

# Fisk och havsbaserad vindkraft i Östersjön söder om Skåne

Vindpark Triton



Marcus C Öhman, Mathilda Karlsson, Felix van der Meijs, Erik Isaksson,  
Terese Berggren, Amanda Östman, Martin Andersson-Li

AquaBiota Report 2021:07

Version	Kommentar	Datum	Upprättad av
01	Första version	2022-02-18	AquaBiota

STOCKHOLM, FEBRUARI, 2022

**Beställare:**

Rapporten är utförd av AquaBiota Consulting ABC på uppdrag av OX2 AB.

**Bild:** Vindkraftverk (Mathias Andersson, Azote).

**Kontaktinformation:**

AquaBiota Consulting ABC  
 Adress: Sveavägen 159, 11346 Stockholm  
 Tel: +46 8 522 302 40  
 Mail: [info@aquabiota.se](mailto:info@aquabiota.se)  
 Web: [www.aquabiota.se](http://www.aquabiota.se)

**Kvalitetsgranskad av:**

Emilia Benavente

**Internetversion:**

Nedladdningsbar hos [www.aquabiota.se](http://www.aquabiota.se)

**Citera som:**

Öhman MC, Karlsson M, van der Meijs F, Isaksson E, Berggren T, Östman A, Andersson-Li M (2021) Fisk och havsbaserad vindkraft i Östersjön söder om Skåne - Vindpark Triton. AquaBiota Report 2021:07

AquaBiota Consulting ABC har fått i uppdrag att ta fram underlag till en miljökonsekvensbeskrivning för etableringen av vindpark Triton med syftet att bedöma hur etableringen av en vindpark kan komma att påverka fiskesamhället i området. Påverkan bedöms utefter enskilda arter samt utefter ett helhetsperspektiv baserat på ekosystemansatsen. Denna rapport utgör en del av tillståndsansökningarna för verksamheten.

AquaBiota Report 2021:07  
 Projektnummer: 2020035  
 ISBN: 978-91-89085-31-2  
 ISSN: 1654-7225

© AquaBiota Consulting ABC 2022

# INNEHÅLL

SAMMANFATTNING.....	5
1 BAKGRUND .....	8
2 PROJEKTBESEKRVNING .....	10
3 METODBESEKRVNING .....	10
3.1 Fiskdata .....	11
3.2 eDNA.....	11
3.3 Provfiske .....	11
3.4 Bedömningsmetodik.....	13
4 OMRÅDESEKRVNING.....	15
4.1 Fiskfaunan i Östersjön, söder om Skåne.....	15
4.1.1 Pelagiska fiskar .....	16
4.1.2 Bontopelagiska fiskar .....	18
4.1.3 Demersala fiskar .....	24
4.2 Fältundersökningar .....	25
4.2.1 eDNA .....	25
4.2.2 Provfiske.....	28
4.2.3 Analys provfiske och eDNA.....	33
4.3 Rödlistning.....	34
4.4 Ekosystem .....	36
5 PÅVERKAN PÅ FISK.....	38
5.1 Anläggningsfas.....	38
5.1.1 Ljud.....	38
5.1.2 Sedimentering.....	44
5.1.3 Sammanfattning anläggningsfasen .....	48
5.2 Driftfas .....	49
5.2.1 Reveffekt .....	49
5.2.2 Ljud.....	52
5.2.3 Magnetiska fält.....	54
5.2.4 Spridning av icke önskvärda arter .....	55
5.2.5 Skuggor och belysning.....	55
5.2.6 Klimat .....	56
5.2.7 Sammanfattning driftfasen .....	57

5.3	Avvecklingsfas .....	58
5.3.1	Avveckling av vindkraftverk.....	58
5.3.2	Sammanfattning avvecklingsfasen.....	59
6	KUMULATIVA EFFEKTER .....	60
7	REFERENSER .....	65

## SAMMANFATTNING

Östersjön, söder om Skåne, även kallat Arkonahavet, är ett havsområde som ligger mellan Öresund och egentliga Östersjön. Det karaktäriseras av att ha en salthalt som varierar mellan ytan och djupare områden, och den dominerande bottentypen är mjukbottnar som består av lera med inslag av stenbottnar. Givet vindförhållanden, djup, bottenmiljö och närheten till Skånes kust är havsområdet söder om Skåne ett hav med goda förutsättningar för havsbaserad vindkraft. I området planeras byggandet av vindpark Triton med upp till 129 vindkraftverk.

Vanligt förekommande fiskarter i havsområdet söder om Skåne är sill, skarpsill, torsk och olika arter av plattfisk. Havsområdet har en lång historia av fiske där inte minst sill och torsk har spelat en viktig roll. Vid etablering av vindkraft kan fiskfaunan påverkas på olika sätt. Påverkan varierar mellan en vindparks olika faser vilka delas in i anläggningsfas, driftsfas och avvecklingsfas. Hur olika fiskarter påverkas beror på flera faktorer, till exempel typ av påverkansfaktor, hur mycket fisk som finns i området, vilka arter det rör sig om och hur de reagerar, men också vilka åtgärder som genomförs för att undvika eller begränsa en påverkan.

För att bedöma påverkan på fisk vid en vindkraftsetablering till havs används i denna rapport en bedömningsmetodik där en bedömning av konsekvenserna görs genom en sammanvägning av mottagarens känslighet och påverkans omfattning. Analysen i denna rapport utgår från ett *worst case*-scenario vilket är en situation med en större påverkan än den som sannolikt kommer att inträffa.

Anläggningsfasen omfattar installationen av vindkraftverken till havs. Att montera ett vindkraftverk med ett så kallat monopile-fundament tar vanligtvis ett till två dygn varav pålningsarbetet normalt tar cirka sex timmar. Under pålningen kan det bli förhöjda ljudnivåer som kan, om det når tillräckligt höga nivåer, temporärt påverka fiskars beteende, till exempel genom att de rör sig från ljudet. Enligt beräkningar som presenteras i denna rapport kan ljudnivåer i ett worst case-scenario påverka fiskars hörsel temporärt. För att minska ljudpåverkan kommer skyddsåtgärder användas med bullerreducerande teknik som till exempel dubbel bubbelgardin och Hydro Sound Damper. Dessutom kommer pålningen inledas försiktigt för att ge fisk möjligheten att förflytta sig ifrån området.

Känslighet för ljud varierar bland de fiskarter som finns i vindpark Tritons verksamhetsområde. Utifrån den bedömningsmetodik som används i denna rapport varierar känsligheten för de ljud som genereras under anläggningen av vindkraftverk från liten till måttlig. Påverkan från ljud, under ett worst case-scenario, bedöms då enligt metodiken som liten negativ och konsekvenserna mycket liten till liten beroende på art.

En annan påverkansfaktor under anläggningsfasen är att suspenderat material kan frigöras, om det behöver borrar i sedimentet, eller vid kabelläggning. Borrning av fundament kan i vissa fall bli aktuellt. Utifrån ett worst case-scenario utgår analysen i

denna rapport från att 15 % av fundamenten borras. Fundamenten kommer sannolikt att anläggas en efter en, vilket betyder att frigörelsen av sediment sker lokalt per verk med någon eller flera dagars mellanrum. Fiskar är generellt tåliga till förhöjda sedimenthalter, och vuxna fiskar kan röra sig ifrån en sedimentplym om den upplevs som besvärande. Fiskägg och fisklarver är allmänt mer känsliga än vuxna fiskar. Noterbart är dock att för de flesta arterna i området, är både fiskägg och fisklarver utspridda över stora områden i ett pelagiskt levnadsstadium, under vilken de har en naturligt hög mortalitet. En lokal påverkan från suspenderat material bedöms ha en försumbar effekt på populationsnivå då en eventuell effekt ryms inom den naturliga variationen.

När det gäller känsligheten för suspenderat material för de arter som finns inom området för vindpark Triton bedöms den vara från liten till måttlig. Givet sedimentkoncentrationen, varaktigheten av sediment i vattnet och spridningsytan, bedöms påverkan från suspenderat material dock vara obetydlig och konsekvensen för fiskfaunan försumbar.

Av intresse att notera när det gäller sediment, är att bottentrålar rör upp mycket stora mängder suspenderat material. Om inte en vindpark byggs innebär nollalternativet att fisket i området kan fortsätta. Om en vindpark anläggs reduceras trålfisket långsiktigt och med det minskar inte bara den direkta påverkan på fisk- och bottenfauna utan också nettobelastningen vad gäller frigörandet av sediment.

Inom en vindpark, samt mellan en vindpark och land, dras sjökablar. Runt sjökablar bildas magnetiska fält som vissa arter kan känna av. Ål är en art som har uppvisat en känslighet för magnetiska fält. Sjökablar stoppar emellertid inte ålen. Flertalet arter visar sig vara opåverkade av sjökablar. Känsligheten för de arter som finns inom Tritons verksamhetsområde varierar från liten till måttlig. Påverkan bedöms som obetydlig vilket gör att konsekvensen blir försumbar.

Den tydligaste effekten på fisk när vindparken har etablerats och är i drift bedöms vara reveffekten. En reveffekt innebär att vindkraftverken kommer att fungera som artificiella rev, som lokalt kan öka mängden fisk och höja den biologiska mångfalden. Dessutom kommer vindparken att skydda fisk och botten, särskilt med hänsyn till att trålfisket sannolikt kommer att minska. Detta skulle bland annat gynna torsken, som inte blir fångad eller störd av fiskeverksamheten, och som dessutom gärna uppehåller sig kring vindkraftverk.

Känsligheten för en reveffekt för de arter som finns inom Tritons verksamhetsområde varierar från liten till hög. Påverkan bedöms som liten positiv. Om hela vindparken tas i beaktande är bedömningen att reveffektens konsekvens är, beroende på art, mycket liten positiv till måttlig positiv. Noterbart är att utifrån ett lokalt perspektiv blir effekten mer tydlig då det kommer att bli fler fiskar i anslutning till fundamenten än vad som fanns på samma plats innan anläggandet av vindparken.

Den samlade bedömningen när det gäller vindpark Triton är att konsekvenser för fisk, bedömda utifrån olika påverkansfaktorer, under anläggningsfasen blir försumbar till

liten, och under driftfasen försumbar till måttlig positiv, beroende på påverkansfaktorer och art. Under avvecklingsfasen blir konsekvenserna försumbara.

# 1 BAKGRUND

I Östersjön, söder om Skåne, planerar OX2 AB att bygga en vindpark, cirka 30 kilometer utanför Ystad, inom Sveriges ekonomiska zon (Figur 1). Det planerade verksamhetsområdet är cirka 250 km<sup>2</sup> stort och har ett djup på mellan 43–47 meter. Vindparken rymmer 68–129 vindkraftverk, där storleken på turbinerna påverkar det slutgiltiga antalet. Området lämpar sig väl för etablering av havsbaserad vindkraft av flera skäl, bland annat på grund av bra vindförhållanden, fördelaktiga vatten- och bottenförhållanden och närhet till välutbyggd infrastruktur. I havsområdet söder om Skåne finns även Tysklands och Danmarks ekonomiska zoner där vindparken Kriegers Flak har etablerats (Nilsson 2020). Vindpark Triton angränsar i väst till Natura 2000-området Sydvästkånes utsjövatten.

Detta havsområde, som är en del av Arkonahavet, ingår i område 24 (Figur 1) enligt Internationella havsforskningsrådets (ICES) indelning vilket sträcker sig från Bälthavet i väst till Bornholm i öst. Vattnet i området är bräckt med en salinitet om cirka 7–10 psu (Practical Salinity Unit, där 1 psu = 1 g salt/kg vatten) med en högre salinitet i det djupare vattnet (Zettler m.fl. 2006). En viss påverkan från Kattegatt kan urskiljas i de djupare delarna då vatten med högre salinitet strömmar in genom Bälthavet till sydvästra Östersjön. Detta medför att en del marina arter påträffas i det djupare vattnet, som normalt inte återfinns längre österut i östra Östersjön (Beisiegel m.fl. 2019).

Mjukbottnar, som i huvudsak består av lera, är den dominerande livsmiljön där en jämförelsevis gles fauna påträffas (Emeis m.fl. 2002, Bunke m.fl. 2019, Beisiegel m.fl. 2019, Länsstyrelsen 2020, Tiblom m.fl. 2021a). Mjukbottnarna breder ut sig från de östra delarna av Natura 2000-området Sydvästkånes utsjövatten, och vidare österut mot ön Bornholm (Bunke m.fl. 2019, Beisiegel m.fl. 2019). Det finns grundområden i närheten som är viktiga lek- och uppväxtområden, inte minst i Natura 2000-området Sydvästkånes utsjövatten (Länsstyrelsen 2018a).

Vanligt förekommande fiskarter är sill (*Clupea harengus*), skarpsill (*Sprattus sprattus*) och torsk (*Gadus morhua*) samt olika arter av plattfisk. Dessa arter återspeglar också de arter som fångas i fisket. Torskfisket har dock minskat i betydelse som en följd av det begränsande regler som införts (Havs- och vattenmyndigheten 2020b).

Vilka fiskarter som finns i området, hur de kan påverkas och hur de interagerar med sin omgivning lyfts fram i rapporten. Hur fisk påverkas ställs även i relation till övrig verksamhet i området. Torsk får extra uppmärksamhet i rapporten då det är en kommersiellt intressant art. Det är också en viktig rovfisk i havsekosystemet som påverkar förekomsten av flera andra arter såsom sill och skarpsill, som i sin tur påverkar förekomsten av andra organismer. Torsken har dessutom en sårbar status (VU) enligt Artdatabankens listning (SLU 2020).

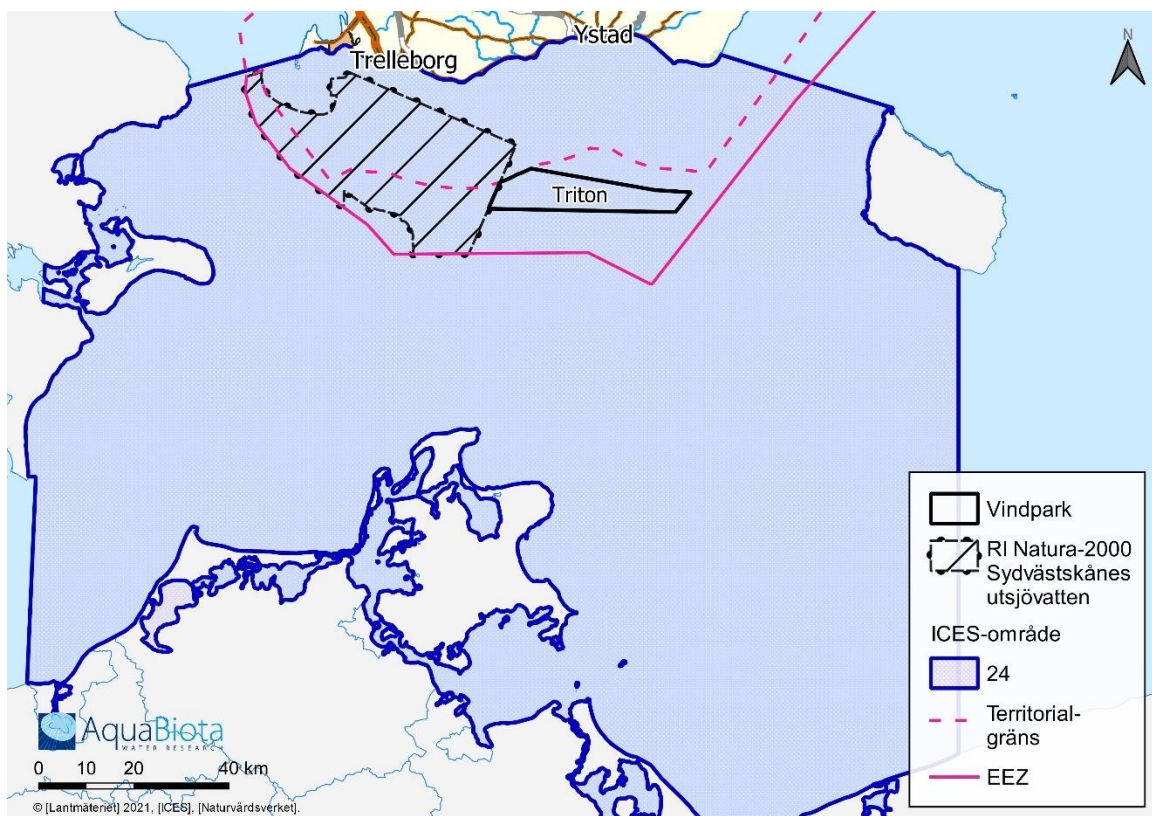
Ekosystemansatsen är en arbetsmetod och en förvaltningsstrategi som tagits fram av FN:s konvention om biologisk mångfald. Av central betydelse är att bedömningar grundas



på vetenskap (Havs- och vattenmyndigheten 2012). När det gäller havet söder om Skåne finns det flera vetenskapliga källor att utgå ifrån, som ger en heltäckande bild av fiskfaunan i området. Dessutom genomfördes ytterligare anläggningsundersökningar inom Tritons parkområde för att fördjupa kunskapen kring fiskfaunan.

Utifrån en ekosystemansats är det viktigt att se till helheten vid etableringen av havsbaserad vindkraft och att belysa påverkan på ekosystemet och den biologiska mångfalden. Därför ges i denna rapport en övergripande bild av fiskfaunan i området där Triton planeras, med fokus på Östersjön söder om Skåne (ICES område 24) men också med hänvisning till omgivande hav.

När det gäller hur fisk påverkas av vindkraft finns det även där mycket information att utgå ifrån, men även det kompletterades med ytterligare anläggningsundersökningar som redovisas i denna rapport. Bedömningen är att utöver den information som finns tillgänglig och de undersökningar som genomförts för detta projekt finns det inga behov av ytterligare kompletterande undersökningar, för att kunna göra en tillräckligt god beskrivning av fiskfaunan i området, och bedöma hur fiskfaunan påverkas av etableringen av vindpark Triton.



**Figur 1.** Karta över Östersjön, söder om Skåne med vindpark Triton. Havsområdet benämns Arkonahavet.

## 2 PROJEKTBSKRIVNING

Vindpark Triton ligger inom Sveriges ekonomiska zon i sydvästra Östersjön, cirka 30 kilometer söder om Ystad. Den planerade vindparken har en yta om 250 km<sup>2</sup> (exklusive tillhörande utredningskorridor för kabel för anslutning till land). Vattendjupet i parkområdet varierar mellan 43 och 47 meter. Havsbottensedimenten utgörs av mjuka bottenstrat, så som lera och gyttjelera. Vindparken förväntas att vara i drift upp till 45 år, för att där efter avvecklas.

Vindparken är planerad att omfatta en total installerad effekt på ett spann mellan 1700–1900 MW och bestå av 68–129 vindkraftverk, ett internt kabelnät, samt transformatorstationer. Vindkraftverken kommer att monteras på fundament. De fundamentstyper som anses vara genomförbara alternativ för förankring av vindkraftverken listas nedan. Runt fundamenten kommer erosionsskydd att byggas.

- Monopiles med en bottendiameter på upp till 14 meter
- Gravitationsfundament med en bottendiameter på upp till 45 meter.
- Fackverksfundament med tre till fyra ben med upp till 4,5 meter i diameter på pålarna (även sugkassuner kan användas)

Det interna kabelnätet kommer att förbinda vindkraftverken i radialer till havsbaserade transformatorstationer eller till vätgasplattformar. Spänningsnivån i det interna kabelnätet är 66 kV till 170 kV. Kablarna begravs i havsbotten och isoleras vilket hindrar spridning av elektriska fält och reducerar spridning av magnetiska fält. Från transformatorstationen anläggs kablar för överföring av elektricitet till land. Spänningen hos anslutningskablar beräknas vara 220 kV eller mer.

## 3 METODBSKRIVNING

När det gäller havet söder om Skåne finns det mycket information att tillgå för att skapa sig en bild av fiskfaunan och hur den kan påverkas av en etablering av en vindpark. En viktig informationskälla är trålningsdata från Internationella havsforskningsrådet, ICES, vilket ger en heltäckande bild av fiskfaunan i området. Utöver tillgänglig information har fältundersökningar genomförts, som en del av detta projekt, för att ytterligare fördjupa kunskapen kring fiskfaunan. När det gäller hur fisk påverkas av vindkraft finns det även där mycket vetenskaplig information att utgå ifrån. Som ett komplement, och för att få en större förståelse för hur fisk i den givna situationen påverkas av etableringen av vindkraft, har anläggningsundersökningar om effekter av vindkraftsetableringen som redovisas i denna rapport genomförts. Kunskapsunderlaget i denna rapport är tillräckligt för att kunna ge en god beskrivning av fiskfaunan i området och för att kunna göra en bedömning av hur fiskfaunan påverkas av etableringen av vindpark Triton.

### 3.1 Fiskdata

Fiskarters förekomst under en 20-årsperiod undersöktes med trålningsdata från "ICES Database of Trawl Surveys" (DATRAS) som samlas in november–mars i den så kallade "Baltic International Trawl Survey" (BITS) (ICES 2014a, ICES 2014b) för perioden 2000–2020 (Tabell 2). Datasetet ger information om positioner och fångst per timme (catch per unit effort) indelat i storlek och art gällande ICES havsområde 24, dvs. havet söder om Skåne. Just BITS-data bedöms vara väldigt användbart på grund av sina långa tidsserier samt att metodiken, provfiske med trål, ger en bra bild av fisksamhället. Vidare redovisas BITS trålningsdata i abundans (rumsliga fördelningen av arter och individer), biomassa och längdklasser på fisk, vilket ger information om fisksamhällets sammansättning.

Vindpark Triton har regelbundet trålats i BITS-undersökningarna (med undantag av perioden 2008–2012). Detta ger en god bild av hur fisksamhället ser ut idag och hur det har förändrats sedan år 2000. Data från parkområdet som används i den här bilagan har även jämförts med BITS-data från andra områden inom ICES område 24 som liknar parkområdet i djup och bottenstrukt.

### 3.2 eDNA

Miljö-DNA, eller det mer vedertagna eDNA (environmental DNA), är en mycket effektiv inventeringsmetod som baseras på det faktum att levande organismer kontinuerligt avger genetiska spår i miljön (Pedersen m.fl. 2015). Genom vattenprover, och åtföljande DNA-analys, går det då att ta reda på vilka arter som finns i vatten. En stor fördel med metoden är att den ofta detekterar arter som provfiske missar, givet att den inte är beroende av att fånga fisk (Birgersson och Andersson-Li 2021).

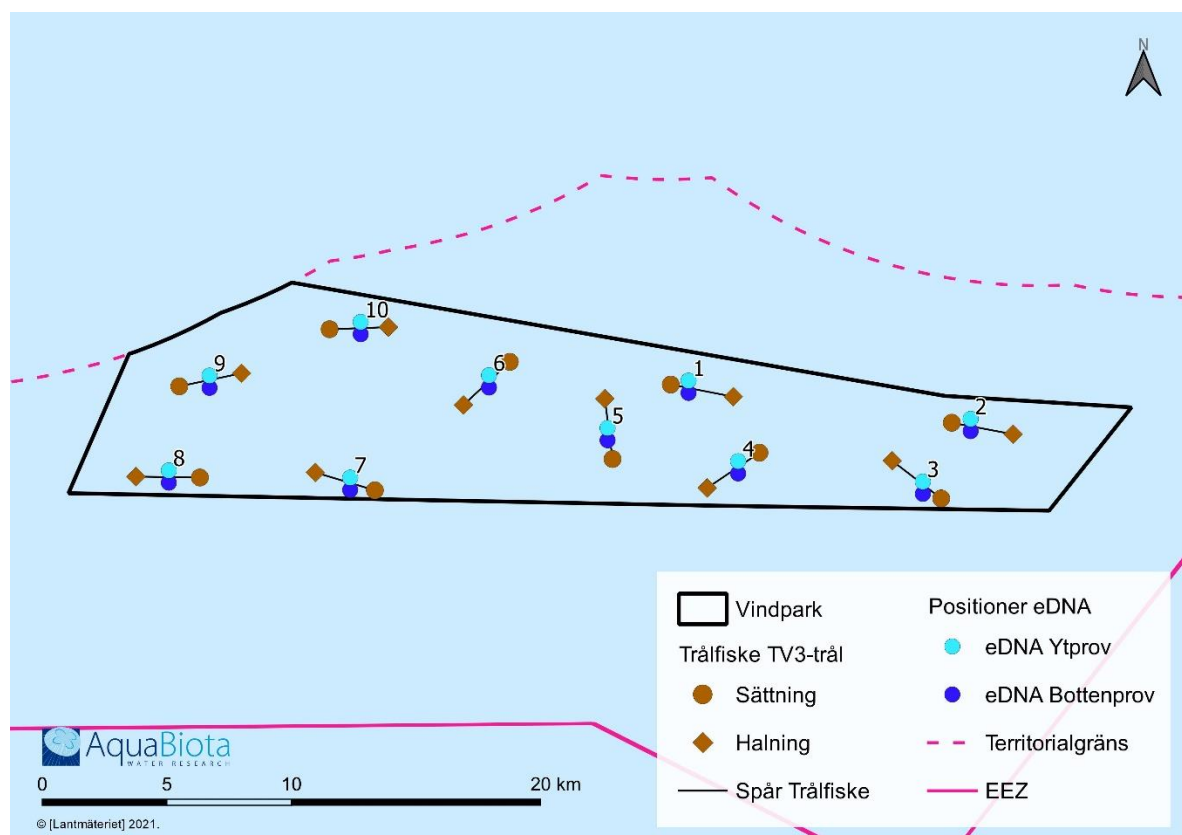
Som del av denna undersökning genomfördes eDNA-inventeringar av AquaBiota Water Research vid två tillfällen, i juni respektive augusti 2021, inom parkområdet (Birgersson och Andersson-Li 2021). Provtagning av eDNA togs före varje tråldrag i provfisket. Tråldraget drogs sedan över den punkt där eDNA-provet tagits (Figur 2). Bottenprover (cirka fem meter från botten) samt ytprov (cirka fem meter under ytan) togs vid tio lokaler, vilket resulterade i att 20 prover (Figur 2) togs från respektive säsong. Djupet vid lokalerna varierade mellan cirka 42–45 meter. Artsammansättningen i respektive prov redovisas i Figur 6 och Figur 7. Antalet detekterade sekvenser per art ger en relativ uppskattning av hur vanlig en art var i ett prov.

