrörelser, vindar, regn, samt från de djur som lever där. Mänskliga aktiviteter bidrar också till ljudnivån, exempelvis båtar, fartyg, sonar, ekolod och industrier. Dessa bildar tillsammans ett så kallat bakgrundsljud. Generellt står fartygstrafiken för den största delen av bakgrundsbullret (Tougaard m.fl. 2020). Nivån på bakgrundsljudet varierar därför beroende på plats, där mer isolerade platser har lägre ljud medan platser nära exempelvis större farleder har högre. I Östersjön ligger medianen av bakgrundsljudet på mellan ca 60 och 110 dB re 1 μ Pa SPL beroende på plats (Mustonen m.fl. 2019). För att ett djur ska kunna uppfatta ett ljud behöver det alltså överstiga det aktuella områdets bakgrundsljud. Inom Olof Skötkonung är bakgrundsljudet påverkat av en närliggande farled och varierar mellan SPL 75 och 95 dB re 1 μ Pa beroende på plats och årstid. Högst bakgrundsljud är det i den östra delen av det tilltänkta parkområdet (NIRAS 2023).

Förutom källnivån på ljudet och områdets bakgrundsljud kan ljudnivån som når en receptor påverkas även av hur väl ljudet sprids inom det aktuella området. Ljudutbredningen från en ljudkälla påverkas av flera faktorer, exempelvis bottenens struktur och material, vattendjup samt vattnets temperatur och salthalt (Andersson m.fl. 2016).

Niras har modellerat ljudutbredning från anläggningsfasen utifrån fem positioner som tillsammans representerar ett värsta scenario med avseende på ljud. Beräkningarna utgår från att ett fackverksfundament med fyra ben installeras per 24 h, det vill säga fyra pålningar per dygn. Ljudet från pålningen vid ett avstånd av 1 m från själva ljudkällan beräknas vara 216,3 dB re 1 μ Pa²s vid

odämpad pålning. Vid dämpning med en bubbelgardin väntas ljudet vara 202,8 dB och vid dämpning med två bubbelgardiner 200,1 dB (NIRAS 2023).

Anläggningsbuller är en tillfällig och kortvarig påverkan. Denna typ av ljud är enbart aktuella under anläggningsfasen, och under de dagar och tider som tillåter anläggningsarbete. Det är osannolikt att pålningsarbete kommer att pågå varje dag under anläggningsfasen på grund av tekniska och vädermässiga begränsningar.

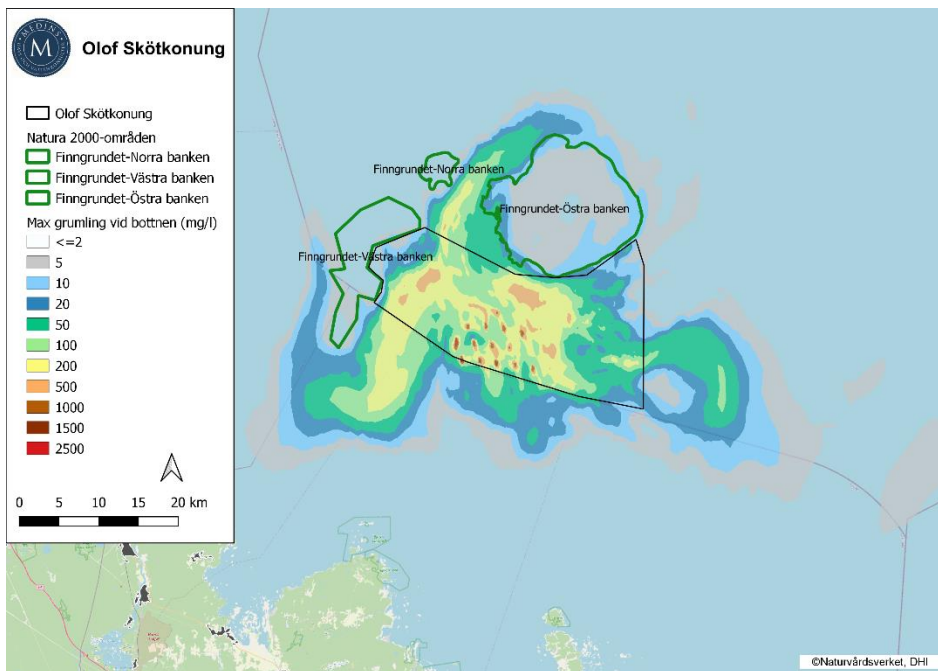
De bullernivåer som väntas vid avvecklingen av en vindkraftpark är generellt lägre än de som väntas under anläggningen. Detta då avveckling inte innebär pålning. Avseende bullerpåverkan kan avvecklingen sägas ligga mellan påverkan från anläggningsbuller och påverkan från driftbuller (Mooney m.fl. 2020). Avvecklingsbuller innebär alltså en lägre påverkan på marint liv än anläggningsbuller, men är även det en tillfällig och relativt kortvarig påverkan.

4.4 Grumling och sedimentation

Vid anläggning av en havsbaserad vindkraftpark kan det förekomma arbeten som rör upp bottensediment. Det kan handla om muddring eller borring för uppförande av fundament, liksom om spolning, plogning eller liknande arbeten för nedläggning av kablar. Denna störning av bottensedimentet innebär en ökad koncentration av partiklar i vattenmassan – en ökad grumling. De grumlande partiklarna färdas med strömmar och sedimenterar sedan på havsbotten. Hur långt partiklarna färdas beror på de lokala vattenströmmarna samt på storleken hos sedimentfraktionerna. Grövre fraktioner som sand och grus färdas inte lika långt som finkornigare fraktioner som lera.

Vilken påverkan som grumlingen får på flora och fauna beror på typ av sediment, koncentration och varaktighet, liksom på tidpunkt på året och de aktuella arternas känslighet (Karlsson m.fl. 2020). Ett visst mått av grumlighet förekommer naturligt inom alla vattenmassor, och hårda vindar, strömmar och algbloomingar kan tillfälligt öka de naturliga halterna. Akvatiska organismer är därför anpassade för att kunna hantera ett visst mått av grumling (Karlsson m.fl. 2020). Naturliga halter på 1 - 4 mg/l har registrerats i Öresund vid lugnt väder, vid storm ökade halterna till 5 - 15 mg/l och lokalt upp till 40 mg/l (Valeur och Jensen 2001). Bottenlevande arter som lever nära eller i sedimentet är generellt bättre på att hantera grumling än arter som lever i den fria vattenmassan.

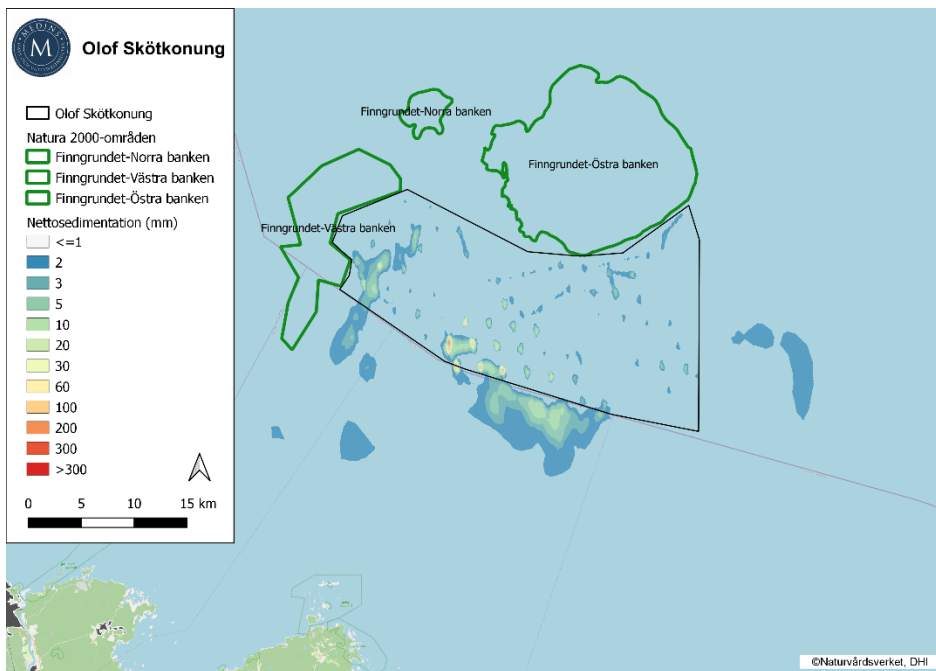
Det har gjorts en modellering på väntad grumling och sedimentspridning vid anläggning av fackverksfundament under arbetstiden mars till augusti. Denna visar att grumling främst sker utefter botten. Den maximala grumlingen i ytvattnet uppgår till 20 mg/l. Vid botten är den maximala grumlingen 2500 mg/l, dock bara inom en mycket liten yta. Grumling högre än 500 mg/l inträffar enbart inom begränsade ytor närmast vissa fundament (Figur 7). Grumling på över 1000 mg/l varar aldrig längre än 6 timmar, medan grumling över 100 mg/l varar som mest ett dygn i bottenvatten. Grumling på över 10 mg/l varar i som mest 4 dygn. Dessa varaktigheter är kumulativt sammanställda från varaktigheter över hela anläggningsfasen (DHI 2023).



Figur 7. Maximal halt suspenderat sediment i bottenvattnet kring Olof Skötkonung under anläggningen av en vindkraftpark. Kartan visar den högsta koncentrationen som väntas inom alla ytor under arbetets gång. Den representerar alltså inte grumling vid ett enskilt tillfälle. Data och simulering kommer från DHI (2023).

Sedimentation till följd av ökade grumlingshalter kan bilda ett övertäckande lager på botten. Hur tjockt detta lager blir beror på grumlingshalt, strömmar och avstånd till det grumlande arbetet. Blir det övertäckande lagret för tjockt kan det riskera att begrava bottenanknutna organismer eller täcka över marina kärlväxter och makroalger.

Den totalt sammanlagda sedimentationen från arbetet inom Olof Skötkonung väntas bli som mest 200 mm. Högre grader av sedimentation påverkar dock mycket små ytor. Sedimentation på mellan 100 och 200 mm påverkar enbart 0,1 km² inom parkområdet och sedimentation på över 20 mm påverkar sammantaget ca 1 km². Denna typ av sedimentation uppstår alltså enbart kring vissa fundament. Lägre grader av sedimentation kan dock spridas över något större ytor, framför allt sker spridning söder om parkområdet. Inom den absolut största delen av projektområdet och närliggande ytor väntas dock sedimentation på mindre än 1 mm (Figur 8) (DHI 2023).



Figur 8. Nettosedimentation som en följd av anläggningsarbeten inom Olof Skötkonung. Kartan visar tjockleken hos pålagringen på botten en månad efter att installationsarbetena upphört. Data och simulering kommer från DHI (2023).

Grumling och sedimentation är en kortvarig påverkan aktuell under anläggningsskedet och eventuellt också under avvecklingsfasen beroende på metod. Tillfällig grumling av mindre art kan dock även uppkomma i samband med underhållsarbete under driftfasen.

4.5 Habitatförlust och reveffekt

Anläggningen av nya fundament och eventuella erosionsskydd, liksom dragning av kablar direkt på botten med övertäckning av skydd eller tyngder, kan innebära att mjuka habitat ersätts med hårda. Det resulterar i en förlust av dessa mjukbottenytor som tillgängliga habitat. På hårbotten uppstår ingen sådan habitatförlust då hårda ytor inte försvinner utan bara till viss del ändrar karaktär.

Ett tillskott av hårda bottenar kommer skapa nya ytor för organismer att kolonisera. De kan bidra med gömställen och innebära en ökad tillgång på föda. Detta har visat sig gynna både artdiversiteten och arttätheten i närområdet och kallas reveffekten (Degraer m.fl. 2020). Vilken påverkan reveffekten får på det lokala marina samhället beror på flera faktorer; placering och avstånd mellan strukturerna, platsen i sig, vilka arter som finns i området, vattendjup, med mera. Men även hur de artificiella strukturerna utformas kan ha stor påverkan, komplexa och mer heterogena hårda ytor ger en större biodiversitet än enkla (Glarou m.fl. 2020; Langhamer 2012).

Fackverksfundament bidrar exempelvis med mer komplexa ytor och medför en större reveffekt än monopile- och gravitationsfundament (Hammar m.fl. 2008). Det finns exempel från Danmark där tillgången på mat för fiskar och andra organismer har uppskattats öka med 60 gånger som en följd av reveffekten efter anläggningen av en havsbaserad vindkraftpark (Langhamer 2012). Den positiva effekten är främst på bottenassocierade hårbottenlevande arter. Pelagiska fiskarter så som exempelvis sill har inte visats påverkas av reveffekten (Glarou m.fl. 2020).

Den totala ytan som kommer att upptas av fundament av olika typer och storlek visas i Tabell 2. Denna utgår från ytor presenterade av DWO (DWO 2023) och en layout på 70 vindkraftverk vid en storlek på 20 MW och 65 vindkraftverk vid en storlek på 25 MW. Habitatförlusten utgår också från att alla vindkraftverk placeras på mjukbotten med erosionskydd. Om vissa verk placeras på hårbotten uppstår inte habitatförlust för dessa. Om erosionskydd inte behövs inom vissa områden blir habitatförlusten också mindre. Detta kan därför sägas vara ett värsta scenario för habitatförlust. Habitatförlust på kablar har inte räknats med i tabellen. Kablar kan komma att täckas av kabelskydd vid sträckningar över hårbotten eller där det sker korsningar med andra kablar. Över hårbotten sker ingen habitatförlust och de korta sträckor där kablar eventuellt korsar andra är försumbara i sammanhanget.

Habitatförlusten är alltså i ett värsta scenario med 25 MW gravitationsfundament inom hela parkområdet 0,33 km², eller 0,07 % av parkområdet (Tabell 2). Vid det mer sannolika utfallet med fackverksfundament är habitatförlusten 0,035 till 0,042 km², motsvarande ca 0,007 – 0,009 % av parkområdet (Tabell 2).

Tabell 2. Habitatförlust, eller bottenyta som väntas täckas av erosionskydd och fundament inom den planerade vindkraftparken Olof Skötkonung. Resultat presenteras för två olika layouter och tre olika fundamenttyper. Inom en layout med vindkraftverk av storleken 20 MW planeras 70 vindkraftverk. Inom en layout med storleken 25 MW planeras 65 vindkraftverk. Tabellen utgår från en storlek på projektområdet på 481 km².

Habitatförlust	Fackverksfundament		Monopilefundament		Gravitationsfundament	
	20 MW	25 MW	20 MW	25 MW	20 MW	25 MW
Yta/verk inkl. erosionskydd (m ²)	500	650	2 900	3 900	3 900	5 000
Total yta inkl. erosionskydd (m ²)	35 000	42 250	203 000	253 500	273 000	325 000
Total yta inkl. erosionskydd (km ²)	0,035	0,042	0,20	0,25	0,27	0,33
Andel av projektområdet (%)	0,0073%	0,0088%	0,042%	0,053%	0,057%	0,068%

Både habitatförlust och reveffekt innebär en långsiktig påverkan som kommer att bestå hela vindkraftsparkens livslängd eller längre.

4.6 Driftbuller

Vindkraftverk i drift producerar ljud och vibrationer som transporteras via fundamenten ut i det omgivande vattnet. Detta driftbuller är ett kontinuerligt ljud, och betydligt lägre än de ljud som associeras med anläggningen (Mooney m.fl. 2020). Vilka bullernivåer som kan väntas beror på flera faktorer så som vattendjup, bottensubstrat, grad av påväxt samt givetvis vindstyrka. Mängden vindkraftverk spelar också roll, ljudet från flera vindkraftverk är högre än ett ensamt. Det finns även en korrelation mellan större turbinstorlekar och högre driftljud (Tougaard m.fl. 2020). Det finns dock möjlighet att teknikutveckling med modernare turbiner i framtiden kommer att innebära lägre bullernivåer (Bergström m.fl. 2022). Generellt ligger huvuddelen av ljudenergin på frekvenser kring 500 – 1000 Hz för fackverksfundament (Marmo m.fl. 2013).

Liksom för anläggningsbuller bör man även för driftljud ta bakgrundsljudet i beaktande. En organism kommer enbart att uppfatta ljudet från vindkraftverk om det överstiger det lokala bakgrundsbullret. En vindkraftpark kan också innebära regleringar av fartygstrafik i närområdet, vilket på sikt kan minska buller från sjöfart inom området (Öhman 2023).

Driftbuller från vindkraftverk ökar som sagt med ökad storlek på turbiner. Då mätningar i fält enbart finns för havsbaserade vindkraftverk som redan är på plats finns tillgängliga nivåer på driftljud främst från verk med turbinstorlekar på upp till ca 6 MW (Tougaard m.fl. 2020). De turbiner som planeras idag är betydligt större, inom Olof Skötkonung planeras för turbiner på 20 MW. Baserat på de värden och den beräknade ökning av driftljudet som presenteras av Tougaard m.fl. (2020) bör en turbin på 20 MW producera ett driftljud på ca 124 dB re 1 μ Pa på ett avstånd av 100 m från turbinen i en vindstyrka på 10 m/s. Baserat på modellerad ljudförlust för 100 m i Östersjön på ett djup av 42 m (Bagočius m.fl. 2021) blir källstyrkan för driftljudet i detta fall 156 dB re 1 μ Pa. Detta är alltså ett estimerat driftljud baserat på modeller. Det tar inte heller hänsyn till ljudminskning som kan uppkomma till följd av ny teknik. Nya turbiner utan växellådor väntas kunna innebära ett lägre driftljud på ca 10 dB (Stöber och Thomsen 2021). I detta fall hade då ett väntat driftljud från en turbin vid en vind på 10 m/s på ett avstånd av 1 m blivit SPL 146 dB re 1 μ Pa. Detta värde är dock baserat på flera modelleringar och förenklade beräkningar och inte på faktiska mätningar i fält, och ska därför behandlas med försiktighet.

Driftljudet är en långvarig påverkan som pågår under den tid vindkraftparken är i drift. Ljudnivån varierar dock med vindstyrkan. Dagar med svagare vind är ljudet lägre än det som beräknats ovan, vilket motsvarar ljud vid full drift.

4.7 Elektromagnetiska fält

De kablar som används inom vindkraftparken för att koppla samman vindkraftverk och transformatorstationer avger elektromagnetiska fält (EMF), vilket kan påverka omgivningen. Dessa fält består dels av ett elektriskt fält (E-fält), detta kan vanligen isoleras till att stanna inom kabeln. Utöver detta uppstår också ett magnetiskt fält (B-fält) som sträcker sig utanför kabeln. Detta inducerar i sin tur ett sekundärt elektriskt fält (iE-fält) som även det sträcker sig utanför kabeln. Det magnetiska fältet ökar i styrka med ökad strömstyrka. Typen av magnetiska och elektriska fält som alstras skiljer sig åt mellan likströmskablar (DC) och växelströmskablar (AC), och styrkan på fälten minskar snabbt med ökat avstånd till kabeln. Elektriska fält mäts i enheten volt per meter (V/m) och magnetiska fält i enheten Tesla (T). Dessa elektriska och magnetiska

fält kan uppfattas av marina organismer, där exempelvis broskfiskar använder elektriska fält för att jaga och migrerande fiskarter använder magnetiska fält i sin migration (Gill m.fl. 2005; Nyqvist m.fl. 2020).

Kablarna läggs på eller under havsbotten, och då magnetiska fält avtar snabbt med avståndet är det främst bottenlevande arter som kan väntas komma i kontakt med sådana fält. Dock finns det många arter som uppvisar olika typer av vertikal migration, vilket innebär att bottenlevande arter inte alltid uppehåller sig utefter botten, och att pelagiska arter ibland tillfälligt förekommer där (Hutchison m.fl. 2020a).

Magnetiska fält förekommer naturligt. Jorden har ett magnetfält på mellan 30 och 60 μT beroende på latitud med starkare magnetfält närmare polerna. Tillfälliga händelser så som solstormar kan orsaka magnetfält över 1 μT och vara i dagar, medan naturliga fluktuationer vanligtvis ligger på ca 0,5 μT (Nyqvist m.fl. 2020).

Den typ av kabel som kommer att användas för internkabelnätverket är en 132 kV AC-kabel. Kabeln kommer, där det är möjligt, att läggas ca 1 meter under havsbotten. Där kabeln inte kan läggas under botten kommer den att täckas av kabelskydd, avståndet till kabeln från yttre delen av kabelskyddet blir 0,2 – 0,3 meter. De styrkor på magnetfält som maximalt kan väntas direkt vid kabeln är ca 1200 μT , men denna styrka avtar snabbt med avstånd från kabeln. Vid ett avstånd på 0,2 m, motsvarande avståndet vid användandet av kabelskydd, är styrkan ca 90 μT . Vid ett avstånd på 1 meter, vilket kommer att vara aktuellt inom större delen av parkområdet där kabeln grävs ner, är styrkan ca 0,7 μT rakt ovanför kabeln (DWO 2023).

Elektromagnetiska fält är en långvarig påverkan som pågår under den tid vindkraftparken är i drift.

4.8 Skuggning

Ett vindkraftverk i drift producerar två olika typer av skuggningar. Dels skuggan från tornet som sakta rör sig med solen. Den långsamma rörelsen från denna typ av skuggning gör att den närmast är att betrakta som fast. Sedan tillkommer skuggan från rotorbladen. Då dessa är i rörelse blir även skuggan rörlig. Inom parken planeras vindkraftverk med rotordiameter på 270 – 330 m, frigången kommer att vara minst 20 m över havet vid högsta vattenstånd (DWO 2023).