### 3.3 Provfiske

Provfiske utfördes av AquaBiota Water Research i juni, och augusti, 2021 i samband med eDNA-provtagningarna. TV3S-bottentrål användes enligt BITS-manualen (ICES 2014b)

(Figur 2). Totalt genomfördes tio tråldrag, där varje tråldrag pågick i 30 minuter och var cirka tre kilometer långt. Tråldragen utfördes vid samma lokaler, både i juni och augusti. Hydrografiska parametrar såsom syrekonzentration, salthalt och temperatur mättes vid samtliga tio trålstationer. Fiskarna artbestämdes och mättes på plats.

De internationella samordnade trålundersökningarna (BITS) fångar ett flertal arter. Syftet med trålundersökningarna är att undersöka förekomsten, och den rumsliga fördelningen av, torsk, skrubbskädda, skarpsill och sill, men även andra arters förekomst och fördelning i parkområdets bottenzon. För att statistiskt undersöka skillnader i artsammansättningen mellan juni och augusti 2021 användes en Non-metric multi-dimensional scaling (nMDS), vilket är en multivariat analys, som gjordes i R version 4.0.1.



**Figur 2.** Karta över vindpark Triton, eDNA-provtagningspunkter och tråldatapunkter i parkområdet. Sättning är den punkt där trålen sattes i och halning är den punkt där trålen togs upp med fångsten.

### 3.4 Bedömningsmetodik

För att bedöma konsekvenserna av vindkraftsetablering till havs på fisk används en bedömningsmetodik där mottagarens känslighet vägs ihop, med graden av den påverkan som antas ske, i en utvärderingsmatris (Tabell 1). Bedömningen görs gentemot nollalternativet vilket motsvarar en situation utan förändring.

Påverkans storlek och omfattning grundar sig på ett worst case-scenario som förväntas ge störst påverkan för respektive påverkansfaktor, varför det kan vara olika scenario som diskuteras för olika mottagare. När det gäller påverkansfaktorer på fisk är det tre påverkansfaktorer som har identifierats som särskilt viktiga. Dessa är ljud, sedimentspridning och reveffekter.

Nollalternativet är ett prognosticerat nuläge som beskriver hur miljöförhållandena förväntas utveckla sig om verksamheten eller åtgärden inte påbörjas eller vidtas. I detta fall innebär nollalternativet att vindpark Triton inte uppförs och ingen förändring i form av ny verksamhet tillkommer. I stället kommer nuvarande verksamhet med fiske inom parkområdet att fortsätta. Projektet kommer då inte medföra de positiva effekterna vindparken kan ha på miljön, till exempel i form av en reveffekt och eventuell återhämtning hos arter som en följd av reducerat fiske. Detta kommer också medföra en oförändrad sedimentsuspension till följd av trålfiske i området (1). Det blir inte heller den klimatnytta som en förnyelsebar energikälla som vindkraft medför.

**Tabell 1. Utvärderingsmatris av konsekvensernas betydelse.**

Konsekvensens betydelse		Påverkans storlek och omfattning						
		Stor negativ	Måttlig negativ	Liten negativ	Obetydlig	Liten positiv	Måttlig positiv	Stor positiv
Känslighet mottagare	Liten	Måttlig	Liten	Mycket liten	Försumbar	Mycket liten	Liten	Måttlig
	Måttlig	Stor	Måttlig	Liten	Försumbar	Liten	Måttlig	Stor
	Hög	Mycket stor	Stor	Måttlig	Försumbar	Måttlig	Stor	Mycket stor

#### *Worst case*

I denna rapport utgår worst case från de scenarier som förväntas ha störst påverkan på fisksamhället inom parkområdet, samt inom närliggande Natura 2000-område. Pålning av monopile-fundament har identifierats som en worst case-scenario gällande ljudutbredning vid anläggning av vindkraftfundament. Worst case avseende sedimentspridning blir det om monopiles borrar ner i botten och kablar spolas ner i

sedimentet. Parkens slutliga utformning och vilka anläggningsmetoder som kommer att användas kommer bestämmas efter detaljprojekteringen.

I detta fall bygger worst case på en parklayout som förväntas ge störst påverkan. Utifrån ett sådant perspektiv kommer 129 vindkraftverk anläggas med monopile-fundament som har en diameter om 14 meter. I worst case-scenariot kommer 15 % av alla fundament att borraras i stället för att pålas. Borrning kommer i realiteten endast utföras vid de positioner där pålning inte kan användas, vilket gör att antagandet att 15 % av fundamenten kommer att borraras är sannolikt högre än vad det i slutändan kommer bli.



## 4 OMRÅDESBESKRIVNING

### 4.1 Fiskfaunan i Östersjön, söder om Skåne

#### *Östersjön söder om Skåne*

I havsområdet söder om Skåne påträffas mer typiska marina arter än i östra Östersjön, då salthalten är högre (Kontula m.fl. 2012). Natura 2000-området som angränsar till vindpark Tritons västra gräns har ett förhållandevis rikt djurliv av både fiskar, däggdjur och fåglar (Naturvårdsverket 2021, Länsstyrelsen 2020, Länsstyrelsen 2018a, Länsstyrelsen, 2018b). Längre västerut inom Natura 2000-området återfinns grundområden som fungerar som lek- och uppväxtområden och är dessutom livsmiljöer för några rödlistade arter (SLU 2020, Länsstyrelsen 2018a, Tiblom m.fl. 2021b). De östra delarna av Natura 2000-området, och vidare in i vindpark Triton, domineras av djupa mjukbottnar som består av lera med inslag av klippor och stenblock (Beisiegel m.fl. 2019, Bunke m.fl. 2019).

#### *Fiskarter*

Vanliga arter i Östersjön söder om Skåne är bland annat skarpsill, sill och taggmakrill (*Trachurus trachurus*) (Tabell 2). Olika arter av torskfiskar (Gadidae) påträffas i området, där torsk och vitling (*Merlangius merlangus*) är mer frekventa än andra (ICES 2014a).

Det finns två torskpopulationer utpekade i Östersjön, det västra och östra beståndet, som båda återfinns i Arkonahavet. De båda fiskpopulationerna har genetiska skillnader och i huvudsak separata lekperioder och lekområden, även om det finns en överlapp (Nielsen m.fl. 2013, Hüseyin m.fl. 2016). Andra vanligt förekommande fiskgrupper är plattfiskar som föredrar mjukbottenmiljöer, och tobisfiskar (*Ammodytes* sp) som återfinns både på grunda och djupa bottenar med skalgrus (Kullander m.fl. 2012). Fisk som migrerar, och därmed passerar området, förekommer också under vissa perioder av året som till exempel ål (*Anguilla anguilla*) och öring (*Salmo trutta*) (Havs- och vattenmyndigheten 2021b).

Det angränsande Natura 2000-området har ett djupintervall på 10–44 meter där mjukbottnar dominerar. Plattfiskar och smörbultar (*Gobiidae*) är vanligt förekommande. I Länsstyrelsen Skånes rapport för området observerades endast en rödlistad fiskart, vilket var torsk (Göransson 2019). Mängden fisk i området har generellt minskat (Havs- och vattenmyndigheten 2021b).

I följande beskrivning kategoriserar vi fiskarna i Östersjön, söder om Skåne, baserat på deras livsmiljö uppdelat i tre grupper: pelagiska fiskar (öppet hav), bentopelagiska fiskar (botten och öppet hav) och demersala fiskar (botten).

**Tabell 2.** De tio vanligaste arterna i Östersjön, söder om Skåne, och typiska livsmiljöer, enligt trålningsdata november–mars 2000–2020 Källor: ICES 2014a, ICES 2014b, Froese och Pauly 2021.

1	Skarpsill	<i>Sprattus sprattus</i>	Öppet vatten (pelagisk)
2	Sill	<i>Clupea harengus</i>	Botten och öppet vatten (bentopelagisk)
3	Torsk	<i>Gadus morhua</i>	Botten och öppet vatten (bentopelagisk)
4	Vitling	<i>Merlangius merlangus</i>	Botten och öppet vatten (bentopelagisk)
5	Taggmakrill	<i>Trachurus trachurus</i>	Öppet vatten (pelagisk)
6	Ansjovis	<i>Engraulis encrasicolus</i>	Öppet vatten (pelagisk)
7	Sandskädda	<i>Limanda limanda</i>	Bottenlevande (demersal)
8	Skrubbskädda	<i>Platichthys flesus</i>	Bottenlevande (demersal)
9	Rödspätta	<i>Pleuronectes platessa</i>	Bottenlevande (demersal)
10	Nors	<i>Osmerus eperlanus</i>	Öppet vatten (pelagisk)

#### 4.1.1 Pelagiska fiskar

Pelagisk fisk befinner sig i huvudsak i öppet vatten. Den pelagiska delen av havet har generellt en mer artfattig fiskfauna jämfört med grundare områden. Samtidigt fiskas det pelagisk fisk i Östersjön, söder om Skåne, i höga kvantiteter (ICES 2020a). De vanligaste pelagiska fiskarterna inom detta område är skarpsill, taggmakrill, ansjovis (*Engraulis encrasicolus*) och nors (*Osmerus eperlanus*) (ICES 2014a).

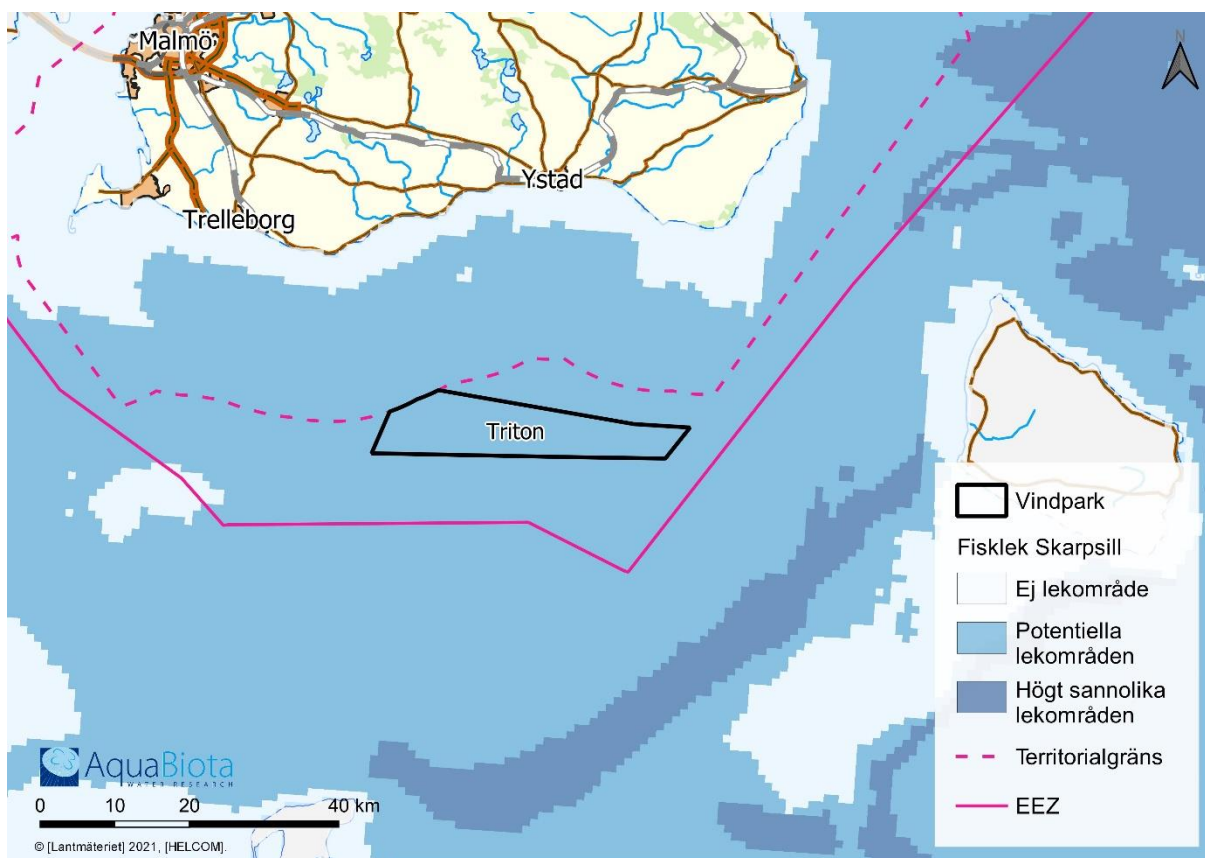
##### *Skarpsill (Sprattus sprattus)*

Skarpsill är en typisk pelagisk fisk i södra Östersjön som ofta förekommer i stora stim (Kullander m.fl. 2012, ICES 2014a). All skarpsill i Östersjön (ICES områden 22–32) räknas som ett bestånd (ICES 2020a), och är genetiskt skild från Nordsjöbeståndet, som uppehåller sig i Västerhavet (Quintela m.fl. 2020). Skarpsill lever främst på små kräftdjur som finns i de fria vattenmassorna (Kullander m.fl. 2012).

I början av nittioalet började beståndet öka hastigt, på grund av kraftig rekrytering och lägre predationstryck som följd av en starkt nedåtgående torskopopulation (ICES 2020a). De totala landningarna från yrkesfisket har dock minskat sedan 1997, när det uppgick till 529 400 ton. Mellan 2011–2016 landades cirka 250 000 ton per år. Beståndet har dock ökat något de senaste åren och år 2019 landades 314 147 ton skarpsill (ICES 2020b).

Skarpsill leker mellan mars och augusti i öppet hav och vid kusten inom ett djupområde på 10–40 m (Havs- och vattenmyndigheten 2021b). Potentiella lekområden för arten har pekats ut att omfatta i stort sett hela Arkonahavet, och mot den tyska ön Rügen i söder (HELCOM 2021) (Figur 3). Området för vindpark Triton är inte ett område där lek förekommer med hög sannolikhet. Rekrytering som sker under den senare delen av lekperioden verkar vara mest optimal för arten då högre temperatur i havet under augusti gynnar fisklarvernas överlevnad (Baumann m.fl. 2006).





**Figur 3.** Karta över områden i närheten av Triton där det sannolikt förekommer lek med skarpsill (HELCOM 2021).

### Taggmakrill (*Trachurus trachurus*)

Taggmakrill förekommer i Östersjön, söder om Skåne, under vinterhalvåret (Grygiel och Trella 2007, Więcaszek m.fl. 2011) men migrerar sedan ut i Nordsjön och Atlanten för vårleken (ICES 2009). Det betyder att det inte finns ett lekbestånd av taggmakrill i södra Östersjön. Taggmakrillens främsta föda är fisk, små kräftdjur och bläckfisk (Kullander m.fl. 2012).

Trots att den är relativt vanlig i området så är arten rödlistad internationellt som sårbar (VU) i IUCN rödlista (Smith-Vaniz m.fl. 2015). Rödlistbedömningen för taggmakrill i Sverige enligt Artdatabanken beskrivs dock som "ej tillämplig" (NA) (arter som är tillfälliga besökare, ej inhemska eller har oklar taxonomi). Sedan 2020 har ICES tagit fram en plan för återhämtning av beståndet där ett begränsat fiske tillsammans med implementering av ytterligare åtgärder förväntas få populationen att ha återhämtat sig till 50 % år 2028 (ICES 2021).

### *Ansjovis (Engraulis encrasicolus)*

Ansjovis var tidigare mycket ovanlig i södra Östersjön (Draganik och Wyszynski 2004) men har ökat under de senaste åren. Idag är ansjovis en relativt regelbundet förekommande art i Östersjön, där den brukar uppehålla sig i närheten av kusten (Kullander m.fl. 2012). Dock är förhållandena i Östersjön inte gynnsamma nog för att arten ska kunna ha ett fast lekbestånd. I stället migrerar ansjovis tillbaka till Nordsjön under lekperioden (Ojaveer m.fl. 2010), vilken sker under sensommaren (Alheit m.fl. 2012). Ansjovis äter främst plankton och fiskägg i den fria vattenmassan (Kullander m.fl. 2012).

### *Nors (Osmerus eperlanus)*

Nors är en vanligt förekommande art i Östersjön. Antalet i sydvästra Östersjön är dock något lägre än i resterande delar av Östersjön, då arten föredrar lägre salthalter (Shpilev m.fl. 2005, ICES 2014a). De håller sig vanligtvis kustnära, gärna vid flodmynningar (Kullander m.fl. 2012). Födan består främst av zooplankton och mindre kräftdjur (Northcote och Hammar 2006, Taal m.fl. 2014). I större individer har även fisk observerats i maginnehållet, främst av bentopelagiska och demersala arter så som storpigg, småspigg, lerstubb och sandstubb (Taal m.fl. 2014).

Det finns norspopulationer inom Östersjön med olika morfologi. Olika populationer visar exempelvis en varierande tillväxthastighet, livslängd och ålder vid lekmognad (Shpilev m.fl. 2005). Leken sker dock under samma period för alla populationer, vilket är under februari-mars. Norsen migrerar då upp i rinnande vatten i floder och lägger äggen på botten. Dessa dras sedan med av strömmar och kläcks efter cirka tre till fem veckor (Kullander m.fl. 2012).

## 4.1.2 Bentopelagiska fiskar

Arter som är bentopelagiska karaktäriseras av att både uppehålla sig i öppet vatten för att återkommande röra sig ner till botten, för att söka föda vilket kan bestå av kräftdjur, maskar och musslor (Hislop m.fl. 1991, Eggleton m.fl. 2018). Inom fisket i Östersjön, söder om Skåne, är sill, vitling och torsk de tre vanligaste bentopelagiska arterna i trålningsundersökningar (ICES 2014a).

Dessa arter kan röra sig långa distanser från Nordsjön till västra Östersjön (ICES 2018, Sparholt m.fl. 2002, Hemmer-Hansen m.fl. 2020). Förflyttningar sker över stora områden under uppväxttiden samtidigt som flertalet fiskar återvänder till sina ursprungliga lekområden under lekperioden. Detta innebär att fiskbestånden kan bestå av både lokalt lekande bestånd som till viss mån är isolerade och genetiskt skilda från den totala populationen (Lamichhaney 2017), och fisk från andra lekområden (Svedäng m.fl. 2007, Naturvårdsverket 2012). Områden för lek och födosök kan dock överlappa, vilket i sin tur leder till att delpopulationer blandas.

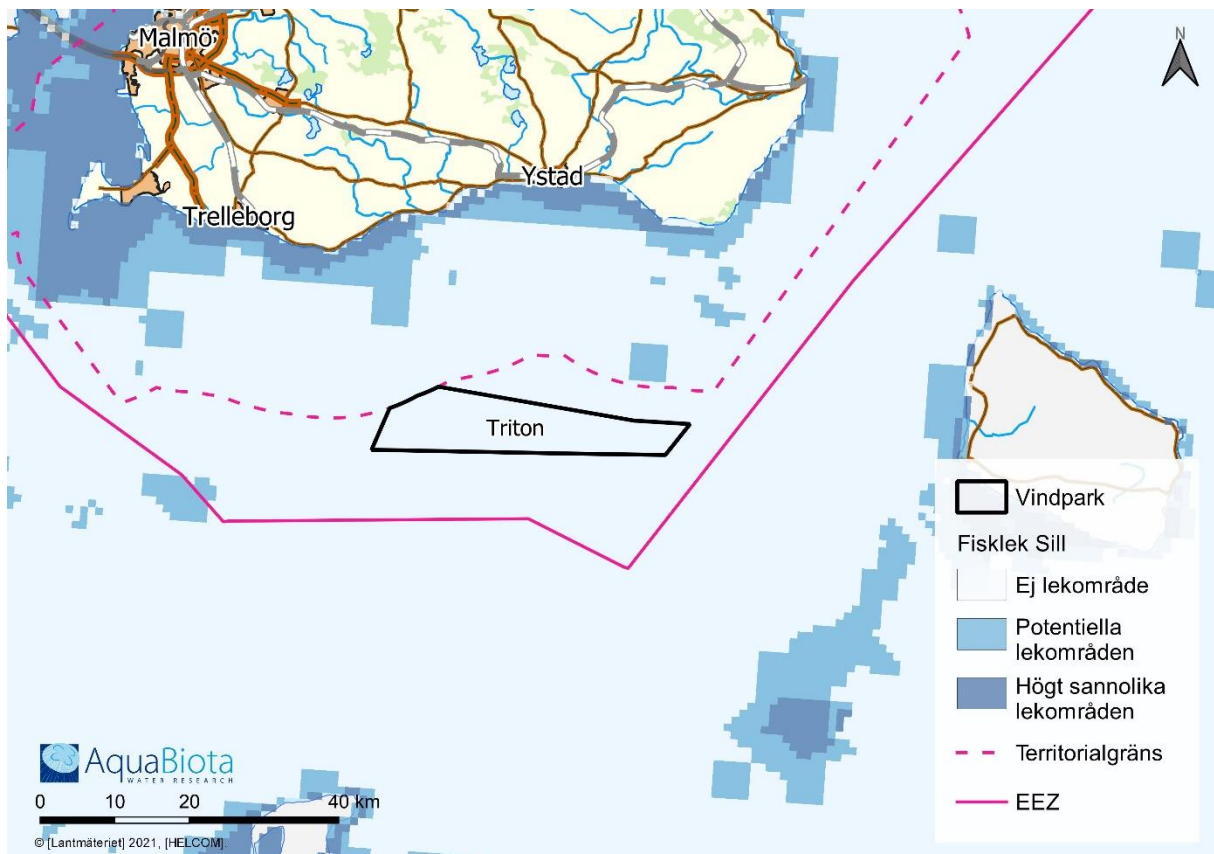
### *Sill (Clupea harengus)*

Sillen förekommer i stim och befinner sig från ytan ner till cirka 200 meters djup. Sill äter främst mindre kräftdjur, djurplankton och fisklarver, men större individer äter även fisk (Kullander m.fl. 2012). Sillens lek sker främst i grundare områden (0–40 meter) där äggen läggs på sand och grusbottenar, och även i hårbottenmiljöer med vegetation vilka har en komplex struktur (Havs- och vattenmyndigheten 2021b, von Nordheim m.fl. 2018) (Figur 4). I Skåne har ålgräsängar pekats ut som viktiga lekbiotoper (Gunnartz 2011). Sillens fisklarver är pelagiska och återfinns i de öppna vattenmassorna.

Sedan 1960-talet har majoriteten av den lekande sillen i Östersjön varit vårlekande, med en mindre del av det totala antalet fiskar som leker på hösten (Ojaveer 1989, Axenrot och Hansson 2004). Sill har historiskt dokumenterats leka i kustområden runt Mecklenburgbukten, Arkonahavet och runt Bornholm (Figur 4) (Aro 1989).

Sillens bestånd i Östersjön söder om Skåne består av lokalt lekande population men också av den vårlekande sillen från Skagerak–Kattegatt som födosöker i sydvästra östersjön (Havs- och vattenmyndigheten 2021b, Gröhsler m.fl. 2013). Dessa populationer behandlas alla som ett bestånd enligt ICES, på grund av sitt vandringsbeteende (ICES 2020c). Beståndet vandrar sedan in i kustområden för lek under perioden mars–maj. Efter lek vandrar vuxen fisk mot Skagerak–Kattegatt och till viss del även ut i Nordsjön (Havs- och vattenmyndigheten 2021b). Detta bestånd har minskat kraftigt sedan nittiotalet, och landningar har gått från cirka 200 000 ton till drygt 25 000 ton under 2019. Utav dessa fiskades 39 % (cirka 9 900 ton) inom Öresund, Bälthavet och Arkonahavet (Havs- och vattenmyndigheten 2021b).

Hur sillen sprider sig beror på flera faktorer som salthalt, temperatur och födotillgång; faktorer som kan bli naturliga gränser mellan vissa subgrupper. Aktuella studier pekar på att sillen är hemtrogen, vilket betyder att specifika delpopulationer hittar tillbaka till samma område för lek under sin livstid (Lamichhaney 2017). Detta bidrar i sin tur till att genetiska skillnader mellan populationer kan uppstå då de inte leker med varandra i lika stor utsträckning (Guo 2016). En genetiskt skild population har bland annat observerats vid Rügenområdet (Guo 2016). Denna population använder samma lekområden som resterande sill i västra Östersjön (ICES områden 22–24) men leken sker vid en annan tidpunkt (Jørgensen m.fl. 2005).



**Figur 4.** Karta över områden i sydvästra Östersjön där det sannolikt förekommer lekande sill (HELCOM 2021).

### *Vitling (Merlangius merlangus)*

Vitling är en rovfisk som lever i stim, gärna i djupare vatten över lerblandade sandbottenar (Kullander m.fl. 2012). Födan består i huvudsak av sillfiskar, småfisk och diverse evertebrater (Ross m.fl. 2016). Arten fiskas i huvudsak av tyska och polska yrkesfiskare men är i övrigt inte en viktig målart för de flesta fiskeverksamheter i Östersjön, söder om Skåne (ICES 2020a).

Vitlingens lek är pelagisk och sker mellan januari–juni på 30–100 meters djup. Det förekommer lek såväl i sydvästra Östersjön som i Kattegatt och Nordsjön men beståndsstrukturen är relativt okänd (Havs- och vattenmyndigheten 2021b). Det förefaller dock finnas ett litet bestånd i Östersjön som bedöms vara stabilt över tid (ICES 2014a).

Det bedrevs ett omfattande fiske på vitling under 1950-talet vilket reducerade populationen, och arten har haft svårt att återhämta sig sedan dess (SLU 2017). Vitlingen har både minskat i storlek och antal i svenska vatten, och bristande populationsdata ger en svårbedömd bild av beståndet. Beståndet klassas idag som sårbart (VU) enligt Artdatabankens rödlista (SLU 2020). I AquaBiotas anläggningsundersökningar i parkområdet under 2021 ökade antalet vitlingar i området i augusti (Figur 7) i jämförelse

med tidigare års BITS-data (ICES 2014a) och fler små juvenila individer observerades i fångsten.

### *Torsk (Gadus morhua)*

I Östersjön finns det två genetiskt skilda torskbestånd. Det västra torskbeståndet återfinns väster om Bornholm (ICES områden 22-24) och då främst i ICES områden 22 och 23, vilket motsvarar Bälthaven och Öresund (ICES 2020a, ICES 2021). Det östra torskbeståndet förekommer främst i östra delen av Östersjön, öster om Bornholm (ICES områden 25-32) (ICES 2021). Båda bestånden överlappar till viss del varandra i havet söder om Skåne (ICES 2019, ICES 2020a, ICES 2021).

Torsk är en rovfisk som söker sig återkommande ner till djupa mjukbottnar i jakt på föda. Arten är en viktig toppredator i ekosystemet och påverkas av ändringar i lägre nivåer i födoväven. Torsk har visat sig variera sitt val av byte i takt med att fisken växer och en studie på maginnehåll visade att små torskfröar främst äter bottenlevande organismer, medan större individer väljer att främst äta fisk (Kulatska m.fl. 2019).

Vindpark Triton ligger inom ett område där torsklek förkommer (Figur 5) (HELCOM 2021). När det gäller leken i havet söder om Skåne har HELCOM pekat ut ett större område som utgör cirka 3800 km<sup>2</sup> där lek kan förekomma, om än i betydligt mindre omfattning än beståndens huvudsakliga lekområden (Bleil m.fl. 2009). Utav det området utgör polygonen för den planerade vindparken Triton cirka 250 km<sup>2</sup>, vilket är cirka 7 % av det torsklekområdet.

Torsken leker i den fria vattenmassan i djup där saliniteten är högre (Hüssy 2011, von Dewitz m.fl. 2018). I Arkonahavet sker leken på djup som är större än 40 meter. Efter leken flyter torskäggen fritt i vattnet tills de kläcks. Fisklarverna livnär sig till att börja med på gulesäcken innan de övergår till att äta djurplankton. Äggens överlevnad påverkas av bland annat salthalt och temperatur (Pacariz m.fl. 2014, Hinrichsen m.fl. 2012).

Huvudområdena för västra beståndets lek är Mecklenburgbukten och Kielbukten i Bälthavet samt Öresund (Figur 5) (Bleil och Oeberst 2002, Bleil m.fl. 2009, Hüssy 2011). Det västra beståndets lek i Bälthavet är som mest intensiv under mars-april (Vitale m.fl. 2005, Bleil m.fl. 2009). För västra beståndet är leken i Arkonahavet mindre viktig för beståndet och mer sporadisk, och vårleken är inte lika intensiv som i andra lekområden. För vindpark Triton är det viktigt att notera att även om västra beståndet kan leka i Arkonahavet, är det inte beståndets viktigaste område. Det betyder att om anläggandet av vindparken på något sätt skulle påverka lekande torsk i området har det en obetydlig effekt på det västra beståndet givet Arkonahavets marginella betydelse för det västra beståndets tillväxt.

Det västra beståndet har historiskt sett alltid varit mindre än det östra beståndet (ICES 2020a). I slutet på 1990-talet och början på 2000-talet var det goda fångster av torsk men fångsterna har sedan dess succesivt minskat. Sedan 2009 ligger antalet lekmogna fiskar

på en nivå som innebär att reproduktionsförmågan är reducerad (Havs- och vattenmyndigheten 2021b). ICES (2021) menar att beståndets skick kraftigt har försämrats och ligger under biologiskt säkra gränser. Som en följd därav har riktat fiske på västra beståndet stoppats helt under hela 2022 (Havs- och vattenmyndigheten 2021c).

När det gäller det östra beståndets lek sker den främst inom Bornholmsdjupet, där den intensiva lekperioden förekommer under sommaren juni–augusti (Bleil m.fl. 2009). Bornholmsdjupet är också det viktigaste lekområdet för östra beståndets fortlevnad (ICES 2019, ICES 2020a). I Arkonahavet leker östra beståndet till en mycket mindre del än i Bornholmsdjupet och den intensiva lekperioden förekommer under juni–juli (ICES 2020a, Nissling och Westin 1997, Bleil och Oeberst 2004 Bleil m.fl. 2009). Det är en större andel torsk från östra beståndet som leker i Arkonahavet än västra beståndet. ICES (2019) menar dock att rekrytering till det östra beståndet från Arkonahavet är så liten att den inte påverkar beståndet nämnvärt. Detta beror bland annat på att rekryteringen av torsk från Arkonahavet är begränsad av abiotiska faktorer, så som djup och salinitet (Hüsey m.fl. 2016). Då östra beståndets ägg vanligtvis flyter på ett djup av 60–80 meter, eller 40–70 vid stora saltvattensinflöden från Nordsjön (Voss m.fl. 2011), medför detta att Arkonahavet är för grunt (43–47 meter) för att äggen ska kunna hålla sig flytande i vattenmassan. Hüsey m.fl. (2016) estimerar att cirka hälften av äggen dör på grund av bottenkontakt där de kvävs av sedimentation. En hög andel av de ägg som ändå lyckas hålla sig flytande sprids med strömmar främst österut mot Bornholmsdjupet. Av dessa överlever i genomsnitt endast 8 % av äggen släppta i juni och 7 % av äggen släppta i juli (Hüsey m.fl. 2016), vilket kan bero på fler faktorer utöver abiotiska som till exempel predation.

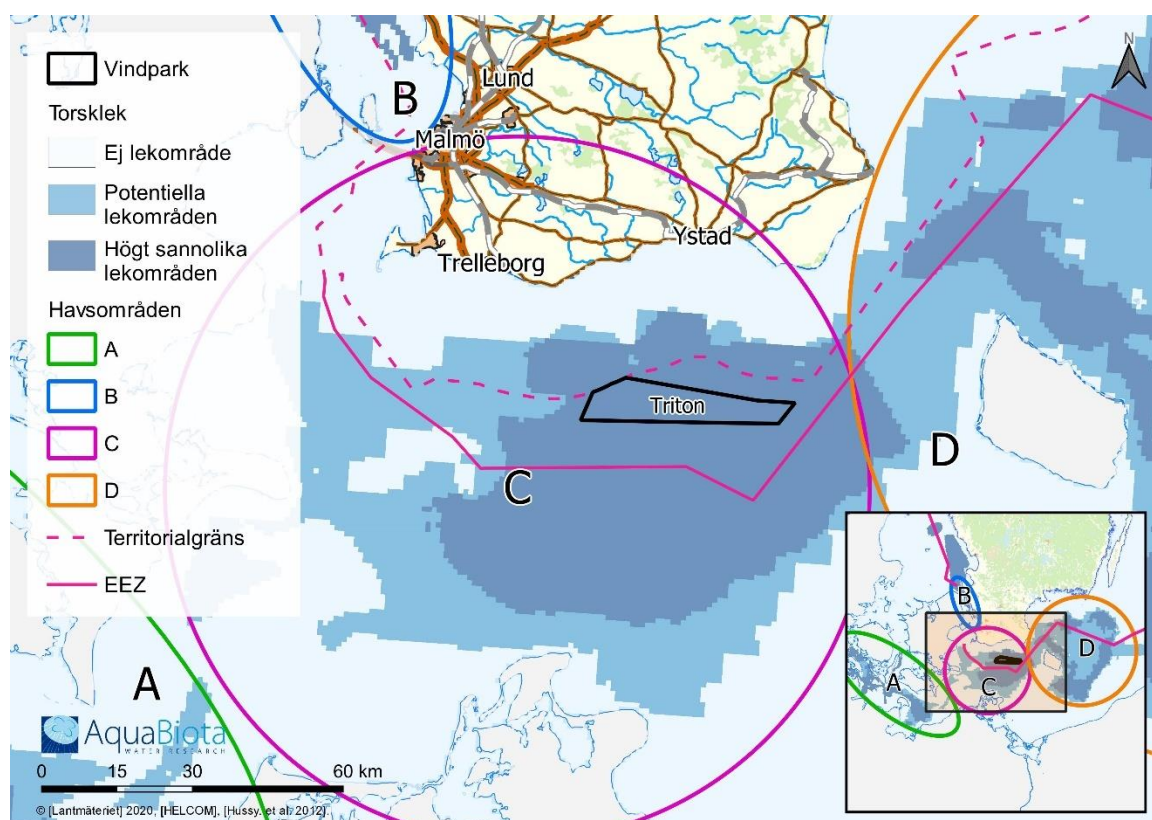
Det östra beståndet har varit utsatt för ett högt fisketryck under lång tid (Havs- och vattenmyndigheten 2021b). Som en följd därav har beståndet under flera decennier minskat. Det har även påverkat det befintliga torskbeståndet som når lekmognad vid en tidigare ålder, och vid mindre storlek, som en följd av ett riktat fiske mot större individer (Svedäng och Hornborg 2014). Andra faktorer som påverkat är dåliga syreförhållanden i Östersjön, med inaktiva lekområden så som Gotlandsdjupet och Gdanskdjupet (Havs- och vattenmyndigheten 2021b). Minskad födotillgång och en ökning av parasiter hos torsk har också en viktig reglerande effekt (Haarder m.fl. 2014, ICES 2020a). Beståndet ansågs återhämta sig något under mitten av 2000-talet, bland annat tack vare tagna förvaltningsåtgärder (Eero m.fl. 2012). Dock började det dyka upp indikationer på en nedåtgående rekrytering av fisklarver under 2012–2014 (Köster m.fl. 2017).

Sedan 2015 har antalet lekmogen torsk varit så låg att förmågan att producera ungfisk är reducerad (Havs- och vattenmyndigheten 2021b) och under 2018 var rekryteringen den svagaste som har uppmätts (ICES 2020a). Detta resulterade senare i ett nödstopp av torskfiske på östra beståndet under mitten av 2019 som skulle gälla hela 2020. Då beståndet ännu inte har återhämtat sig förlängdes detta stopp under hela 2021 och nu har det även förlängts att gälla under hela 2022 (Havs- och vattenmyndigheten 2020a, Havs- och vattenmyndigheten 2021d). För att skydda båda torskbestånden ytterligare



har även fiske som riktas in på andra arter förbjudits med alla typer av redskap under perioden 15 maj–15 augusti. Undantag förekommer under specifika förutsättningar, men fisket är kraftigt begränsat för allt yrkes- och fritidsfiske i havet söder om Skåne, dvs. ICES område 24 (Havs- och vattenmyndigheten 2021c).

Tillståndet för torsken i hela Östersjön har försämrats över tid av flera anledningar. En av de främsta anledningarna är det historiskt höga fisketrycket. Men även andra faktorer påverkar populationerna negativt, till exempel brist på föda, syrefattiga bottenar, predation på torskägg, och parasiter (Köster och Möllmann 2000, Haarder m.fl. 2014, Svedäng och Hornborg 2014, Limburg och Casini 2019, ICES 2020c, Havs- och vattenmyndigheten 2021b). Det är viktigt att ta i beaktande, när bedömningar görs för hur torsk påverkas av etablering av vindkraft, att torskpopulationer är ständigt under påverkan av en rad olika faktorer och att det kan finnas flera faktorer som har en större påverkan än det som vindkraft kan orsaka. Det kan således innebära att anläggning och drift av vindkraft till havs av ekologiska skäl får en högst begränsad effekt i förhållande till andra faktorer som genererar en större dynamik i fiskpopulationen.



**Figur 5.** Karta över områden i närheten av Triton där det sannolikt kan förekomma torsklek (HELCOM 2021). A och B = Huvudsakliga lekområden för västra beståndet, C = Ej huvudsakligt lekområde för vare sig västra eller östra beståndet och D = Huvudsakligt lekområde för östra beståndet.

#### 4.1.3 Demersala fiskar

Fiskar som lever på eller i nära anslutning till botten, dvs. demersala fiskar, är vanligt förekommande i både djupa och grunda områden i Östersjön, söder om Skåne. En stor del av havsområdet domineras av mjukbottnar, bestående av lera och gyttja (Länsstyrelsen 2020, Beisiegel m.fl. 2019, Tiblom m.fl. 2021a).

##### *Sandskädda (Limanda limanda)*

Sandskädda är mer vanlig i västra Östersjön än i den östra delen där salthalten begränsar spridningen (ICES 2020a, Rau m.fl. 2019). Beståndet i Östersjön tillhör troligen samma bestånd som Kattegattbeståndet (ICES 2020a). Arten föredrar mjuka bottnar av sand och lera nära kusten, där de har bentiska djur i sedimenten som huvudsaklig föda (Havs- och vattenmyndigheten 2021b). Samtidigt är sandskäddan en opportunistisk art som även kan äta fisk (Kullander m.fl. 2012). Under lekperioden, april-juni, migrerar sandskädda mot djupare vatten, vanligtvis runt 30 meter eller djupare (Havs- och vattenmyndigheten 2021b).

##### *Skrubbskädda (Platichthys flesus)*

Skrubbskädda, som är en art som är livskraftig enligt Artdatabankens listning, uppehåller sig i alla svenska havsområden utom Bottenviken. Arten är främst en marin art men kan även klara av sötvattenförhållanden och lever främst av ryggradslösa djur på botten (Kullander m.fl. 2012). Speciellt unga fiskar verkar föredra att hålla sig i grundare områden med lägre salthalt (Andersen m.fl. 2005). Beståndet i Östersjön, söder om Skåne, har minskat kraftigt sen slutet av 80-talet men under 2010-talet har en ökning noterats (Havs- och vattenmyndigheten 2021b).

Historiskt har arten ansetts ha två lektyper, en kustlekande typ med bottenlevande ägg och en utsjölekande typ som leker i djupare områden där äggen sprids i den fria vattenmassan (ICES 2020a, Havs- och vattenmyndigheten 2021b). Det har på senare tid dock påvisats att dessa lektyper är genetiskt skilda och den kustlekande typen fick namnet östersjöflundra (*Platichthys solemdali*) (Momigliano m.fl. 2018, Jokinen m.fl. 2019). Då det ännu inte görs skillnad på dessa arter inom BITS-undersökningen så behandlas dessa två arter som endast skrubbskädda i denna rapport. Vidare förekommer östersjöflundran i större utsträckning i norra och centrala Östersjön och är mer ovanlig i de södra delarna (Havs- och vattenmyndigheten 2021b), därmed är det troligt att endast skrubbskädda förekommer inom området för vindpark Triton.

##### *Rödspätta (Pleuronectes platessa)*

Rödspättan lever nergrävda i sedimenten på sand- eller lerbottnar ner till cirka 50 meters djup, där den lever på diverse bottenlevande djur (Havs- och vattenmyndigheten 2021b). I Arkonahavet räknas rödspätta som tillhörande Östersjöbeståndet medan rödspätta i Bälthaven och Västerhavet tillhör Nordsjöbeståndet. I Östersjön sker leken på cirka tio meters djup och resulterande ägg och larver förs sedan med strömmar till lämpliga



uppväxtområden (Nissling m.fl. 2002, Havs- och vattenmyndigheten 2021b). Enligt Nissling m.fl. (2002) kan rödspätta leka i Arkonahavet och Bornholmsbassängen. De leker även sporadiskt i Gdansk djupet och Gotlandsbassängen (Havs- och vattenmyndigheten 2021b).

Rödspätta fiskas i Arkonahavet (ICES 2020a). Beståndet har visat på en ökning sedan 2001 och beståndets lekbiomassa är idag över den gräns där arten får svårt föröka sig (ICES 2021, Havs- och vattenmyndigheten 2021b). Artens beståndstatus är därmed god och fiskekvoten för 2022 har därför ökat med 25 % (Havs- och vattenmyndigheten 2021c).

## 4.2 Fältundersökningar

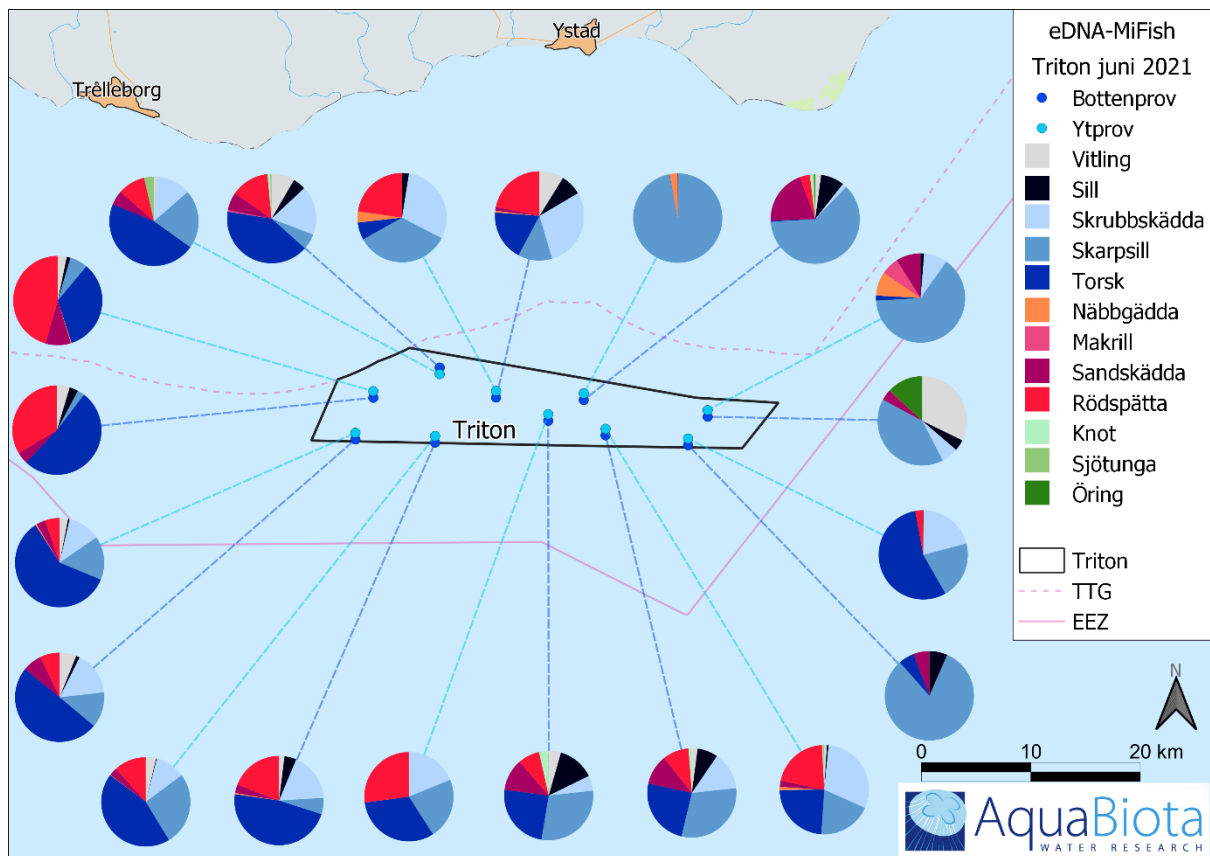
### 4.2.1 eDNA

#### *Juni 2021*

Totalt noterades 23 fiskarter i eDNA-provtagningarna utförda i juni 2021. En detektion kunde bestämmas till släkte (taxonomisk nivå över art). Fiskarna som påträffades var över lag typiska för parkområdet och regionen i stort. De vanligast förekommande arterna var skarpsill som ingick i samtliga 20 prover, samt rödspätta och torsk som detekterades i 19 av 20 prover. Dessa arter hade även de högsta proportionerna avseende detekterade sekvenser. Efter dessa tre arter var skrubbskädda, vitling, sandskädda och sill vanligast. Det förekom tre rödlistade arter i proverna; torsk, vitling och fyrtömmad skärlånga (*Enchelyopus cimbrius*) (Birgersson och Andersson-Li 2021).

Det förekom för regionen mer sällsynta arter i undersökningen som randig sjökock (*Callionymus lyra*), rödtunga (*Glyptocephalus cynoglossus*), bergskädda (*Microstomus kitt*), tunga (*Solea solea*) och knot (*Chelidonichthys gurnardus*). Vid tillfället för analys var det inte möjligt att skilja mellan olika arter av simpor (*Myoxocephalus* sp) och tobisfiskar (*Ammodytes* sp). Sekvensen för *Myoxocephalus* sp var en perfekt match till både rötsimpa (*M. scorpius*) och hornsimpa (*M. quadricornis*), vilka inte går att skilja på denna gen. Detektionen tillhör troligen rötsimpa då hornsimpa främst förekommer längre norrut i Östersjön samt i sjöar i mellersta Sverige.

Sekvensen för *Ammodytes* sp. matchar med arterna kusttobis (*A. tobianus*) och havstobis (*A. marinus*). Då havstobis endast förekommer sporadisk längst den svenska västkusten tillhör detektionen med största sannolikhet kusttobis som är vanligt förekommande längs alla svenska kuster (Birgersson och Andersson-Li 2021). Dessa arter detekterades dock i låga proportioner vilket indikerar en mindre utbredning än till exempel torsk, rödspätta, skrubbskädda och skarpsill. Proportioner av detekterade sekvenser inom varje prov för de tolv vanligast förekommande arterna visas i Figur 6.



**Figur 6.** Det planerade verksamhetsområdet med provtagningspunkterna för eDNA i juni 2021, och artfördelningen i proportioner av de tolv vanligaste arterna vid respektive provpunkt. Mörkblå punkt = Bottenprov, grön punkt = Ytprov.

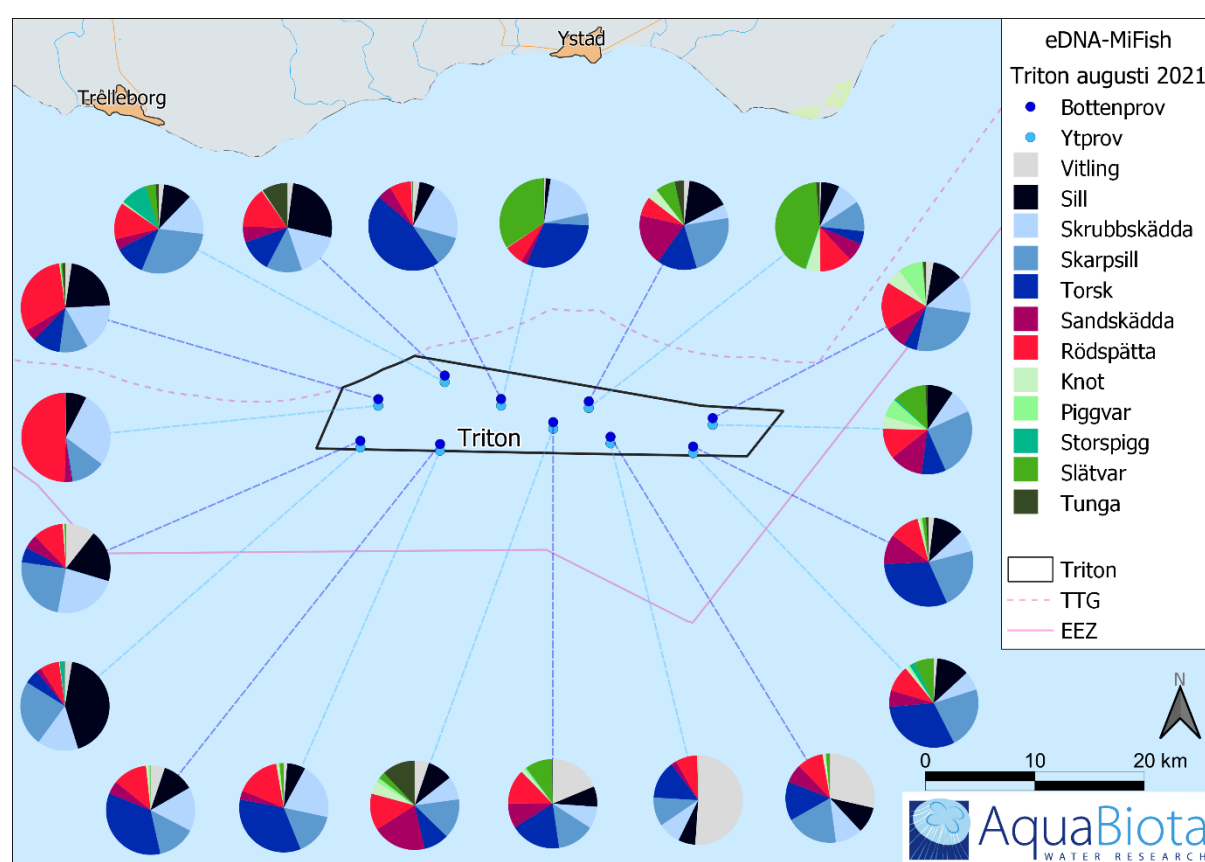
## Augusti 2021

I provtagningen detekterades totalt 33 taxa (dvs. arter, eller grupper av arter) vid de tio lokaler som provtogs för eDNA. Av totalt 33 taxa kunde 32 bestämmas till art och ett till släkte (taxonomisk nivå över art). Det detekterades alltså fler arter i augusti jämfört med juni. Fiskarna som detekterades var över lag typiska för de besökta lokalerna och regionen i stort.