Den fasta skuggan når inte långt i vattnet, men om djupet för vindkraftverket är mycket grunt kan det påverka tillgången på solljus för fotosyntetiserande kärlväxter eller makrolager och kan innebära en negativ påverkan.

Den rörliga skuggan kan teoretiskt sett skrämra pelagiska fiskarter då en snabbt rörlig skugga skulle kunna uppfattas som en annalkande predator. Detta har dock inte bekräftats i studier. Det finns ändå en möjlighet att fiskar som vistas nära ytan kan uppvisa tillfälliga skrämnelreaktioner i kontakt med dessa skuggor. Rörliga skuggor uppkommer däremot bara under vissa förhållanden; dagtid med sol, tillräcklig vind för att rotorbladen ska röra sig, men tillräckligt stilla vatten för att skuggan ska kunna nå ner i vattenmassan. Detta är alltså ingen konstant påverkan utan tillfällig, och begränsad till ytan närmast vindkraftverket. Skuggning är en påverkan som kommer att vara aktuell under parkens driftskede, dock bara dagtid och under vissa väderförhållanden.

4.9 Invasiva arter

Invasiva arter är arter som spridits med människans hjälp utanför sin naturliga livsmiljö och som kan orsaka skador på den nya miljön de spridits till. Tillförsel av nya strukturer inom ett område kan i värsta fall innebära att dessa fungerar som en "språngbräda" för invasiva arter att etablera sig på (Adams m.fl. 2014). För detta krävs att strukturerna tillför en miljö som inte tidigare funnits i området. Det krävs också att de överbryggar någon form av barriär som arterna inte tidigare kunnat ta sig över, exempelvis på grund av kraftiga strömmar med en viss riktning som i exemplet från Adams m.fl. (2014). I annat fall kan strukturerna visserligen fungera som en plats för etablering av invasiva arter, men inte på ett signifikant sätt bidra till spridningen då sådan redan är möjlig.

Havsbaserade vindkraftverk bidrar främst med nya typer av miljöer i de övre delarna av fundamenten, kring skvalpzonen, då sådana miljöer ofta saknas ute på öppna havet. Vid tidigare studier är det också främst där man upptäckt främmande arter på vindkraftverk (Degraer m.fl. 2020). Exempel på detta från Östersjön är den främmande fjädermyggan *Telematogeton japonicus* som hittats på vindkraftverk utanför Kalmar (Brodin och Andersson 2008).

Möjligheten för nya invasiva arter att etablera sig på vindkraftverkens fundament minskar också sannolikt med åren. När verken är nya saknar de påväxt och det är lätt för opportunistiska arter att kolonisera. När påväxtsamhället blir äldre och mer etablerat minskar de tillgängliga ytorna och därmed generellt också möjligheten för nya opportunistiska arter att etablera sig.

Det är alltså möjligt att havsbaserade vindkraftverk inom Olof Skötkonung koloniserar eller används av främmande eller invasiva arter. Liksom de använder andra fasta strukturer ute till havs. Sannolikheten för kolonisering av nya arter minskar dock troligen med tid då påväxtsamhället blir mer etablerat. För att strukturerna ska kunna fungera som en språngbräda för spridning av nya arter behövs dock att de fungerar som en brygga mellan områden som annars inte har kontakt. I Bottenhavet och Bottenviken sprids larver generellt utefter kusterna i en moturs rotation, där de sprids norrut utefter finska kusten, över viken och sedan söderut utefter svenska kusten. Larvtransport mellan Sverige och Finland förekommer alltså redan (Corell m.fl. 2012). Det finns inte heller en tydlig genetisk skillnad mellan populationer i de svenska och finska delarna av Östersjön (Wennerström m.fl. 2013). Söder om Gävlebukten, ner mot Åland, finns också gott om öar och landytor som redan idag tillåter spridning tvärs över Östersjön. Man kan alltså inte säga att en vindkraftpark på Olof Skötkonung innebär en ny möjlighet till spridning av arter som inte tidigare funnits.

I det fall delar av vindkraftverken byggs i andra havsområden för att sedan transporteras till Bottenhavet med redan etablerade arter finns dock en risk för introduktion av nya, främmande arter. Denna risk beror på var konstruktionen sker samt hur konstruktion och transport hanteras i anläggningsskedet och är därför svår att bedöma i dagsläget. Sammantaget kan sägas att den planerade vindkraftparken på Olof Skötkonung innebär en möjlighet för invasiva och främmande arter att etablera sig på och använda sig av fundamenten. Parken bedöms dock inte medföra en ny eller ökad spridningsrisk enbart genom sin placering. Dock kan en transport av komponentdelar från andra havsområden möjligtvis innebära en ökad risk för introduktion av främmande arter. Risken för detta beroende på hur konstruktion och transport hanteras.

4.10 Avveckling

Exakt hur avvecklingen av en vindkraftpark inom Olof Skötkonung kommer att se ut och vilka metoder som kommer att användas är svårt att slå fast i dagsläget, då en sådan ligger många decennier fram i tiden. Men generellt kan sägas att samma typ av påverkan kommer att uppstå under avveckling som under anläggning. Undantag är ljud, som generellt är lägre under avveckling än anläggning (Mooney m.fl. 2020). Avvecklingsfasen kan därför betraktas på samma sätt som anläggningsfasen.

5 Konsekvensbedömning naturtyper och habitat

En sammanfattning av konsekvensbedömningarna för naturtyper och habitat återfinns i tabell 3. För vidare utveckling av bedömningarna och bakgrunderna till dessa hänvisas till texten under respektive naturtyp.

Tabell 3. Sammanfattning av resultaten från konsekvensbedömningen av naturtyper och habitat inom den planerade vindkraftparken Olof Skötkonung. Ett streck i tabellen indikerar att påverkansfaktorn inte är aktuell för receptorn.

Påverkansfaktorer	Konsekvens Naturtyper och habitat		
	Rev	Sandbankar	Övriga habitat
Mekanisk påverkan	Obetydlig	-	Liten
Anläggningsljud	-	-	-
Grumling	Obetydlig	Obetydlig	Obetydlig
Sedimentation	Liten	Obetydlig	Obetydlig
Habitatförlust	-	-	Obetydlig
Driftljud	-	-	-
Elektromagnetiska fält	-	-	-
Skuggning	-	-	-

5.1 Rev

Naturtypen rev är rödlistad av HELCOM och klassas som sårbar (VU). De största hoten bedöms vara fiske samt utsläpp av föroreningar, men även muddring, dumpning, övergödning och brytning klassas som hot (HELCOM Red List Biotope Expert Group 2013a).

Naturtypen rev bedöms kunna påverkas av mekanisk påverkan, liksom av grumling och sedimentation under anläggningsfasen. Vid anläggning av fundament på rev kommer strukturen fortfarande vara hårdbotten, dock med inslag av artificiella revstrukturer, habitatförlust är därför inte aktuellt. Ingen påverkan på naturtypen väntas under driftsfasen.

5.1.1 Mekanisk påverkan

Mekanisk påverkan på rev uppstår i det fall fundament eller kablar anläggs på revytor. Eventuella fastsittande organismer kommer då att skrapas bort eller täckas över, vilket leder till mortalitet. Inom Olof Skötkonung har ingen fastsittande flora eller fauna observerats vid undersökningar i fält (Emanuelsson m.fl. 2024). De ytor som väntas påverkas är också i sammanhanget mycket små. Efter den direkta påverkan kommer det finnas möjlighet eventuella arterna att återkolonisera. Habitatet bedöms därför ha måttlig känslighet för denna typ av påverkan. Då det handlar om i sammanhanget mycket små påverkade ytor, och då inga påväxtsamhällen observerats i fält bedöms påverkan bli försumbar. Konsekvensen för naturtypen från mekanisk påverkan bedöms bli obetydlig.

5.1.2 Grumling

Naturtypen har ingen känslighet för grumling av vattnet, detta då inga makroalger återfinns inom Olof Skötkonung. Tillfälligt minskad ljusinstrålning väntas alltså inte påverka reven eller dess associerade arter. Konsekvenserna för naturtypen från grumling blir obetydliga.

5.1.3 Sedimentation

Sedimentationen som följer av en ökad grumlighet kan däremot påverka habitatet. Sediment kan täcka över fastsittande organismer och om det ligger kvar en längre tidsperiod göra det svårare för nya larver att etablera sig (Hammar m.fl. 2009). Graden av påverkan beror på vilka organismer som väntas, den påverkan som observerats på tångbälten och associerade arter är exempelvis inte aktuell i detta fall. Känsligheten hos rev för sedimentation bedöms därför vara låg till måttlig beroende på sedimentationsgrad.

De högsta halterna av sedimentation väntas inom områden med hårdbotten där rev kan förekomma. Detta då fundamenten inom sådana områden borras på plats. Sedimentationen kan lokalt inom små ytor uppgå till 200 mm (Figur 7). Sedimentation på upp till 20 mm förekommer inom flera och större ytor. En hög grad av sedimentation förekommer alltså inom mycket begränsade ytor, påverkan bedöms därför som liten för dessa. En låg grad av sedimentation förekommer inom större revytor, då det inte observerats något påväxtsamhälle på dessa revytor vid provtagning bedöms dock påverkan även här bli liten. Då känsligheten hos rev bedömts som låg för en låg grad av sedimentation och måttlig för en hög grad av sedimentation bedöms konsekvenserna för rev sammantaget att bli små.

5.2 Sandbankar

Naturtypen sandbankar är rödlistad av HELCOM och klassas som sårbar (VU). De största hoten bedöms vara sandutvinning, uppförande av konstruktioner (inkluderat havsbaserad vindkraft), muddring och dumpning, fiske, samt eutrofiering och föroreningar (HELCOM Red List Biotope Expert Group 2013b).

Naturtypen sandbankar kan påverkas av mekanisk påverkan samt grumling och sedimentation under anläggningsfasen. Då inga fundament kommer att anläggas grundare än 30 meter är habitatförlust inte aktuellt. Ingen påverkan på naturtypen väntas under driftsfasen.

5.2.1 Mekanisk påverkan

Plogning, muddring och andra arbeten som innebär en grävning eller störning i sandbankarna innebär en mortalitet hos associerade arter. Känsligheten hos sandbankar för denna typ av påverkan är därför generellt måttlig.

Några fundament kommer inte att anläggas inom djup grundare än 30 meter. Då maxdjupet inom vilket habitatet sandbankar kan förekomma är 30 meter kommer alltså inga fundament att anläggas inom habitatet. Det planeras inte heller att dras kablar inom djup grundare än 30 meter. Därmed väntas inte naturtypen sandbankar att utsättas för någon typ av mekanisk påverkan under anläggningen av vindkraftparken Olof Skötkonung.

5.2.2 Grumling

Sandbankar är, precis som rev, inte känsliga för en ökad grumling inom Olof Skötkonung eftersom det inte väntas förekomma några associerade makroalger eller kärlväxter. Konsekvenserna på naturtypen blir alltså obetydliga som en följd av grumling.

5.2.3 Sedimentation

Sandbankar är inte känsliga för låga grader av sedimentation, de associerade arterna är antingen mobila eller har möjlighet att gräva sig upp. Först vid höga grader av sedimentation kan vissa arter drabbas negativt och känsligheten blir då måttlig.

Sedimentationen som väntas inom de ytor som kan bestå av sandbankar är mycket låg, som mest väntas där en kumulativ sedimentation på under 1 mm. Denna låga grad av sedimentation är inget som bedöms påverka habitatet. Påverkan bedöms bli försumbar och konsekvenserna på habitatet sandbankar från sedimentation bedöms bli obetydliga.

5.3 Övriga habitat

De habitat som inte är rev eller sandbankar består av sand, grus eller lera, eller en kombination av dessa. Alla som påverkas av anläggning på ett djup under den fotiska zonen. Av de habitat som bedömts som möjligt förekommande finns det ett habitat som är rödlistat enligt HELCOM. Habitatet "Baltic aphotic muddy sediment dominated by *Monoporeia affinis* and/or *Pontoporeia femorata*" är klassat som nära hotat (NT). Det är ett välspritt habitat som återfinns inom i stort sett hela Östersjön. Hoten bedöms vara eutrofiering som leder till syrebrist, samt föroreningar som ackumuleras på mjuka bottenar. Utöver det hotar spridningen av den invasiva havsborstmasken *Marenzelleria* utbredningen av den karaktäristiska arten *M. affinis* (HELCOM Red List Biotope Expert Group 2013).

För dessa bottenar bedöms påverkan bestå av mekanisk påverkan samt grumling och sedimentation under anläggningsfasen. Under driftsfasen kommer påverkan i form av habitatförlust vara aktuellt.

5.3.1 Mekanisk påverkan

Mekanisk påverkan i form av plogning, muddring eller liknande arbeten innebär en störning av habitatet och en risk för mortalitet hos associerade arter inom de ytor som drabbas. Känsligheten hos sand-, ler- och grushabitat är generellt måttlig för denna typ av påverkan. Ytan som påverkas är dock i sammanhanget mycket liten. Även i ett värsta scenario handlar det om som mest ca 0,9 % av parkområdets yta som påverkas med möjlighet till återhämtning. Påverkan bedöms därför som liten, konsekvensen för övriga habitat från mekanisk påverkan blir liten.

5.3.2 Grumling

Då det inte väntas makroalger eller kärlväxter har habitatet ingen känslighet för en tillfälligt ökad grumling. Konsekvenserna för habitatet till en följd av den väntade grumlingen bedöms därför som obetydliga.

5.3.3 Sedimentation

De arter som lever på mjukbottnar är relativt tåliga mot sedimentation, de är antingen mobila eller har en förmåga att gräva sig upp. Ler- och sandbottnar är inte känsliga för låga grader av sedimentation och lerbottnar har enbart låg känslighet även mot högre grader. Grusbottnar kan vara något känsligare beroende på om det finns koloniserande arter som riskerar att täckas över, men har som mest låg till måttlig känslighet beroende på sedimentationsgrad och associerad fauna. I detta fall väntas heller inte koloniserande arter då sådana inte observerats vid inventeringarna.

Inom projektområdets mjukbottnar väntas en låg grad av sedimentation, som mest upp till 30 mm. Dessa nivåer är generellt varken mjuka lerbottnar eller sandbottnar känsliga för. Påverkan på sådana habitat bedöms därför bli försumbar. Även känsligheten hos grusbottnar blir liten för de grader av sedimentation som väntas. Då inga koloniserande arter observerats bedöms påverkan även på dessa bottnar bli försumbar. Konsekvenserna på övriga habitat från sedimentation bedöms bli obetydliga.

5.3.4 Habitatförlust

Både grus-, sand-, och lerbottnar har hög känslighet för ersättning med hårda strukturer då detta innebär en förlust av habitat. Habitatförlusten är dock i sammanhanget mycket liten, även i ett värsta scenario handlar det om mindre än 0,07 % av projektområdets yta (Tabell 2). Habitatet som förekommer i området är också sådana som är vanliga och vidsträckta i det aktuella området. Med tanke på habitatens vanliga förekomst och de mycket små ytorna som påverkas bedöms påverkan från habitatförlust bli försumbar i sammanhanget. Konsekvenserna på mjukbottenshabitat från habitatförlust blir obetydliga.

6 Konsekvensbedömning bottenfauna och -flora

En sammanfattning av konsekvensbedömningarna för bottenfauna och bottenflora återfinns i tabell 4. För vidare utveckling av bedömningarna och bakgrunderna till dessa hänvisas till den efterföljande texten.

Tabell 4. Sammanfattning av resultaten från konsekvensbedömningen av bottenfauna och bottenflora inom den planerade vindkraftparken Olof Skötkonung. Ett streck i tabellen indikerar att påverkansfaktorn inte är aktuell för receptorn.

Påverkansfaktorer	Konsekvens	
	Bottenfauna	Bottenflora
Mekanisk påverkan	Liten	-
Anläggningsljud	-	-
Grumling	-	-
Sedimentation	Obetydlig	-
Habitatförlust/reveffekt	Obetydlig /Positiv	Positiv
Driftljud	-	-
Elektromagnetiska fält	Obetydlig	-
Skuggning	-	-

Det bedöms inte finnas möjlighet till förekomst av bottenflora inom Olof Skötkonungs projektområde och någon sådan har inte heller observerats vid inventeringar. En vindkraftpark väntas därför inte påverka någon marin flora under anläggningen. Under drift av vindkraftparken finns dock möjlighet att reveffekten ger en positiv effekt. Makroalger kan fästa på fackverksfundamenten då dessa bidrar med horisontella eller sluttande ytor inom den fotiska zonen (Hammar m.fl. 2008).

Konsekvenserna för marin flora inom Olof Skötkonung blir därför obetydliga under anläggningsskedet. Det finns dock möjlighet till positiva konsekvenser under driftskedet. Om avvecklingen innebär att fundament lämnas kvar blir konsekvenserna fortsatt positiva även efter avveckling.

Den bottenfauna som återfinns inom Olof Skötkonung är av ett relativt fåtal arter som alla är mycket vanliga i denna del av Östersjön. Det har inte återfunnits några rödlistade eller hotade arter och inte heller arter av kommersiellt värde. Ishavsgråsugga är en typisk art för naturtypen sandbankar och förekommer spritt inom större delen av parkområdet. Påverkan på bottenfauna i området väntas under anläggningen bestå av mekanisk påverkan samt sedimentation. Under drift väntas påverkan bestå av habitatförlust och reveffekt samt elektromagnetiska fält.

6.1 Mekanisk påverkan

Bottenfauna är generellt känsliga för direkta mekaniska skador från muddring eller plogning. Det är sannolikt att större delen av bottenfaunan inom de områden som påverkas direkt av sådana arbeten kommer att försvinna. Det handlar dock om relativt små ytor, och det är i sammanhanget en mycket liten del av bottenfaunasamhället som drabbas. Som mest, i ett osannolikt värsta scenario, påverkas ca 0,9 % av projektområdet av mekanisk påverkan. Sannolikt blir ytan dock betydligt mindre. Påverkan är också mycket kortvarig.

Efter ingreppet kommer de påverkade ytorna sakna bottenfaunasamhälle, men med möjlighet för arter att återkolonisera. De arter som väntas förekomma i området är väl spridda och har kort generationstid. De väntas därför snabbt kunna återkolonisera påverkade ytor. Vid återhämtning från långvarig syrebrist i Stockholms skärgård har arterna *Marenzelleria*, ishavsgråsugga, och östersjömussla visat sig vara de första arterna som återetablerat sig (Karlsson m.fl. 2010). Även efter muddringsarbete har östersjömusslan visat sig ha en snabb återhämtning där populationen kan återgå till tidigare nivåer efter ca ett år (Bonsdorff 1984). Den påverkan som väntas inom Olof Skötkonung är inte lika omfattande som en större muddring. Det finns därför ingen anledning att tro att återkoloniseringen skulle ta längre tid än ett år.

Då den planerade mekaniska påverkan sker på vanliga och väl spridda arter med god möjlighet för återkolonisering inom en kort tidsperiod bedöms påverkan bli liten. Konsekvensen för bottenfauna inom Olof Skötkonung som en följd av mekanisk påverkan blir liten.

6.2 Sedimentation

Många arter av bottenfauna är rörliga och klarar att gräva sig upp vid tillfällig övertäckning av sediment. Mobil bottenfauna har visat sig klara en övertäckning på ca 10 cm (Hammar m.fl. 2009). Arterna östersjömussla och *Marenzelleria* har visat sig vara bland de dominerande arterna i ett område efter dumpning av sediment och verkar agera opportunistiskt i dessa fall (Witt m.fl. 2004).

Sedimentationen som väntas kumulativt som en följd av anläggningsarbetet understiger 10 cm utom inom mycket små områden (0,1 km²) (Figur 7). Mobil bottenfauna väntas därför generellt inte påverkas negativt av den väntade sedimentationen. Sammantaget väntas sedimentationen generellt inte påverka vare sig individer eller populationer av bottenfauna. Påverkan bedöms därför bli försumbar för bottenfauna och konsekvenserna från sedimentation blir obetydliga.

6.3 Habitatförlust och reveffekt

Förlusten av mjukbottenshabitat uppgår till som mest ca 0,07 % av parkområdets yta i ett värsta scenario där enbart gravitationsfundament används och alla anläggs på mjukbotten (Tabell 2). Sannolikt blir habitatförlusten betydligt mindre. Utöver den direkta habitatförlusten kan sedimentstrukturen närmast fundamenten ändras något. Dels på grund av lokala förändringar i strömmar och vågrörelser, dels på grund av en ökad grad av kolonisering på strukturerna vilket kan innebära en ökad deposition av fekalieämne, något som berikar sedimentet (Degraer m.fl. 2020; Hammar m.fl. 2016). Detta har dock enbart visat sig påverka sedimentet inom en liten skala, som mest inom ca 50 meter närmast fundamenten (Hammar m.fl. 2016).

Flera bottenfaunaarter kan gynnas av uppförandet av hårda strukturer. Detta gäller arter som trivs på eller fäster på hårbotten. Studier har visat högre arttäthet på epifauna inom vindkraftparkernas hårda strukturer jämfört med omkringliggande mjuka botten (ter Hofstede m.fl. 2022). Exempelvis blåmussla, en typisk art för habitatet rev, har visat sig öka i antal kring vindkraftverkens fundament och erosionsskydd (t.ex. Degraer m.fl. 2020; Coleen m.fl. 2018; Ashley m.fl. 2013; Andersson och Öhman 2010).