Likt eDNA-resultaten för juni var de vanligast förekommande arterna skarpsill, sill, skrubbskädda, rödspätta, sandskädda och torsk som detekterades i samtliga 20 prover. Även vitling, slätvar (*Scophthalmus rhombus*) samt knot var vanligt förekommande och noterades i 19 av 20 prover. Sju rödlistade arter detekterades i inventeringen inklusive torsk (sårbar), vitling (sårbar), kolja (*Melanogrammus aeglefinus*, sårbar), kummel (*Merluccius merluccius*, sårbar), fyrtömmad skärlånga (nära hotad), långa (*Molva molva*, starkt hotad) och havskatt (*Anarhichas lupus*, starkt hotad).

Regionens mer sällsynta arter som observerades var randig sjökock, rödtunga, bergskädda, tunga och knot. Vidare detekterades ansjovis och marulk (*Lophius piscatorius*) i ett prov vardera, samt havskatt i 2 av 20 prover. Ansjovis är en sporadisk besökare till den svenska västkusten men har även påträffats ett fåtal gånger tidigare i Östersjön. Marulk är allmän i Västerhavet men har också tidigare observationer i Öresund. Även havskatt är allmän längs västkusten men förekommer också i sällsynta fall i Öresund och de västligaste delarna av Östersjön (SLU 2020).

Proportioner av detekterade sekvenser inom varje prov visar på en klar dominans av torsk, skarpsill, skrubbskädda och rödspätta. Proportioner av detekterade sekvenser inom varje prov för de tolv vanligast förekommande arterna visas i Figur 7.



**Figur 7.** Det planerade verksamhetsområdet med provtagningspunkterna för eDNA i augusti 2021, och artfördelningen i proportioner av de tolv vanligaste arterna vid respektive provpunkt. Mörkblå punkt = Bottenprov, grön punkt = Ytprov.

#### 4.2.2 Provfiske

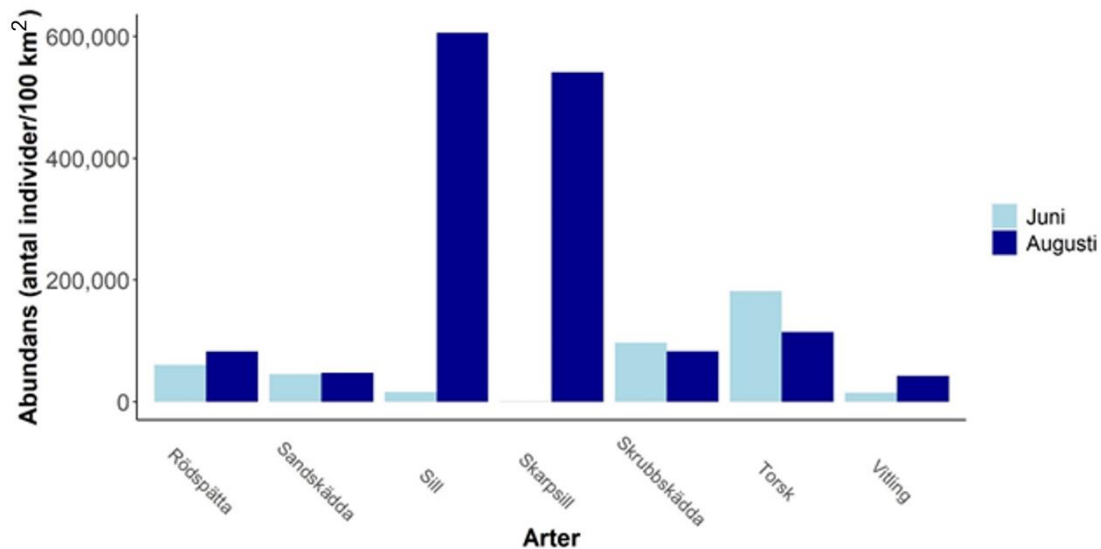
Provfiske med trål utfördes inom vindparksområdet i juni och augusti 2021 enligt BITS-manualen (ICES 2014b). Syftet med trålprovfisket var att undersöka den rumsliga fördelningen av speciellt torsk, skrubbskädda, skarpsill och sill men även de mer sällan förekommande arternas fördelning i vindparksområdets bottenzon.

##### *Arter och antal*

I juni fångades totalt 8 105 individer, vilka tillhörde elva arter och ett släkte (taxonomisk nivå över art). I augusti fångades totalt 29 478 individer, där 14 arter ingick. Det fångades därmed mycket fler individer i augusti jämför med juni. I juni fångades det fler individer och en större biomassa av fisk i västra delen av parkområdet (station 1–5, Figur 2). I augusti fångades det något fler individer i områdets västra del men en något större biomassa fångades i parkområdets östra del (station 6–10, Figur 2). Dock var denna skillnad mellan den östra och västra delen av parkområdet inte signifikant i augusti.

De vanligaste förekommande arterna var torsk, sill, skarpsill, skrubbskädda, rödspätta, sandskädda och vitling. Inslaget av ung torsk var stor och kommersiell storlek på plattfisk var vanligt förekommande. I juni var fångsten av torsk och skrubbskädda något större jämfört med augusti. I augusti var fångsten av rödspätta, sandskädda, vitling något större än i juni (Figur 8).

Givet storleken på trålen gick det att beräkna hur många kvadratmeter som trålades per tråldrag. Utifrån det beräknades medelvärdet av antalet individer per art på alla tråldrag (Figur 8). Den totala abundansen var högre inom parkområdet i augusti jämfört med juni. I jämförelse med BITS-data från vintern 2020/2021 var det ett större antal individer som fångades i trålprovfisket i juni och augusti.



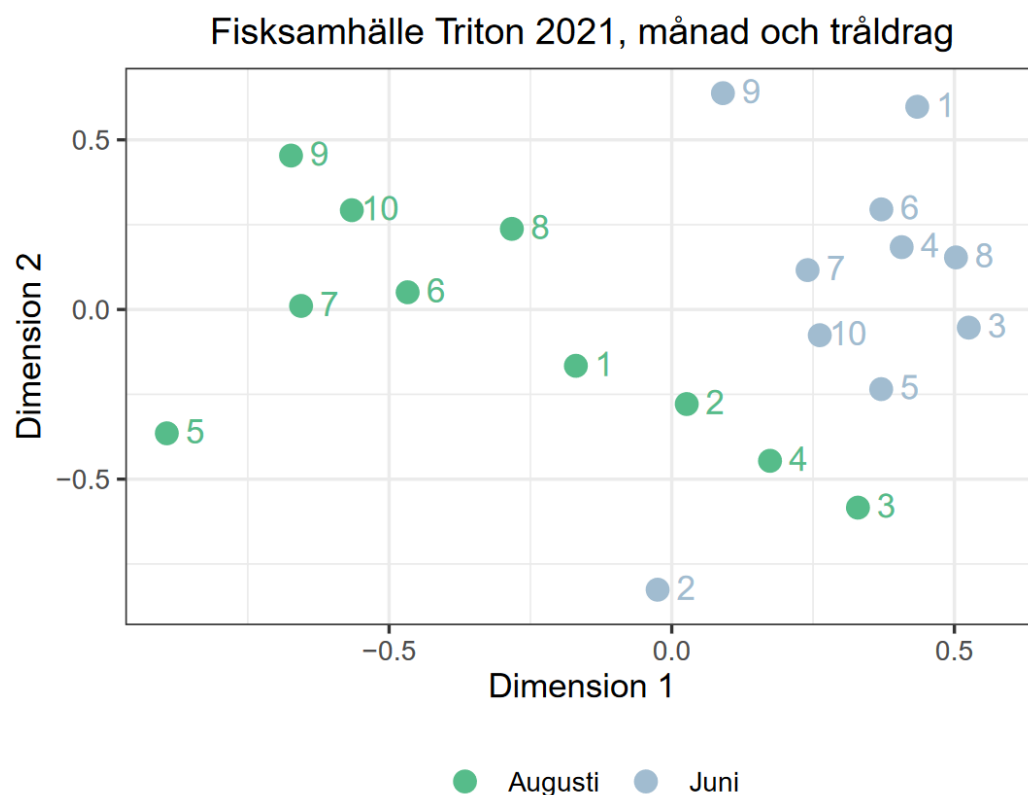
**Figur 8.** Antal individer per 100 km<sup>2</sup> utifrån trålprovfisket i juni respektive augusti av de sju vanligaste arterna.

Färre förekommande arter i fångsterna var fyrtömmad skärlånga, tunga, piggvar (*Scophthalmus maximus*), rötsimpa, oxsimpa (*Taurulus bubalis*) och sjurygg (*Cyclopterus lumpus*). Sjurygg förekom endast under trålfisket i juni. Observationer av vitling i fält under augusti visade på att det fanns en storleksförändring av arten i juni och augusti då flertalet större individer observerades i juni och små individer återfanns i augustis provtagningar. Något fler individer av vitling observerades i augusti än i juni (Figur 8). BITS-data ifrån verksamhetsområdet visar på en ökning av juvenila individer sedan 2017 i området. Vitlingens föda består av bland annat små evertebrater (Kullander m.fl. 2012) och den födosöker sannolikt inom verksamhetsområdet.

Resultatet av den multivariata nMDS-analysen visar att det var en skillnad i fisksamhällen (som beaktar både artantal och antal individer) mellan månaderna juni och augusti. I juni var fisksamhället genomgående mer likt i parken, jämfört med augusti som visade på en större variation. Provtagningspunkter över arter detekterade i juni överlappar i begränsad omfattning med arter detekterade i augusti, vilket indikerar att fisksamhällena skiljer sig åt i struktur mellan juni och augusti.

Det fångades ett signifikant större antal skarpsill, fyrtömmad skärlånga, tunga och sill i augusti jämfört med juni (Figur 8) medan det fångades mer sjurygg i juni. Det var ingen större skillnad i torskförekomst mellan juni–augusti. En svag liknelse i fisksamhälle mellan de två säsongerna kan ses i Figur 9 då fisksamhället till viss del överlappar i fångsterna från tråldragen 1–4 i augusti och tråldragen 2, 7, 5 och 10 i juni. Skrubbskädda, sandskädda och rödspätta visade inte någon skillnad i fångst mellan de två

provfisketillfällena. Dessa tre arter är också vanligt förekommande i Östersjön söder om Skåne enligt BITS-data som samlas in under vintertid.



**Figur 9.** Multivariat analys (nMDS) över hur fisksamhällena skiljer sig åt mellan juni och augusti 2021. Varje punkt representerar fisksamhället i ett tråldrag i förhållande till andra tråldrag. Om två punkter är nära varandra är det en indikation på att de är samma typ av arter i liknande mängd. Givet att de gröna punkterna för augusti och de ljusblå punkterna för juni grupperar sig på olika sätt visar det att fisksamhällena till stor del skiljer sig åt mellan provtagningstillfällena.

### Torsk

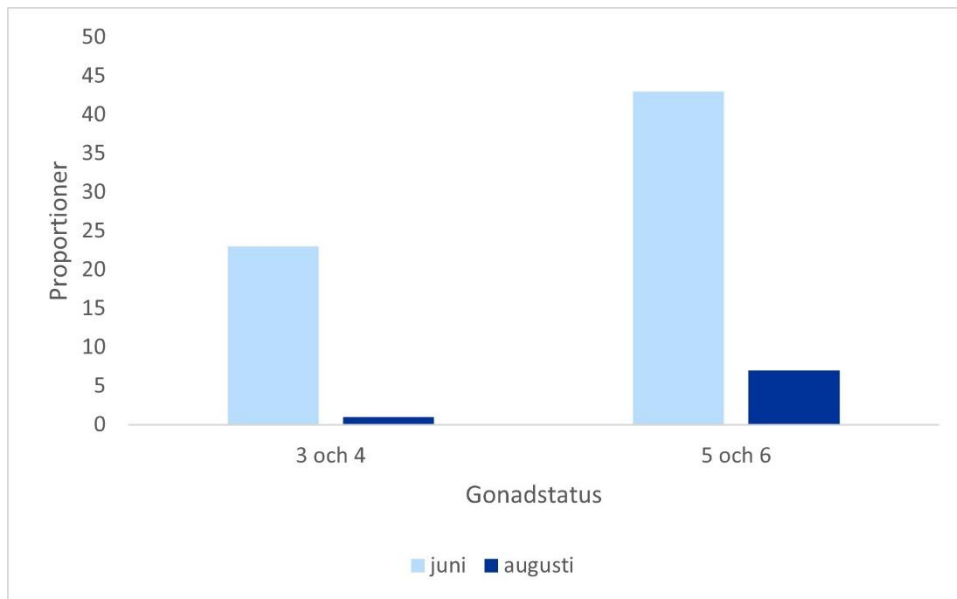
För att bedöma om torsk lekte öppnades bukhålan upp på torsk och gonadernas färg, form, storlek och placering i bukhålan bedömdes utifrån bilder och beskrivningar i Tomkiewicz m fl. (2002). Manualen är framtagen för att standardisera bedömningen av gonadstatus i torskpopulationen för ICES område 25–32, genom att förenkla visuell bedömning i fält med hjälp av bild och textbeskrivningar. Bedömningsskala för lek beskrivs i Tabell 3.

Förekomsten av lekmogen torsk skiljde sig åt mellan juni och augusti (Figur 10), torsken som provtogs under juni månad var mitt i lek eller i början av lek (mellan tre och sex i bedömningsskalan) till skillnad mot torsken i augusti som var utlekta (sju och högre i

bedömningsskalan) (Tabell 3). Eftersom de flesta torsk lekter i juni är det sannolikt mestadels torsk från den östra populationen som har fångats i trålprovfisket (Nissling och Westin 1997, Bleil m.fl. 2009), då västra beståndet leker som mest intensivt under januari-april (Vitale m.fl. 2005, Bleil m.fl. 2009).

**Tabell 3.** För att bedöma lekmognad hos torsk har gonader (könskörtlar) analyserats för varje individ. Gonadstatus bedöms i en skala från ett-tio och noteras som hane respektive hona. Förklaringstabell för bedömning av lekmognad av torsk (Tomkiewicz m fl. 2002)

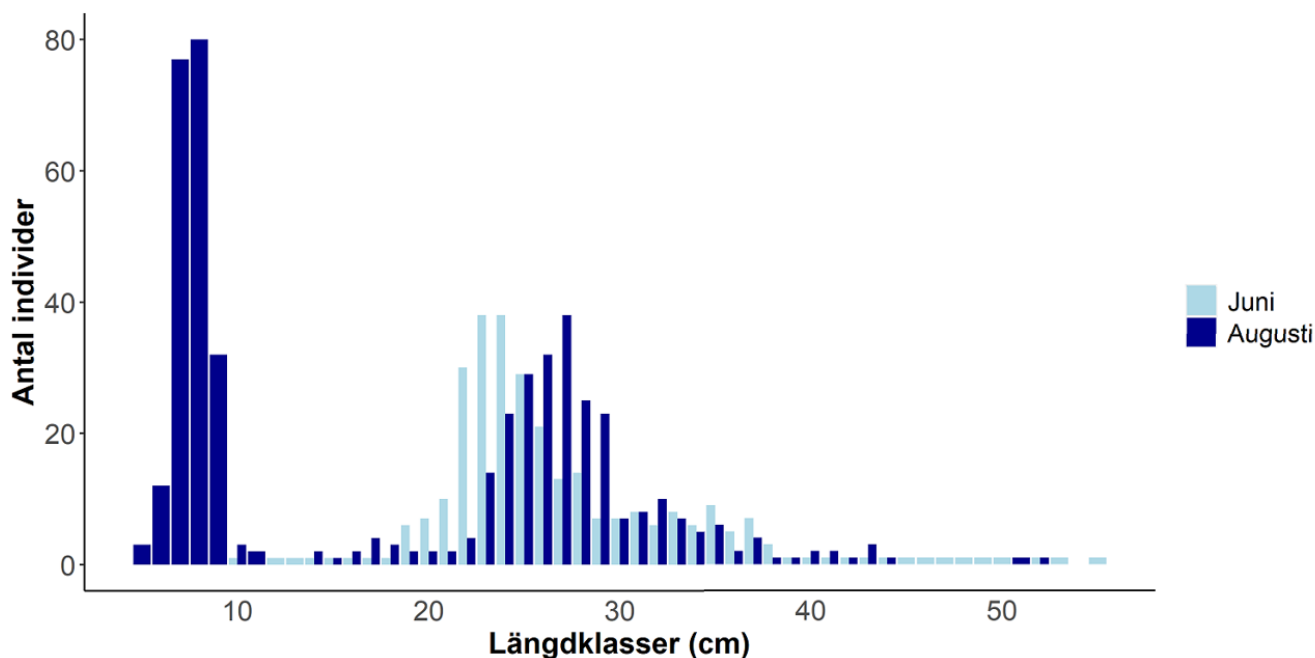
Gonadstatus	Beskrivning
1	Juvenil fisk
2	Förberedelse för lek
3	Mognad steg 1
4	Mognad steg 2
5	Initial lek
6	Huvudsaklig aktiv lek
7	Leken avstannar
8	Lek avslutad
9	Återhämtning av gonader
10	Hämmad fertilitet



**Figur 10.** Sammanslagna proportioner av totalfångesten som bestod av lekmogen torsk med gonadstatus tre-fyra (förberedelse för lek) och fem-sex (initial och huvudsaklig lek) fångade med trål i Tritons vindparksområde under juni och augusti 2021. Totalt antal fångade lekande honor: 187 i juni och en individ i augusti. Lekande hannar: 190 i juni och fem individer i augusti.

En variation i storlek av torsk observerades vid de två provfisketillfällena under 2021, med fler juvenila individer i augusti. I juni, under lekperioden, var torsken större i kroppsstorlek och fler till antal än i augusti (Figur 11). Individer under 16 cm bedöms här tillhöra 2020 års rekrytering (Fey och Lindowski 2006).





**Figur 11.** Antal torskindivider per längdklasser, mätt i hela cm, i vindpark Triton under juni och augusti 2021.

#### 4.2.3 Analys provfiske och eDNA

Det var flertalet arter som endast detekterades i eDNA-inventeringen vilket visar att det finns fler arter i parkområdet än vad som kommer fram i trålfisket. Trålfiske är enligt ICES-metoden främst riktat mot demersala arter som undersöks över lång tid vilket kan göra att pelagiska och bentopelagiska arter riskerar att bli underrepresenterade. Med eDNA kan dock dessa arter detekteras. Även sällsynta och rödlistade arter, samt snabbsimmande och större individer som kan undfly trålen detekteras med eDNA. Därmed kan eDNA ge en mer heltäckande bild av artsammansättningen jämfört med traditionellt provfiske. Trålfiske kan dock bidra med viktig information rörande antal, storlek och generell information om fiskars hälsa. Det går dessutom att utföra gonadstatusbedömningar, ta vävnads- och otolitprover och undersöka vikt-längd förhållanden, samt även få fram information om eventuella parasiter och sjukdomar.

##### *Juni 2021*

I eDNA-analyserna var torsk, skrubbskädda, rödspätta, sandskädda och vitling de vanligaste förekommande arterna, vilket också visades i provfisket. Skarpsill var mycket frekvent i eDNA-analysen i juni (Figur 6), men fångades i mycket små mängder i fisket vid samma tillfälle. Detta kan bero på att skarpsillen står högre upp i vattenmassan under vår och tidig sommar (Stepputtis m.fl. 2011) när bottenvattnet är kallt. Skarpsillen undviker kalla temperaturer (<4° Celsius) och är utspridd vertikalt i vattenmassan över haloklinen som under denna period utgör en fysiologisk gräns för arten (Stepputtis m.fl. 2011).

Analysen med CTD-utrustning (CTD = conductivity, temperature, depth) påvisade kalla botten temperaturer, cirka 4–5°C inom parkområdet under fältundersökningarna i juni och varmare temperaturer i augusti, cirka 15–16°C. Därmed är det sannolikt att skarpsill förekom i likartad utsträckning i juni som augusti, vilket eDNA-inventeringen även styrker.

#### *Augusti 2021*

Totalt fångades tolv arter i trålprovfisket medan det detekterades totalt 33 taxa (arter eller högre taxonomiska nivåer) i eDNA-analysen. Detta visar återigen på att många arter går oupptäckta vid enbart undersökningar med trålprovfiske. De vanligaste arterna i trålprovfisket överensstämde med de vanligaste arterna i eDNA-analysen, men flera för området mer sällsynta arter noterades endast i eDNA-analysen.

Vanligast förekommande arter i eDNA-inventeringen var sill, skarpsill, torsk, skrubbskädda, rödspätta, vitling och sandskädda vilket väl överensstämmer med fynden i trålprovfisket. Skarpsill och sill var även vanligast förekommande i provfisket, till skillnad ifrån provtagningen i juni. Det kan eventuellt förklaras av att det enligt CTD-mätningarna var en högre vattentemperatur vid botten, vilket betyder att arterna står närmare botten och därför fångas i bottentrålen. Vitling, slätvar (*Scophthalmus rhombus*) samt knot var också vanligt förekommande i eDNA-provtagningen, men endast vitling fångades i provfisket.

Mer sällsynta arter som endast detekterades i eDNA-inventeringen var marulk, havskatt, långa, knot, randig sjökock, anjovis, rödtunga och bergskädda. Tunga var den enda mer sällsynta arten som återfanns i både trålfisket och eDNA-inventeringen.

### 4.3 Rödlistning

Några fiskarter i sydvästra Östersjön är listade i Artdatabankens rödlista (SLU 2020), HELCOM:s rödlista (HELCOM 2013) och OSPAR:s lista över hotade och minskande arter (OSPAR 2008) (Tabell 4). Listorna kan skilja sig åt i sina bedömningar av en arts risk att dö ut, då de har olika intervall för nya bedömningar och inkluderar olika havsområden. Ett tydligt exempel är piggvar som enligt HELCOM är nära hotad (NT) men enligt Artdatabanken är livskraftig (LC), vilket skulle kunna bero på att HELCOM:s bedömning är äldre och omfattar ett större område. Artdatabankens rödlista utgår istället ifrån en arts hotstatus i en specifik region och en ny bedömning görs vart femte år. I HELCOM:s rödlista ingår arter som lever i Östersjöområdet och utgår från kriterier framtagna av IUCN (HELCOM 2013). HELCOM:s senaste klassificeringar av hotstatus är från 2013. OSPAR har ingen klassificering, utan listar de arter de anser är hotade eller minskande inom deras zoner och ger rekommendationer.

De rödlistade arter som är vanligast i sydvästra Östersjön är torsk och vitling (ICES 2014a). Torsk av både det västra och östra beståndet är spridda i sydvästra Östersjön då

arten är mycket rörlig och förekommer både i öppet vatten och vid botten (Kullander 2012 Länsstyrelsen 2020). Vitling är också en art som rör sig mellan öppet vatten och botten och kan söka föda över stora områden (Havs- och vattenmyndigheten 2021b). Fyrtömmad skärlånga, ål, öring och kolja som alla är listade i både Artdatabankens och HELCOM:s rödlistor, har under de senaste tio åren regelbundet observerats under BITS-undersökningar. Det finns även observationer av andra rödlistade arter som till exempel långa, havskatt, flodnejonöga (*Lampetra fluviatilis*) och piggvar inom området. I OSPAR:s lista ingår några fiskarter som förekommer eller kan förekomma i sydvästra Östersjön, där de mest regelbundna är ål och torsk.

I eDNA-analysen i juni förekom torsk (sårbar, VU), vitling (VU) och fyrtömmad skärlånga (nära hotad, NT). Torsk, vitling och fyrtömmad skärlånga förekom även i trålprovtagningen i juni. I augusti förekom sju rödlistade arter i analysen; torsk, vitling, kolja (*Melanogrammus aeglefinus*, VU), kummel (*Merluccius merluccius*, VU), fyrtömmad skärlånga, långa (starkt hotad, EN) och havskatt (EN) medan i trålprovtagningen så återfanns bara fyra arter, torsk, vitling, fyrtömmad skärlånga och piggvar.

**Tabell 4.** Reproducerande arter i sydvästra Östersjön (Skåne län) som är klassificerade i Artdatabankens (SLU 2020) och HELCOM:s rödlistor för fisk (HELCOM Red List of Fish and Lamprey Species). Arter med asterisk\* har lyfts fram av OSPAR som arter som behöver stärkt skydd (OSPAR 2008).

Art		Status HELCOM	Status Artdatabanken
Havskatt	<i>Anarhichas lupus</i>	Starkt hotad (EN)	Starkt hotad (EN)
Ål*	<i>Anguilla anguilla</i>	Akut hotad (CR)	Akut hotad (CR)
Fyrtömmad skärl.	<i>Enchelyop. cimbrius</i>	Nära hotad (NT)	Nära hotad (NT)
Torsk*	<i>Gadus morhua</i>	Sårbar (VU)	Sårbar (VU)
Kolja	<i>M. aeglefinus</i>	Nära hotad (NT)	Sårbar (VU)
Vitling	<i>M. merlangus</i>	Sårbar (VU)	Sårbar (VU)
Havsnejonöga	<i>Petromyz. marinus</i>	Sårbar (VU)	Starkt hotad (EN)
Piggvar	<i>Scophth. maximus</i>	Nära hotad (NT)	Livskraftig (LC)
Flodnejonöga	<i>Lampetra fluviatilis</i>	Nära hotad (NT)	Livskraftig (LC)

### Fiske

Det finns ett pågående fiske riktat mot rödlistade arter i havet söder om Skåne även om det är reducerat jämfört med hur det var tidigare. En jämförelse längre tillbaka i tiden vad gäller fångst av vitling visar på en långsiktig kraftig reduktion då 1 % av den ursprungliga fångsten under 1940-talet landas idag (SLU 2017). Den akut hotade europeiska ålen är, med ett fåtal undantag av tillåtna fisketillstånd, helt fredad från fiske (Havs- och vattenmyndigheten 2019). Torskfisket på östra beståndet i Östersjön är helt

stoppat i ICES område 24, 25–30 sedan 2019, med undantag av område 24 för vissa mindre fartyg med kraftig begränsning (Havs- och vattenmyndigheten 2020a, Havs- och vattenmyndigheten 2021c). Fiske på västra beståndet beslutades att också stoppas under hela 2022 då detta bestånd också anses vara under säkra biologiska gränser (Havs- och vattenmyndigheten 2021c).

## 4.4 Ekosystem

### *Näringsväv*

Det marina ekosystemet som kännetecknar området för vindpark Triton domineras av mjukbottnar med postglacial lera, lergyttja och gyttja (Tibblom m.fl. 2021a). Miljön skapar förutsättningar för vissa typer av interaktioner mellan organismer. Mjukbottnarna har till exempel olika arter av havsborstmaskar, musslor och andra evertebrater som kan bli föda för fisk (Länsstyrelsen 2020). Typiska mjukbottenfiskarter är demersala plattfiskar som finner sin föda på botten som till exempel skrubbskädda, sandskädda och rödspätta (Pethon och Svedberg 1998, SLU 2020, Havs- och vattenmyndigheten 2021a).

Bentopelagiska arter rör sig mellan botten och upp i vattnet vilket skapar ytterligare interaktioner mellan botten och de fria vattenmassorna. I det öppna vattnet finns det gott om plankton som är en huvudföda för skarpsill. Fisk är också föda för fågel och säl i området. Tillsammans skapar dessa olika interaktioner en näringsväv inom hela ekosystemet.

Den mänskliga faktor som påverkar fisken mest i området är fisket. Bottentrålning inverkar på demersala fiskars diet, givet att hela bottenfaunan påverkas av aktiviteten (Eggleton m.fl. 2018, Havs- och vattenmyndigheten 2021b). En tydlig påverkan i sedimenten kan urskiljas på grund av trålspåren på havsbotten i Arkonahavet (SLU 2016, Bunke m.fl. 2019).

### *Sjöfåglar*

Skåne är ett område som lockar till sig ett stort antal fåglar inte minst givet vårens och höstens flyttstråk. Natura 2000-området Sydvästskaanes utsjövattens nordvästra del är ett övervintringsområde för andfåglar. Dock är området inte utpekat enligt fågeldirektivet (SPA) (Naturvårdsverket 2021). Det intilliggande Natura 2000-området Falsterbo-Foteviken, nordväst om Sydvästskaanes utsjövatten, är ett övervintringsområde för en rad olika sjöfåglar (Naturvårdsverket 2021).

Sjöfåglar påverkar marina arter genom sitt födointag från havet. En studie över sjöfåglars konsumtion i Östersjön och Västerhavet konstaterade att sjöfåglar åt cirka 630 000 ton fisk årligen (Barrett m.fl. 2006). I sydvästra Östersjön består denna konsumtion av flera olika fiskarter, bland annat torsk, sill, abborre och flera arter plattfisk (Hansson 2018). Dock håller fåglarna sig till de västra delarna av Natura 2000-området Sydvästskaanes

utsjövatten vilka ligger långt ifrån vindpark Triton (Tiblom m.fl. 2021b), och därmed bör predationstrycket från fåglar på fisk inom parkområdet vara lågt.

### *Säl*

I havet söder om Skåne finns gråsäl (*Halichoerus grypus*), och även knobbsäl (*Phoca vitulina*) kan förekomma (HELCOM 2018). Säl är vanligt förekommande vid Måkläppen utanför Falsterbo där de även reproducerar sig (Länsstyrelsen 2018a). Inom Natura 2000-områdena Falsterbohalvöns havsområde och Sydvästskaanes utsjövatten är båda arter utpekade (Naturvårdsverket 2021).

Sälen utgör en viktig del av ekosystemet. De påverkar fiskbeståndens storlek och sammansättning lokalt då varje individ konsumerar flera kilo fisk om dagen (Naturhistoriska riksmuseet 2012). Scharff-Olsen m.fl. (2019) undersökte knobbsälars diet med data från perioden 1968–2013 och konstaterade att deras huvudsakliga diet bestod av tobisfiskar och sandskädda (Scharff-Olsen m.fl. 2019), som finns i havet söder om Skåne (ICES 2014a). En annan rapport konstaterade att torsk, rödspätta och sill är viktiga födokällor (Naturhistoriska riksmuseet 2012). Vidare har säl observerats söka föda kring fundamenten som en sannolik följd av reveffekten, då fisk aggregerar runt vindkraftverk (Andersson och Öhman 2010).

Gråsälars diet är mycket varierad men består till stor del av skarpsill, sill och torsk (Tverin m.fl. 2019). Gråsäl äter också tumlare (Leopold m.fl. 2015). Gråsälpopulationerna i Östersjön minskade kraftigt under 60- och 70-talen till följd av jakt och miljögifter (Hårding och Härkönen 1999, Härkönen 2011), idag är gråsälpopulationen i Östersjön stor och består av mer än 40 000 djur. Detta har bidragit till en ökning av parasiter i torsk, då säl är en viktig del i parasiternas livscykel (Haarder m.fl. 2014, Sokolova m.fl. 2018).

### *Tumlare*

I sydvästra Östersjön förekommer tumlare från Bälthavspopulationen. Tumlare från denna population är vanligare i de västra delarna (Benke m.fl. 2014, Mikkelsen m.fl. 2016). Tumlare förekommer också nordost om ön Rügen (Gallus m.fl. 2012). Tumlares diet kan variera, men de har en hög konsumtion av fisk vilket troligen beror på artens höga energiomsättning som gör att de kontinuerligt behöver inta föda. Andreassen m.fl. (2017) uppskattar att det årliga intaget av torsk inom Bälthavspopulationen hos vuxna tumlare står för 36 % av hela deras födointag, men sill och smörbultar utgör också en stor del av populationens föda (Sveegard m.fl. 2012). Tumlare, liksom säl, kan söka sig till undervattensstrukturer för att hitta föda (Scheidat m.fl. 2011).

## 5 PÅVERKAN PÅ FISK

### 5.1 Anläggningsfas

#### 5.1.1 Ljud

##### *Fiskars hörsel*

Fiskar har generellt en utvecklad hörselförmåga (Popper m.fl. 2019). Viktiga organ för att uppfatta ljud är örat, simblåsan och sidolinjen. Hörseln används för att fiskar till exempel ska kunna upptäcka en predator, söka föda, orientera sig och för att kommunicera. Hörselförmågan varierar mellan arter och beror på anatomin av hörselorganen.

Det finns arter som endast använder örats förmåga att uppfatta ljud, som till exempel plattfiskar, tobiskung och makrill, men som saknar övriga organ som stödjer hörseln (Naturvårdsverket 2000, Gorska m.fl. 2005, Farm 2006). Flertalet arter har en simblåsa som ger ökad hörselförmåga, såsom torskfiskar. Dessa kallas hörselgeneralister (Axelsen 1999). Det finns dessutom fiskar, så kallade hörselspecialister, som har en förbindelse mellan simblåsan och innerörats hörselben, vilket ytterligare förbättrar förmågan att uppfatta ljud.

##### *Ljud i havet*

Människans aktiviteter kan skapa ljud i vatten och idag finns det många olika källor till ljud som kan påverka marina organismer (Duarte m.fl. 2021). De ljud som är mest påtagliga i vatten kommer från sjötrafiken (Kikuchi 2010, Tougaard m.fl. 2020). Störande ljud kan påverka fiskars beteenden (Wahlberg och Westerberg 2005, Bruintjes och Radford 2013).

Förhöjda ljudnivåer kan ge stressreaktioner och fisk kan röra sig ifrån ljudet (Slotte m.fl. 2004, Smith m.fl. 2004). Närhet till kraftiga ljud kan orsaka temporär hörselnedsättning (TTS, temporary threshold shift). Är ljudet tillräckligt starkt kan det leda till en permanent hörselnedsättning (PTS, permanent threshold shift).

##### *Vindkraft och ljud*

När vindkraftverk anläggs till havs kan ljudnivåer uppnås som kan ha en effekt på fisk. Hur fisk påverkas beror på faktorer som ljudstyrka och artsammansättning. En viktig fråga är också hur mycket fisk det finns i ett område. Mängden fisk kan i vissa delar av svenska havsområden vara så lågt att det är få fiskar som blir påverkade. Ljudet sprids också olika beroende på djup, botten typ och vattenmiljö. Bottenmiljön vid området för Triton utgörs främst av mjukbotten av lera (Emeis m.fl. 2002, Beisiegel m.fl. 2019, Bunke m.fl. 2019). Noterbart är att mjukbottenmiljöer har bättre ljudabsorptionsförmåga än hårda bottenar.

Ett vanligt sätt att montera olika typer av strukturer till havs är att påla ner dem i botten vilket orsakar ljud (Andersson m.fl. 2016). Det är också den metod som används för att förankra vindkraftsfundament av monopile-typ (Tsouvalas 2020). Det är den fundamentstyp som här används för att beskriva ett worst case-scenario. Att förankra ett monopile-fundament till havs tar en till två dagar varav själva pålningsarbetet normalt tar cirka sex timmar. Om en fisk uppehåller sig i närheten av ett område där pålning startar kan det orsaka beteendeförändringar, som till exempel flykt, samt även påverka hörselorganet (Mueller-Blenkle m.fl. 2010a, Mueller-Blenkle m.fl. 2010b, Halvorsen m.fl. 2012a, Halvorsen m.fl. 2012b, Debusschere m.fl. 2016).

Som ovan nämnt kan hörseln variera bland arter. De som har en bättre hörselförmåga är sannolikt mer känsliga för pålningsljud, samtidigt som arter kan skilja sig åt när det gäller hörselfrekvensområden. I Tabell 5 visas effekten när det gäller torsk och sill som är hörselgeneralist respektive hörselspecialist. Det betyder att de till stor del är representativa för de flesta fiskarterna i området förutom plattfiskar, och några andra arter som saknar simblåsa.

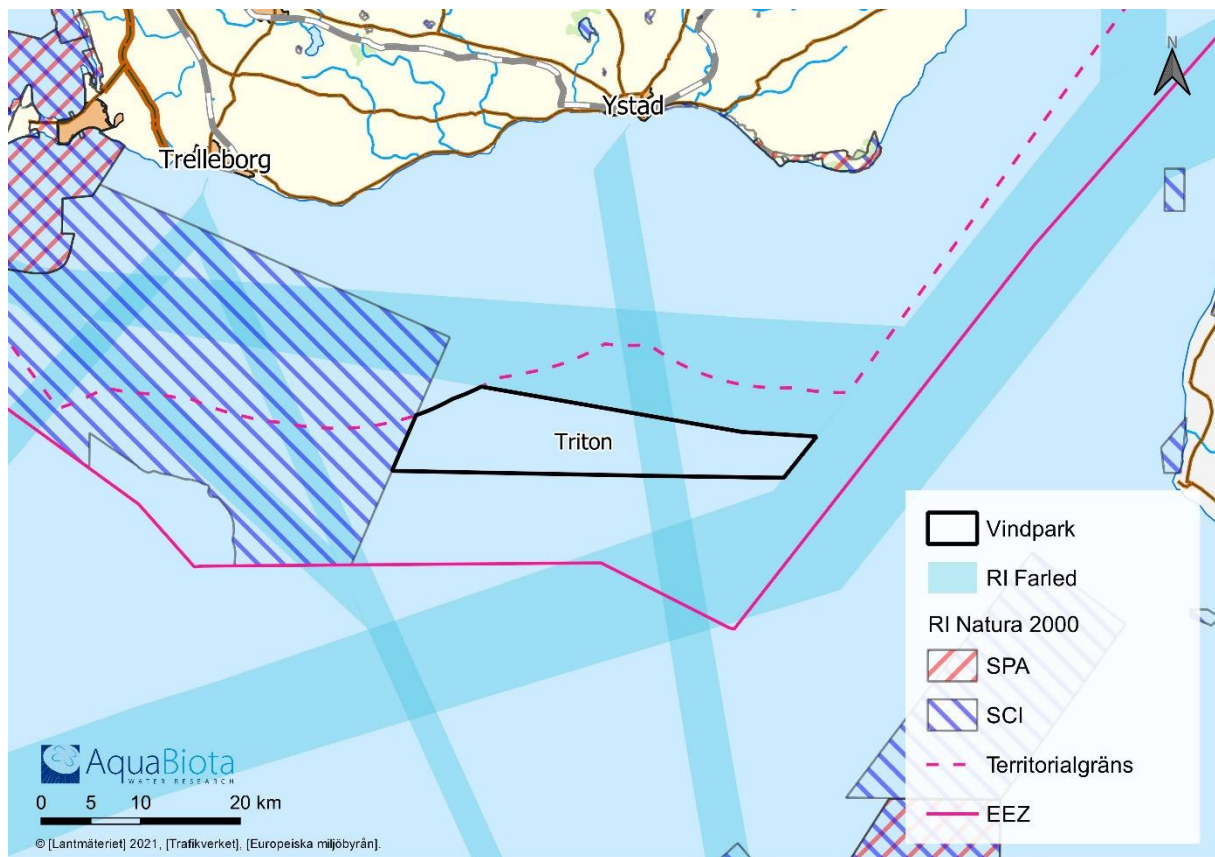
Bedömningen är att det ljud som genereras under anläggningen skulle kunna ha en temporär inverkan på fisk som uppehåller sig inom några kilometer från anläggningsplatsen. Ljudet kan leda till en beteendereaktion eller en temporär hörselnedsättning (Mueller-Blenkle m.fl. 2010a, Mueller-Blenkle m.fl. 2010b, Halvorsen m.fl. 2012a, Halvorsen m.fl. 2012b). Ljud inom ett tiotal meter kan vara skadligt (Tabell 5), och ge permanent hörselnedsättning, men fisk kommer sannolikt inte uppehålla sig inom det området givet att de kommer skrämmas bort av den initiala verksamheten med arbetsbåtar, förankring mm.

Utöver vuxen fisk kan även fisklarver och fiskägg påverkas av ljud (Popper och Hawkins 2016). Bolle m.fl. (2012) visade dock att trots att fisklarver utsattes för 100 slag om 206 dB re 1mPa<sup>2</sup>s, som motsvarade pålning från ett avstånd av 100 m, noterades ingen effekt. Värt att notera är att fisklarver och fiskägg för flertalet arter är utspridda över stora områden, i den så kallade pelagiska fasen, då de följer vattenströmmarna. Om det skulle finnas fisklarver eller fiskägg som påverkas negativt av ljud så utgör de en mycket liten del av den totala mängden. Således, om pålningsljud påverkar fisklarver och fiskägg i byggområdets närhet, bedöms effekten vara obetydlig på fiskpopulationsnivå (Andersson m.fl. 2016). Sill lägger förvisso sina ägg på botten men har en pelagisk larvfas (Havs- och vattenmyndigheten 2020b). Sannolikheten är dock liten att sill leker inom det planerade verksamhetsområdet för vindpark Triton.

Fiskar kan störas av motorljud från fartyg (Brintjes och Radford 2013, McCormick m.fl. 2018). Utöver ljud som relaterar till arbetet med att bottenförankra ett vindkraftsfundament blir det även ljud från den ökade båttrafiken under den dagen fundamentet monteras, samt ytterligare några dagar för montering av torn, maskinhus och rotor. En ökad sjötrafik är nödvändig, dels för att kunna genomföra arbetet kring vindkraftverken, dels för att transportera ut material och personal till byggnadsplatsen. Samtidigt kan det konstateras att det redan finns en närvaro av sjötrafik inom det



föreslagna parkområdet, och i närliggande områden på grund av fiske och annan kommersiell sjötrafik. Längs Tritons norra och östra gräns finns det vältrafikerade farleder, samt en ytterligare farled som går igenom parken (Figur 12). Efter anläggningsfasen kommer det förekomma en begränsad båttrafik i området för underhåll av vindkraftverken.



**Figur 12.** Farleder och Natura 2000-områden i anslutning till Triton. SPA = skyddat enligt fågeldirektivet. SCI = skyddat enligt art- och habitatdirektivet.

### Torsk och ljud

Torsk har som de flesta fiskar en simblåsa och karaktäriseras som hörselgeneralist (Kastelein m.fl. 2008, Hawkins och Popper 2020). Torsken hör inom ett frekvensområde som ligger mellan 18 och 470 Hz, med en lägsta hörseltröskel på 75 dB re 1  $\mu$ Pa vid 160 Hz (Andersson m.fl. 2016). Torsken använder hörseln för att kommunicera sinsemellan. Hannar producerar ett lågfrekvent ljud under leken med hjälp av en muskel som påverkar simblåsan (Fudge och Rose 2009). Dessa ljud ingår som en del i ett välutvecklat lekbeteende (Hawkins och Picciulin 2019). Externa ljudkällor skulle kunna påverka torskars lekbeteende om ljuden är inom samma frekvens. Samtidigt uppehåller sig torskarna nära varandra under lek vilket skulle kunna göra dem mindre känsliga. Ett exempel på att torsklek fungerar, trots mycket buller från sjöfart, är leken i Öresund.



Öresund är ett av världens mest trafikerade vattenområden (Vieira m.fl. 2020) samtidigt som det har en mycket aktiv torsklek (Havs- och vattenmyndigheten 2020b).

Det finns ett flertal studier som undersökt hur torsk reagerar på ljud (Hawkins och Popper 2020, Hammar m.fl. 2014, Mueller-Blenke m.fl. 2010a). I ett forskningsprojekt utfört av Kastelein m.fl. (2008) konstaterades att torsken inte visade någon reaktion på det ljud de utsattes för trots att ljudnivån nådde uppåt 160 dB. Ett skäl som framfördes var att torsk är en rovfisk med ett, i jämförelse med flertal andra arter, djärvt beteende. Det kan förklara att de i vissa fall kan uppvisa ett beteende av att vara opåverkade av ljud som de ändå uppfattar. Det finns dock också undersökningar som visar att torsk kan påverkas av störande ljud. Mueller-Blenke m.fl. (2010a) noterade att torsk som utsattes för pålningsljud blev stressade och försökte fly undan, även om det fanns indikationer på tillvänjning. Pålningsljud från monopile-installationer lyftes fram av Hammar m.fl. (2014) som en särskild risk för torsk i Kattegatt i förhållande till andra effekter av havsbaserad vindkraft, som ansågs utgöra en mindre risk. Hammar m.fl. (2014) menade att i synnerhet lekperioden var känslig. Studien av Hammar m.fl. (2014) tog dock inte hänsyn till existerande tekniska lösningar som kan reducera ljudproblematiken.

I en studie utförd av NIRAS (2021a) undersöktes ljudutbredningen inom vindpark Triton. Denna visade att ljudet från anläggningsplatsen av en monopile kan leda till temporär hörselnedsättning (TTS) inom en radie av upp till 7,2–9,9 kilometer för vuxen torsk och 10,9–14 kilometer för juvenil torsk, beräkningarna utgick från att en dubbel bubbelgardin (DBBC) och en Hydro Sound Damper (HSD) användes. På sill är denna påverkan något kortare, mellan 6,4–9,1 kilometer (Tabell 5). Effekten varierade till viss del beroende på vilken del av parken analysen utgick ifrån. Distansen till ljudet är en viktig faktor. Om en fisk kontinuerligt simmar ifrån ljudkällan minskar effekten ju längre ifrån ljudkällan fisken kommer. Dessutom blir effekten mindre ju fortare fisken simmar eftersom tiden den spenderar i en högre ljudnivå minskar.

Enligt studien av NIRAS (2021a) finns det en risk för fysiska skador men det gäller området i direkt anslutning till anläggningsplatsen. Som ovan beskrivet är det ett område som fisk sannolikt kommer att ha lämnat innan det blir starka ljud då den initiala verksamheten kommer att skrämma bort fisken. Att fisk lämnar området går dessutom att påskynda med hjälp av artificiella ljud (se nedan om FaunaGuard). Tillämpligheten av denna analys ska ställas i relation till hur mycket fisk som finns inom ljudstörningsradien under de timmar som pålning pågår samt vilka skyddsåtgärder som används.

**Tabell 5.** Dataanalys med distanser för temporär hörselnedsättning (TTS), respektive fysiologiska skador, på torsk och sill i relation till ljud som uppstår vid monteringen av ett vindkraftsfundament av typen monopile samtidigt som en dubbel bubbelgardin (DBBC) och Hydro Sound Damper (HSD) används (NIRAS 2021a).

Art	Flykt [m/s]	Position	Skyddsåtgärd	SEL <sub>C</sub> 24h, oviktad [m]	
				TTS	Skada
Torsk juvenil	0.38	Position 1	HSD-DBBC	14 000	<25
		Position 2	HSD-DBBC	13 200	<25
		Position 3	HSD-DBBC	13 300	<25
		Position 4	HSD-DBBC	10 900	<25
Torsk vuxen	0.9	Position 1	HSD-DBBC	9 900	<25
		Position 2	HSD-DBBC	8 800	<25
		Position 3	HSD-DBBC	9 400	<25
		Position 4	HSD-DBBC	7 200	<25
Sill	1.04	Position 1	HSD-DBBC	9 100	<25
		Position 2	HSD-DBBC	7 900	<25
		Position 3	HSD-DBBC	8 500	<25
		Position 4	HSD-DBBC	6 400	<25
Larver och ägg	0	Position 1	HSD-DBBC	-	550
		Position 2	HSD-DBBC	-	500
		Position 3	HSD-DBBC	-	520
		Position 4	HSD-DBBC	-	500

"-" Inget tröskelvärde

Som tidigare nämnts, när det gäller torskleken i Arkonahavet är den av mindre betydelse i förhållande till andra lekområden. Det, med god marginal, viktigaste lekområdet för östra torskbeståndet är Bornholmsdjupet, öster om Bornholm och de viktigaste lekområdena för västra bestånden är Mecklenburgbukten, Kielbukten och Danska Bält samt även Öresund (Nissling och Westin 1997, Bleil och Oeberst 2002, Vitale m.fl. 2005, Bleil m.fl. 2009, Hüsey 2011, HELCOM 2021) (Figur 5). Det bör också noteras att sett till hela området i havet söder om Skåne där det skulle kunna förekomma torsklek utgör vindparksområdet endast 7 %. Följaktligen, om ljudet från anläggandet av vindkraftsfundament skulle påverka lekande torsk i havet söder om Skåne så skulle det ändå ha en obetydlig effekt på östra, respektive västra, bestånden. För övrigt är det värt att notera att det som driver många av de insatser som görs idag, för att skydda torsk, är att skydda vuxna individer för att gynna rekryteringen och tillväxten på lång sikt.

## *Geofysiska och geotekniska anläggningsundersökningar*

Inom Triton planeras geotekniska undersökningar med vibrocorer, spetstrycksondering (CPT) och borrhning. Undersökningarna kan även inbegripa geofysiska undersökningar som till exempel multibeam, sonar och seismik. Geofysiska undersökningar har visats kunna påverka fisk (McCauley m.fl. 2003, Slotte m.fl. 2004).

Arbetet utförs under en begränsad tid och med användning av skyddsåtgärder (se nedan), till exempel mjuk uppstart när det är nödvändigt, för att bland annat se till att fisk inte uppehåller sig i närheten av undersökningarna. Även ljudet från fartyget kan leda till att fisk simmar ifrån området innan undersökningen börjar. Eftersom arbetet utförs under begränsad tid och med mjuk uppstart, bedöms påverkan på fisk till följd av ljudpåverkan från de geotekniska och geofysiska undersökningarna vara liten.