Den minskning av tillgängliga mjukbottenshabitat som väntas är av så liten skala att påverkan på bottenfaunan i området bedöms bli försumbar. Däremot kan hårbottensassocierade arter som i dagsläget inte återfinns inom parkområdet eventuellt gynnas av reveffekten som uppstår och kolonisera de nya ytorna, i dessa fall blir påverkan positiv. Konsekvenserna på bottenfauna blir alltså obetydliga till positiva som en följd av habitatförlust och reveffekt beroende på art.

6.4 Elektromagnetiska fält

De elektromagnetiska fält som väntas i anslutning till internkabelnätverken är som mest ca 90 μT vid användandet av kabelskydd, vid en nedgrävd kabel är fältet i storlek av naturligt förekommande fluktuationer. Det har inte gjorts många studier på hur bottenfauna påverkas av elektromagnetiska fält, men några arter som återfinns i svenska vatten har undersökts. Havsborstmasken *Hediste diversicolor* visade varken attraktion eller undvikande, men grävde något djupare gångar vid exponering för fält med styrkan 1 mT (50Hz). Det bedömdes dock inte påverka individens energibalans (Jakubowska m.fl. 2019). Vid en studie påverkades inte överlevnaden hos ishavsgråsugga efter flera veckors exponering för magnetfält av styrkan 3,7 mT. Inte heller överlevnaden hos blåmussla påverkades efter tre månaders exponering för ett magnetfält av samma styrka (Bochert och Zettler 2004). Båda dessa studier visar ingen påverkan på arter av havsborstmaskar, musslor eller ishavsgråsugga vid exponering för fält med styrkor tiotals gånger högre än de som väntas inom Olof Skötkonung. Sannolikt är känsligheten hos förekommande bottenfaunaarter låg för de styrkor på magnetfält som väntas. Det faktum att styrkan på magnetfältet är nere på nivåer som motsvarar naturliga vid en nedgrävd kabel, vilket väntas vara den huvudsakliga placeringen av kabeln, gör också att den påverkade ytan blir mycket begränsad.

En sekundär effekt av kablarnas drift är den värme de alstrar. Denna värme kan i själva kablarna gå upp till 70 °C (Emeana m.fl. 2016). I de fall kablarna läggs direkt på botten kyls dock det omgivande vattnet effektivt ner kabeln. Då vattnet är i rörelse hinner temperaturen i det omgivande vattnet inte heller värmas upp. I studier har man vid sådana kablar inte sett en ökad temperatur varken vid kabeln eller i det omgivande vattnet (Taormina m.fl. 2020). Vid nedgrävning av kabeln under havsbotten blir sedimentet dock något isolerande och nedkylningen inte lika effektiv. Detta kan leda till lokalt ökade temperaturer i sedimentet. Fältmätningar från Danmark vid en nedgrävd 132 kV-kabel visade på en ökning av sedimenttemperaturen med 2,5 °C 25 cm från kabeln (Meißner m.fl. 2006). Närmare vattenytan bidrar vattnet med avkylning och temperaturökningen blir i det närmaste obefintlig. En ökad temperatur från kablarna påverkar alltså enbart grävande infauna, och detta mycket lokalt. Temperaturökningen är också svag, och majoriteten av infaunan befinner sig närmare ytan än där en märkbar ökning väntas.

Sammantaget är påverkan från internkablarna i form av elektromagnetiska fält på bottenfaunan inom Olof Skötkonung mycket lokal. Det finns inte heller något som tyder på att det skulle innebära några negativa effekter på de inom området aktuella arterna. Konsekvenserna bedöms därför bli obetydliga.

7 Konsekvensbedömning fisk

En sammanfattning av konsekvensbedömningarna för fisk återfinns i tabell 5. För vidare utveckling av bedömningarna och bakgrunderna till dessa hänvisas till texten under respektive art.

Tabell 5. Sammanfattning av resultaten från konsekvensbedömningen av fisk inom den planerade vindkraftparken Olof Skötkonung. Ett streck i tabellen indikerar att påverkansfaktor inte är aktuell för receptorn.

Påverkansfaktorer	Konsekvens Fisk			
	Torsk	Ål	Sillfiskar	Övriga arter
Mekanisk påverkan	-	-	-	-
Anläggningsljud	Måttlig	Måttlig	Liten	Liten
Grumling + sedimentation	Obetydlig	Obetydlig	Obetydlig	Obetydlig /Liten
Habitatförlust/reveffekt	Positiv	-	-	Obetydlig/ positiv
Driftljud	Obetydlig	Obetydlig	Obetydlig	Obetydlig
Elektromagnetiska fält	Obetydlig	Obetydlig	Obetydlig	Obetydlig
Skuggning	-	Obetydlig	Obetydlig	Obetydlig

7.1 Torsk

Torsk är en fisk i familjen torskfiskar, den blir vanligen ca 120 cm, men något mindre i Östersjön. Arten förekommer i alla svenska hav, utom längst upp i Bottenviken. Den uppehåller sig främst nära botten, men kan även simma tidvis i det fria vattnet. Dieten består av fiskar och ryggradslösa djur som fångas både utefter botten och i pelagialen. Leken sker i den fria vattenmassan och kräver en salthalt av minst 11 ‰ för att äggen ska kunna flyta. Detta begränsar mängden tillgängliga lekområden i Östersjön. Torsken är rödlistad som sårbar (VU). Det största hotet idag är ett högt fisketryck, den fångas även som bifångst vid annat fiske (ArtDatabanken 2023a).

Torsk har inte återfunnits vid de inventeringar som gjorts inom Olof Skötkonung. Tidigare data från närområdet visar däremot på förekomst av torsk varpå arten inte kan uteslutas. Den bedöms dock inte vara vanlig inom området, då den i så fall sannolikt hade förekommit i de genomförda inventeringarna.

Möjliga påverkansfaktorer från vindkraftpark på Olof Skötkonung på torsk är anläggningsljud och grumling under anläggningsfasen, samt reveffekt, driftljud och elektromagnetiska fält under driftfasen.

7.1.1 Anläggningsbuller

Torsk är en hörselgeneralist, det vill säga den har en simblåsa som underlättar uppfattningen av ljud i vattnet, men simblåsan saknar mekanisk koppling till innerörat. Då simblåsan sitter relativt nära innerörat har torsk dock känsligare ljuduppfattning än exempelvis lax (*Salmo salar*) och ål. Torsk kan uppfatta ljud inom frekvensintervallet 18 – 470 Hz och hör som bäst vid frekvenser på runt 160 Hz (Andersson m.fl. 2016). Vid studier på juvenil torsk har ökad mortalitet observerats vid ljudnivåer på mellan SPL 219 och 230 dB re 1 µPa, skador på hörseln har observerats vid ljudnivåer på SPL 180 dB re 1 µPa.

Beteendeförändringar har observerats vid ljudnivåer på mellan SPL 140 till 161 dB re 1 µPa och skrämnelreaktioner vid SPL 195 dB re 1 µPa, inga av dessa reaktioner innebar dock flykt från området, antagligen då området var av vikt för dem (Andersson m.fl. 2016). På samma sätt noterades det vid en fältstudie av torskars beteende vid pålning ingen flykt från områden utanför 2 km från

konstruktionsplatsen. Även om torsken ändrade sitt beteende och uppehöll sig närmare befintliga strukturer när ljudet pågick (van der Knaap m.fl. 2022).

Det ljud som väntas vid pålning inom Olof Skötkonung har modellerats av NIRAS för sammanlagd ljudexponering i 24 timmar för torsk, dock oviktat. Modelleringen har gjorts både för dämpning med en enkel bubbelgardin och med en dubbel (Niras 2023).

Modelleringen för pålning med dämpning i form av enkel bubbelgardin visar att om torsk stannar i området kan temporära hörselskador med möjlighet till återhämtning uppkomma inom mellan 9 och 24,9 km beroende på pålningsposition. Skador på inre organ, dock med möjlighet till återhämtning, kan uppkomma inom mellan 1,2 och 2 km. I det fall torsken simmar från ljudkällan kan temporära hörselskador för juvenil torsk uppkomma inom avstånd på mellan 2 och 13,4 km, avstånden för vuxen torsk är 0,3 och 5,5 km. Inre skador på torsk som simmar från ljudkällan uppkommer enbart inom avstånd på under 200 m för både juvenil och vuxen torsk (Niras 2023).

Modelleringen för pålning med dämpning i form av dubbel bubbelgardin visar risk för temporära hörselskador på fisk som stannar inom området inom avstånd på mellan 5,3 och 16,3 km från ljudkällan. Risk för skador på inre organ med möjlighet till återhämtning uppkommer inom avstånd på 0,7 och 1,3 km från ljudkällan. För torsk som rör sig från ljudkällan uppstår risk för temporära hörselskador inom avstånd på mellan 0,5 och 5,4 km för juvenil torsk och mellan mindre än 0,2 km och 1 km för vuxen torsk. Risk för inre skador med möjlighet till återhämtning uppkommer enbart inom mindre än 200 m från ljudkällan för både vuxna och juvenila torsk (Niras 2023).

I det fall torsk stannar kvar inom området trots höga ljud från pålningsarbetet kan temporära hörselskador förekomma inom som mest ca 25 km från ljudkällan. Detta innebär inga permanenta hörselnedsättningar, utan återhämtning är möjlig. Andra fysiologiska inre skador på torsk kan uppkomma inom som mest 2 km från ljudkällan. Även här finns möjlighet till återhämtning, men påverkan på överlevnad kan inte uteslutas.

Olof Skötkonung bedöms inte vara ett område av särskild vikt för torsk, arten kan förekomma men är sannolikt inte vanlig. Det är inte heller ett område inom vilket lek förekommer. Torsk bör därför ha låg motivation att stanna kvar inom potentiellt skadliga ljudnivåer. I det fall torsken rör sig från ljudet är avstånden som mest ca 13 km för temporära hörselskador och mindre än 200 m för inre skador. Detta är sannolikt mer realistiska påverkansområden och de kan minskas ytterligare med användandet av dubbla bubbelgardiner. Användandet av olika typer av skrämmor innan arbetet börjar kan även hjälpa till att säkerställa att torsk inte befinner sig inom 200 m från konstruktionsplatsen vid arbetets start och på så sätt undgår inre skador.

Under förutsättning att skrämsemetoder används innan arbetets start väntas ingen risk för ökad mortalitet på torsk inom och kring Olof Skötkonung. Däremot kan tillfälliga hörselnedsättningar förekomma. Det kan också innebära att torsk tillfälligt stängs ute från vissa tillgängliga habitat. Vilka habitat som påverkas beror på vart fundamenten anläggs, alla ytor kommer inte att påverkas samtidigt. Ljudspridningen varierar också stort inom det tilltänkta parkområdet (Niras 2023). Anläggningen väntas inte innebära några långsiktiga negativa konsekvenser på populationen av torsk i området, men kan innebära negativa effekter för individer. Arten bedöms dock inte vara vanlig i området baserad på de genomförda inventeringarna av Sweco samt de provfisken som

gjorts inom lämpliga habitat på Finngrunden (Naturvårdsverket 2010). Det är därför sannolikt som mest enbart ett högst begränsat antal individer som kommer påverkas. Påverkan är också relativt kortvarig då anläggningen pågår i ett till ett par år och pålning inte kommer att förekomma varje dag under året. Den negativa påverkan på torsk i området bedöms därför bli liten under förutsättning att ovan angivna eller motsvarande skyddsåtgärder används. Men baserat på artens hotstatus bedöms de negativa konsekvenserna på torsk från anläggningsljud ändå bli måttliga.

7.1.2 Grumling

Inom Olof Skötkonung är det enbart aktuellt med vuxna eller unga torsk, området ligger för långt från lekområdena i Östersjön för att ägg och larver ska vara aktuella. Vuxna fiskar är också mobila och har möjlighet att vid grumling undvika tillfälligt ogynnsamma förhållanden. Torsk visar undvikande beteende redan vid en grumlingshalt på 3 mg/l (Westerberg m.fl. 1996). Generellt anses vuxna fiskar kunna klara en grumling på 100 mg/l i 14 dagar innan negativa fysiologiska effekter uppstår, alternativt 500 – 1000 mg/l och en varaktighet på ett par dagar. Vid längre varaktighet på grumlingen, en månad eller mer, kan fysiologiska effekter uppkomma redan vid 10 mg/l (Karlsson m.fl. 2020).

Grumlingshalter på över 10 mg/l väntas förekomma nära botten inom nästan hela projektområdet och större ytor även utanför (Figur 7). Dessa är dock kortvariga, sammantaget under hela anläggningstiden kommer dessa halter enbart förekomma under som mest tre dygn inom nästan hela det påverkade området. Ett kortvarigt och tillfälligt undvikande hos torsk kan därför vara att vänta i de påverkade områdena. Halterna är dock inte sådana att skador väntas, då koncentrationer inte varar längre än som mest 4 dygn, halter på över 100 mg/l varar i som mest ett dygn. Detta är gott och väl inom gränserna för risk för negativa fysiologiska effekter. Som mest väntas alltså kortvarig påverkan på beteende hos individuella torsk i det fall sådana förekommer som en följd av grumling. Påverkan bedöms därför bli försumbar och konsekvenserna för torsk obetydliga.

7.1.3 Reveffekt

Torsk är en hårbottensassocierad art och en typisk art för naturtypen rev. Det är alltså en art som gynnas av tillgång på hårda ytor. Dessa kan bidra med gömställen och ökad möjlighet till jakt. Flera studier har visat en ökning i antalet torsk kring havsbaserade vindkraftverk (t.ex. Glarou 2020; Ashley 2013). Det finns också studier som visar att torsk inte bara samlas kring vindkraftverken utan även gynnas av att vistas där (Reubens m.fl. 2014).

Påverkan på torsk från reveffekten som anläggandet av vindkraftfundament inom Olof Skötkonung innebär bedöms vara positiv. Konsekvenserna på eventuella individer lokalt i området bedöms bli positiva som en följd av detta.

7.1.4 Driftbuller

Driftbuller från vindkraftverken kommer inte att vara på en nivå där skador på torsk uppkommer, varken temporära eller permanenta (Niras 2023).

Torsk kommer däremot sannolikt att kunna uppfatta ljudet. En modellering baserat på driftljud uppmätt vid den svenska vindkraftsparken Utgrunden beräknade att torsk skulle kunna höra driftljudet på ett avstånd av 13 km vid en vindhastighet på 8 m/s. Ökade vindhastigheten till 13 m/s modellerades avståndet i stället till 7 km på grund av det ökade bakgrundsljudet (Wahlberg och Westerberg 2005). Driftljudet från Utgrunden var då som mest ca 150 dB re 1 μ Pa 1 meter från turbinen (Wahlberg och Westerberg 2005), det vill säga något högre än vad som beräknats för fundament inom Olof Skötkonung. Man kan därför anta liknande avstånd i detta fall. Modelleringen visade också att trots att torsken beräknas kunna uppfatta ljudet inom relativt stora avstånd är det bara inom de fyra närmaste metrarna kring turbinen i hårda vindar (13 m/s) som undvikande eventuellt kan uppstå. Det är också enbart inom dessa ca 4 meter och vid hårda vindar som maskning av torskens kommunikation kan uppstå enligt modelleringen (Wahlberg och Westerberg 2005).

Det finns vissa osäkerheter i bedömningarna av driftljud, då torskens reaktion och det beräknade driftljudet från turbinerna på Olof Skötkonung enbart baseras sig på förenklade modelleringar. Dessa visar dock ingen risk för skador, permanenta eller temporära. Områdena kring turbinerna som torsken kan tänkas undvika till en följd av driftljud är också mycket små, detta gäller också enbart i kraftig vind. Vid svagare vind blir avstånden ännu mindre. Till detta kommer att torsk sannolikt är ovanlig inom området. Påverkan på torsk bedöms alltså bli försumbar. Konsekvenserna på torsk som en följd av driftbuller från vindkraftsparken Olof Skötkonung bedöms som obetydliga.

7.1.5 Elektromagnetiska fält

Det finns få studier på hur elektromagnetiska fält av styrkor relevanta för undervattenskablar påverkar fiskarter som inte migrerar eller använder elektriska fält i sin jakt. Av dessa få studier har inga fokuserat på torskfiskar. Kunskapsläget för bedömningen är alltså svagt. De svaga fälten motsvarande de som uppstår naturligt som väntas inom nästan hela kabelsträckningen bedöms dock inte utgöra en risk för torsk. Påverkan bedöms bli försumbar och konsekvenserna obetydliga, men med viss osäkerhet baserat på det svaga kunskapsläget.

7.2 Ål

Ål är en art i familjen ålfiskar som återfinns i större delen av Sveriges vatten, utom i fjällområdena. Ålen leker i Sargassohavet, de nykläckta ålarna vandrar sedan till sina uppväxtområden. Där lever de sedan i ett stadium som kallas gulål, både i sötvatten, längs Västkusten och i Östersjön. Det är en nattaktiv art som håller sig gömd dagtid. Efter att ha spenderat ett antal år i uppväxtområdena, för Östersjön är det ca 14 år, vandrar ålarna tillbaka till Sargassohavet för att leka, då i ett stadiet som kallas blankål. Efter leken dör ålarna, de vandrar alltså inte tillbaka igen utan leker bara en gång. Ålen är idag akut hotad (CR), de största hoten bedöms vara för hårt fiske, vandringshinder i vattendrag, minskad tillgång på uppväxtarealer, samt sjukdomar och parasiter (ArtDatabanken 2023b).

Ål bedöms inte förekomma regelbundet inom Olof Skötkonung, de har inte registrerats vid någon av inverteringarna Sweco utfört i området. Inte heller väntas huvuddelen av de vandrade ålarna passera området. Vandring kan dock inte uteslutas helt på grund av det låga kunskapsläget. De faktorer som kan påverka ålen under dess eventuella vandring genom Olof Skötkonung är anläggningsljud, grumling, driftljud, elektromagnetiska fält samt skuggning.

7.2.1 Anläggningsbuller

Ål väntas inte uppehålla sig permanent inom parkområdet Olof Skötkonung, utan uppväxtområdena återfinns sannolikt närmare kusten. Eventuella ålar befinner sig alltså inte stationärt inom området, utan passerar under vandring. I studier från Östersjön har ålar på vandring uppvisat dygnsvis migration, där de simmar nära ytan under natten och vilar nära botten under dagen. Det fanns dock i studien exempel på ålar som var aktiva även under dagen (Westerberg m.fl. 2007). Det kan därför antas att ålar generellt inte vandrar under den tid när anläggningsljudet pågår. De ålar som påverkas är alltså de som vilar nära botten under dagen.

Baserat på NIRAS ljudutredning finns, vid anläggningsarbeten med enkel bubbelgardin eller motsvarande dämpningsmetod i ett scenario där en ål förblir stationär, risk för inre skador inom som mest ca 2 km från ljudkällan och risk för temporära hörselskador inom som mest 24,9 km. Vid användandet av dubbla bubbelgardiner eller motsvarande dämpningsmetod finns risk för inre skador på stationär fisk inom som mest ca 1,3 km och temporära hörselskador inom som mest ca 16,3 km från ljudkällan (Niras 2023). I de fall ålen rör sig bort från ljudkällan finns ingen viktad bedömning utefter ålens hörsel och simhastighet. Men då ålen har mindre känslig hörsel än torsk, men å andra sidan kan antas simma något långsammare bör samma risk för skada som för vuxen torsk vara ett rimligt antagande.

Under sin lekvandring slutar ålen att äta, den använder inte heller hörseln för navigation i sin migration till Sargassohavet. En tillfällig hörselskada anses därför inte påverka varken möjlighet till jakt eller navigation. En inre skada kan däremot påverka både överlevnad och sannolikheten för en lyckad migration till Sargassohavet. Under förutsättningen att ålen inte rör sig under dagen trots höga ljudnivåer vid anläggning uppstår alltså risk för sådan skada inom som mest ca 2 till 1,3 km från ljudkällan beroende på dämpningsmetod. Trots att mycket få, om några ålar, väntas passera genom området kan negativ påverkan

på individer alltså inte uteslutas. De negativa konsekvenserna på ål från anläggningsbuller bedöms därför, med hänsyn till artens hotstatus, som måttliga.

7.2.2 Grumling

Ålen är en bottenlevande art som kan gräva gångar i mjukbotten (ArtDatabanken 2023b). Det är därför sannolikt att den inte är särskilt känslig för suspenderat sediment. Då den dessutom enbart väntas färdas genom Olof Skötkonung under sin migration är det osannolikt att individer kommer att utsättas för grumling under en längre tidsperiod.

Den grumling som väntas inom Olof Skötkonung och närliggande områden som en följd av anläggningsarbeten överstiger aldrig de gränsvärden där negativa fysiologiska effekter hos vuxen fisk anses kunna uppkomma enligt Karlsson m.fl. (2020). Grumling över 10 mg/l varar kumulativt under anläggningsarbetet i som längst 4 dygn. Grumling över 100 mg/l varar som längst 1 dygn (DHI 2023). Detta är inte nivåer som väntas kunna påverka ålen negativt under sin vandring. Påverkan bedöms därför bli försumbar och konsekvenserna på ål från grumling under anläggningsfasen som obetydliga.