### *Skyddsåtgärder*

Vid byggandet av vindpark Triton kommer skyddsåtgärder tillämpas. Bullerreducerande teknik, som bubbelgardin eller motsvarande, kommer användas för att reducera ljudutbredningen. Pålningen kommer dessutom inledas med så kallad mjuk uppstart, som börjar med mjuka hammarslag om cirka 10–15 % av maximal styrka, vilket följs av en "ramp up", alltså en ökning i styrka av hammarslagen. Denna skyddsåtgärd minskar påverkan på fisk i och med att fiskarna har lämnat närområdet innan pålning med full styrka inleds, givet att många arter som till exempel torsk, sill och skarpsill kan simma längre sträckor på kort tid (Pethon och Svedberg 1998).

Fisk kan även skrämmas bort innan grundläggningsarbetet påbörjas, med ljud som inte är skadligt men som besvärar fisk, så att de söker sig bort från området (Naturvårdsverket 2008). En sådan teknik är till exempel "FaunaGuard" som forskare i Nederländerna har utvecklat och som används vid vindkraftsetableringar i Nordsjön för att aktivt hålla borta fisk och tumlare från ett anläggningsområde (van der Meij m.fl. 2015).

### *Bedömning - Ljud*

- Ljud under anläggningsfasen kan påverka fisk som uppehåller sig i närheten av en byggnadsplats när vindkraftsfundamenten grundläggs. Hur stor effekten blir beror bland annat på ljudets styrka, storleken på fiskpopulationen, om och vilka fiskar som uppehåller sig i området, samt vilka skyddsåtgärder som vidtas för att reducera effekten.
- Vissa arter kommer uppfatta ljudet från anläggningsarbetet. Pålningsljud kan orsaka en tillfällig reaktion och en temporär hörselnedsättning för arter som är hörselgeneralister och hörselspecialister om de är kvar inom området. Bedömningen är att påverkan är liten negativ och känsligheten liten till måttlig. Konsekvensen blir därför mycket liten till liten beroende på art.
- Som ovan nämnt kan fisklarver vara tåliga för pålningsljud men om fisklarver, eller fiskägg, skulle påverkas av ljud så är det en liten yta i förhållande till det stora

område de normalt är utspridda över i den pelagiska fasen (när fiskägg och fisklarver flyter i vattenmassan). Den naturliga mortaliteten för fisklarver och ägg är stor. Bedömningen är att en eventuell lokal påverkan från ett anläggningsarbete skulle utgöra en försumbar del av den naturliga variationen.

- När det gäller torsk, och hur ljudet från pålning kan påverka leken i havet söder om Skåne är det av central betydelse att beakta östra, respektive västra, torskbeståndens lek i ett större perspektiv. Den med god marginal huvudsakliga leken förbestånden sker i Bornholmsdjupet för östra beståndet, och i Mecklenburgbukten, Kielbukten och Danska Bält samt Öresund för västra beståndet. Arkonahavet, som lekområde, har alltså en begränsad påverkan på respektive bestånds fortlevnad och utveckling.
- Utöver att Arkonahavet är av mindre vikt som lekområde kan det tilläggas att vindparken utgör endast 7 % av hela det möjliga lekområdet i Arkonahavet. Det betyder att om det blir en temporär påverkan på torsklek i området under anläggningsfasen skulle det vara i en begränsad del av en möjlig torsklekpopulationen i Arkonahavet.
- Utifrån bedömningsmetodiken, och hur torskleken skulle kunna påverkas, skulle påverkans storlek och omfattning i relation till leken i Arkonahavet, och hur viktig Arkonahavet som lekområde egentligen är i ett större perspektiv där andra viktigare lekområden beaktas, vara obetydlig vilket gör att konsekvensen är försumbar.
- Geofysiska anläggningsundersökningar kan ha en temporär effekt på fisk, men aktiviteten är begränsad till några dagar och en mjuk uppstart kommer att användas. Bedömningen är att påverkan är liten negativ och känsligheten måttlig. Konsekvensen blir därför liten.

#### *Slutsats*

- Den samlade bedömningen är att konsekvenserna av ljudpåverkan på fisk under anläggningen av vindpark Triton är mycket liten till liten.

### 5.1.2 Sedimentering

#### *Sediment i vattnet och fisk*

Förhöjda nivåer av suspenderat material kan påverka fisk på olika sätt, samtidigt som det ofta finns en tolerans för variation i sedimentkoncentrationer, och i havet har fisk en god möjlighet att röra sig ifrån eventuella sedimentplymer (Wilber och Clarke 2001, Kemp m.fl. 2011). Karlsson m.fl. (2020) lyfter fram i en kunskapssammanställning att koncentrationer på upp till 100 mg/l, som varar i upp till 14 dagar, generellt har en liten påverkan på fisk. Noterbart här är att utöver koncentrationen är också varaktigheten av sedimentplymen av central betydelse (Newcombe och MacDonald 1991).

Det finns olika effekter av suspenderat material på fisk. Det kan till exempel handla om beteendeförändringar, ökad stress, andningssvårigheter, försämrad sikt eller ökad mortalitet. Ägg är vanligtvis mer känsliga för suspenderat material än vuxen fisk, och fisklarver är mer känsliga än både ägg och vuxen fisk (Auld och Schubel 1978, Moore 1977, Westerberg m.fl. 1996, Partridge och Michael 2010). En större fisk är generellt inte lika känslig för suspenderat material som en mindre fisk, bland annat för att större fiskar har en lägre risk att partiklar fastnar i gälarna (Karlsson m.fl. 2020).

Suspenderat material kan störa fisklarvers födointag och andning (Berg och Northcote 1985, Zingel och Paaver 2010, Lowe m.fl. 2015). Det finns också en beteendemässig sida till fisklarvers känslighet för suspenderat material eftersom de, till skillnad från vuxna fiskar, har svårare att flytta ifrån ett område med mycket sediment. Samtidigt bör det noteras att fisklarver generellt klarar mer suspenderat material än vad som är naturligt förekommande i havet (Karlsson m.fl. 2020). Vidare bör det nämnas att majoriteten av arterna i området har pelagiska ägg och larver som flyter med strömmar och är naturligt utspridda, de är alltså inte koncentrerade till ett specifikt område (André m.fl. 2016, Coombs m.fl. 2001).

Under den pelagiska fasen är den naturliga nivån av mortalitet mycket hög. Det betyder att en eventuell negativ påverkan från suspenderat material blir en försumbar del som ryms inom den naturliga variationen. Sill lägger förvisso sina ägg på botten men har en pelagisk larvfas (Havs- och vattenmyndigheten 2020b). Det finns dock inte några lekområden för sill i det planerade verksamhetsområdet.

En funktionell grupp beskriver hur fiskar lever, vad de äter etc. Känsligheten för suspenderat material kan variera mellan olika funktionella grupper. Bottenknutna mjukbottenarter, till exempel plattfiskar som skrubbskädda och rödspätta, har generellt en högre tolerans till förhöjda koncentrationer av sediment givet att de naturligt uppehåller sig nära botten med sediment (Moore 1977, Karlsson 2020). Tåligheten kan också variera beroende på vad fiske äter, där till exempel rovfiskar generellt är mer tåliga än planktonätande fiskar (Johnston och Wildish 1981, 1982, Westerberg m.fl. 1996). Torsk är en rovfisk som har hög tålighet vad gäller suspenderat material i vattnet. I ett akvarieexperiment utsattes torsk för en koncentration på 550 mg/l (Humborstad m.fl. 2006). Trots den höga koncentrationen överlevde torsken, och en fysiologisk anpassning av gälarna noterades över tid. Emellertid föredrar torskar klart vatten över vatten med låga koncentrationer av suspenderat material, om de har möjligheten att välja (Westerberg m.fl. 1996).

### *Vindkraft och grumling av vattnet*

I samband med att vindkraftsfundamenten installeras kan bottensediment röras upp och spridas i vattnet, sediment kan även frigöras när sjökablar placeras på botten eller spolats ner i bottensubstratet. I en studie från Lillgrunds vindpark undersöktes det hur en ökad sedimentering från anläggning av gravitationsfundament påverkade småfisk, som är mer känsliga än större fiskar (Hammar m.fl. 2008). Någon negativ effekt på småfisken kunde dock inte konstateras.

Anläggandet av ett fundament tar normalt sex timmar. Sediment frigörs när monopiles behöver borraras ner, vilket är ett worst case-scenario, men det är endast en mindre andel av monopile-fundamenten som kommer behöva borraras när vindpark Triton anläggs. Även andra fundamentstyper kan bli aktuella som till exempel gravitationsfundament eller fackverksfundament som också kan generera en viss sedimentspridning, men i mindre omfattning än monopile-fundament som borraras.

Om anläggningen av en vindpark frigör tillräckligt stora mängder sediment under en tillräckligt lång tid, finns det en risk att det kan ha en lokal påverkan på fisk. Som tidigare nämnt klarar fisk generellt koncentrationer på upp till 100 mg/l i upp till 14 dagar, vilket är högre nivåer än vad som är normalt vid borrning av monopiles. Enligt sedimentspridningsanalysen som genomförts för denna undersökning (NIRAS 2021b) kommer suspenderat sediment med en koncentration om 100 mg/l att högst spridas från ett fundament mindre än 20 hektar och koncentrationsnivån kommer ha sjunkit under 100 mg/l inom tolv timmar.

I området för vindpark Triton fiskas det med trål. Monteringen av vindkraftverk frigör sediment som kan påverka fisk, men denna lokala påverkan bör ställas i relation till den sedimentering som trålfisket orsakar, eftersom trålfiske i dagsläget är vanligt förekommande i området (se 1).

### Box 1. Fiske och sediment

Bottentrålning skapar en betydande resuspension (uppvirvlande av sediment) (Palanques m.fl. 2001). När sedimentbotten trålas gräver sig trålningsutrustningen ner några centimeter i sedimentet, vilket skapar en plym av suspenderat sediment. Plymen sprider sig åt alla håll i vattenkolumnen och når vanligtvis sedimentkoncentrationer på mellan 100–300 mg/l (De Madron m.fl. 2005, Palanques m.fl. 2001). Grumligheten i vattnet som uppstår i samband med trålning kan öka i upp till 28 timmar efter påbörjad trålning (Palanques m.fl. 2001). Enligt De Madron m.fl. (2005) uppgår maximum för de finaste sedimenten till  $540 \text{ g/m}^2 \text{ s}^{-1}$  och för grövre sediment till  $150\text{--}210 \text{ g/m}^2 \text{ s}^{-1}$ . Denna grumlighet sträcker sig vanligtvis två meter över botten och 10 % av allt resuspenderat sediment kan finnas kvar i 4–5 dagar efter trålningstillfället (Palanques m.fl. 2001). Det mesta sediment, cirka 2/3, har dock vanligtvis fallit till botten inom 30 minuter (De Madron m.fl. 2005, Palanques m.fl. 2001), men resterande suspenderat sediment fortsätter att spridas i vattenkolumnen. Den sedimentering som anläggningen av vindkraft genererar är en belastning som pågår under en begränsad tid, som i bedömningen kan ställas i relation till den sedimentspridning fisket orsakar. I Tritonområdet bottentrålas efter bland annat rödspätta, piggvar och skrubbskädda (Bergland m.fl. 2021). När fisket efter torsk stoppades under 2020 (och är fortsatt stoppat under 2021), har fisket i havet söder om Skåne minskat drastiskt. När fisket kommer att återgå till tidigare volymer är för tidigt att uttala sig om. Denna jämförelse utgår ifrån hur fisket var innan stoppet. Därmed beräknas sedimentspridning från bottentrålning under perioden 2015–2019. Under perioden 2015–2019 trålades det totalt 759 gånger inom vindpark Triton (Havs- och vattenmyndighetens VMS databas 2021), vilket motsvarar cirka 152 drag per år. År 2010 använde 217 fiskebåtar uttertrål med en samlad motorstyrka om 64 243 kW. Detta betyder att fiskebåtarna i genomsnitt hade en motorstyrka om 296 kW (European Parliament 2010). Utifrån beräkningarna från O'Neill och Summerbell (2011) och informationen om den genomsnittliga motorstyrkan på fiskebåtar kan det totala frigörandet av sediment från bottentrålning inom Triton uppskattas. Om det antas att varje båt har en motorstyrka om cirka 296 kW så frigörs cirka 108 kg sediment för varje meter som trålas. Ett tråldrag kan pågå i flera timmar, hur långt det dras varierar beroende på säsong. I genomsnitt pågår ett tråldrag i cirka 9 timmar och dras med en hastighet på mellan 3–4 knop, vilket betyder att ett tråldrag i genomsnitt blir cirka 14 kilometer långt. Om Triton sammanlagt trålas med cirka 152 tråldrag per år, och att respektive tråldrag är 14 kilometer långt, innebär det att det frigörs cirka 229 800 ton sediment per år, bara inom parkområdet. Om man räknar på att en vindparks livslängd är runt 45 år, skulle denna tidsperiod motsvara en sedimentspridning från trålfisket på cirka 10 300 000 ton sediment. Detta är uppskattade mängder men visar på att det svenska trålfisket i området frigör enorma mängder sediment. Till detta tillkommer även bottentrålning av andra nationer (Bergland m.fl. 2021). Vid bedömning av hur sedimentspridning kan komma att påverka fiskfaunan i området bör även nollalternativets effekter tas i beaktande. Nollalternativet innebär i detta fall att trålning skulle kunna återgå till tidigare volymer. Byggandet av vindkraftverk pågår under en begränsad tid och i ett avgränsat område. Sedimentspridningen från anläggningsarbetena utgör en ytterst liten bråkdel av allt det sediment som normalt frigörs i trålfisket. Etableringen av verksamhetsområdet skulle på sikt kunna minska den totala belastningen av sedimentspridning i området då trålfisket, som en följd av vindparken, långsiktigt reduceras inom parkområdet. Det betyder att de arter som fångas i fisket (målarter och bifångster) fortlever och att en stor sedimentspridning upphör. Som en följd därav får många arter en chans till återhämtning och tillväxt, vilket kan höja den biologiska mångfalden och gynna hela ekosystemet. I synnerhet torskbestånden kan få en god möjlighet till återhämtning då både det västra och östra bestånden idag är i så dåligt skick att inget fiske kan riktas in mot arten.

### *Bedömning - Sedimentspridning*

- Känsligheten för suspenderat material skiljer sig åt mellan olika arter och funktionella grupper. Känsligheten för suspenderat material för de arter som finns inom projektområdet Triton, och angränsande Natura 2000-område, bedöms vara från liten till måttlig.
- När det gäller pelagiska ägg och fisklarver skulle en påverkan av suspenderat sediment vara av mindre betydelse eftersom ägg och fisklarver är spridda över stora ytor, och har en naturligt hög mortalitet, vilket gör att en eventuell påverkan blir en del av en naturlig variation.
- En koncentration om 100 mg/l som är ihållande i två veckors tid är en nivå som flertalet arter och levnadsstadier klarar. För de verk där det borras blir det enligt tidigare nämnda simulering en spridning på, som mest, mindre än 20 hektar med en koncentration om 100 mg/l, som kommer att vara borta inom tolv timmar. Till följd av detta bedöms påverkan från suspenderat material vara obetydlig och konsekvensen för fiskfaunan försumbar.

### *Slutsats*

- Den samlade bedömningen avseende vindpark Tritons påverkan från suspenderat material på fisk, är att konsekvenserna är försumbara.

### **5.1.3 Sammanfattning anläggningsfasen**

Anläggningsfasen är en fas som varar under en begränsad tid. Att montera ett monopile-fundament tar under goda förhållanden mindre än en dag, oftast några timmar. Under den perioden kan verksamheten påverka fisk, i synnerhet när det gäller ljud och frigörelse av sediment (Tabell 6). Höga ljudvolymmer genereras främst i samband med att fundament av monopile-typ pålas ner i botten. Sediment sprids framför allt när monopile-fundament måste borras. De flesta fundament behöver dock inte borras.

När det gäller ljud så kan det, om det når tillräckligt höga nivåer, temporärt påverka fiskars beteende, till exempel genom att de rör sig från ljudet. Enligt beräkningar som presenteras i denna rapport kan ljudnivåer i ett worst case-scenario påverka fiskars hörsel temporärt. För att minska ljudpåverkan kommer skyddsåtgärder att nyttjas med bullerreducerande teknik som bubbelgardin eller motsvarande. Dessutom kommer pålningen inledas försiktigt för att ge fisk möjligheten att röra sig ifrån området. Känslighet för ljud varierar bland de fiskarter som finns i vindpark Tritons verksamhetsområde. Utifrån den bedömningsmetodik som används i denna rapport, under ett worst case-scenario blir konsekvenserna mycket liten till liten.



När det gäller sediment utgår analysen i denna rapport från att 15 % av fundamenten borras vilket är ett worst case-scenario. Frigörelsen av sediment sker då lokalt kring de verk som borras. Spridningen av sediment är inom ett begränsat område på ett tiotal hektar som inte uppnår en nivå av över 100 mg/l i mer än två veckor. Därför blir konsekvensen försumbar.

**Tabell 6.** *Bedömning av påverkan på vindpark Tritons mest vanligt förekommande arter under anläggningsfasen.*

Arter	Påverkansfaktor	Känslighet	Påverkan	Konsekvens
Torskfiskar	Ljud pålning	Måttlig	Liten negativ	Liten
	Sedimentering	Liten	Obetydlig	Försumbar
Sillfiskar	Ljud pålning	Måttlig	Liten negativ	Liten
	Sedimentering	Måttlig	Obetydlig	Försumbar
Plattfiskar	Ljud pålning	Liten	Liten negativ	Mycket liten
	Sedimentering	Liten	Obetydlig	Försumbar
Tobiskung	Ljud pålning	Liten	Liten negativ	Mycket liten
	Sedimentering	Liten	Obetydlig	Försumbar
Taggmakrill	Ljud pålning	Måttlig	Liten negativ	Liten
	Sedimentering	Liten	Obetydlig	Försumbar
Ansjovis	Ljud pålning	Måttlig	Liten negativ	Liten
	Sedimentering	Liten	Obetydlig	Försumbar
Nors	Ljud pålning	Måttlig	Liten negativ	Liten
	Sedimentering	Liten	Obetydlig	Försumbar

## 5.2 Driftfas

### 5.2.1 Reveffekt

#### *Artificiella rev*

Den största påverkan havsbaserad vindkraft har på fisk är det som beskrivs som en reveffekt dvs. att kraftverkets fundament fungerar som ett artificiellt rev. Ett rev är en struktur på botten som främst består av ett hårt material till exempel stenrev eller korallrev. Ett artificiellt rev är en revstruktur som har skapats av människan (Bohnsack 1989, Öhman 2006). Artificiella rev används ofta för att öka mängden fisk inom ett avgränsat havsområde och effekten kan variera beroende på hur de är utformade (Bohnsack och Sutherland 1985, Hylkema m. fl. 2020).

Ett känt artificiellt revområde i Sverige är Hummerreven utanför Göteborg som bildades för att kompensera för att farleden in till Göteborgs hamn breddades och fördjupades (Länsstyrelsen 2007). Ytterligare en typ av struktur som har liknande funktion som

artificiella rev är så kallade "fish aggregation devices" (FAD) vilka är flytande strukturer som är fastsatta i botten (Itano m.fl. 2000, Dempster 2005, Eighania m.fl. 2019).

### *Vindkraftverk som artificiella rev*

Ett vindkraftsfundament kan fungera som ett artificiellt rev och frambringa en livsmiljö för fisk (Bergström m.fl. 2012). Det som är unikt med vindkraftverk jämfört med många andra revtyper är att strukturen penetrerar hela vattenkolumnen från ytan till botten (Figur 13). Det betyder att påverkan inte bara är på botten, utan också att en livsmiljö skapas där det annars hade varit öppet vatten. Givet att strukturen når till ytan får det även en funktion som liknar ovan nämnda "fish aggregation device".

Det finns flera studier som visar på att vindkraftfundamenten genererar en reveffekt med ökat antal fiskar i anslutning till verken. Andersson och Öhman (2010) undersökte vindkraftverk i Kalmarsund i Östersjön och kunde påvisa att det blev en tydlig reveffekt givet den stora mängden fisk som befann sig i nära anslutning till verken. I synnerhet en art, sjustrålig smörbult (*Gobiusculus flavescens*), var mycket vanlig. Lillgrunds vindpark i Öresund har också studerats utifrån möjliga reveffekter av Bergström m.fl. (2013). Studien fastslog att det i synnerhet var fyra arter som ökade i antal i anslutning till reven, nämligen torsk, ål, rötsimpa (*Myoxocephalus scorpius*) och stensnultra.

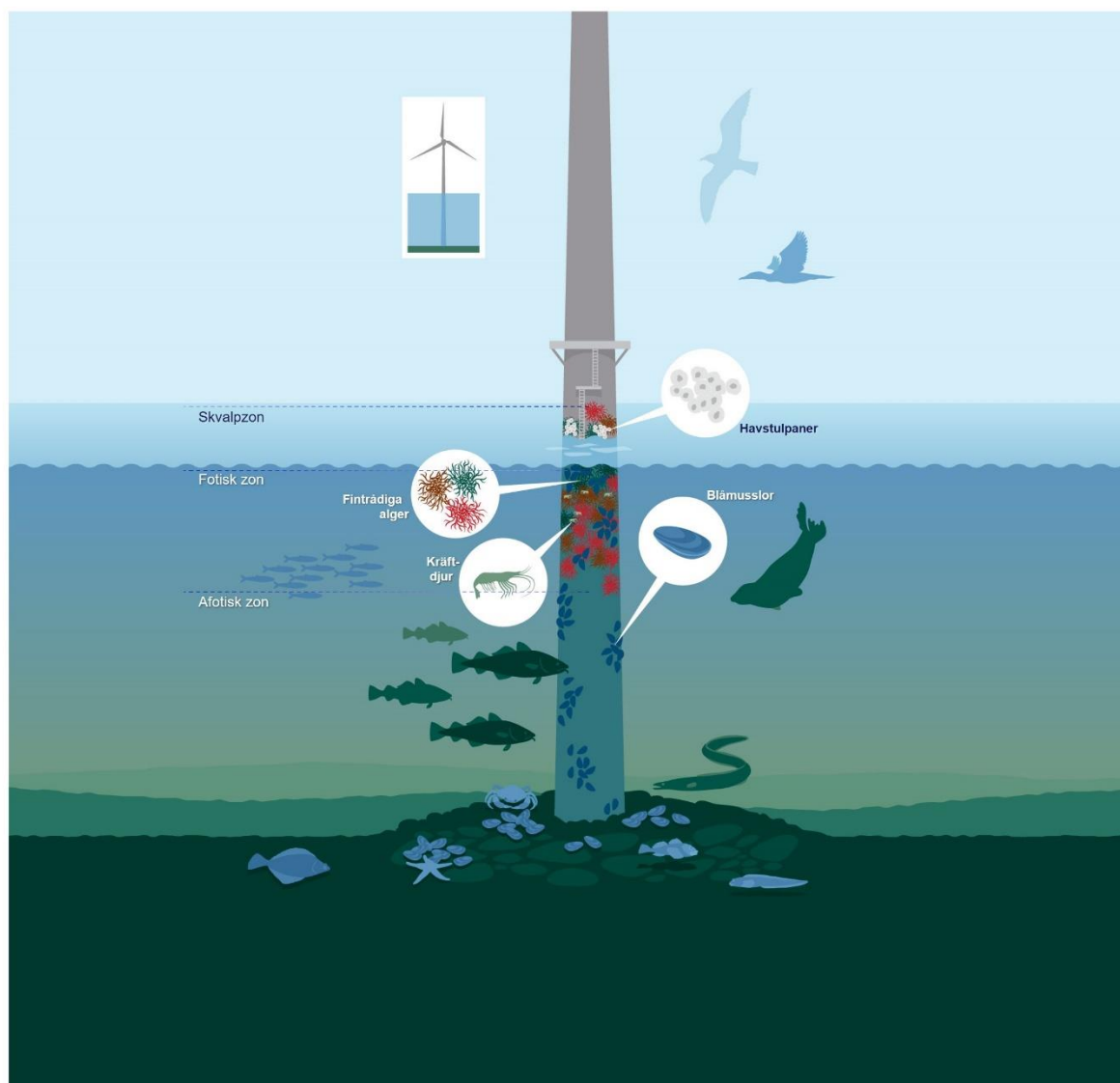
Det finns också studier från andra länder, bland annat från Danmark (Stenberg m.fl. 2015), Tyskland (Krone m.fl. 2013), Nederländerna (van Hal m.fl. 2017) och Belgien (De Troch m.fl. 2013, Reubens m.fl. 2011, 2013, 2014a, Vandendriessche m.fl. 2015), som påvisar att det blir en reveffekt i anslutning till vindkraftsfundament. En art som är av särskilt intresse när det gäller reveffekten är torsk givet att det är en kommersiellt viktig art som samtidigt har dålig status i Östersjön. Ett flertal studier visar att torsk gärna söker sig till, och uppehåller sig kring, vindkraftverk för föda och skydd (Bergström m.fl. 2013, De Troch m.fl. 2013, Reubens m.fl. 2013, 2014a, 2014b, van Hal m.fl. 2017).

När det gäller reveffekten vid vindkraftverken i vindpark Triton så kommer det sannolikt bli en reveffekt för ett begränsat antal arter dvs. det kommer bli mer fisk där fundamenten placeras ut jämfört med hur det var på samma plats innan. Det gäller vid botten jämfört med omgivande mjukbottnar, men också mellan den öppna vattenkolumnen och den tillförda strukturen som penetrerar vattenkolumnen. Detta som ett resultat av att en ny hårbottenmiljö tillförs. En del arter kommer dyka upp vid verken för att de simmar dit. Andra arter kommer där finna en hemvist som ett resultat av reproduktion där fisklarverna, efter den pelagiska fasen, hamnar på verken och fortlever i anslutning till strukturen. Fiskfaunan är dynamisk och det finns en naturlig variation. Därför kommer mängden fisk variera över tid. Noterbart är att det också finns arter i området som inte kommer påverkas av närvaron av vindkraftsfundamenten.

Det är flera faktorer som spelar in när det gäller hur stor reveffekten blir som till exempel salthalt. Den kommer inte nå samma nivåer som artificiella rev i Västerhavet (Öhman m.fl. 2021) då Östersjön är ett hav med bräckt vatten som av naturliga skäl har färre arter.

Viktigt är också den omgivande miljön, hur mycket fisk som finns, vilka arter som naturligt förekommer i området och vilka typer av vindkraftsfundament som används. Sannolikt kommer det bli en reveffekt i Triton som till viss del liknar situationen vid Lillgrund (Bergström m.fl. 2013) och även Kalmarsund (Andersson och Öhman 2010) som nämndes ovan.

Noteras bör att etableringen av vindpark Triton kan föra med sig en minskning av fisketrycket, bland annat om trålning reduceras i området till följd av vindkraftverk och kablar. Detta kan jämföras med ett s.k. *de facto* marint skyddat område (*de facto* Marine Protected Area, Esgro m.fl. 2020) där fiskfaunan i ett område får möjlighet att återhämta sig som en följd av en förändring orsakad av människan. Coates m.fl. (2016) visade i en studie från Nordsjön att etableringen av en vindpark gynnade det marina livet på botten till följd av uteblivet trålfiske.



**Figur 13.** Förväntad reveffekt på vindkraftsfundamenten inom vindpark Triton (Bild: OX2, Illustratör: Tobias Green).

### *Bedömning - Reveffekt*

- Bedömningen är att vindkraftverken i Triton kommer att medföra en reveffekt. dvs. det kommer bli mer fisk i anslutning till verken jämfört med hur det var på samma plats innan. Det gäller både vid botten och i vattenkolumnen.
- Givet att den marina miljön vid verksamhetsområdet domineras av mjukbottenar så skapar vindkraftsfundamenten en ny livsmiljö i området vilket kan locka till sig arter som naturligt återfinns i hårbottenmiljöer.
- Vid verken skulle typiska hårbottenarter kunna finna en hemvist som ett resultat av reproduktion och den pelagiska larvfasen. Även mer rörliga arter skulle kunna besöka verken för att söka mat och skydd med ökad ansamling som följd.
- Det är mycket som talar för att torsken gynnas av närvaron av vindkraftverk då de finner föda och skydd vid fundamenten vilket gör att konsekvensen blir måttligt positiv för torsk. Det ökade antalet torskar kan gälla individer som stannar kvar i området en längre tid men också de som är tillfälliga besökare.
- Ytterligare en faktor att beakta är att reveffekten kan variera över tid givet att fiskpopulationer är dynamiska och av naturliga skäl ändras över kortare eller längre tid.
- Det kommer även att vara ett flertal arter som naturligt förekommer i området men som inte påverkas av vindkraftsfundamenten som därmed blir försumbar. Dessa arter kommer att fortsätta uppehålla sig i den omgivande mjukbottenmiljön som tar upp en betydligt större yta än fundamenten.

### *Slutsats*

- Om hela vindparken tas i beaktande är bedömningen att reveffektens konsekvens är mycket liten positiv till måttlig positiv, beroende på art då känsligheten för reveffekten varierar.
- Ur ett lokalt perspektiv, dvs i anslutning till ett fundament, resulterar reveffekten i en stor positiv konsekvens. Detta som en följd av att det kommer att bli fler fiskar i anslutning till fundamenten än vad som fanns på samma plats innan anläggningen av vindparken.

## 5.2.2 Ljud

### *Ljud från vindkraftverk i drift*

Ett vindkraftverk kan ge ifrån sig ljud som går att uppfatta i vattnet. Ljudet kan komma från mekaniken i maskinhuset, eller orsakas av vindinducerade vibrationer i tornet (Kikuchi 2010, Pangerc m. fl. 2016, Tougaard m.fl. 2020). Som konstaterats ovan kan fisk påverkas av ljud på olika sätt, i synnerhet vid högre ljudnivåer. Vindkraftverk i drift avger dock ljudnivåer som generellt ligger lägre i ljudnivåer än fartyg i samma frekvensområde

(Tougaard m.fl. 2020). Noterbart är också att dykare som utfört inventeringar vid vindkraftverk upplever inga starka ljud (MC Öhman, egna observationer).

### *Ljud från underhåll*

Efter anläggningsfasen kommer en viss båttrafik pågå i området som kommer vara en del av drift och underhåll av kraftverken. Båttrafiken kommer vara av mindre betydelse vad gäller påverkan på fisk, inte minst pga. att det blir en nettominskning eftersom vindkraftsetableringen sannolikt kommer innebära att antalet fiskefartyg, och annan sjötrafik, reduceras inom verksamhetsområdet. Ytterligare en aspekt att beakta, för en helhetsbild, är att verksamhetsområdet är omgiven av farleder med en kontinuerlig närvaro av fartyg vilket ger en ständig ljudpåverkan inom området.

### *Effekter på fisk*

I en undersökning som utfördes av Båmstedt m.fl. (2009) kunde det konstateras att de arter som studerades inte uppvisade några tydliga beteendeförändringar när de utsattes för ljud från vindkraftverk i drift. Wahlberg och Westerberg (2005) som sammanfattat forskning kring ljud från vindkraftverk och hur de kan påverka fisk kom fram till ett liknande resultat. Deras slutsats var att ljud från ett vindkraftverk i drift inte leder till återkommande flyktbeteende eller fysiologiska skador.

Eventuella ljudeffekter kan sättas i relation till andra aspekter som kan påverka fisk, som till exempel reveffekten. Som nämnts ovan har det konstaterats att den ökade närvaron av fisk kring vindkraftsfundamenten i vindparken Lillgrund är ett tecken på att ljud från vindkraftverk i drift har en liten effekt på fisk (Bergström m.fl. 2013). Detta visade sig inte minst när det gällde torsk, vilket är en art som är vanligt förekommande i anslutning till vindkraftverk (Bergström m.fl. 2013, De Troch m.fl. 2013, Reubens m.fl. 2013, 2014a, 2014b, van Hal m.fl. 2017). Det finns inte många studier av påverkan från vindkraftverkens ljud specifikt för rödlistade arter. De flesta fiskar, även rödlistade, verkar dock inte undvika vindparker (Bergström m.fl. 2013, Stenberg m.fl. 2015, Reubens m.fl. 2013).

### *Bedömning - Ljud under driftfasen*

- Den båttrafik som behövs för underhåll av verksamhetsområdet är begränsad och kommer vara mindre än pågående sjötrafik. Dessutom kommer fiskeriverksamheten sannolikt minska under driftfasen.
- Vindkraftverk i drift kan ge ifrån sig ljud. Detta är dock av mindre betydelse vilket inte minst visar sig i den reveffekt som kan uppstå i anslutning till verken och som påvisats i ett flertal studier.

### *Slutsats*

- Den samlade bedömningen är att konsekvenserna av det ljud som genereras av ett vindkraftverk som är i drift, eller från båttrafik för underhåll, utifrån verksamheten i dess helhet, är försumbar.

### 5.2.3 Magnetiska fält

Sjökablar med elektrisk ström, som är vanligt förekommande i Europa och i andra delar av världen (ESCA 2019), kan generera elektromagnetiska fält som kan påverka fisk. Hur starkt det elektromagnetiska fältet är och hur det påverkar den omgivande miljön, beror på flera faktorer som till exempel strömstyrka, kabeltyp och om kabeln grävs ner (Öhman m.fl. 2007).

När det gäller det elektriska fältet i sjökablar i vindparker (internkabelnätet), eller i anslutning till vindparker, skärmas det av i kabeln så det är främst det magnetiska fältet som kan nå utanför kabeln. Flertalet fiskarter har förmågan att känna av magnetiska fält (Öhman m.fl. 2007) och det jordmagnetiska fältet används för navigering (Putman m.fl. 2013, 2014, Naisbett-Jones m.fl. 2017). Detta visar sig fysiologiskt genom att fisk kan ha magnetiskt material i kroppen (Walker 1984, Hanson m.fl. 1984, Hanson och Westerberg 1987).

Påverkan från magnetiska fält kan också visa sig genom beteendeförändringar som en följd av förändringar i det magnetiska fältet (Karlsson 1985, Tesch m.fl. 1992). Ett exempel på det är ålar som navigerar med hjälp av jordens magnetfält där studier har visat att de kan påverkas temporärt om de passerar en sjökabel (Naisbett-Jones 2017, Westerberg och Begout-Anras 2000, Westerberg och Lagenfelt 2008). Ålars rörelse förbi vindparken i Lillgrund undersöktes men resultaten gav inga tydliga tecken på en generell beteendeförändring (Lagenfelt m.fl. 2012).

Även om det finns magnetiska fält kan andra faktorer ha en större betydelse till exempel kan tillgången till lämplig livsmiljö vara viktigare (Dunlop m.fl. 2016). För vindparker kan detta medföra att den positiva effekten av reveffekten "tar över" en eventuell påverkan från magnetiska fält (Bergström m.fl. 2013).

Magnetiska fält skulle kunna påverka yngre stadier av fisk (Fey m.fl. 2019). Även om det skulle ha en påverkan är fisklarver och ägg ofta utspridda över stora områden och har en hög mortalitet. En eventuell påverkan skulle i så fall ingå som en del av den naturliga variationen.

#### *Bedömning - Magnetiska fält*

- Magnetiska fält har en begränsad påverkan på fisk. Detta visar sig inte minst i att det blir en reveffekt vilket indikerar att andra faktorer är viktigare än en eventuell påverkan från sjökablar.

#### *Slutsats*

- Den samlade bedömningen är att konsekvensen av magnetiska fält från sjökablar, utifrån verksamheten i dess helhet, är försumbar.

#### 5.2.4 Spridning av icke önskvärda arter

Genom att verken tillförs i ett område som i huvudsak består av en mjukbottenmiljö skulle verken kunna gynna en spridning av arter som naturligt finns i regionen och som föredrar hårbottenmiljöer. Som en följd av reveffekten kommer sannolikt vissa arter som kan röra sig över större områden (till exempel torsk) besöka flera verk. Andra arter kan finna sin hemvist i anslutning till fundamentet som ett resultat av lek där fisklarver finner lämplig livsmiljö (till exempel sjustrålig smörbult).

Det bör noteras att vindkraftsfundamenten i sig inte utgör ett onaturligt habitat då de ur fiskens synpunkt är en hårbottenmiljö att jämföras med naturliga stenrev. Det betyder att livsmiljön i sig inte är så unik att det skulle skapa en ny fiskfauna där ovanliga arter skulle gynnas mer än de som är naturligt förekommande i andra hårbottenmiljöer i regionen.

Fiskar är naturligt rörliga i hela området, sannolikheten att det skulle dyka upp nya arter på verken är förmodligen inte större än att de skulle uppstå i grundområden, på utsjöbankar eller längs fastlandet. Det gäller även främmande och invasiva arter. Vidare är det noterbart att vindkraftsfundamenten är så pass utspridda i verksamhetsområdet, och utgör en så begränsad yta sett till andra befintliga hårbottensubstrat i anslutning till vindpark Triton, att den inte antas utgöra en betydande spridningsvektor.

##### *Bedömning - Spridning av icke önskvärda arter*

- Parkområdet, och de livsmiljöer som vindkraftsfundamenten kan skapa, bedöms ej underlätta utbredningen av invasiva arter i betydande utsträckning, i synnerhet i jämförelse med de livsmiljöer som finns naturligt i grundområden i angränsande vatten.
- Risker bedöms som liten att nya fiskarter skulle spridas i området som en följd av att vindpark Triton anläggs. Risker bedöms också som liten att ett fåtal befintliga arter får oproportionellt stor dominans i verksamhetsområdet.

##### *Slutsats*

- Den samlade bedömningen är att risken att etableringen av Triton skulle leda till spridningen av icke önskvärda fiskarter är mycket liten.

#### 5.2.5 Skuggor och belysning

##### *Skuggor från torn och rotorblad*

Eftersom ett vindkraftverk och dess torn reser sig upp ur havet bildas det skuggor. Även rotorbladen skulle kunna ge en skuggeffekt (Lovich och Ennen 2013). Eftersom fiskar kan reagera på plötsliga skuggor skulle det kunna innebära att det skapar en stressreaktion.



Sannolikt är dock skuggor av mindre betydelse (BOEM 2021). Dels är vattnet till viss del naturligt grumligt i Östersjön, vilket gör att ljusförändringar inte penetrerar vattnet i någon större utsträckning. Dessutom är vattnet i ständig rörelse med vågor och krusningar som bryter ljuset i olika riktningar vid ytan. För övrigt blir det skuggor naturligt som en följd av molnens rörelse. När det gäller rotorbladen är de högt upp i luften. När de är som närmast vattnet är det 30 meter mellan vattenytan och rotorbladets spets.

#### *Belysning*

För att göra vindkraftverk mer synliga har de belysning. Denna belysning är högt upp i tornet och är riktad rakt ut på ett sådant sätt så att fartyg och lufttrafik kan upptäcka verken. Att en vindkraftverkets belysning skulle påverka fisk bedöms som osannolikt.

#### *Bedömning - Skuggor och belysning*

- Skuggor från rotorblad eller belysning på tornet är en alltför svag ljuspåverkan för att ha en effekt på fisk i havet. Den är obetydlig i relation till känsligheten och därför blir konsekvensen försumbar.

#### *Slutsats*

- Den samlade bedömningen är att belysning och skuggning inte medför någon effekt på fisk och att konsekvenserna därmed är försumbara.

### 5.2.6 Klimat

Klimatförändringarna påverkar havet på många sätt och leder bland annat till ökad vattentemperatur, ökad försurning, minskad syrehalt och förändrad stratifiering (Stocker m.fl. 2013). Dessa olika faktorer påverkar fiskars spridning i havet (Hwang och Jung 2012, Petrik m.fl. 2020). Följaktligen är förändringar vad gäller antal fiskar och artsammansättningen i Sveriges havsområden att förvänta som en följd av ändrat klimat (Havenhand och Dahlgren 2017).

Dessa förändringar kommer också påverka havsbaserade vindparker. Fisk och bentiska organismer som är typiska för området kommer sannolikt befinna sig runt verken i liknande sammansättning som längs närliggande kust, vid öar och utsjöbankar. Med klimatförändringar så kommer hela havsområdet att påverkas och det som förändras på andra rev kommer sannolikt även hända på vindkraftverken.

Att notera i sammanhanget är att en viktig drivkraft till att bygga havsbaserad vindkraft är att motverka klimatförändringarna.

#### *Bedömning - Klimat*

- Bedömningen är att organismer som uppehåller sig i anslutning till vindkraftsfundamenten inte påverkas annorlunda av klimatförändringar än i omgivande vatten.

#### *Slutsats*

- Vindkraftverk till havs i relation till klimatförändringar kommer inte försämra förutsättningarna för fiskfaunan i området.
- Vindpark Triton kommer bidra till att motverka pågående klimatförändringar.

### 5.2.7 Sammanfattning driftfasen

Perioden då verken är installerade tills de avvecklas, dvs. driftfasen, sträcker sig över 40–45 år. Den tydligaste effekten på fisk under den tiden bedöms vara reveffekten vilket innebär att fundamenten fungerar som artificiella rev med en ansamling av fisk som följd. Reveffekten bedöms ge en lokalt stor positiv konsekvens (Tabell 7) som ett resultat av att det kommer att bli fler fiskar i anslutning till fundamenten än vad som fanns på samma plats innan anläggandet av vindparken. Om hela vindparken tas i beaktande är bedömningen att reveffektens konsekvens är liten positiv eftersom verken utgör en begränsad del av hela vindparkens geografiska yta. För en del arter som sannolikt påverkas mindre av fundamenten blir konsekvensen mycket liten positiv.

Under driftfasen finns det även andra faktorer som kan påverka. När det gäller ljud från verken i drift och magnetiska fält från sjökablar samt skuggor och belysning är bedömningen att konsekvensen är försumbar. Huruvida verken kan bidra till att sprida icke-önskvärda arter är bedömningen att konsekvensen är mycket liten. Klimat är också en viktig faktor i sammanhanget. Vindkraft är en förnyelsebar energikälla som gynnar klimatet och när det gäller fiskfaunan och hur den utvecklas i ett ändrat klimat kommer fiskfaunan i en vindpark utvecklas på liknande sätt som i omgivande hav.

Under driftfasen kan även undersökningar av havsbotten förekomma för att inspektera anläggningens status, inför förberedelser av större underhållsinsatser med jack-up fartyg eller för att tillgodose krav i ett kontrollprogram. Typen av undersökningar är liknande de som beskrivs under anläggningsfasen (se avsnitt 5.1), men av ytligare karaktär och i begränsad eller lokal omfattning, varför de endast bedöms för anläggningsfasen.

**Tabell 7. Bedömningar av påverkan på vindpark Tritons vanligaste förekommande arter under driftfas.**

Arter	Påverkansfaktor	Känslighet	Påverkan	Konsekvens
Torskfiskar	Reveffekt	Hög	Liten positiv	Måttlig positiv
	Ljud	Måttlig	Obetydlig	Försumbar
	Magnetiska fält	Liten	Obetydlig	Försumbar
Sillfiskar	Reveffekt	Liten	Liten positiv	Mycket liten positiv
	Ljud	Måttlig	Obetydlig	Försumbar
	Magnetiska fält	Liten	Obetydlig	Försumbar
Plattfiskar	Reveffekt	Liten	Liten positiv	Mycket liten positiv
	Ljud	Liten	Obetydlig	Försumbar
	Magnetiska fält	Liten	Obetydlig	Försumbar
Tobiskung	Reveffekt	Liten	Liten positiv	Mycket liten positiv
	Ljud	Liten	Obetydlig	Försumbar
	Magnetiska fält	Liten	Obetydlig	Försumbar
Taggmakrill	Reveffekt	Liten	Liten positiv	Mycket liten positiv
	Ljud	Liten	Obetydlig	Försumbar
	Magnetiska fält	Liten	Obetydlig	Försumbar
Ansjovis	Reveffekt	Liten	Liten positiv	Mycket liten positiv
	Ljud	Liten	Obetydlig	Försumbar
	Magnetiska fält	Liten	Obetydlig	Försumbar
Nors	Reveffekt	Liten	Liten positiv	Mycket liten positiv
	Ljud	Liten	Obetydlig	Försumbar
	Magnetiska fält	Liten	Obetydlig	Försumbar

## 5.3 Avvecklingsfas

### 5.3.1 Avveckling av vindkraftverk

#### *Nedmontering*

Vindkraftverk har en begränsad livslängd. Efter att de har varit i drift en längre tid kommer de sannolikt att avvecklas. För vindpark Triton är den beräknade livslängden 40–45 år. När det gäller avvecklingens påverkan på fisk kan det ha en begränsad temporär effekt som en följd av den aktivitet som krävs för att montera ner ett verk. Det handlar om ökad båttrafik och att verket tas ner och transporteras bort. Påverkan är dock av mindre betydelse vad gäller ljud och suspenderat material jämfört med anläggningsfasen.

I sammanhanget kan det noteras att om vindpark Triton byggs inom en tioårsperiod, och den har en livslängd på uppåt 45 år, betyder det att en avveckling skulle kunna dröja till 2070-talet. Hur avvecklingsmetoderna ser ut då är osäkert, men det finns anledning att förvänta sig att de kommer vara ännu mer effektiva än vad de är idag och sannolikt ha en mindre miljöpåverkan.

### *Förlorad reveffekt*

Om det blir en reveffekt i anslutning till Tritons vindkraftsfundament så betyder en avveckling av vindkraftverken att reveffekten upphör och området återgår till det tillstånd som rådde innan vindparken uppfördes. En nedmontering av verken kan då leda till att hårbottenarter förlorar sin hemvist (Smyth m.fl. 2015).

### *Bedömning - Avveckling*

- En avveckling av vindkraftverk har en begränsad påverkan på fisk vad gäller ljud och suspenderat material.
- Vid avveckling återgår havsmiljön till den miljö som karaktäriserade projektområdet innan anläggningen av en vindpark. En nedmontering innebär att om vindkraftsfundamenten har genererat en reveffekt så upphör den.

### *Slutsats*

- Konsekvensen av nedmontering vad gäller ljud och suspenderat material bedöms vara försumbar.
- När det gäller påverkan av avvecklingen av reveffekten är den försumbar då nedmonteringen innebär att miljön återgår till tillståndet innan vindparken byggdes.

## 5.3.2 Sammanfattning avvecklingsfasen

Om vindpark Triton anläggs är den beräknade tiden, innan den avvecklas, 40–45 år vilket skulle innebära att den nedmonteras på 2070-talet. Avvecklingen genererar ljud, som en följd av ökad båttrafik, samt från själva nedmonteringsarbetet. Bedömningen är att ljudets påverkan på fisk är av mindre betydelse och konsekvensen är försumbar. Frigörelse av sediment i vattnet har en obetydlig påverkan och är också försumbar.

Nedmontering innebär att hela projektområdet går från att ha varit en vindpark till att bli ett öppet hav utan strukturer ovan vattenytan eller strukturer som går igenom hela vattenkolumnen. Eftersom nollalternativet till att anlägga en vindpark är det som var innan vindparken anlades blir konsekvensen försumbar. Reveffekten upphör vilket kan ha en påverkan på arter som kan ha funnit en hemvist i anslutning till fundamenten under driftfasen.

När avvecklingsarbetena är avslutade görs även undersökningar för att säkerställa att borttagandet har skett enligt erforderlig omfattning. Val av undersökningsmetoder presenteras i avvecklingsplanen med den då gällande mest lämpliga teknik för ändamålet.

**Tabell 8.** Samlad bedömning av sannolik påverkan på fisk utifrån verksamheten i sin helhet. Konsekvenserna beskriver nivån på stress förutom reveffekten som skiljer sig från övriga påverkansfaktorer då den kan ha en positiv effekt på fisk under driftfasen som ett resultat av att en ny livsmiljö introduceras. Stor konsekvens blir då ett mått på stor förändring dvs mer fisk runt fundamenten. Efter avveckling är stor konsekvens det motsatta då reveffekten upphör då fisk förlorar en livsmiljö. Att det kan variera när det gäller mottagarens känslighet beror på att det skiljer sig åt mellan arter.

<b>Påverkansfaktor</b>	<b>Mottagarens känslighet</b>	<b>Påverkans storlek och omfattning</b>	<b>Konsekvens</b>
Ljud anläggning	Liten - Måttlig	Liten negativ	Mycket liten - Liten
Sediment anläggning	Liten - Måttlig	Obetydlig	Försumbar
Reveffekt	Liten - Hög	Liten positiv	Mycket liten positiv - Måttlig positiv
Ljud under drift	Liten - Måttlig	Obetydlig	Försumbar
Magnetiska fält	Liten - Måttlig	Obetydlig	Försumbar
Kumulativa effekter	Liten	Obetydlig	Försumbar
Spridning ej önskvärda arter	Liten	Liten negativ	Mycket liten
Skuggor och belysning	Liten	Obetydlig	Försumbar
Ljud avveckling	Liten	Obetydlig	Försumbar
Sediment avveckling	Liten	Obetydlig	Försumbar
Reveffekt avveckling*	Liten	Obetydlig	Försumbar
Kumulativa effekter	Liten - Måttlig	Obetydlig	Försumbar

\*Notera att detta ställs i relation till hur miljön var innan vindparken anlades.

## 6 KUMULATIVA EFFEKTER

### *Andra vindparker*

En viktig fråga, när det gäller upprättandet av vindparker, är om det blir kumulativa effekter. I havet söder om Skåne finns det även andra vindparker (Tabell 7, Figur 14). Kriegers flak är ett område med etablerade vindparker, och det finns planer på nyetableringar. Danska Kriegers flak är en vindpark med 72 vindkraftverk som stod klart 2021. Vindparkens avstånd till den planerade vindpark Triton är cirka 22 kilometer. I den sydöstra delen av Kriegers flak, inom den tyska ekonomiska zonen, står Baltic II med 80 vindkraftverk som togs i drift år 2015. Området har ett avstånd till Tritons södra gränsdragning om cirka 17 kilometer.

Det finns även planer på en svensk vindpark inom Kriegers flak, så kallad Kriger's Flak II, med 128 vindkraftverk som ligger cirka 17 kilometer från den västra delen av Tritons

planerade område. Planerad byggnation är satt till slutet av 2023 vilket betyder att dess anläggning kommer tidsmässigt vara åtskild från anläggningen av vindpark Triton.

Det finns även vindparker söder om Triton inklusive Bornholm 1, 0–1.3, Wikinger, Wikinger Süd, Arkona, Baltic Eagle och Arcadis Ost 1 som är i drift eller under utveckling. Områdena befinner sig på den andra sidan av den sydvästgående farleden. Den närmaste av dessa vindparker är cirka 16 kilometer från Triton. För mer detaljer se Tabell 7 och Figur 14.