7.2.3 Driftbuller

Driftbullret kommer inte att vara på en nivå där skador på ål uppkommer, varken temporära eller permanenta (Niras 2023).

Ålarna kommer däremot sannolikt att kunna uppfatta ljudet. Vid modelleringar av ljudutbredning från en vindkraftpark med fackverksfundament och turbinstorlek av 6 MW väntades ålarna kunna uppfatta ljudet inom 1 km (Marmo m.fl. 2013). Att de uppfattar ljudet betyder dock inte att de väljer att undvika det. Modelleringar av ålars reaktion på driftljud från Utgrundens vindkraftpark visar att ljudet inte är tillräckligt högt för att ålar ska undvika vindkraftverken ens på 1 meters avstånd (Wahlberg och Westerberg 2005). Driftljudet från Utgrunden var då som mest ca 150 dB re 1 μ Pa 1 meter från turbinen vid en vindstyrka på 13 m/s (Wahlberg och Westerberg 2005).

De ljud som uppskattas avges från ett vindkraftverk i drift inom Olof Skötkonung, 146 dB re 1 μ Pa, är lägre än de ljud som modellerats av Marmo m.fl. (2013) trots de mindre turbinstorlekarna. De driftljud som modelleras från fackverksfundament är mellan 177 och 191 dB re 1 μ Pa beroende på frekvens (Marmo m.fl. 2013). Att ålen kan uppfatta ljudet inom 1 km från ljudkällan är alltså sannolikt en grov överskattning med tanke på att de driftljud som väntas inom Olof Skötkonung kan antas vara lägre. De ljud som uppskattas för Olof Skötkonung är också liknande, men även här något lägre, än de ljud som uppmätts på Utgrunden (Wahlberg och Westerberg 2005). Undvikande på grund av driftljud är alltså, baserat på detta, inte att vänta för ål.

Ål väntas inte regelbundet förekomma inom det planerade parkområdet, utan som mest enstaka individer under sin vandring mot Sargassohavet. Då driftljudet inte väntas innebära några skador på ålen, och inte heller innebära undvikande ens mycket nära fundamenten, väntas påverkan på vandrande ål från driftljud bli försumbar. Konsekvenserna på ål från den planerade vindkraftparken Olof Skötkonungs driftbuller bedöms därför bli obetydliga.

7.2.4 Elektromagnetiska fält

Ålar använder sig av magnetiska fält för navigation under sin migration till Sargassohavet. Det finns därför en möjlighet att elektromagnetiska fält från kablar kan innebära en påverkan på ålen under migrationen. Detta har studerats i ett flertal olika studier. Dels har man kunnat visa att inlärning av magnetfält inte är nödvändigt för att ålen ska kunna hitta tillbaka till Sargassohavet. Ålar som flyttas från sitt uppväxtområde visar ingen signifikant skillnad i sin förmåga hitta under migrationen (Westerberg m.fl. 2014). Ändringar i magnetfält bör alltså inte påverka ålarnas möjlighet till navigation. Det är dock möjligt att direkt passage över magnetfält genererade av kablar kan påverka ålen. I en studie från Östersjön visade ålar en fördröjning på ca 40 minuter vid passage över en 130 kV AC-kabel lagd direkt på botten. Den utgjorde dock inget hinder för passage (Westerberg och Lagenfelt 2008). I en annan studie från Östersjön sågs däremot ingen skillnad i beteende hos ålar vid passage över en kabel oavsett om kabeln var i drift eller inte. Denna gång gällde det en DC-kabel med ett beräknat magnetfält på ca 200 μT 1 meter från kabeln (Westerberg m.fl. 2006).

I studien som visade en fördröjning på ca 40 minuter vid passage för ålarna mättes tyvärr inte styrkan på magnetfältet. Utgår man från mätningar från samma tidsperiod på en 145 kV-kabel nedgrävd under sedimentet till 0,5 m djup visar de på styrkor mellan 71,1 och 35 μT beroende på strömstyrka (100 eller 500 A) (Olsson m.fl. 2010). En kabel av storlek 130 kV lagd direkt på botten kan därför antas avge magnetfält på styrkor signifikant högre än de ca 0,7 μT som väntas för större delen av internkabelnätverket inom Olof Skötkonung. Det är därför möjligt att elektromagnetiska fält inte påverkar eventuella migrerande ålar vid passage genom den planerade vindkraftparken. Påverkan har dock inte undersökts för de låga nivåer som väntas, och kan därför inte uteslutas helt. Påverkan väntas i förekommande fall dock vara liten, som mest en viss fördröjning. Sett till hela resan till Sargassohavet är en sådan fördröjning försvinnande liten. Ålar uppvisar naturligt en stor variation inom sin migration, både i när den startar och i simhastighet. Bara skillnader i simhastighet kan innebära att det skiljer över 80 dagar i resetid till Sargassohavet. Denna skillnad relaterar inte heller till avståndet till Sargassohavet från ålens startpunkt (Righton m.fl. 2016). Fördröjningar på minuter till timmar är alltså variationer i migrationen i betydligt mindre skala än sådana som uppkommer naturligt på grund av olika tid för migrationsstart och olika simhastighet.

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.

7.2.5 Skuggning

Teoretiskt skulle ålar kunna utsättas för skrämsel från skuggan av de roterande rotorbladen under sin vandring genom Olof Skötkonung. Studier visar dock att majoriteten av ålarna uppvisar en så kallad dygnsvis migration under sin vandring där de vandrar närmre ytan under natten och spenderar dagen på djupare vatten (Righton m.fl. 2016). Detta innebär att de vanligtvis inte befinner sig nära ytan under den tid då rörliga skuggor kan uppkomma. Det planerade vindparksområdet Olof Skötkonung ligger längre ut än där man vanligen kan

förvänta sig att ålar passerar under sin migration, och migrerande ålar befinner sig sannolikt inte nära ytan under dagen. Därför väntas få ålar utsättas för denna typ av rörliga skuggor. Då effekten av skuggning dessutom i värsta fall är en temporär skrämselfreaktion med ett visst undvikande blir effekten av skuggning på ål försumbar. Konsekvenserna av skuggor från vindkraftverk inom Olof Skötkonung på ål bedöms bli obetydlig.

7.3 Strömning och skarpsill

Sill, som i Östersjön även kallas strömning, och skarpsill är båda sillfiskar. Båda arter finns över nästan hela Sveriges kust, dock återfinns inte skarpsill längst upp i Bottenviken. Det är pelagiska fiskar som främst lever i den fria vattenmassan och där bildar stora stim. Främst sill, men till viss del också skarpsill, vandrar mellan olika områden för lek, födosök och övervintring beroende på säsong. Födan består ofta av små kräftdjur som till exempel hoppkräftor. Strömning kan leka under både höst och vår, men vårlek är vanligast i Östersjön. Äggen läggs på botten, vanligen på djup mellan noll och tio meter. Skarpsill leker under sen vinter till sensommar, både ute till havs och närmare kusten. Äggen flyter fritt i vattnet, något som kräver en salthalt på minst 5 - 6 ‰. Båda arterna bedöms vara livskraftiga (LC) och är av stor ekonomisk vikt för det kommersiella fisket i Östersjön (Artdatabanken 2023f; Artdatabanken 2023g).

Både strömning och skarpsill har hittats vid Swecos inventeringar inom Olof Skötkonung och bedöms vara vanliga arter, dock väntas inga av arterna ha parkområdet som potentiellt lekområde. Strömning skulle däremot kunna leka inom de närliggande utsjöbankarna Finngrundan. De faktorer associerade med havsbaserad vindkraft som skulle kunna påverka strömning och skarpsill är anläggningsljud, grumling och sedimentation under anläggningsfasen, samt driftljud, elektromagnetiska fält och skuggning under driftfasen.

7.3.1 Anläggningsbuller

Sillfiskar är så kallade hörselspecialister, det innebär att de har en koppling mellan simblåsan och innerörat vilket ger dem känsligare hörsel än många andra fiskar (Thomsen m.fl. 2006). Vid studier har man kunnat observera skrämselfreaktioner vid ljudnivåer på SPL 122 – 138 dB re 1 μPa, och flyktbeteende vid ljudnivåer på över SPL 170 dB re 1 μPa. Studierna varierar dock kraftigt i resultat där vissa visar en reaktionströskel för sillfiskar först vid SPL 160 – 178 dB re 1 μPa (Andersson m.fl. 2016). Vid en studie av sill under deras födomigration reagerade inte fiskarna på ljudnivåer på SEL 155 dB re 1 μPa²s (Peña m.fl. 2013). Detta indikerar att fiskar kan reagera olika på ljud beroende på exempelvis motivation, vana och hur plötsligt ljudet uppkommer.

Studier på sillarver visade ingen ökad dödlighet vid ljudnivåer på SEL_(kum) 216 dB re 1 μPa²s (Bolle m.fl. 2014).

En modellering av ljudspridning och påverkan på sillfiskar har utförts av Niras (2023). Risk för inre skador hos sillfiskar uppkommer bara om de befinner sig närmare än 200 m från ljudkällan vid pålningsstart. Risk för tillfälliga hörselskador uppkommer för sillfiskar som befinner sig inom mindre än 200 m till 3 km från ljudkällan beroende på pålningsposition vid dämpning med en bubbelgardin eller motsvarande. Vid dämpning med två bubbelgardiner eller motsvarande uppkommer risk för temporära hörselskador hos sillar som befinner sig inom 650 meter från ljudkällan vid en pålningsposition, för övriga

positioner uppstår risken enbart för fiskar närmare än 200 m från ljudkällan (Niras 2023).

Utöver risk för skador finns också möjlighet att sillfiskar inom större områden påverkas i form av skrämnelreaktioner eller ändrade beteenden. Flykt från områden eller undvikande kan vara att vänta inom områden större än de som beräknats för temporära hörselskador.

Risk för skada på fiskägg och larver beräknas kunna uppkomma inom 625 m till 1,3 km från ljudkällan vid pålning dämpad med enkel bubbelgardin eller motsvarande. Vid dämpning med dubbel bubbelgardin eller motsvarande beräknas sådan skada kunna uppkomma inom 450 – 750 m från ljudkällan (Niras 2023). Nivåer som associeras med ökad dödlighet hos just sillarver (216 dB) väntas dock bara kunna uppkomma precis vid ljudkällan vid odämpad pålning.

Anläggningsljudet under konstruktion av en vindkraftpark på Olof Skötkonung väntas inte innebära en direkt påverkan på överlevanden hos sillfiskar. Vid användandet av dubbel bubbelgardin i kombination med långsam start eller andra skrämnelmetoder innan pålningsstart anses risken för temporära hörselskador hos sillfiskar också vara försumbar. Ett visst mått av temporärt undvikande av närområdet under tiden pålningen pågår är dock att vänta. Lek väntas inte förekomma hos skarpsill, och strömming leker sannolikt närmare kusterna samt på de närliggande Finngründen. Ägg från sillfiskar bör därför inte förekomma inom Olof Skötkonung, men larver som driver med strömmar är eventuellt möjliga. Hos dem kan skador inte uteslutas inom mindre områden närmast ljudkällan vid pålning, vid användandet av dämpning väntas dessa dock inte innebära ökad mortalitet hos larverna. Inga långsiktiga negativa konsekvenser väntas på populationerna av sillfiskar i området. Sammantaget bedöms påverkan på sillfiskar från anläggningsljud att vara liten. Båda fiskarterna är också vanligt förekommande i livskraftiga bestånd. Konsekvenserna på strömming och skarpsill från anläggningsbuller bedöms därför bli liten.

7.3.2 Grumling och sedimentation

Inom Olof Skötkonung är det enbart aktuellt med vuxna skarpsillar då lekområden inte finns i området. Hos strömming finns däremot troligtvis lekområden inom de närliggande Finngründen, där kan både ägg och larver förekomma.

Vuxna fiskar är mobila och har möjlighet att tillfälligt undvika ogynnsamma förhållanden. Strömming visar exempelvis undvikande beteende redan vid en grumlingshalt på 3 mg/l (Westerberg m.fl. 1996). Generellt anses vuxna fiskar kunna klara en grumling på 100 mg/l i 14 dagar innan negativa fysiologiska effekter uppstår, alternativt 500 – 1000 mg/l och en varaktighet på ett par dagar. Vid längre varaktighet på grumlingen, en månad eller mer, kan fysiologiska effekter uppkomma redan vid 10 mg/l (Karlsson m.fl. 2020).

Ägg och larver är generellt känsligare för grumling än vuxen fisk, delvis på att de inte kan flytta sig från ogynnsamma förhållanden på samma sätt. Direkt påverkan på kläckningsframgång hos ägg uppstår dock först vid mycket höga grumlingshalter på 500 – 1000 mg/l (Karlsson m.fl. 2020). Vid studier på strömmingsägg sågs ingen påverkan på kläckningsframgång efter långvarig grumling med halter på 5 – 300 mg/l eller kortvarig grumling och halter upp till 7000 mg/l (Kierbøe m.fl. 1981; Messieh m.fl. 1981). Larver hos strömming är

beroende av synen för att hitta föda, föda som jagas på mycket korta avstånd. En ökad grumling i vattnet kan därför påverka födointaget negativt. Studier visar ett minskat födointag vid halter på 20 mg/l (Karlsson m.fl. 2020). Direkta negativa effekter på strömmingslarver uppkommer dock först vid högre koncentrationer. Studier visar att de klarar en kortvarig grumling på 540 mg/l (Messieh m.fl. 1981).

Sedimentation påverkar varken vuxen fisk eller larver, däremot kan det påverka strömmingens ägg då dessa läggs på botten. Sedimentation över bottenlagda ägg kan täppa igen håligheter i omgivande sediment och mellan äggen. Detta leder till minskat vatten- och syreutbyte, vilket påverkar överlevanden hos äggen negativt (Karlsson m.fl. 2020). Täcks äggen helt av sediment finns risk att de inte kläcks alls (Messieh m.fl. 1981).

Grumlingen ser olika ut beroende på djup. Då strömming och skarpsill är pelagiska arter, det vill säga arter som lever i den fria vattenmassan, är grumlingshalter i bottenvattnet inte lika relevanta som halter i ytvatten och halter sedda över djupmedel. Under anläggningen väntas halter på som mest 20 mg/l i ytvattnet och över djupmedel. Inom den absoluta majoriteten av det påverkade området är dock halterna som mest 5 mg/l. Halter över 10 mg/l i ytvatten och djupmedel varar i sammanlagd tid över anläggningen kortare än 6 timmar i nästan hela området (DHI 2023).

Sill leker i grundare områden, främst på djup mellan 0 - 10 meter (Artdatabanken 2023f). Inom områden där dessa djup förekommer väntas en sammanlagd sedimentation under anläggningsarbetets gång på mindre än 1 mm (DHI 2023).

Sammantaget väntas grumlingshalter som kan innebära tillfälligt undvikande hos sillfiskar eller påverka larvers födointag under som mest 6 timmar kumulativt under anläggningsfasen. Halter som kan innebära negativa fysiologiska effekter är inte att vänta. Inte heller väntas sedimentation av sådan grad som kan påverka kläckningsframgången hos strömmingsägg i grundare vatten där dessa kan återfinnas. Påverkan bedöms bli försumbar och konsekvenserna på sillfiskar från grumling och sedimentation blir obetydlig.

7.3.3 Driftbuller

Driftbullret kommer inte att vara på en nivå där skador på sillfiskar uppkommer, varken temporära eller permanenta (Niras 2023).

Både strömming och skarpsill kommer däremot sannolikt att kunna uppfatta ljudet. En modellering utförd av Thomsen m.fl. (2006) visar att strömming teoretisk skulle kunna höra driftljudet från vindkraftverk på ett avstånd av upp till 4,6 km från ljudkällan. Detta baseras på ett driftljud på ca SPL 142 dB re 1 μ Pa på ett avstånd av 1 m från turbinen (Thomsen m.fl. 2006). Ljudnivåerna beräknas bara vara tillräckligt höga för eventuellt undvikande inom ca 100 m från fundamenten, och detta bara vid vindstyrkor på 10 m/s och högre (Andersson m.fl. 2011). Strömming har också en möjlighet att anpassa sig till buller, och det finns rapporter om lek i områden med exempelvis mycket fartygstrafik (Öhman 2023).

Ljudstyrkan som används för beräkningen av att strömming kan uppfatta ljudet från vindkraftverk på ett avstånd av 4,6 km är något lägre än det som kan väntas inom Olof Skötkonung. Men ett avstånd på ca 5 km eller något mer kan vara rimligt att anta. Detta värde ska dock ses med viss försiktighet då

avståndet för ljuduppfattning baseras på en teoretisk ljudspridning, och ljudet från vindkraftverk i drift på Olof Skötkonung även det är teoretiskt.

Driftbullret väntas inte innebära risk för skador på strömming eller skarpsill, och de områden kring varje fundament där undvikande eventuellt kan uppstå är små. Då båda arterna är rörliga och lever i den fria vattenpelaren bedöms ett eventuellt undvikande av mindre ytor under vissa väderförutsättningar inte innebära en märkbar påverkan på vare sig individer eller populationer. Driftbullret innebär inte heller en minskning av tillgängliga ytor för lek hos vare sig strömming eller skarpsill. Påverkan från vindkraftverkens driftljud bedöms därför bli försumbar. Konsekvenserna på strömming och skarpsill från en vindkraftpark på Olof Skötkonung bedöms därför bli obetydlig i frågan om driftbuller.

7.3.4 Elektromagnetiska fält

Det finns inga studier på hur vare sig strömming eller skarpsill påverkas av elektromagnetiska fält av de styrkor som är aktuella från en undervattenskabel. Men båda arter befinner sig i den fria vattenmassan och inte i direkt anslutning till botten större delen av tiden. Magnetfältets styrka är nere på nivåer i klass med naturligt förekommande variationer redan 1 m från kabelns centrum. Det innebär att även rakt ovanför kabeln är nivåerna under dessa nivåer i större delen av den fria vattenmassan. Det finns dock hos både strömming och skarpsill ett mönster av vertikal migration där de befinner sig högre upp i vattenmassan under natten och djupare under dagen (Cardinale m.fl. 2002).

Det finns ingen data som visar att sillfiskar skulle vara känsliga för elektriska eller magnetiska fält. De låga värden på magnetfält som väntas i detta fall har inte heller associerats med risk för skada hos andra, känsligare fiskarter. Då sillfiskar ofta befinner sig långt från botten minskar risken för dem att exponeras för magnetfält från kablar ytterligare. Påverkan på sillfiskar bedöms därför bli försumbar. Konsekvenserna på strömming och skarpsill från elektromagnetiska fält associerade med internkabelnätverket bedöms bli obetydliga, men med viss osäkerhet på grund av bristen på underlag för arterna.

7.3.5 Skuggning

Det finns en teoretisk möjlighet till skrämning av sillfiskar från skuggan av rotorblad i rörelse under drift av Olof Skötkonung. Denna skrämning kan av naturliga skäl dock bara uppkomma inom mindre ytor närmast fundament och rotorblad, samt under vissa väderförhållanden. Strömming och sill uppvisar också en form av vertikal migration, där de befinner sig närmare vattenytan under natten och djupare under dagen (Cardinale m.fl. 2002). Sannolikheten för skrämning av skuggor minskar naturligt om fiskarna befinner sig djupare ner under dagen, då skuggan inte kan tränga ner så långt i vattenpelaren.

Skrämning från rotorblad är en teoretisk effekt, och det är osannolikt att sillfiskar skulle utsättas för detta med sådan regelbundenhet att det skulle påverka deras energibudget. Detta då de generellt befinner sig djupare under dagen, och att skuggning enbart är aktuellt dagtid under vissa väderförhållanden. Påverkan bedöms därför bli försumbar. Konsekvenserna på strömming och skarpsill från skuggning inom Olof Skötkonung bedöms bli obetydlig.

7.4 Övriga fiskarter

Totalt bedöms 17 fiskarter ha teoretisk möjlighet att befinna sig inom Olof Skötkonungs parkområde någon del av året. Till detta tillkommer nio arter vars förekomst är osäker men som inte kan uteslutas helt. Vid inventering i området med eDNA återfanns spår av totalt 15 arter. De arter som hittats i inventeringen eller bedömts som möjliga i förtudien inkluderar ringbuk, sjurygg, spetslångebarn och tobiskung som bedömts ha möjlighet till lek inom området. Samt sik, skrubb-skädda, tånglake och öring som är typiska arter för naturtyperna sandbankar eller rev.

Dessa fiskarter bedöms kunna påverkas av en vindkraftpark på Olof Skötkonung via påverkansfaktorerna anläggningsljud samt grumling och sedimentation under anläggningsfasen, även habitatförlust, reveffekt, driftljud, elektromagnetiska fält samt skuggning under driftsfasen.

7.4.1 Anläggningsbuller

De fiskar som modellerats för risk för skada vid anläggning är torsk och sill, båda dessa arter har betydligt känsligare hörsel än exempelvis lax- och plattfiskar (Thomsen m.fl. 2006). Även tobisfiskar och sjurygg saknar simblåsa och väntas därmed ha mindre känslig hörsel. De avstånd inom vilken vävnadsskada eller temporära hörselskador kan uppkomma för sill och torsk bör därför vara väl tilltagna även för andra fiskarter som kan tänkas förekomma inom det planerade parkområdet. Det vill säga att risk för inre skador uppkommer bara om fiskarna befinner sig inom 200 m från ljudkällan vid pålningsstart. Risk för temporära hörselskador uppkommer inom mellan mindre än 200 m och 11,1 km för dämpning med enkel bubbelgardin, och inom mellan mindre än 200 m och 5,6 km för dämpning med dubbel bubbelgardin (Niras 2023). Skillnaderna i avstånd beror på skillnader i ljudkänslighet, men även simhastighet bort från ljudet där långsammare fiskar exponeras för ljudnivåerna under en längre tidsperiod.

Under förutsättning att långsam start eller andra metoder för att skrämman undan fisk innan pålningsstartar med full kraft används är det osannolikt att fiskar utsätts för ljudnivåer som orsakar inre skador. Temporära hörselskador kan däremot väntas förekomma, främst hos mer ljudkänsliga och långsamsimmande arter. Ljudet innebär också sannolikt ett tillfälligt undvikande av större områden runt pålningsarbetet, vilket kan innebära en kortvarig påverkan på lokal reproduktion hos de arter som leker där. Då påverkan är kortvarig och de aktuella fiskarterna livskraftiga väntas dock ingen påverkan på populationsnivå. Påverkan från pålning på fisk bedöms därför bli liten. Konsekvenserna på de aktuella fiskarterna från anläggningsbuller inom Olofs Skötkonung blir liten.

7.4.2 Grumling och sedimentation

Vuxen fisk är generellt inte särskilt känslig för grumling då de är mobila och kan undvika områden där ogynnsamma förhållanden tillfälligt uppstår. Bottenlevande fiskarter är dessutom anpassade till att leva där sediment och bottenmaterial regelbundet virvlar upp och är därför tåligare för grumling än rent pelagiska fiskarter. Rödspätta har exempelvis visat sig klara en grumling på 3000 mg/l i 14 dagar (Karlsson m.fl. 2020). Stilla havslax har däremot visat undvikande vid grumlingshalter på 88 mg/l. Risk för vävnadsskador uppkommer vid exponering för en grumlingshalt på 170 mg/l i fyra dygn (Rivinoja och

Larsson 2020). Även om denna studie gäller stillahavslax är det sannolikt att resultaten är relevanta även för svenska laxfiskar som exempelvis öring. Generellt anses dock vuxna fiskar kunna klara en grumling på 100 mg/l i 14 dagar innan negativa fysiologiska effekter uppstår, alternativt 500 – 1000 mg/l och en varaktighet på ett par dagar. Vid längre varaktighet på grumlingen, en månad eller mer, kan fysiologiska effekter uppkomma redan vid 10 mg/l (Karlsson m.fl. 2020).

Ägg och larver är generellt känsligare för grumling än vuxen fisk, delvis på att de inte kan flytta sig från ogynnsamma förhållanden på samma sätt. Direkt påverkan på kläckningsframgång hos ägg uppstår dock först vid mycket höga grumlingshalter på 500 – 1000 mg/l (Karlsson m.fl. 2020). För fisklarver utan gulesäck blir effekterna liknande de som beskrivits för sillen, grumling kan göra det svårare att hitta föda vilket kan leda till minskat födointag. För larver med gulesäck kan andra effekter uppstå. Hos torsklarver har man sett ökad dödlighet efter sex dygn i sediment med en partikelkoncentration på 10 mg/ och efter tre dygn i en partikelkoncentration på 20 mg/l. Detta gällde i kalkrika sediment (Westerberg m.fl. 1996). Kalkrika sediment är mycket finkorniga, och har visat sig vara skadligare än grövre sediment (Karlsson m.fl. 2020; Hammar m.fl. 2009). Kalkrikt sediment väntas inte inom Olof Skötkonung, större delen av sedimentet är av grövre karaktär (DHI 2023). De fiskarter som bedöms ha möjlighet till lek inom Olof Skötkonung lägger alla sina ägg på botten. Påverkan på ägg från sedimentation bör alltså vara samma som beskrivits för sillfiskar ovan. En risk för försämrat syreutbyte och påverkan på överlevnad om mellanrummen mellan äggen täcks, och risk att de inte kläcks om de täcks helt.

Grumlingen som väntas som en följd av anläggningsarbetet inom Olof Skötkonung kommer att som mest uppgå till 2500 mg/l i bottenvattnet (Figur 7). Inom det påverkade området är det dock enbart inom mycket små ytor närmast arbetet som grumlingen överstiger 500 mg/l. Grumlingshalter på över 1000 mg/l är också mycket kortvariga, sammantaget under hela anläggningsfasen förekommer de kortare tid än 6 timmar. Halter på över 100 mg/l pågår i som mest ett dygn kumulativt under anläggningsarbetet. Grumlingshalter på över 10 mg/l kan inom små ytor pågå i upp till fyra dygn kumulativt, men annars som mest tre dygn (DHI 2023). Sedimentationen som väntas som en följd av anläggningsarbetet kan bitvis, inom mycket små ytor närmast anläggningsarbetet, uppgå till 200 mm. Sedimentation som täcker större ytor uppgår till som mest 20 mm. Inom den absoluta majoriteten av projektområdet och närliggande områden är sedimentationen dock under 1 mm (Figur 8) (DHI 2023).

Den grumling som beräknats för anläggningsarbetet inom Olof Skötkonung är inte av den grad som associeras med negativa fysiologiska effekter hos fisk. För laxfiskar är det möjligt att vissa, mycket små ytor i bottenvattnet skulle kunna innebära en risk för vävnadsskador. Detta bedöms dock som osannolikt då det skulle kräva att laxfiskar stannade inom dessa små områden nära botten i flera dygn i sträck. Vanligtvis rör sig laxfiskar i den öppna vattenmassan där grumlingshalterna är betydligt lägre och undviker ogynnsamma förhållanden. Visst undvikande hos fiskarter kan vara att vänta som en följd av grumlingen, men påverkan är mycket kortvarig. Halterna är inte heller sådana att de riskerar att påverka fisklarver negativt annat än inom mycket små områden. I det fall lekande arter har lagt sina ägg på botten finns risk för övertäckning av dessa från sedimentation, sådana halter är dock bara aktuella inom relativt små områden. Större delen av projektområdet utsätts för sedimentation mindre än 1 mm. Viss påverkan på kläckningsgrad hos fiskägg

kan dock inte uteslutas, det finns däremot ingenting som tyder att Olof Skötkonung är ett område av särskild vikt för fisklek. Sammantaget bedöms påverkan bli försumbar för vuxen fisk och larver, och liten för eventuella bottenlagda ägg. Konsekvenserna för fisk som en följd av grumling och sedimentation under anläggning av Olof Skötkonung blir obetydliga till små.

7.4.3 Habitatförlust och reveffekt

Uppförandet av fundament och erosionssskydd för havsbaserad vindkraft innebär att den tillgängliga ytan mjukbotten minskar något. Detta innebär en habitatförlust för mjukbottensassocierade arter. Minskningen av mjukbottenyta är dock mycket liten, i storleksordningen 0,07 % av parkområdet i ett värsta scenario. Reveffekten kan väntas innebära en positiv påverkan på de arter som trivs i anslutning till hårbotten (t.ex. Mavaraki m.fl. 2021; Glarou 2020; Methratta och Dardick 2019). För mjukbottenarter så som plattfiskar, tobisfiskar och tånglake har uppförandet av havsbaserad vindkraft i ett flertal studier inte visat några negativa effekter (Glarou m.fl. 2020; Methratta och Dardick 2019; Stenberg 2015). Det har inte heller setts någon effekt på pelagiska fiskar (Methratta och Dardick 2019). Det finns dock indikationer att även vissa mjukbottensarter så som rödspätta under vissa förutsättningar kan gynnas av uppförandet av havsbaserad vindkraft (Buyse m.fl. 2023).

Ett flertal studier och metastudier visar ingen negativ påverkan på mjukbottensassocierade- och pelagiska fiskarter från den lilla habitatförlust som associeras med anläggningen av havsbaserade vindkraftparker. För hårbottensassocierade arter, till exempel arter typiska för naturtypen rev, visar studier däremot på en positiv effekt. Sammantaget bedöms påverkan på fisk bli försumbar till positiv beroende på art. Konsekvenserna för fisk av den habitatförlust och reveffekt som väntas inom Olof Skötkonung bedöms bli obetydliga till positiva.

7.4.4 Driftbuller

Det beräknas inte föreligga en risk för skador på fisk, varken temporära eller permanenta, som en följd av driftbullret från vindkraftturbiner på Olof Skötkonung (Niras 2023).

Hur långt ljuden från fundamenten kan uppfattas beror på art, där arter har olika känslighet för ljud inom olika frekvenser. Arter med simblåsa hör generellt bättre än arter utan. I en modellering beräknades att öring, som har simblåsa, skulle kunna uppfatta ljudet från fackverksfundament inom 3 km från ljudkällan vid en vind på 15 m/s. Vid en vind på 10 m/s är avståndet under 1 km och vid 5 m/s uppfattar öring inte ljudet alls (Marmo m.fl. 2013). En summering av flera studier drar slutsatsen att skrämsel eller undvikande hos fisk som en följd av driftljudet enbart förekommer inom de närmste 100 meterna från ett vindkraftverk i hårt väder (Andersson m.fl. 2011). För många arter med mindre känslig hörsel är avståndet dock sannolikt betydligt lägre. För ål väntas undvikande exempelvis inte uppstå ens en meter från fundamenten (Wahlberg och Westerberg 2005). För arter med mindre känslig hörsel, så som plattfiskar, tobisfiskar och sjurygg, uppstår undvikande på grund av ljud därför sannolikt inte alls.

Inga arter riskerar skador på grund av det väntade driftbullret inom Olof Skötkonung. Avståndet inom vilket ljudet kan orsaka undvikande är beroende både på vind och art. För många arter förekommer sannolikt inget bullerrelaterat undvikande ens vid mycket starka vindar. För mer känsliga arter

uppstår undvikande inom som mest 100 m från fundamenten vid hård vind. Det är en i sammanhanget mycket liten yta som tillfälligt görs otillgänglig för enstaka individer av vissa arter. Påverkan bedöms därför bli försumbar.

Konsekvenserna av driftbuller från vindkraftverk inom den planerade vindkraftparken Olof Skötkonung på fisk bedöms bli obetydliga.

7.4.5 Elektromagnetiska fält

Av de arter som inte tagits upp i egna stycken, men som väntas kunna förekomma inom Olof Skötkonung är det enbart laxfiskar som i studier har visat sig kunna känna av elektromagnetiska fält. Då magnetfälten kan spela roll under laxfiskars migration har flera studier undersökt denna påverkan. Fältstudier från USA såg ingen skillnad i antalet lyckade migrationer före och efter installationer av en undervattenskabel. Dock en viss fördröjning hos vuxen fisk (Kavet m.fl. 2016). Det har inte heller setts någon påverkan på möjligheten att hitta rätt vattendrag (Fisher och Slater 2010). I laboratoriebaserade studier på ägg och larver hos regnbåge sågs ingen ökad dödlighet eller minskad tillväxthastighet vid exponering för statiska magnetfält på 10 mT eller elektromagnetiska fält på 1 mT. Det förekom dock en snabbare absorption av gulesäcken hos larver (Fey m.fl. 2019a). Vid en studie med samma förutsättningar fast på gädda sågs samma resultat (Fey m.fl. 2019b). Även larver av havstobis har studerats, vid simulering av att larverna drev förbi ett magnetfält från en DC-kabel med en styrka på 150 μ T sågs ingen påverkan på larvernas beteende eller spridning (Cresci m.fl. 2022).

För många arter saknas vetenskapliga studier av påverkan från elektromagnetiska fält. Flertalet arter verkar dock inte påverkas av förekomst av sjökablar (Öhman 2023). Av de studier som finns syns ingen påverkan på möjlighet till migration eller överlevnad. Den effekt som observerats, en snabbare absorption av gulesäck hos larver, uppkom efter långvarig exponering av styrkor mer än 10 gånger starkare än de som väntas ovanför internkablar med kabelskydd inom Olof Skötkonung. En sådan exponering är alltså inte sannolik i detta fall, inte minst eftersom många larver flyter fritt i den öppna vattenmassan i ständig rörelse. Baserat på tillgängliga underlag bedöms påverkan på fisk från elektromagnetiska fält som försumbar. Konsekvenserna för fisk från de elektromagnetiska fält som avges av internkabelnätverket inom Olof Skötkonung bedöms bli obetydliga.

7.4.6 Skuggning

Det finns en teoretisk möjlighet att fiskar skräms av skuggan av rotorblad i rörelse under drift. Denna skrämelse kan av naturliga skäl bara uppkomma inom mindre ytor närmast fundament och rotorblad, samt under vissa väderförhållanden. Den påverkar också bara de arter som befinner sig nära ytan, varpå bottenlevande arter inte väntas påverkas. Av de arter som möjligen kan förekomma inom Olof Skötkonung och som inte tagits upp under egna rubriker är det främst öring och tobiskung som kan väntas röra sig nära ytan. Tobiskung är dock främst nattaktiv (ArtDatabanken 2023c) och väntas därför inte simma vid ytan under den tid skuggning kan förekomma. Det är dock möjligt att öring skulle kunna utsättas för rörliga skuggor från rotorbladen och kunna skrämmas av dessa.

Skrämelse från rotorblad är en teoretisk effekt som enbart uppkommer lokalt vid vissa väderförhållanden. Det är inte sannolikt att öringar skulle utsättas för skrämelse från dessa med sådan regelbundenhet att det skulle påverka deras

energibudget. Populationseffekter på grund av detta är osannolikt. Individer av andra fiskarter bedöms inte påverkas mer än i undantagsfall. Påverkan bedöms därför bli försumbar. Konsekvenserna på fisk från skuggning inom Olof Skötkonung bedöms bli obetydliga.

8 Konsekvensbedömning marina däggdjur

En sammanfattning av konsekvensbedömningarna för marina däggdjur återfinns i tabell 6. För vidare utveckling av bedömningarna och bakgrunderna till dessa hänvisas till texten under respektive art.

Tabell 6. Sammanfattning av resultaten från konsekvensbedömningen av marina däggdjur inom den planerade vindkraftparken Olof Skötkonung. Ett streck i tabellen indikerar att påverkansfaktorn inte är aktuell för receptorn.

Påverkansfaktorer	Konsekvens Marina däggdjur			
	Gråsäl	Vikare	Knubbsäl	Tumlare
Mekanisk påverkan	-	-	-	-
Anläggningsljud	Liten	Obetydlig	-	-
Grumling + sedimentation	-	-	-	-
Habitatförlust/reveffekt	Positiv	Obetydlig	-	-
Driftljud	Obetydlig	Obetydlig	-	-
Elektromagnetiska fält	-	-	-	-
Skuggning	-	-	-	-

8.1 Gråsäl

Gråsäl förekommer inom hela Östersjön, den är dock vanligast kring Stockholms skärgård och Åland, liksom i Bottenhavet och Bottenviken. Det är den största av de svenska sälarterna och hanar kan väga upp till ca 300 kg. Gråsälar livnar sig huvudsakligen på fisk, men unga gråsälar kan även äta musslor och snäckor. De föder ungar i februari-mars och byter päls i maj - juni. Under pälsbytet samlas flera sälar på speciella sällokaler, eller tillhåll, med ibland mer än 1000 djur. Gråsälar klassas idag som livskraftiga (LC), hoten är främst bifångst i fiskeredskap samt miljögifter och parasiter (ArtDatabanken 2023d).

En vindkraftpark på Olof Skötkonung väntas kunna påverka gråsäl via faktorerna anläggningsljud under anläggning, samt reveffekt och driftljud under drift.

8.1.1 Anläggningsbuller

Modellering av Niras (2023) visar att för säl föreligger risk för temporära eller permanenta hörselskador från pålning enbart om sälen befinner sig inom 200 m från ljudkällan vid pålningens start. Detta gäller både för dämpning med enkel och dubbel bubbeldäkring och inom alla positioner (Niras 2023).

Utöver skador kan höga ljud associerade med pålning även innebära beteendeförändringar där sälar undviker områden med för höga ljudvolymmer. Studier har sett undvikande hos knubbsäl inom en radie av 25 km från ljudkällan vid pålning av monopiles, där sältätheten minskar under aktiv pålning (Whyte m.fl. 2020; Russel m.fl. 2016). Vid konstruktion av en vindkraftpark i Danmark sågs en minskning av både gråsäl och knubbsäl inom ett skyddsområde beläget ca 10 km från konstruktionsplatsen vid pålning (Edrén m.fl. 2010). Undvikandet verkar dock enbart vara temporärt och sältätheterna

återgår till det normala efter att ljudet upphört (Russel m.fl. 2016; Edrén m.fl. 2010).

Inom Olof Skötkonung kan gråsälar förekomma under jakt, närmaste sältillhåll ligger däremot 27 km från parkområdets yttre gräns. Så länge varningsmetoder så som ljudskrämmor eller långsam start vidtas innan pålning för att ge sälar tid att flytta sig är det osannolikt att skador på gråsäl uppkommer. Det kan däremot göra att sälarna tillfälligt undviker områden runt konstruktionsarbetet. 25 km är ett avstånd associerat med odämpad pålning av monopiles, vilket innebär något högre anläggningsljud än pålning av fackverksfundament. I detta fall planeras också användandet av dämpningsmetoder i form av enkel eller dubbel bubbelgardin. Sannolikt är avståndet för undvikande hos säl alltså mindre än 25 km i fallet Olof Skötkonung. Detta innebär att inget ljud associerat med beteendestörningar hos gråsäl kommer att förekomma i anslutning till för dem viktiga lokaler i form av tillhåll. De kommer inte heller att störas av anläggningsljud under viktiga perioder så som pälsömsning och ungfödelse då de under dessa perioder befinner sig mer än 25 km från parkområdet. Påverkan på gråsäl från anläggningsljud bedöms därför bli liten. Konsekvenserna för gråsäl från buller associerade med anläggningen av en havsbaserad vindkraftpark inom Olof Skötkonung bedöms bli små.

8.1.2 Reveffekt

Reveffekten kan innebära både en ökad produktion av fisk och en ökad samling av fisk runt de hårda strukturer vindkraftfundament och erosionsskydd erbjuder. En samling av fisk kan locka sälar till fundamenten då dessa erbjuder en ökad möjlighet till jakt. Vid en studie som märkte knobbsälar för att spåra deras rörelser sågs hur sälar sökte upp havsbaserade vindkraftparker och en tydlig koncentration av jaktbeteende runt vindkraftfundament (Russel m.fl. 2014).

Hur stor reveffekt som väntas inom Olof Skötkonung är svårt att säga, då det beror mycket på lokala faktorer. Men en viss positiv påverkan på gråsäl i området i form av ökad möjlighet till jakt kan vara att vänta. Konsekvenserna på gråsäl från reveffekten associerad med den planerade vindkraftparken Olof Skötkonung bedöms bli positiv.

8.1.3 Driftbuller

Modelleringar av driftbuller från turbinerna inom Olof Skötkonung visar att det är osannolikt att ljudet leder till hörselskador hos säl (Niras 2023).

Modelleringar av hur sälar påverkas av driftljud från vindkraftparker beräknar att de kan uppfatta ljudet från vindkraftverk i drift på ett avstånd av 18 km. Ljudet beräknades dock inte vara tillräckligt högt för att påverka sälarnas beteende, oavsett vindstyrka (Marmo m.fl. 2013). Modelleringen baseras på ljud från enskilda turbiner på mellan 177 och 191 dB re 1 μ Pa beroende på frekvens för fackverk (Marmo m.fl. 2013), det vill säga högre källljud än vad som beräknats för Olof Skötkonung.

Studier från befintliga vindkraftparker visar att sälar inte undviker vindkraftparker i drift, utan snarare aktivt söker upp dem (Russel m.fl. 2014). I ett exempel från Danmark sågs ingen påverkan på den närliggande sälpopulationen när en vindkraftpark varit i drift ett år (Edrén m.fl. 2010). Det är dock möjligt att en ökad båttrafik till vindkraftparken för underhållsarbete kan innebära tillfälliga störningar på gråsäl i området (Bergström m.fl. 2022).

Driftbuller från den planerade vindkraftparken på Olof Skötkonung väntas inte innebära några risker för skador på gråsäl. Inte heller väntas det orsaka undvikande eller på andra sätt påverka gråsälarnas nyttjande av området. Det är möjligt att båttrafik till vindkraftparken kan orsaka tillfälliga störningar och undvikanden. Men då parken är långt från områden av särskild vikt för gråsäl blir denna påverkan enbart tillfällig och drabbar bara de individer som råkar befinna sig i närområdet. Påverkan från driftbuller bedöms därför bli försumbar. Konsekvenserna på gråsäl som en följd av driftbuller från den planerade vindkraftparken på Olof Skötkonung bedöms bli obetydliga.

8.2 Vikare

Vikare i Östersjön förekommer i tre delpopulationer, en i Bottniska viken, en i Finska viken och en i Rigabukten. Dessa populationer är dock inte genetiskt åtskilda. Arten är mindre än gråsäl, och en vikare kan väga som mest 140 kg. Vikare lever under den isfria delen av året simmande i det öppna havet och befinner sig då bara sporadiskt på mindre stenar och skär. De livnär sig främst på skorv, mindre kräftdjur samt mindre fisk så som spigg, strömming och simpör. Ungarna föds på isen i februari-mars och även pälsbytet sker på is under april-maj. Vikare klassas idag som livskraftiga (LC), hoten är främst miljögifter samt den globala uppvärmningen då arten är beroende av stabil is för sin reproduktion (ArtDatabanken 2023e).

En vindkraftpark på Olof Skötkonung väntas kunna påverka vikare via faktorerna anläggningsljud under anläggning, samt reveffekt och driftljud under drift.

8.2.1 Anläggningsbuller

Modellering av Niras (2023) visar att för säl föreligger risk för temporära eller permanenta hörselskador från pålning enbart om sälen befinner sig inom 200 m från ljudkällan vid pålningens start. Detta gäller både för dämpning med enkel och dubbel bubbelgardin samt inom alla positioner (Niras 2023).

Utöver skador kan höga ljud associerade med pålning även innebära beteendeförändringar där sälar undviker områden med för höga ljudvolymmer. Studier har sett undvikande hos knubbsälar inom en radie av 25 km från ljudkällan vid pålning av monopiles där sältätheten minskar under aktiv pålning (Whyte m.fl. 2020; Russel m.fl. 2016). Vid konstruktion av en vindkraftpark i Danmark sågs en minskning av både gråsäl och knubbsäl inom ett skyddsområde beläget ca 10 km från konstruktionsplatsen vid pålning (Edrén m.fl. 2010). Undvikandet verkar dock enbart vara temporärt och sältätheterna återgår till det normala efter att ljudet upphört (Russel m.fl. 2016; Edrén m.fl. 2010).

Inom Olof Skötkonung kan vikare förekomma sporadiskt, men det är inte ett av huvudområdena för arten. Individer kan dock passera på genomresa och sannolikt jaga om förutsättningarna finns. Under förutsättning att varningsmetoder så som ljudskrämmor eller långsam start vidtas innan pålning för att ge sälar tid att flytta sig är det osannolikt att skador på vikare uppkommer. Det kan däremot göra att sälarna tillfälligt undviker områden runt konstruktionsarbetet. 25 km är ett avstånd associerat med odämpad pålning av monopiles, vilket innebär något högre anläggningsljud än pålning av fackverksfundament. I detta fall planeras också användandet av dämpningsmetoder i form av enkel eller dubbel bubbelgardin. Sannolikt är

avståndet för undvikande hos säl alltså mindre än 25 km i fallet Olof Skötkonung. Ljud associerat med beteendestörningar och undvikande kan komma att drabba enstaka vikare som passerar området. Det förekommer dock inga för dem viktiga områden kring Olof Skötkonung. De kommer inte heller befinna sig i närområdet under viktiga perioder så som pälsömsning och ungfödelse. Påverkan på vikare från anläggningsbuller bedöms därför bli försumbar. Konsekvenserna för vikare från ljud associerade med anläggningen av en havsbaserad vindkraftpark inom Olof Skötkonung bedöms bli obetydliga.

8.2.2 Reveffekt

Reveffekten kan innebära både en ökad produktion av fisk och en ökad samling av fisk runt de hårda strukturer som vindkraftfundament och erosionskydd erbjuder. En samling av fisk kan locka sälar till fundamenten då dessa erbjuder en ökad möjlighet till jakt. Vid en studie som märkte knobbsälar för att spåra deras rörelser sågs hur sälar sökte upp havsbaserade vindkraftparker och en tydlig koncentration av jaktbeteende runt vindkraftfundament (Russel m.fl. 2014).

Hur stor reveffekt som väntas inom Olof Skötkonung är svårt att säga, då det beror mycket på lokala faktorer. Det är inte heller säkert att vikare regelbundet födosöker i närheten av området, varpå påverkan på arten är osäker. Det är möjligt att enstaka individer kan dra nytta av reveffekten, men i sammanhanget blir påverkan troligtvis försumbar. Konsekvenserna på vikare från reveffekten associerad med den planerade vindkraftparken Olof Skötkonung bedöms bli obetydliga.

8.2.3 Driftbuller

Modelleringar av driftbuller från turbinerna inom Olof Skötkonung visar att det är osannolikt att ljudet leder till hörselskador hos säl (Niras 2023).

Modelleringar av hur sälar påverkas av driftljud från vindkraftparker med ljudstyrkor beräknar att de kan uppfatta ljudet från vindkraftverk i drift på ett avstånd av 18 km. Ljudet beräknades dock inte vara tillräckligt högt för att påverka sälarnas beteende, oavsett vindstyrka (Marmo m.fl. 2013).

Modelleringen baseras på ljud från enskilda turbiner på mellan 177 och 191 dB re 1 μ Pa beroende på frekvens för fackverk (Marmo m.fl. 2013), det vill säga högre källljud än vad som beräknats för Olof Skötkonung.

Studier från befintliga vindkraftparker visar att sälar inte undviker vindkraftparker i drift, utan snarare aktivt söker upp dem (Russel m.fl. 2014). I ett exempel från Danmark sågs ingen påverkan på den närliggande sälpopulationen när en vindkraftpark varit i drift ett år (Edrén m.fl. 2010). Det är dock möjligt att en ökad båttrafik till vindkraftparken för underhållsarbete kan innebära tillfälliga störningar i området och orsaka undvikande (Bergström m.fl. 2022).

Driftbuller från den planerade vindkraftparken på Olof Skötkonung väntas inte innebära några risker för skador på vikare. Inte heller väntas det orsaka undvikande eller på andra sätt påverka vikarnas 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 blir denna påverkan i sammanhanget inte annorlunda än påverkan från annan fartygstrafik i Bottenhavet. Påverkan från driftljud bedöms därför bli försumbar. Konsekvenserna på vikare som en följd av

driftbuller från den planerade vindkraftparken på Olof Skötkonung bedöms bli obetydlig.

8.3 Tumlare och knobbsäl

Varken tumlare eller knobbsäl väntas förekomma inom det planerade vindparksområdet Olof Skötkonung. För knobbsäl finns närmaste population i Kalmarsund, och sannolikheten att ens en enstaka individ skulle leta sig upp till Bottenhavet är låg. Tumlare av Östersjöpopulationen förekommer inte norr om Åland, och den senaste visuella observationen av tumlare i Bottenhavet är från år 1905 (Bravell och Lindberg 2023). Det är inte heller troligt att detta kommer att ändras i närtid. Det finns indikationer på att tumlare kan ha varit vanligare norr om Åland i början av 1900-talet, men populationsstorleken har minskat dramatiskt sedan dess (HELCOM Red List Marine Mammal Expert Group 2013). Att populationen i närtid skulle återgå till en storlek liknande den i början av 1900-talet är inte sannolikt.

I det fall enstaka individer av knobbsäl eller tumlare trots allt skulle återfinna sig i närheten av den planerade vindkraftparken Olof Skötkonung är skador osannolika. Risk för permanenta eller temporära hörselskador förekommer bara om tumlare eller säl befinner sig inom 200 m från pålningskällan vid pålningsstart (Niras 2023). Vid användandet av långsam start eller andra varningsmetoder ges individer möjlighet att flytta sig innan full ljudstyrka uppnås och de kan därmed undvika risk för skador helt. Skador riskeras inte heller uppkomma som en följd av grund av driftbuller (Niras 2023). Det tillfälliga undvikandet av som mest 8,8 km från pålningskällan för tumlare innebär ingen betydande påverkan. I det fall en enskild individ av tumlare eller knobbsäl skulle påverkas och undvika ytor kring Olof Skötkonung är det under ett högst tillfälligt besök inom ett område utan betydelse för arten. Konsekvenserna på knobbsäl och tumlare från både anläggning och drift av en vindkraftpark inom Olof Skötkonung bedöms bli obetydliga.

9 Konsekvensbedömning skyddade områden

En sammanfattning av den bedömda påverkan på bevarandemålen för de olika skyddade områdena återfinns i tabell 6. För vidare utveckling av bedömningarna och bakgrunderna till dessa hänvisas till texten under respektive område.

Tabell 6. Sammanfattning av resultaten från konsekvensbedömningen av skyddade områden i nära anslutning till den planerade vindkraftparken Olof Skötkonung. Ett streck i tabellen indikerar att bevarandemålet inte finns för området.

Bevarandemål	Konsekvens Skyddade områden		
	Finngrundet V	Finngrundet N	Finngrundet Ö
Ingen minskning av naturtypers areal	Ingen påverkan	Ingen påverkan	Ingen påverkan
Fri från skador från mänsklig påverkan	Ingen påverkan	Ingen påverkan	Ingen påverkan
Vattenutbytet ska inte försämrats	-	-	Obetydlig
Naturlig struktur och zoner	Obetydlig	Obetydlig	Obetydlig
God status övergödning	Ingen påverkan	Ingen påverkan	Ingen påverkan
Täta, välmående makroalgsbälten	Obetydlig	Obetydlig	Obetydlig
Låg andel fintrådiga alger	Obetydlig	Obetydlig	Ingen påverkan
Ingen minskning av typiska arter	Obetydlig	Obetydlig	Obetydlig
God tillväxt och goda livsmiljöer för fisk	Obetydlig	Obetydlig	Obetydlig

9.1 Finngrundet Västra

Inga fasta strukturer kommer att anläggas inom Finngrundet Västra i samband med den planerade vindkraftparken på Olof Skötkonung. Natura 2000-området kommer dock att påverkas av vissa faktorer under anläggning och drift som sprids utanför själva parkområdet.

Under anläggningen kommer pålningsljud från anläggningsarbete i den planerade parkens västra delar innebära ljud som kan orsaka tillfälliga hörselskador hos fisk som inte förflyttar sig (Niras 2023). Det är också sannolikt att anläggningsljud kommer att innebära tillfälligt undvikande av delar av området för fisk och säl. För tumlare hade 36 % respektive 16 % av Natura 2000 området utsatts för ljudnivåer som innebär undvikande vid anläggning och dämpning med enkel respektive dubbel bubbelgardin (Niras 2023). Grumling från anläggningsarbetet inom Finngrundet Västra kommer att som mest uppgå till 10 mg/l inom små ytor i nordöstra delen av området (Figur 7). Dessa halter kommer att vara kortare tid än 6 timmar kumulativt under arbetets gång. Den samlade sedimentationen som en följd av grumlingen understiger 1 mm (Figur 8) (DHI 2023).

Under drift väntas inga ljudnivåer associerade med skador eller undvikande hos fisk eller marina däggdjur inom Finngrundet Västra.

Finngrundet Västra har ett flertal bevarandemål för den ingående naturtypen 1170 Rev. Dessa bevarandemål samt en bedömning av hur en vindkraftpark på Olof Skötkonung kan komma att påverka dem presenteras nedan.

Arealen av naturtypen ska inte minska

Inga strukturer kommer att anläggas inom Natura 2000-området. Därför kommer anläggningen av en vindkraftpark inom Olof Skötkonung inte innebära några konsekvenser för detta bevarandemål.

Naturtypen ska vara huvudsakligen fri från skador orsakade av mänsklig påverkan

Inga strukturer kommer att anläggas inom Finngrundet Västra. Inte heller kommer det att utföras andra typer av arbeten associerade med den havsbaserade vindkraftparken inom Natura 2000-området. Därför kommer anläggningen av en vindkraftpark inom Olof Skötkonung inte innebära några konsekvenser för detta bevarandemål.

Reven ska ha en naturlig struktur och zoner

Inga strukturer kommer att anläggas inom Finngrundet Västra, det kommer inte heller att utföras några förberedande arbeten inom området som kan påverka revens struktur.

Den ökade grumling som väntas inom Finngrundet Västra är av mycket låg grad och därtill mycket kortvarig. Den väntas därför inte innebära någon påverkan på makroalger eller fastsittande fauna och deras utbredning. Sedimentationen som väntas understiger 1 mm, detta innebär inte heller det en negativ påverkan på makroalger eller revens fauna. Det finns därför inget som tyder på att arbeten inom Olof Skötkonung eller drift av vindkraftparken skulle påverka strukturen eller zonereringen hos rev inom Finngrundet Västra. Konsekvenserna för bevarandemålet bedöms bli obetydliga.

Området ska uppvisa god ekologisk status med avseende på övergödning

Övergödning är ett problem på en stor skala i Östersjön, och orsakas främst av näringsläckage och avrinning från land, liksom utsläpp från reningsverk och industrier. Anläggandet av en vindkraftpark inom det planerade projektområdet Olof Skötkonung kommer inte att på ett betydande sätt bidra till övergödningen av havsområdet. Bevarandemålet kommer därför inte att påverkas.

Makroalgshabitaten ska vara täta och välmående och inte täckas av fintrådiga alger

Den grumling som väntas är av mycket låg grad och kortvarig, som mest påverkas mindre ytor av något förhöjda halter under mindre än sex timmar, kumulativt under anläggningstiden. Något förhöjda grumlingshalter under mindre än sex timmar kommer inte att påverka makroalger inom Finngrundet Västra negativt. Den låga graden av sedimentation som väntas, mindre än 1 mm, är inte tillräcklig för att täcka över plantor eller innebära ett betydande försvårande för etablering av nya plantor. Makroalgshabitatens täthet och välmående väntas därför inte påverkas negativt av vare sig anläggning eller drift av en vindkraftpark inom Olof Skötkonung.

Påväxt av fintrådiga alger är ett problem som är associerat med övergödning och förekommer där det finns mycket näringsämnen i vattnet. Dock har utfiskning visat sig kunna ha lika stor påverkan på påväxten som övergödningen. Detta på grund av top-down effekter där en minskning av större rovfisk leder till minskad mängd av de små djur som betar av algerna (Östman m.fl. 2016).

Det är möjligt att reveffekten och begränsning av trålfiske kan leda till en positiv effekt på större fisk i området. Reveffekten kan även innebära en ökning av filtrerande organismer så som blåmusslor som tar upp näringsämnen. De positiva effekter detta kan medföra är dock troligtvis som mest lokala inom vindkraftparken. Därav bedöms en vindkraftpark inom Olof Skötkonung inte

innebära någon betydande påverkan på andelen fintrådiga alger inom Finngrundet Västra.

Sammantaget innebär en vindkraftpark inom Olof Skötkonung en obetydlig konsekvens för bevarandemålet täta och välmående makroalgshabitat utan påväxt av fintrådiga alger inom Finngrundet Västra.

Förekommande fiskarter och egna indikatorarter ska uppvisa god tillväxt och området ska hysa god förekomst av livsmiljöer för alla livsstadier

Anläggningen av vindkraftparken kan innebära en tillfällig negativ påverkan på fisk. Vid pålningsarbeten nära Finngrundet Västra förekommer risk för temporära hörselskador för stationär fisk. De höga ljudnivåerna associerade med pålning innebär också risk för undvikande hos fisk, liksom tillfällig påverkan av lek om undvikandet sker under dessa perioder. Grumlingshalterna som väntas under anläggningen kan inom mindre ytor vara tillräckliga för att orsaka tillfälligt undvikande hos känsliga fiskarter inom som mest sex timmar sammanlagt under anläggningsperioden. Varken grumling eller sedimentation väntas vara av en sådan grad att det påverkar fiskyngel eller fiskägg inom området negativt. Påverkan från pålning, grumling och sedimentation är kortvariga under anläggningskedet, och inte på en sådan skala att det väntas påverka populationerna av, eller levnadsmiljön för, typiska arter fisk. Under drift väntas ingen påverkan på arter eller livsmiljöer inom Finngrundet Västra. Konsekvenserna för bevarandemålet bedöms bli obetydliga.

Det ska inte ske någon påtaglig minskning av populationerna hos de typiska arterna

Den grumling som väntas är av låg grad och kortvarig, som mest förekommer något förhöjda halter mindre än sex timmar kumulativt under anläggningsfasen. Detta väntas inte innebära någon negativ påverkan på typiska arter av alger eller på typiska arter bottenfauna inom Finngrundet Västra. Sedimentationen pågår likaså under en kort period, enbart under anläggningskedet. Som mest uppgår denna till 1 mm. Dessa nivåer är inte tillräckliga för att täcka över eller kväva vare sig typiska arter av alger eller bottenfauna inom området. De bedöms därmed inte innebära en risk för en påtaglig minskning hos populationerna.

Anläggningen av vindkraftparken kan innebära en tillfällig påverkan på fisk. Vid pålningsarbeten nära Natura 2000-området förekommer risk för temporära hörselskador hos stationär fisk. Höga ljudnivåer från pålning kan även leda till undvikande, liksom tillfällig påverkan av lek på grund av detta undvikande. Påverkan är dock kortvarig under anläggningskedet, och inte på en sådan skala att det väntas långsiktigt påverka populationerna av typiska arter fisk. Grumlingshalterna som väntas under anläggningen kan inom mindre ytor av Finngrundet Västra vara tillräckliga för att orsaka tillfälligt undvikande för känsliga fiskarter under mindre än sex timmar. Varken grumling eller sedimentation väntas vara av en sådan grad att det påverkar fiskyngel eller fiskägg inom området negativt. Under drift väntas ingen negativ påverkan på fisk från vindkraftparken.

Anläggning och drift av en vindkraftpark inom Olof Skötkonung bedöms inte innebära en påtaglig minskning av populationerna av typiska arter för rev. Konsekvenserna för bevarandemålet bedöms bli obetydliga.

9.2 Finngrundet Norra

Inga fasta strukturer kommer att anläggas inom Finngrundet Norra i samband med den planerade vindkraftparken på Olof Skötkonung. Natura 2000-området kommer dock att påverkas av vissa faktorer under anläggning och drift som sprids utanför själva parkområdet.

Ljudet från anläggningsarbetet inom den planerade vindkraftparken är inte tillräckligt högt för att orsaka tillfälliga hörselskador hos fisk, ens om de stannar kvar inom området under hela anläggningstiden (Niras 2023). Det är dock möjligt att anläggningsljud, i alla fall under konstruktionen inom de delar av projektområdet som ligger närmst Natura 2000-området, kan komma att innebära tillfälligt undvikande för vissa arter av fisk samt för säl. För tumlare utsätts dock ingen del av Natura 2000 området för ljudnivåer som innebär undvikande, oavsett dämpningsmetod (Niras 2023). Grumlingen som beräknas spridas till Finngrundet Norra som en följd av anläggningsarbeten inom Olof Skötkonung uppgår till som mest 10 mg/l i bottenvattnet. Detta uppstår inom en mycket liten yta i områdets sydöstra del (Figur 7). Den sammanlagda sedimentationen under anläggningsfasen överstiger inte 1 mm (Figur 8) (DHI).

Under drift väntas inga ljudnivåer associerade med skador eller undvikande hos fisk eller marina däggdjur inom Finngrundet Norra.

Finngrundet Norra har ett flertal bevarandemål för den ingående naturtypen 1170 Rev. Dessa bevarandemål samt en bedömning av hur en vindkraftpark på Olof Skötkonung kan komma att påverka dem presenteras nedan.

Arealen av naturtypen ska inte minska

Inga strukturer kommer att anläggas inom Natura 2000-området. Därför kommer anläggningen av en vindkraftpark inom Olof Skötkonung inte innebära några konsekvenser för detta bevarandemål.

Naturtypen ska vara huvudsakligen fri från skador orsakade av mänsklig påverkan

Inga strukturer kommer att anläggas inom Finngrundet Norra. Inte heller kommer det att utföras andra typer av arbeten associerade med den havsbaserade vindkraftparken inom Natura 2000-området. Därför kommer anläggningen av en vindkraftpark inom Olof Skötkonung inte innebära några konsekvenser för detta bevarandemål.

Reven ska ha en naturlig struktur och zonerings

Inga strukturer kommer att anläggas inom Finngrundet Norra, det kommer inte heller att utföras några förberedande arbeten inom området som kan påverka revens struktur.

Den ökade grumling som väntas inom Finngrundet Norra är av mycket låg grad, drabbar bara små delar av området och är därtill mycket kortvarig. Den väntas därför inte innebära någon påverkan på makroalger eller fastsittande fauna och deras utbredning. Sedimentationen som väntas understiger 1 mm, detta innebär inte heller det en negativ påverkan på makroalger eller revens fauna. Det finns därför inget som tyder på att arbeten inom Olof Skötkonung eller drift av vindkraftparken skulle påverka strukturen eller zonerings hos rev inom Finngrundet Norra. Konsekvenserna för bevarandemålet bedöms bli obetydliga.

Området ska uppvisa god ekologisk status med avseende på övergödning

Övergödning är ett problem på en stor skala i Östersjön, och orsakas främst av näringsläckage och avrinning från land, liksom utsläpp från reningsverk och industrier. Anläggandet av en vindkraftpark inom det planerade projektområdet Olof Skötkonung kommer inte att på ett betydande sätt bidra till övergödningen av havsområdet. Bevarandemålet kommer därför inte att påverkas.

Makroalgshabitaten ska vara täta och välmående och inte täckas av fintrådiga alger

Den grumling som väntas är av mycket låg grad, kortvarig och påverkar enbart en mycket liten del av Natura 2000-området under mindre än sex timmar kumulativt under anläggningstiden. Något förhöjda grumlingshalter inom små ytor under mindre än sex timmar kommer inte att påverka makroalgsbestånden inom Finngrundet Norra negativt. Den låga graden av sedimentation som väntas, mindre än 1 mm, är inte tillräcklig för att täcka över plantor eller innebära ett betydande försvårande för etablering av nya plantor. Makroalgshabitatens täthet och välmående väntas därför inte påverkas negativt av vare sig anläggning eller drift av en vindkraftpark inom Olof Skötkonung.

Påväxt av fintrådiga alger är ett problem som är associerat med övergödning och förekommer där det finns mycket näringsämnen i vattnet. Dock har utfiskning visat sig kunna ha lika stor påverkan på påväxten som övergödningen. Detta på grund av top-down effekter där en minskning av större rovfisk leder till minskad mängd av de små djur som betar av algerna (Östman m.fl. 2016).

Det är möjligt att reveffekten och begränsning av trålfiske kan leda till en positiv effekt på större fisk i området. Reveffekten kan även innebära en ökning av filtrerande organismer så som blåmusslor som tar upp näringsämnen. De positiva effekter detta kan medföra är dock troligtvis som mest lokala inom vindkraftparken. Därav bedöms en vindkraftpark inom Olof Skötkonung inte innebära någon betydande påverkan på andelen fintrådiga alger inom Finngrundet Norra.

Sammantaget innebär en vindkraftpark inom Olof Skötkonung en obetydlig konsekvens för bevarandemålet täta och välmående makroalgshabitat utan påväxt av fintrådiga alger inom Finngrundet Norra.

Förekommande fiskarter och egna indikatorarter ska uppvisa god tillväxt och området ska hysa god förekomst av livsmiljöer för alla livsstadier

Anläggningen av vindkraftparken kan innebära en tillfällig negativ påverkan på fisk. Ljudet från pålningsarbeten inom Olof Skötkonung är inte tillräckliga för att orsaka tillfälliga eller permanenta hörselskador hos fisk. Det kan dock inte uteslutas att ljudnivåerna associerade med pålning kan innebära undvikande hos vissa arter fisk, liksom tillfällig påverkan av lek om undvikandet sker under dessa perioder. Grumlingshalterna som väntas under anläggningen är inte tillräckliga för att orsaka undvikande hos fisk annat än inom mycket små ytor. Varken grumling eller sedimentation väntas vara av en sådan grad att det påverkar fiskyngel eller fiskägg inom området negativt. Påverkan från pålning, grumling och sedimentation är kortvariga under anläggningskedet, och inte på en sådan skala att det väntas påverka populationerna av, eller levnadsmiljön för, typiska arter fisk. Under drift väntas ingen påverkan på arter eller livsmiljöer inom Finngrundet Norra. Konsekvenserna för bevarandemålet bedöms bli obetydliga.

Det ska inte ske någon påtaglig minskning av populationerna hos de typiska arterna

Den förhöjda grumlingshalt som väntas är av låg grad och påverkar enbart mycket små delar av Natura 2000-området under kort tid, som mest förekommer dessa halter mindre än sex timmar kumulativt under anläggningsfasen. Detta väntas inte innebära någon negativ påverkan på typiska arter av alger eller på typiska arter bottenfauna inom Finngrundet Norra. Sedimentationen pågår likaså under en kort period, enbart under anläggningskedet. Som mest uppgår denna till 1 mm. Dessa nivåer är inte tillräckliga för att täcka över eller kväva vare sig typiska arter av alger eller bottenfauna inom området. De bedöms därmed inte innebära en risk för en påtaglig minskning hos populationerna.

Anläggningen av vindkraftparken kan innebära en tillfällig påverkan på fisk. Vid pålningsarbeten inom Olof Skötkonung föreligger ingen risk för skada, däremot förekommer risk för undvikande hos vissa fiskarter, liksom tillfällig påverkan av lek på grund av detta undvikande. Påverkan är dock kortvarig under anläggningskedet, och inte på en sådan skala att det väntas långsiktigt påverka populationerna av typiska arter fisk. Grumlingshalterna som väntas under anläggningen kan enbart inom mycket små ytor av Finngrundet Norra vara tillräckliga för att orsaka tillfälligt undvikande hos känsliga fiskarter, detta under mindre än sex timmar. Varken grumling eller sedimentation väntas vara av en sådan grad att det påverkar fiskyngel eller fiskägg inom området negativt. Under drift väntas ingen negativ påverkan på fisk från vindkraftparken.

Anläggning och drift av en vindkraftpark inom Olof Skötkonung bedöms inte innebära en påtaglig minskning av populationerna av typiska arter för rev. Konsekvenserna för bevarandemålet bedöms bli obetydliga.

9.3 Finngrundet Östra

Inga fasta strukturer kommer att anläggas inom Finngrundet Östra i samband med den planerade vindkraftparken på Olof Skötkonung. Natura 2000-området kommer dock att påverkas av vissa faktorer under anläggning och drift som sprids utanför själva parkområdet.

Under anläggningen kommer buller från pålningsarbete främst inom den planerade parkens norra och östra delar innebära ljud som kan orsaka tillfälliga hörselskador hos fisk som inte förflyttar sig. I den nordöstligaste delen av parkområdet är ljudet också tillräckligt starkt för att orsaka tillfälliga hörselskador hos undflyende juvenil torsk vid dämpning med enkel bubbelgardin om inga varningsmetoder används innan pålningsstart (Niras 2023). Det är också sannolikt att anläggningsljudet kommer att innebära tillfälligt undvikande av delar av Natura 2000-området för fisk och säl. För tumlare hade 4 - 10 % respektive 3 - 5 % av Natura 2000 området utsatts för ljudnivåer som innebär undvikande vid anläggning och dämpning med enkel respektive dubbel bubbelgardin. Variationerna i procent beror på position där anläggningsarbetet utförs (Niras 2023). Den grumling som väntas inom Finngrundet Östra som en följd av anläggningsarbeten inom Olof Skötkonung uppgår till som mest 5 mg/l i ytvattnet och 50 mg/l i bottenvattnet. Halter över 20 mg/l väntas dock bara inom mycket små ytor längs områdets västra gräns (Figur 7). Dessa ökade koncentrationer kommer att vara under som mest ett dygn kumulativt under anläggningsperioden. Sedimentationen väntas inte överstiga 1 mm (Figur 8) (DHI 2023).

Under drift väntas inga ljudnivåer associerade med skador eller undvikande hos fisk eller marina däggdjur inom Finngrundet Östra.

Finngrundet Östra har ett flertal bevarandemål för de ingående naturtyperna 1110 Sandbankar och 1170 Rev. Dessa bevarandemål samt en bedömning av hur en vindkraftpark på Olof Skötkonung kan komma att påverka dem presenteras nedan.

Arealen av naturtypen ska inte minska

Bevarandemål för naturtyperna 1110 Sandbankar samt 1170 Rev.

Inga strukturer kommer att anläggas inom Natura 2000-området. Därför kommer anläggningen av en vindkraftpark inom Olof Skötkonung inte innebära några konsekvenser för detta bevarandemål.

Naturtypen ska vara huvudsakligen fria från skador på grund av mänsklig påverkan

Bevarandemål för naturtyperna 1110 Sandbankar samt 1170 Rev.

Inga strukturer kommer att anläggas inom Finngrundet Östra. Inte heller kommer det att utföras arbeten associerade med den havsbaserade vindkraftparken inom Natura 2000-området. Därför kommer anläggningen av en vindkraftpark inom Olof Skötkonung inte innebära några konsekvenser för detta bevarandemål.

De naturliga förutsättningarna för vattenutbyte ska inte försämrats

Bevarandemål för naturtypen 1110 Sandbankar.

Uppförandet av en vindkraft kan innebära vissa ändringar i hydrografiska förhållanden. Dessa ändringar kan antingen ske lokalt kring ett enskilt fundament eller i större skala. De lokala ändringar som kan uppstå är främst en ändring av vattnets strömmar kring fundamenten, vilket kan påverka omblandning, turbulens och stratifikation. Detta sker dock inom en begränsad yta kring varje enskilt verk och inte inom större ytor. De ändringar som kan uppstå inom en större skala sker främst på grund av så kallad "wind wake"-effekt, där vindhastigheten reduceras medvinds ett vindkraftverk. En sådan effekt kan förekomma inom ca 4 – 7 km från en vindkraftpark i Östersjön. Detta kan i sin tur leda till uppvällning eller nedvällning i kantzonerna där vinden reducerats. Något som kan leda till ökad omblandning och ökad näringstransport till den fotiska zonen, vilket i sin tur kan innebära en ökad primärproduktion. Denna kan dock motverkas av att fundamenten innebär en ökad yta för filtrerare att kolonisera. Sammantaget anses i dagsläget de ändringar av hydrografi och efterföljande påverkan på marina ekosystem som uppstår vid anläggning av havsbaserade vindkraftparker vara jämförbara med den variation som förekommer naturligt (van Berkel 2020).

En viss hydrografisk påverkan inom begränsade delar av Finngrundet Östra kan alltså inte uteslutas. Denna påverkan är dock i form av ökad uppvällning eller nedvällning i skalor som är jämförbara med naturlig variation. Strömmar påverkas bara mycket lokalt kring varje enskilt vindkraftverk, och inte inom skalor som väntas påverka Finngrundet Östra. Det direkta vattenutbytet inom Natura 2000-området väntas alltså inte påverkas. Konsekvenserna för bevarandemålet bedöms därför bli obetydliga.

Naturtypen ska ha en naturlig struktur och zoner

Bevarandemål för naturtypen 1170 Rev.

Den grumling som väntas inom området är av låg grad och mycket kortvarig. Den väntas därför inte innebära någon påverkan på vare sig bottenflora eller bottenfauna. Sedimentationen som väntas understiger 1 mm, detta innebär inte heller det en negativ påverkan på fastsittande flora eller fauna. Det finns därför inget som tyder på att arbeten inom Olof Skötkonung eller drift av vindkraftparken skulle påverka strukturen eller zonereringen hos rev inom Finngrundet Östra. Konsekvenserna för bevarandemålet bedöms bli obetydliga.

Området ska uppvisa god ekologisk status med avseende på övergödning

Bevarandemål för naturtyperna 1110 Sandbankar samt 1170 Rev.

Övergödning är ett problem på en stor skala i Östersjön, och orsakas främst av näringsläckage och avrinning från land, liksom utsläpp från reningsverk och industrier. Anläggandet av en vindkraftpark inom det planerade projektområdet Olof Skötkonung kommer inte att på ett betydande sätt bidra till övergödningen av havsområdet. Bevarandemålet kommer därför inte att påverkas.

Blåstångsbältena ska vara täta, välmående och påträffas ner till minst 10 m

Bevarandemål för naturtypen 1170 Rev.

Den grumling som väntas är av låg grad och kortvarig, som mest påverkas mindre ytor av förhöjda halter under ett dygn, kumulativt under anläggningstiden. Ett dygn med något förhöjda grumlingshalter utspritt över anläggningsfasen kommer inte att påverka blåstången inom Finngrundet Östra negativt. Den låga graden av sedimentation som väntas är inte tillräcklig för att täcka över plantor eller innebära ett betydande försvårande för etablering av nya plantor då det rör sig om nivåer på under 1 mm. Blåstångsbältenas täthet, välmående och djuputbredning väntas därför inte påverkas negativt av vare sig anläggning eller drift av en vindkraftpark inom Olof Skötkonung. Konsekvenserna för bevarandemålet bedöms bli obetydliga.

Andelen fintrådiga alger på makroalgshabitat ska vara högst 5 %

Bevarandemål för naturtypen 1170 Rev.

Påväxt av fintrådiga alger är ett problem som är associerat med övergödning och förekommer där det finns mycket näringsämnen i vattnet. Dock har utfiskning visat sig kunna ha lika stor påverkan på påväxten som övergödningen. Detta på grund av top-down effekter där en minskning av större rovfisk leder till minskad mängd av de små djur som betar av algerna (Östman m.fl. 2016).

Det är möjligt att reveffekten och en bergänsning av trålning kan leda till en positiv effekt på större fisk i området. Liksom den kan innebära en ökning av filtrerande organismer så som blåmusslor som tar upp näringsämnen. De positiva effekter detta kan medföra är dock troligtvis som mest lokala inom vindkraftparken. Sammantaget bedöms därför en vindkraftpark inom Olof Skötkonung inte innebära någon påverkan på bevarandemålet om andelen fintrådiga alger.

Det ska inte ske någon påtaglig minskning av populationerna hos naturtypens typiska arter

Bevarandemål för naturtyperna 1110 Sandbankar samt 1170 Rev.

Den grumling som väntas är av låg grad och kortvarig, som mest förekommer förhöjda halter under ett dygn kumulativt under anläggningsfasen. Detta väntas inte innebära någon negativ påverkan på typiska arter av alger eller på typiska arter bottenfauna inom Finngrundet Östra.

Sedimentationen pågår likaså under en kort period, enbart under anläggningsskedet. Som mest uppgår denna till 1 mm för Finngrundet Östra. Dessa nivåer är inte tillräckliga för att täcka över eller kväva vare sig typiska arter av alger eller bottenfauna inom området. De bedöms därmed inte innebära en risk för en påtaglig minskning hos populationerna.

Anläggningen av vindkraftparken kan innebära en tillfällig påverkan på fisk. Vid pålningsarbeten förekommer risk för temporära hörselskador och undvikande, liksom tillfällig påverkan av lek. Påverkan är dock kortvarig under anläggningsskedet, och inte på en sådan skala att det väntas långsiktigt påverka populationerna av typiska arter fisk. Grumlingshalterna som väntas under anläggningen kan inom mindre ytor av Finngrundet Östra vara tillräckliga för att orsaka tillfälligt undvikande för vissa fiskarter inom som mest ett dygn. Varken grumling eller sedimentation väntas vara av en sådan grad att det påverkar fiskyngel eller fiskägg inom området negativt. Under drift väntas ingen negativ påverkan på fisk från vindkraftparken.

Anläggning och drift av en vindkraftpark inom Olof Skötkonung bedöms inte innebära en påtaglig minskning av populationerna av typiska arter för vare sig sandbankar eller rev. Konsekvenserna för bevarandemålet bedöms bli obetydliga.

Typiska arter och egna indikatorarter av fiskar ska förekomma. Arter bör uppvisa god tillväxt och området bör fortsatt hysa goda livsmiljöer för alla levnadsstadier

Bevarandemål för naturtyperna 1110 Sandbankar samt 1170 Rev.

Anläggningen av vindkraftparken kan innebära en tillfällig påverkan på fisk. Vid pålningsarbeten förekommer risk för temporära hörselskador och undvikande, liksom tillfällig påverkan av lek. Grumlingshalterna som väntas under anläggningen kan inom mindre ytor av Finngrundet Östra vara tillräckliga för att orsaka tillfälligt undvikande för vissa fiskarter inom som mest ett dygn. Varken grumling eller sedimentation väntas vara av en sådan grad att det påverkar fiskyngel eller fiskägg inom området negativt. Påverkan från pålning, grumling och sedimentation är kortvarig under anläggningsskedet, och inte på en sådan skala att det väntas påverka populationerna av, eller levnadsmiljön för, typiska arter fisk. Under drift väntas ingen påverkan på arter eller livsmiljöer inom Finngrundet Östra. Konsekvenserna för bevarandemålet bedöms bli obetydliga.

10 Slutsats

De Natura 2000-naturtyper som väntas inom projektområdet är rev och sandbankar. Båda dessa habitat är rödlistade som sårbara (VU). Utöver det förekommer djupare habitat som domineras av sand, samt habitat som domineras av mixade grövre sediment och lera. Under anläggningen av en vindkraftpark blir konsekvenserna för habitaterna som mest små som en följd av mekanisk påverkan och sedimentation. Denna påverkan är tillfällig och pågår enbart under anläggningsfasen. Under driftsfasen, som är långvarig, blir konsekvenserna på habitat inom Olof Skötkonung obetydliga.

På grund av djupet väntas ingen bottenflora inom Olof Skötkonung. Den bottenfauna som finns består av ett relativt fåtal arter som alla är vanliga vid denna typ av botten i Bottenhavet. Inga rödlistade eller ovanliga arter har hittats vid inventeringarna. Ishavsgråsugga, som är typisk för naturtypen sandbankar men även mjukare botten förekommer dock frekvent. Under anläggningsfasen väntas mekanisk påverkan från förberedande arbeten för fundament och spolning av kablar innebära små negativa konsekvenser för bottenfauna. Under driftsfasen innebär reveffekten positiva konsekvenser för hårdbottensassocierade arter av bottenfauna, så som blåmusslor i fall de kan etablera sig i området. Den kan också innebära positiva konsekvenser för bottenflora i form av alger. I övrigt väntas enbart obetydliga konsekvenser på bottenfauna och flora under drift.

Inom Olof Skötkonung kan det förekomma ett flertal olika fiskarter, under hela året och mer tillfälligt. Av dessa har två rödlistade arter identifierats; torsk som klassas som sårbar (VU) och ål som klassas som akut hotad (CR). Dessa har inte förekommit vid inventeringarna, men kan inte uteslutas även om de sannolikt inte är vanliga i området. De arter av kommersiellt värde som bedöms kunna förekomma är strömming och skarpsill. Inga av dessa arter bedöms leka inom området. Lek kan däremot förekomma för arterna ringbuk, sjurygg, spetslångebarn och tobiskung. Den största påverkan på fisk sker i form av pålningsljud under anläggningsarbetet, detta bedöms kunna innebära måttligt negativa konsekvenser för torsk och ål och små negativa konsekvenser för sillfiskar och andra arter. Även sedimentation bedöms kunna innebära små negativa konsekvenser för de arter som eventuellt leker inom området. Under drift av vindkraftparken kan reveffekten innebära positiva konsekvenser för torsk och andra hårdbottensassocierade arter. Övriga typer av påverkan innebär enbart obetydliga konsekvenser för fisk inom området.

De marina däggdjur som förekommer kring Olof Skötkonung är främst gråsäl, men även vikare kan passera området. Projektområdet ligger dock på stort avstånd från närmaste tillhåll eller samlingsplats för gråsäl och vikare. Knubbsälar och tumlare återfinns inte i området då det ligger för långt norrut för dessa arter. Under anläggningen väntas pålningsljud kunna innebära en liten negativ konsekvens för gråsäl, konsekvensen för vikare bedöms bli obetydlig. Under drift väntas reveffekten kunna ge en positiv konsekvens för gråsäl, konsekvenserna blir i övrigt obetydliga, liksom för vikare.

Tre Natura 2000-områden återfinns i närområdet kring Olof Skötkonung; Finngrundet Västra, Finngrundet Norra och Finngrundet Östra. Områdena består av tre utsjöbankar med grundare vatten där det bland annat återfinns välmående tångbälten. Ingående naturtyper är 1110 sandbankar och 1170 rev. Inga konstruktioner planeras inom något av Natura 2000-områdena. Under anläggning kommer pålningsljud innebära tillfälliga störningar inom områdena

och risk för tillfälliga hörselskador hos fisk inom delar av dem, hur stora delar beror på grad av dämpning. Anläggningsarbeten kommer också leda till en ökad grumling inom Natura 2000-områdena, dock av mindre grad och mycket kortvarigt. Sedimentationen inom områdena överskrider inte 1 mm. Under driften väntas som mest en mindre hydrografisk påverkan inom Natura 2000-områdena i storlek med naturlig variation. Sammantaget bedöms en vindkraftpark inom Olof Skötkonung inte innebära någon betydande påverkan på någon av de uppsatta bevarandemålen för de aktuella Natura 2000-områdena.

Sammanfattningsvis kan sägas att påverkan från en vindkraftpark är störst under anläggningen, som också är kortvarig. De negativa konsekvenserna blir då som mest måttliga för torsk och ål, i övrigt små eller obetydliga. Under den långvariga driftsfasen är påverkan betydligt lägre. Då väntas den negativa påverkan på den marina naturmiljön vara obetydlig, eller i vissa fall även positiv.

Referenser

- Adams, T. P., Miller, R. G., Aleynik, D. och Burrows, M. T. 2014. Offshore marine renewable energy devices as stepping stones across biogeographical boundaries. *Journal of Applied Ecology*, **51**: 330-338.
- Andersson, M. H., Andersson, S., Ahlsén, J., Andersson, B. L., Hammar, J., Persson, L. K. G., Pihl, J., Sigray, P. och Wikström, A. 2016. Underlag för reglering av undervattensljud vid pålning. Vindval, rapport 6723.
- Andersson, M. H., Sigray, P. och Persson, L. K. G. 2011. Ljud från vindkraftverk i havet och dess påverkan på fisk. Vindval, rapport 6436.
- Andersson, M. H. och Öhman, M. C. 2010. Fish and sessile assemblages associated with wind-turbine constructions in the Baltic Sea. *Marine and Freshwater Research* **61**: 642-650.
- Artdatabanken 2023a – Artfakta Torsk. Uppsala: SLU Artdatabanken.
Tillgängligt på: <https://artfakta.se/artinformation/taxa/gadus-morhua-206142/detaljer> [Hämtad 2023-10-05].
- Artdatabanken 2023b – Artfakta Ål. Uppsala: SLU Artdatabanken. Tillgängligt på: <https://artfakta.se/artinformation/taxa/anguilla-anguilla-206063/detaljer> [Hämtad 2023-10-20].
- Artdatabanken 2023c – Artfakta Tobiskung. Uppsala: SLU Artdatabanken.
Tillgängligt på: <https://artfakta.se/artinformation/taxa/hyperoplus-lanceolatus-206059/detaljer> [Hämtad 2023-10-24].
- Artdatabanken 2023d – Artfakta Gråsäl. Uppsala: SLU Artdatabanken.
Tillgängligt på: <https://artfakta.se/artinformation/taxa/halichoerus-grypus-100068/detaljer> [Hämtad 2023-10-25].
- Artdatabanken 2023e – Artfakta Vikare. Uppsala: SLU Artdatabanken.
Tillgängligt på: <https://artfakta.se/artinformation/taxa/pusa-hispida-100104/detaljer> [Hämtad 2023-10-25].
- Artdatabanken 2023f – Artfakta Sill. Uppsala: SLU Artdatabanken. Tillgängligt på: <https://artfakta.se/artinformation/taxa/clupea-harengus-206089/detaljer> [Hämtad 2023-11-23].
- Artdatabanken 2023g – Artfakta Skarpsill. Uppsala: SLU Artdatabanken.
Tillgängligt på: <https://artfakta.se/artinformation/taxa/sprattus-sprattus-206091/detaljer> [Hämtad 2023-11-23].
- Ashley, M. C., Mangi, S. C. och Rodwell, L. D. 2013. The potential of offshore windfarms to act as marine protected areas – A systematic review of current evidence. *Marine Policy*
<http://dx.doi.org/10.1016/j.marpol.2013.09.002>.
- Bagočius, D., Narščius, A. och Lauciute, L. 2021. Evaluation of the Baltic Sea sound speed profiling data for ship's underwater noise modelling. *Proceedings of 25th International Scientific Conference. Transport Means 2021*.
- Bergström, L., Öhman, M. C., Berkström, C., Isæus, M., Kautsky, L., Koehler, B., Nyström Sandman, A., Ohlsson, H., Ottvall, R., Schack, H. och Wahlberg, M. 2022. Effekter av havsbaserad vindkraft på marint liv. En syntesrapport om kunskapsläget 2021. Vindval, rapport 7049.

- Bochert, R. och Zettler, M. L. 2004. Long-term exposure of several marine benthic animals to static magnetic fields. *Bioelectromagnetics* **25**: 498-502.
- Bolle, L. J., de Jong, C. A. F., Blom, E., Wessels, P. W., van Damme, C. J. G. och Winter, H. V. 2014. Effect of pile-driving sound on the survival of fish larvae. IMARES – Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies. Report number C182/14.
- Bonsdorff, E. 1984. Establishment, growth and dynamics of a *Macoma balthica* (L.) population. *Limnologica – Ecology and Management of Inland Waters*, **15**: 403-405.
- Bravell, F. och Lindberg, J. 2023a. Studie av bottenfauna- och bottenflorasamhälle vid den planerade vindkraftparken Olof Skötkonung. Medins Havs och Vattenkonsulter AB.
- Bravell, F. och Lindberg, J. 2023b. Studie av marina däggdjur vid den planerade vindkraftparken Olof Skötkonung. Medins Havs och Vattenkonsulter AB.
- Brodin, Y. och Andersson, M. H. 2008. The marine splash midge *Telmatogon japonicus* (Diptera; Chironomidae) – extreme and alien? *Biological Invasions* **11**: 1311-1317.
- Buyse, J., Hostens, K., Degraer, S., De Troch, M., Wittoeck, J. och De Backer, A. 2023. Increased food availability at offshore wind farms affect trophic ecology of plaice *Pleuronectes platessa*. *Science of The Total Environment* **862**: 160730.
- Cardinale, M., Casini, M., Arrhenius, F. och Håkansson, N. 2002. Diel spatial distribution and feeding activity of herring (*Clupea harengus*) and sprat (*Sprattus sprattus*) in the Baltic Sea. *Aquatic Living Resources* **16**: 283-292.
- Coolen, J. W. P., van der Weide, B., Cuperus, J., Blomberg, M., Van Moorsel, G. W. N. M., Faasse, M. A., Bos, O. G., Degraer, S. och Lindeboom, H. J. 2018. Benthic biodiversity on old platforms, young wind farms, and rocky reefs. *ICES Journal of Marine Science* **77**: 1250-1265.
- Corell, H., Moksnes, P-O., Engqvist, A., Döös, K. och Jonsson, P. R. 2012. Depth distribution of larvae critically affects their dispersal and the efficiency of marine protected areas. *Marine Ecology Progress series* **467**: 29-46.
- Cresci, A., Perrichon, P., Durif, C. M. F., Sørhus, E., Johnsen, E., Bjelland, R., Larsen, T., Skiftesvik, A. B. och Browman, H. I. 2022. Magnetic fields generated by the DC cables of offshore wind farms have no effect on the spatial distribution or swimming behavior of lesser sandeel larvae (*Ammodytes marinus*). *Marine Environmental Research* **176**: 105609.
- Deep Wind Offshore 2023. Teknisk beskrivning - Preliminär version. [Mottaget 2023-11-16].
- Degraer, S., Carey, D. A., Coolen, J. W. P. och Hutchison, Z. L. 2020. Offshore wind farm artificial reefs affect ecosystem structure and functioning - A synthesis. *Oceanography* **33**(4): 48-57.
- DHI 2023. Map results sediment dispersion model Olof Skötkonung v.2. Preliminärt resultat. [Mottaget 2023-11-24].

- Edrén, S. M. C., Andersen, S. M., Teilman, J., Carstensen, J., Harders, P. B., Dietz, R. och Miller, L. A. 2010. The effect of a large scale Danish offshore wind farm on harbor and grey seal haul-out behaviour. *Marine Mammal Science*, **26**: 614-634.
- Ekeröth, N. och Emanuelsson, A. 2024. Delrapport: Miljögifter och sediment. Underlag för Naturvärdesinventering – Parkområdet Olof Skötkonung, Bottenhavet 2024. Sweco Sverige AB 2024-10-18.
- Emanuelsson, A., Svedberg, K., Wensveen, S., Rezapoor, M., Dammand, A. och Thorslund, R. 2024. Delrapport: Video. Underlag för Naturvärdesinventering – Parkområdet Olof Skötkonung, Bottenhavet 2024. Sweco Sverige AB 2024-10-18.
- Emanuelsson, A., Wensveen, S. och Thorsund, R. 2024. Delrapport: CTD. Underlag för Naturvärdesinventering – Parkområdet Olof Skötkonung, Bottenhavet 2024. Sweco Sverige AB 2024-10-18.
- Emeana, C. J., Hughes, T. J., Dix, J. K., Gernon, T. M., Henstock, T. J., Thompson, C. E. L. och Pilgrim, J. A. 2016. The thermal regime around buried submarine high-voltage cables. *Geophysical Journal International* **206**: 1051-1064.
- Faithfull, C., Koehler, B., Bergström, U., Berkström, C., Erlandsson, M., Fetterplace, L., Karlsson, A., Olsson, J., Thompson-Svanfeldt, K., Thor, P., Wikström, S. A. och Bergström L. 2021. Kunskapsunderlag för ekosystembaserad havsförvaltning i Bottenhavet. *Aqua Reports* 2021:13. SLU, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Falk, A. och Lindberg, J. 2023. Studie av fisksamhället vid den planerade vindkraftsparken Olof Skötkonung. Medins Havs och Vattenkonsulter AB.
- Falk, A., Russ, S. och Emanuelsson, E. 2024. Naturvärdesinventering Parkområdet Olof Skötkonung, Bottenhavet 2024. Sweco Sverige AB 2024-10-18.
- Fey, D. P., Jakubowska, M., Greszkiewicz, M., Andrulewicz, E., Otremba, Z. och Urban-Maligna, B. 2019a. Are magnetic and electromagnetic fields of anthropogenic origin potential threats to early life stages of fish? *Aquatic Toxicology* **209**: 150-158.
- Fey, D. P., Greszkiewicz, M., Otremba, Z. och Andrulewicz, E. 2019b. Effect of static magnetic field on the hatching success, growth, mortality, and yolk-sac absorption of larval Northern pike *Esox lucius*. *Science of the Total Environment* **647**: 1239-1244.
- Fisher, C. och Slater, M. 2010. Effects of electromagnetic fields on marine species: A literature review. Oregon Wave Energy Trust, 0905-00-001: September 2010.
- Gill, A. B., Gloyne-Philips, I., Neal, K. J. och Kimber, J. A. 2005. The potential effects of electromagnetic fields generated by sub-sea power cables associated with offshore wind farm developments on electrically and magnetically sensitive organisms – a review. COWRIE-EM Field 2-06-2004.
- Glarou, M., Zrust, M. och Svendsen, J. C. 2020. Using artificial-reef knowledge to enhance the ecological function of offshore wind turbine foundations:

implications for fish abundance and diversity. *Journal of Marine Science and Engineering* **8**:332.

- Gogina, M., Nygård, H., Blomqvist, M., Daunys, D., Josefson, A. B., Kotta, J., Maximov, A., Warzocha, J., Yermakov, V., Gräwe, U. och Zettler, M. L. 2016. The Baltic Sea scale inventory of benthic faunal communities. *ICES Journal of Marine Science* **73**(4): 1196-1213.
- Hammar, L., Perry, D. Och Gullström, M. 2016. Offshore wind power for marine conservation. *Open Journal of Marine Science* **6**: 66-78.
- Hammar, L., Magnusson, M., Rosenberg, R. och Granmo, Å. 2009. Miljöeffekter vid muddring och dumpning. En litteratursammanställning Naturvårdsverket, rapport 5999.
- Hammar, L., Andersson, S. och Rosenberg, R. 2008. Miljömässig optimering av fundament för havsbaserad vindkraft. *Vindval*, rapport 5828.
- HELCOM Red List Biotope Expert Group 2013a. Biotope information sheet. Reefs. 1170.
- HELCOM Red List Biotope Expert Group 2013b. Biotope information sheet. Sandbanks which are slightly covered by sea water all the time. 1110.
- HELCOM Red List Biotope Expert Group 2013c. Biotope information sheet. Baltic aphotic muddy sediment dominated by *Monoporeia affinis* and/or *Pontoporeia femorata*. AB.H3N1.
- HELCOM Red List Marine Mammal Expert Group 2013. Species information sheet. *Phocoena phocoena*.
- Hutchison, Z. L., Gill, A. B., Sigray, P., He, H. och King, J. W. 2020a. Anthropogenic electromagnetic fields (EMF) influence the behaviour of bottom-dwelling marine species. *Scientific reports* **10**: 4219.
- Hutchison, Z. L., Green, D. H., Burrows, M. T., Jackson, A. C., Wilson, B och Last, K. S. 2020b. Survival strategies and molecular responses of two marine mussels to gradual burial by sediment. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **527**: 151364.
- Jakubowska, M., Urban-Malinga, B., Otremba, Z. och Andrulewicz, E. 2019. Effects of low frequency electromagnetic field on the behaviour and bioenergetics of the polychaete *Hediste diversicolor*. *Marine Environmental Research* **150**: 104766.
- Karlsson, M., Kraufvelin, P. och Östman, Ö. 2020. Kunskapssammanställning om effekter på fisk och skaldjur av muddring och dumpning i akvatiska miljöer. En syntes av grumlingens dos och varaktighet. *Aqua reports* 2020:1. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser, Drottningholm Lysekil Öregrund. 73 s.
- Karlsson, O. M., Jonsson, P. O., Lindgren, D., Malmaeus, J. M. och Stehn, A. 2010. Indications of recovery from hypoxia in the inner Stockholm archipelago. *AMBIO* **39**: 486-495.
- Kavet, R., Wyman, M. T. Och Klimley, A. P. 2016. Assessment of potential impact of electromagnetic fields from undersea cable on migratory fish behavior – period covering: January 2014 – June 2016. Final Technical Report, September 2016. OCS Study BOEM 2016-041.

- Kjørboe, T., Frantsen, E., Jensen, C. Och Sørensen, G. 1981. Effects of suspended sediment on development and hatching of herring (*Clupea harengus*) eggs. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **13**: 107-111.
- Langhamer, O. 2012. Artificial reef effect in relation to offshore renewable energy conversion: state of the art. *The Scientific World Journal*, 386713.
- Looström, J., Svedberg, K., Rezapoor, M. och Emanuelsson, E. 2024. Delrapport: eDNA. Underlag för Naturvärdesinventering – Parkområdet Olof Skötkonung, Bottenhavet 2024. Sweco Sverige AB 2024-10-18.
- Länsstyrelsen Gävleborg 2018. Bevarandeplan SE0630260 Finngrundet-Östra banken. Dnr. 9014-2018.
- Länsstyrelsen Gävleborg 2016. Bevarandeplan för Natura 2000-området SE0630262 Finngrundet Västra banken och SE0630263 Finngrundet Norra banken. Dnr. 511-6170-15.
- Marmo, B., Roberts, I., Buckingham, M. P., King, S. och Booth, C. 2013. Modelling of noise effects of operational offshore wind turbines including noise transmission through various foundation types. Edinburgh: Scottish Government.
- Mavaraki, N., Degraer, S. och Vanaverbeke, J. 2021. Offshore wind farms and the attraction-production hypothesis: insights from a combination of stomach content and stable isotope analyses. *Hydrobiologia* **848**: 1639-1657.
- Meißner, K., Bockhold, J., och Sordyl, H. (2006). Problem Kabelwärme?- Vorstellung der Ergebnisse von Feldmessungen der Meeresbodentemperatur im Bereich der elektrischen Kabel im Offshore-Windpark Nysted Havmøllepark (Dänemark). In Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), ed. Meeresumwelt-Symposium. Hamburg, Rostock.
- Messieh, S. N., Wildish, D. J. och Peterson, R. H. 1981. Possible impact of sediment from dredging and spoil disposal on the Miramichi Bay herring fishery. *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences* No. 1008.
- Meteorologiska institutet 2022. Strömmar i Östersjön. Tillgänglig på: <https://sv.ilmatieteenlaitos.fi/strommar - senast uppdaterad 2022-09-10> [Hämtad 2023-09-20].
- Methratta, E. T. och Dardick, W. R. 2019. Meta-analysis of finfish abundance at offshore wind farms. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture* **27**(2): 242-260.
- Mooney, T. A., Andersson, M. H. och Stanley, J. 2020. Acoustic impacts of offshore wind energy on fishery resources: An evolving source and varied effects across a wind farm's lifetime. *Oceanography* **33**(4): 82-95.
- Mustonen, M., Klauson, A., Andersson, M., Clorennec, D., Folegot, T., Koza, R., Pajala, J., Persson, L., Tegowski, J., Tougaard, J., Wahlberg, M. och Sigray, P. 2019. Spatial and temporal variability of the ambient underwater sound in the Baltic Sea. *Scientific Reports* **9**: 13237.

- Naturvårdsverket 2011a. Rev. Vägledning för svenska naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1. NV-04493-11.
- Naturvårdsverket 2011b. Sandbankar. Vägledning för svenska naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1. NV-04493-11.
- Naturvårdsverket 2010. Undersökning av utsjöbankar. Inventering, modellering och naturvärdesbedömning. Naturvårdsverkets rapport 6385.
- Niras 2023. Olof Skötkonung offshore wind farm. Underwater noise, construction and operation. Second Draft, 15 November 2023.
- Nyqvist, D., Durif, C., Gullikstad Johnsen, M., De Jong, K., Nesse Forland, T. och Doksæter Sivle, L. 2020. Electric and magnetic senses in marine animals, and potential behavioural effects of electromagnetic surveys. *Marine Environmental Research* **155**: 104888.
- Olsson, T., Bergsten, P., Nissen, J. Och Larsson, A. 2010. Impact of electric and magnetic fields from submarine cables on marine organisms. The current state of knowledge. Vattenfall Power Consultant AB.
- Palmkvist, J., Rezapoor, M. och Emanuelsson, A. 2024. Delrapport: Bottenfauna. Underlag för Naturvärdesinventering – Parkområdet Olof Skötkonung, Bottenhavet 2024. Sweco Sverige AB 2024-10-18.
- Righton, D., Westerberg, H., Feunteun, E., Økland, F., Gargan, P., Amilhat, E., Metcalfe, J., Lobon-Cervia, J., Sjöberg, N., Simon, J., Acou, A., Vedor, M., Walker, A., Trancart, T., Brämick, U och Aarestrup, K. 2016. Empirical observations of the spawning migration of the European eels: The long and dangerous road to the Sargasso Sea. *Science Advances* **2**: e1501694.
- Russel, D. J. F., Hastie, G. D., Thompson, D., Janik, V. M., Hammond, P. S., Scott-Hayward, L. A. S., Matthiopoulos, J., Jones, E. L. och McConell B. J., 2016, Avoidance of wind farms by harbour seals is limited to pile driving activities. *Journal of applied Ecology*, **53**: 1642-1652.
- Russel, D. J. F., Brasseur, S. M. J. M., Thompson, D., Hastie, G. D., Janik, V. M., Aarts, G., McClintock, B. T., Matthiopoulos, M., Moss, S. E. W. och McConell, B. 2014. Marine mammals trace anthropogenic structures at sea. *Current Biology*, **24**: R638-R639.
- Stenberg, C., Støttrup, J. G., van Deurs, M., Berg, C. W., Dinesen, G. E., Mosegaard, H., Grome, T. M. och Leonhard, S. B. 2015. Long-term effects of an offshore wind farm in the North Sea on fish communities. *Marine Ecology Progress Series* **528**: 257-265.
- Stöber, U. och Thomsen, F. 2021. How could operational underwater sound from future offshore wind turbines impact marine life? *The Journal of the Acoustical Society of America* **149** (3): 1791-1795.
- Sveriges vattenmiljö 2023. Undersöka vattenmiljö, om svenska vattenmiljöer – Bottenhavet. Tillgänglig på: <https://www.sverigesvattenmiljo.se/undersoka-vattenmiljo/bottenhavet> [hämtad 2023-09-20].
- Taormina, B., Quilien, N., Lejart, M., Carlier, A., Desroy, N., Laurans, M., D'Eu, J-F., Reynaud, M., Perignon, Y., Erussard, H., Derrien-Courtet, S., Le Gal, A., Derrien, R., Jolivet, A., Chauvaud, S., Degret, V., Saffroy, D., Pagot, J-P. och Barillier, A. 2020. Characterisation of the potential impacts of

subsea power cables associated with offshore renewable energy projects. Plouzanè: France Energies Marines Editions, 74p.

- Thomsen, F., Lüdemann, K., Kafemann, R och Piper, W. 2006. Effects of offshore wind farm noise on marine mammals and fish. Biola, Hamburg, Germany on behalf of COWRIE Ltd.
- Tougaard, J., Hermannsen, L. och Madsen, P. T. 2020. How loud is the underwater noise from operating offshore wind turbines? The Journal of the Acoustical Society of America **148**, doi: 10.1121/10.0002453.
- Valeur, J. R. och Jensen, A. 2001. Sedimentological research as a basis for environmental management: The Øresund fixed link. Science of The Total Environment **266**(1-3): 281-289.
- van Berkel, J., Burchard, H., Christensen, A., Mortensen, L. O., Petersen, O. S. och Thomsen, F. 2020. The effects of offshore wind farms on hydrodynamics and implications for fishes. Oceanography **33**(4): 108-117.
- Van der Knaap, I., Slabbekoorn, H., Moens, T., Van den Eynde, D. och Rubens, J. 2022. Effects of pile driving sound on local movement of free-ranging Atlantic cod in the Belgian North Sea. Environmental Pollution **300**: 118913.
- Wahlberg, M. och Westerberg, H. 2005. Hearing in fish and their reaction to sounds from offshore wind farms. Marine Ecology Progress Series **288**: 295-309.
- Wennerström, L., Laikre, L., Ryman, N., Utter, F. M., Ab Ghani, N. I., André, C., DeFaveri, J., Johansson, D., Kautsky, L., Merilä, J., Mikhailova, N., Pereyra, R., Sandström, A., Teacher, A. G. F., Wenne, R., Vasemägi, A., Zbawicka, M., Johannesson, K. och Primmer, C. R. 2013. Genetic biodiversity in the Baltic Sea: species-specific patterns challenge management. Biodiversity and Conservation **22**: 3045-3065.
- Westerberg, H., Sjöberg, N., Lagenfelt, I., Aarestrup, K. Och Righton, D. 2014. Behaviour of stocked and naturally recruited European eels during migration. Marine Ecology Progress Series **496**: 145-157.
- Westerberg, H. och Lagenfelt, I. 2008. Sub-sea power cables and the migration behaviour of the European eel. Fisheries Management and Ecology **15**: 369-375.
- Westerberg, H., Lagenfelt, I. och Svedäng, H. 2007. Silver eel migration behaviour in the Baltic. ICES Journal of Marine Science **64**(7): 1457-1462.
- Westerberg, H., Lagenfelt, I., Andersson, I., Wahlberg, M. och Sparrevik, E. 2006. Inverkan på fisk och fiske av SwePol Link – Fiskundersökningar 1999-2006. Fiskeriverket.
- Westerberg, H., Rönnbäck, P. och Frimansson, H. 1996. Effects of suspended sediments on cod egg and larvae and on the behaviour of adult herring and cod. Institute of Coastal Research. Marine Environmental Quality Comitte. CM 1996/1E:26.
- Whyte, K. F., Russel, D. J., Sparling, C. E., Binnerts, B. och Hastie, G. D. 2020. Estimating the effects of pile driving sound on seals: Pitfalls and possibilities. The Journal of the Acoustical Society of America, **147**, 3948.

- Witt, J., Schroeder, A., Knust, R. och Arntz, W. E. 2004. The impact of harbour sludge disposal on benthic macrofauna communities in the Weser estuary. *Helgoland Marine Research* **58**: 117-128.
- Öhman, M. C. 2023. Effekter av havsbaserad vindkraft på fisk. Vindval, rapport 7115.
- Östman, Ö., Eklöf, J., Eriksson, B. K., Olsson, J., Moksnes, P-O. och Bergström, U. 2016. Top-down control as important as nutrient enrichment for eutrophication effects in Nort Atlantic coastal ecosystems. *Journal of Applied Ecology* **53**: 1138-1147.