#### *Kumulativa effekter vid anläggning*

Etableringen av en vindpark kan leda till kumulativa effekter där flera faktorer samverkar och ger en större påverkan utöver den direkta inverkan en vindpark kan ha. Om fler vindparker byggs samtidigt kan frågan ställas om det kan resultera i en additiv effekt för fisk under anläggningsfasen. De frågor som i så fall är av särskilt intresse är ljud- och sedimentspridning.

Enligt datasimuleringen som redovisas i Tabell 5 skulle ljudet från anläggningen av en monopile, i ett worst case-scenario, kunna leda till temporär hörselnedsättning (TTS). Detta sker om en vuxen torsk befinner sig inom en radie om mindre än tio kilometer med skyddsåtgärder. För att kumulativa effekter av TTS ska uppstå under anläggningsarbetet måste alltså distansen mellan parkerna vara mindre än två mil. De flesta vindparker är belägna på ett för stort avstånd till vindpark Triton, för att en kumulativ effekt av undervattensljud ska uppstå. När det gäller sediment som sprids mellan installationer är distansen för stor för att koncentrationsnivåerna och varaktigheten av suspenderat material kommer vara tillräckligt höga för att det ska bli en additiv påverkan mellan vindparker.

Vidare är konstruktionen av vindpark Triton planerad att påbörjas 2028–2030, därmed kommer konstruktion av andra vindparker inte överlappa. De tillståndsgivna vindparkerna Kriger's flak II, Arcadis Ost 1, Baltic Eagle och Wikinger Süd planeras alla vara i drift innan anläggningen av vindpark Triton. Sydkustens vind och 0-1.3 som båda är under utveckling planeras även dem anläggas innan vindpark Triton, förutsatt att de får tillstånd. Bornholm 1 och 2 är ännu i ett tidigt planeringsstadium och det bedöms inte vara troligt att dessa skulle komma att anläggas samtidigt som vindpark Triton. Därmed bedöms de möjliga kumulativa effekterna av undervattensljud och spridning av suspenderat sediment under anläggningsfasen som försumbara.

#### *Kumulativa effekter under driftfasen*

Reveffekten ger en positiv påverkan på fisk, och flera vindparker i drift samtidigt skulle kunna leda till att det blir en viss interaktion (konnektivitet) mellan vindparker när det gäller fisk. Bedömningen är dock att effekten blir begränsad. Noterbart är att utvecklingen går mot att vindkraftverken står längre ifrån varandra. En minskad förtätning inom en vindpark motverkar interaktionen mellan vindkraftverk inom vindparken och spär dessutom ut effekten vad gäller interaktionen mellan vindparker.

Utöver andra vindparker i området pågår också annan mänsklig aktivitet som på olika sätt kan interagera med verksamhetsområdet. Det gäller inte minst fiske och sjöfart. En kumulativ effekt blir att sjöfarten minskar och fisket regleras inom parkområdet. Minskat fiske gynnar fiskfauna, och minskad bottentrålning är också positivt för övrigt bottenliv, vilket skulle kunna gynna den biologiska mångfalden. Det skulle i så fall kunna beskrivas som en kumulativ skyddseffekt.

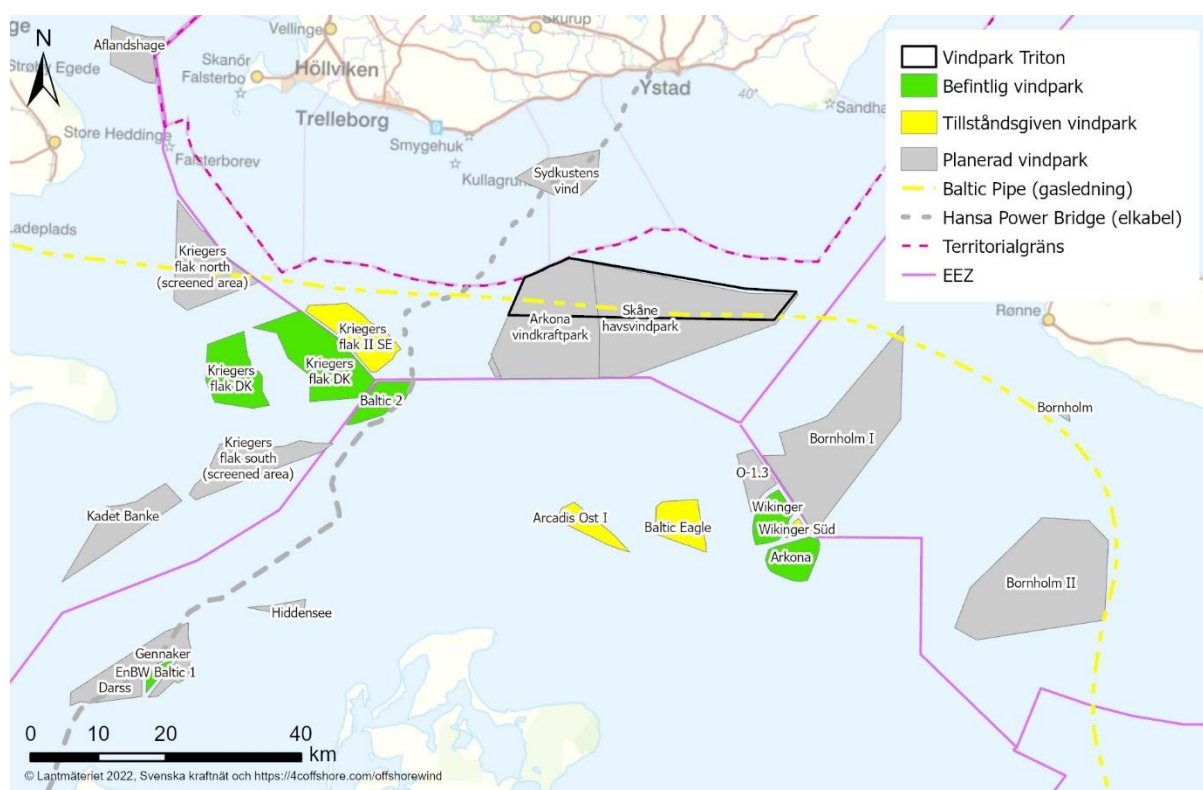
#### *Bedömning - Kumulativa effekter*

- De kumulativa effekterna på fisk, som ett resultat av att fler vindparker konstrueras samtidigt som vindpark Triton, bedöms som försumbara då distansen är för stor för de flesta vindparker. Konstruktionen av andra vindparker kommer mycket sannolikt inte sammanfalla i tid.
- Kumulativa effekter där det blir en interaktion mellan etablerade vindparker bedöms som liten givet distansen mellan vindparker och även mellan vindkraftverk inom vindparker.

#### *Slutsats*

- Den samlade bedömningen är att konsekvenserna av negativa kumulativa effekter, utifrån verksamheten i dess helhet tillsammans med andra verksamheter, är försumbar.





**Figur 14.** Karta över vindpark Triton samt andra vindparker i området som planeras, är tillståndsgivna eller etablerade.

**Tabell 7. Information om befintliga, tillståndsgivna och planerade vindkrafts- och övriga infrastrukturprojekt i närområdet för vindpark Triton.**

<b>Projekt</b>	<b>Projektets status</b>	<b>Avstånd Triton (km)</b>
Aflandshage, <i>Danmark</i>	Under utveckling	61
Arcadis Ost I, <i>Tyskland</i>	Tillståndsgivet	27
Arkona, <i>Tyskland</i>	I drift sedan 2019	34
Arkona offshore, <i>Sverige</i>	Under utveckling	0
Baltic 2, <i>Tyskland</i>	I drift sedan 2015	17
Baltic Eagle, <i>Tyskland</i>	Tillståndsgivet	27
Baltic pipe (gasledning), <i>Sverige, Danmark &amp; Polen</i>	Tillståndsgivet, förväntas vara i drift år 2022	0
Bornholm, <i>Danmark</i>	Under utveckling	42
Bornholm I, <i>Danmark</i>	Utvecklingszon	16
Bornholm II, <i>Danmark</i>	Utvecklingszon	49
Darss, <i>Tyskland</i>	Utvecklingszon	66
EnBW Baltic 1, <i>Tyskland</i>	I drift sedan 2012	71
Gennaker, <i>Tyskland</i>	Under utveckling	66
Hansa PowerBridge (elkabel), <i>Sverige &amp; Tyskland</i>	Tillståndsansökan inskickad	5,6
Hiddensee, <i>Tyskland</i>	Utvecklingszon	52
Kadet Banke, <i>Tyskland</i>	Under utveckling	56
Kriegers flak DK, <i>Danmark</i>	I drift sedan 2021	22
Kriegers flak II (SE), <i>Sverige</i>	Tillståndsgivet	17
Kriegers flak north (screened area), <i>Danmark</i>	Utvecklingszon	38
Kriegers flak south (screened area), <i>Danmark</i>	Utvecklingszon	32
O-1.3, <i>Tyskland</i>	Under utveckling/auktion	19
Skåne havsvindpark, <i>Sverige</i>	Under utveckling	0
Sydkustens vind, <i>Sverige</i>	Under utveckling	10
Wikinger, <i>Tyskland</i>	I drift sedan 2018	27
Wikinger Süd, <i>Tyskland</i>	Upphandling klar	31

## 7 REFERENSER

- Alheit J, Pohlmann T, Casini M, Greve W, Hinrichs R, Mathis M, O'Driscoll K, Vorberg R, Wagner C (2012) Climate variability drives anchovies and sardines into the North and Baltic Seas. *Progress in Oceanography* 96: 128-139
- Andersen AK, Schou J, Sparrevohn CR, Nicolajsen H, Støttrup JG (2005) The quality of release habitat for reared juvenile flounder, *Platichthys flesus*, with respect to salinity and depth. *Fisheries Management and Ecology* 12: 211-219
- Andersson MH, Öhman MC (2010) Fish and sessile assemblages associated with wind-turbine constructions in the Baltic Sea. *Marine and Freshwater Research* 61: 642-650
- Andersson MH, Andersson S, Ahlsén J, Brodd Andersson L, Hammar J, Persson LKG, Pihl J, Sigray P, Wikström A (2016) Underlag för reglering av undervattensljud vid pålning. Naturvårdsverket Vindval Rapport 6723
- André C, Svedäng H, Knutsen H, Dahle G, Jonsson P, Ring AK, Sköld M, Jorde PE (2016). Population structure in Atlantic cod in the eastern North Sea-Skagerrak-Kattegat: early life stage dispersal and adult migration. *BMC research notes*, 9(1): 1-11
- Andreassen H, Ross SD, Siebert U, Andersen N, Ronnenberg K, Gilles A (2017) Diet composition and food consumption rate of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in the western Baltic Sea. *Marine Mammal Science* 33: 1053-1079
- Aro E (1989) A review of fish migration patterns in the Baltic. *Rapports et Procès-Verbaux Des Réunions / Conseil Permanent International Pour l'Exploration de La Mer* 190: 72-96, <http://en.scientificcommons.org/26047672>
- Auld AH, Schubel JR (1978) Effects of suspended sediment on fish eggs and larvae: a laboratory assessment. *Estuarine and Coastal Marine Science* 6: 153-164
- Axelsen BE (1999) In situ of Cape horse mackerel (*Trachurus capensis*). ICES report
- Axenrot T & Hansson S (2004) Seasonal dynamics in pelagic fish abundance in a Baltic Sea coastal area. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 60: 541-547
- Barrett RT, Chapdelaine G, Anker-Nilssen T, Mosbech A, Montevecchi WA, Reid JB, Veit RR (2006) Seabird numbers and prey consumption in the North Atlantic. *ICES Journal of Marine Science* 63: 1145-1158
- Baumann H, Hinrichsen HH, Möllmann C, Köster FW, Malzahn AM, Temming A (2006) Recruitment variability in Baltic Sea sprat (*Sprattus sprattus*) is tightly coupled to temperature and transport patterns affecting the larval and early juvenile stages. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 63: 2191-2201
- Beisiegel K, Tauber F, Gogina M, Zettler ML, Darr A (2019) The potential exceptional role of a small Baltic boulder reef as a solitary habitat in a sea of mud. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 29: 321-328
- Benke H, Bräger S, Dähne M, Gallus A, Hansen S, Honnef CG m.fl. (2014) Baltic Sea harbour porpoise populations: status and conservation needs derived from recent survey results. *Marine Ecology Progress Series* 495: 275-290.
- Berg L, Northcote TG (1985) Changes in territorial, gill-flaring, and feeding behavior in juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) following short-term pulses of suspended sediment. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 42: 1410-1417
- Bergland F, Karlsson M, Staveley T, van der Meijis F, Andersson-Li M (2021) Yrkes- och fritidsfiske kring Galatea - Galene. *AquaBiota Report* 2021:03

Bergström L, Kautsky L, Malm T, Ohlsson H, Wahlberg M, Rosenberg R, Capetillo NÅ (2012) Vindkraftens effekter på marint liv. Naturvårdsverket Vindval Rapport 6488 ISBN 978-91-620-6488-4 ISSN 0282-7298

Bergström L, Sundqvist F, Bergström U (2013) Effects of an offshore wind farm on temporal and spatial patterns in the demersal fish community. *Marine Ecology Progress Series* 485: 199–210

Birgersson V, Andersson-Li M (2021) eDNA-inventering av fisk och marina däggdjur –Vindpark Triton. AquaBiota Rapport 2021:11

Bleil M, Oeberst R (2002) Spawning areas of the cod stock in the western Baltic Sea and minimum length at maturity. *Archive of Fishery and Marine Research* 49: 243–258

Bleil M, Oeberst R (2004) Comparison of spawning activities in the mixing area of both the Baltic cod stocks, Arkona Sea (ICES Sub-divisions 24), and the adjacent areas in the recent years. *ICES Document CM*, 50, 08

Bleil M, Oeberst R, Urrutia P (2009) Seasonal maturity development of Baltic cod in different spawning areas: importance of the Arkona Sea for the summer spawning stock. *Journal of Applied Ichthyology* 25: 10-17

BOEM (2021) Vineyard Wind 1 Offshore Wind Energy Project. Final Environmental Impact Statement Volume I. US Department of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management

Bohnsack JA (1989) Are high densities of fishes at artificial reefs the result of habitat limitation or behavioural preferences. *Bulletin of Marine Science* 44: 631-645

Bohnsack JA, Sutherland DL (1985) Artificial reef research: a review with recommendations for future priorities. *Bulletin of Marine Science* 37: 11-39

Bolle LJ, de Jong CAF, Bierman SM, van Beek PJG, van Keeken OA m.fl. (2012) Common Sole Larvae Survive High Levels of Pile-Driving Sound in Controlled Exposure Experiments. *PLoS ONE* 7: e33052

Bruintjes R, Radford AN (2013) Context-dependent impacts of anthropogenic noise on individual and social behaviour in a cooperatively breeding fish. *Animal Behaviour* 85: 1343-1349

Bunke D, Leipe T, Moros M, Morys C, Tauber F, Virtasalo JJ, Forster S, Arz HW (2019) Natural and Anthropogenic Sediment Mixing Processes in the South-Western Baltic Sea. *Frontiers in Marine Science* 6: 677

Båmstedt U, Larsson S, Stenman Å, Magnhagen C, Sigray P (2009) Effekter av undervattensljud från havsbaserade vindkraftverk på fisk från Bottniska viken. Vindval Naturvårdsverket Rapport 5924

Coates DA, Kapasakali DA, Vincxa M, Vanaverbeke J (2016) Short-term effects of fishery exclusion in offshore wind farms on macrofaunal communities in the Belgian part of the North Sea. *Fisheries Research* 179: 131-138

Coombs SH, Morgans D, Halliday NC (2001) Seasonal and ontogenetic changes in the vertical distribution of eggs and larvae of mackerel (*Scomber scombrus*) and horse mackerel (*Trachurus trachurus*). *Fisheries Research* 50: 27-40

De Madron XD, Ferré B, Le Corre G, Grenz C, Conan P, Pujo-Pay M, Buscali R, Bodirot O (2005). Trawling-induced resuspension and dispersal of muddy sediments and dissolved elements in the Gulf of Lion (NW Mediterranean). *Continental shelf research* 25: 2387-2409

De Troch M, Reubens JT, Heirman E, Degraer S, Vincx M (2013) Energy profiling of demersal fish: A case-study in wind farm artificial reefs. *Marine Environmental Research* 92: 224-233

Debusschere E, Hostens K, Adriaens D, Ampe B, Botteldooren D, De Boeck G, De Muynck A, Kumar Sinha A, Vandendriessche S, Van Hoorebeke L, Vincx M, Degraer S (2016) Acoustic stress responses in juvenile sea bass *Dicentrarchus labrax* induced by offshore pile driving. *Environmental Pollution* 208: 747-757

- Dempster T (2005) Temporal variability of pelagic fish assemblages around fish aggregation devices: biological and physical influences. *Journal of Fish Biology* 66: 1237–1260
- Draganik B, Wyszynski M (2004) The European anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in the Baltic Sea. *Bulletin of the Sea Fisheries Institute*, 2: 53-58
- Duarte CM, Chapuis L, Collin SP, Costa DP, Devassy RP, Eguiluz VM, ... & Juanes (2021) The soundscape of the Anthropocene Ocean. *Science* 371: 6529 DOI: 10.1126/science.aba4658
- Dunlop ES, Reid SM, Murrant M (2016) Limited influence of a wind power project submarine cable on a Laurentian Great Lakes fish community. *Journal of Applied Ichthyology* 32: 18-31
- Eero M, Köster FW, Vinther M (2012) Why is the Eastern Baltic cod recovering? *Marine Policy* 36: 235-240
- Eggleton JD, Depestele J, Kenny AJ, Bolam SG, Garcia C (2018) How benthic habitats and bottom trawling affect trait composition in the diet of seven demersal and benthivorous fish species in the North Sea. *Journal of Sea Research* 142: 132-146
- Eighania M, Paighambaria SY, Taquetb M, Gaertner JC (2019) Introducing nearshore fish aggregation devices (FAD) to artisanal Persian Gulf fisheries: A preliminary study. *Fisheries Research* 212: 35–39
- Emeis K, Christiansen C, Edelvang K, Jähmlich S, Kozuch J, Laima M, Leipe T, Löffler A, Lund-Hansen LC, Miltner A, Pazdro K, Pempkowiak J, Pollehne F, Shimmield T, Woss M, Witt G (2002) Material transport from the near shore to the basinal environment in the southern Baltic Sea: II: synthesis of data on origin and properties of material. *Journal of Marine Systems* 35: 151-168
- ESCA (2019) An introduction to subsea cables around the UK and North-western Europe. European Subsea Cables Association Report
- Esgro MW, Lindholm J, Nickols KJ, Bredvik J (2020) Early conservation benefits of a de facto marine protected area at San Clemente Island, California. *PLoS ONE* 15: e0224060
- European Parliament (2010) FISHERIES IN SWEDEN. Directorate General for International Policies. Policy Department B: Structural and Cohesion Policies. FISHERIES.
- Farm HROW (2006) Hydroacoustic monitoring of fish communities in offshore wind s. Horns Rev Offshore Wind Farm-Annual Report.
- Fey DP, Linkowski TB (2006) Predicting juvenile Baltic cod (*Gadus morhua*) age from body and otolith size measurements. *ICES Journal of Marine Science* 63: 1045e1052.
- Fey DP, Jakubowska M, Greszkiewicz M, Andrulewicz E, Otrembab Z, Urban-Malingaa B (2019) Are magnetic and electromagnetic fields of anthropogenic origin potential threats to early life stages of fish? *Aquatic Toxicology* 209: 150-158
- Froese R, Pauly D (2021) FishBase. World Wide Web electronic publication. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)
- Fudge SB, Rose GA (2009) Passive- and active-acoustic properties of a spawning Atlantic cod (*Gadus morhua*) aggregation. *ICES Journal of Marine Science* 66: 1259–1263
- Gallus A, Dähne M, Verfuß UK, Bräger S, Adler S, Siebert U, Benke H (2012) Use of static passive acoustic monitoring to assess the status of the Critically Endangered Baltic harbour porpoise in German waters. *Endangered Species Research* 18: 265-278
- Gorska N, Ona E, Korneliussen R (2005) Acoustic backscattering by Atlantic mackerel as being representative of fish that lack a swimbladder. Backscattering by individual fish. *ICES Journal of Marine Science* 62: 984-995
- Gunnartz U, Lif M, Lindberg P, Ljunggren L, Sandström A, Sundblad G (2011) Kartläggning av lekområden för kommersiella fiskarter längs den svenska ostkusten - en intervjustudie. 42, ISSN 1404-8590

- Guo B, Li Z, Merilä J (2016) Population genomic evidence for adaptive differentiation in the Baltic Sea herring. *Molecular Ecology* 25: 2833–2852
- Grygiel W, Trella K (2007) Appearance of the visiting fish species in the Polish research catches conducted in the southern Baltic (autumn–winter 1976–2004). *ICES CM* 1-19
- Gröhsler T, Oeberst R, Schaber M, Larson N, Kornilovs G (2013) Discrimination of western Baltic spring-spawning and central Baltic herring (*Clupea harengus* L.) based on growth vs. natural tag information. *ICES Journal of Marine Science* 70: 1108–1117
- Göransson (2019) Videundersökningar i Natura 2000-området Sydvästskaåns utsjövatten 2019, Länsstyrelsen Skåne, ISBN: 978-91-7675-188-6 Rapportnummer: 2020:09
- Haarder S, Kania PW, Galatius A, Buchmann K (2014) Increased *Contracaecum osculatatum* infection in Baltic cod (*Gadus morhua*) livers (1982–2012) associated with increasing grey seal (*Halichoerus gryphus*) populations. *Journal of Wildlife Diseases* 50: 537–543
- Halvorsen MB, Casper BM, Woodley CM, Carlson TJ, Popper AN (2012a) Threshold for onset of injury in Chinook salmon from exposure to impulsive pile driving sounds. *PLoS ONE* 7
- Halvorsen MB, Casper BC, Matthews F, Carlson TJ, Popper AN (2012b) Effects of exposure to pile driving sounds on the lake sturgeon, Nile tilapia, and hogchoker. *Proceedings of the Royal Society B* 279:47
- Hammar L, Wikström A, Börjesson P, Rosenberg R (2008) Studier på småfisk vid Lillgrund vindpark. Effektstudier under konstruktionsarbeten och anläggning av gravitationsfundament. Naturvårdsverkets rapport 5831
- Hammar L, Wikström A, Molander S (2014) Assessing ecological risks of offshore wind power on Kattegat cod. *Renewable Energy* 66: 414–424
- Hanson M, Karlsson L, Westerberg H (1984) Magnetic material in European Eel (*Anguilla anguilla*) *Comp Biochem. Phys. A Physiology* 77: 221–224 26
- Hanson M, Westerberg H (1987) Occurrence of magnetic material in teleosts. *Comp. Biochem. Phys. A Physiology* 86: 169–172
- Hansson S, Bergström U, Bonsdorff E, Härkönen T, Jepsen N, Kautsky L m.fl. (2018) Competition for the fish–fish extraction from the Baltic Sea by humans, aquatic mammals, and birds. *ICES Journal of Marine Science* 75: 999–1008
- Havenhand J, Dahlgren T (2017) Havsplanering med hänsyn till klimatförändringar. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2017:26
- Havs- och vattenmyndigheten (2012) Tillämpning av ekosystemansatsen i havsplanering. Havs- och vattenmyndigheten rapport 2012:14
- Havs- och vattenmyndigheten (2019) Regler för Ålfiske. Uppdaterad: 2019-06-11. Hämtad: 2021-10-27 <https://www.havochvatten.se/fiske-och-handel/regler-och-lagar/arter-regler-for-fiske-och-rapportering/regler-for-alfiske>
- Havs- och vattenmyndigheten (2020a) Fiskestopp- På denna sida listas olika typer av fiskestopp för 2021. Hämtad: <https://www.havochvatten.se/fiske-och-handel/kvoter-uppfoljning-och-fiskestopp/kvoter-och-fiskestopp/fiskestopp.html>
- Havs- och vattenmyndigheten (2020b) Fisk - och skaldjursbestånd i hav och sötvatten 2019: Resursöversikt. Rapport: 2020:3
- Havs- och vattenmyndigheten (2021a) Bilaga 1: Allmänt om påverkan på bevarandevärden och marin miljö

Havs- och vattenmyndigheten (2021b) Fisk - och skaldjursbestånd i hav och sötvatten 2020: Resursöversikt. Rapport: 2021:6

Havs- och vattenmyndigheten (2021c) Östersjöns fiskekvoter för 2022 beslutade. Publicerad: 2021-10-12. Hämtad: <https://www.havochvatten.se/arkiv/aktuellt/2021-10-12-ostersjons-fiskekvoter-for-2022-beslutade>

Havs- och vattenmyndigheten (2021d) Fiskestopp- På denna sida listas olika typer av fiskestopp för 2022. Hämtad: <https://www.havochvatten.se/fiske-och-handel/kvoter-uppfoljning-och-fiskestopp/kvoter-och-fiskestopp/fiskestopp.html#h-FiskestoppfortorskfiskeiOstersjonomrade242532>

Havs- och vattenmyndighetens VMS databas (2021) Vessel Monitoring System (VMS). Hämtad: 2021-09-14

Hawkins AD, Picciulin M (2019) The importance of underwater sounds to gadoid fishes. The Journal of the Acoustical Society of America 146: 3536–3551

Hawkins AD, Popper AN (2020) Sound detection by Atlantic cod: An overview. The Journal of the Acoustical Society of America 148: 3027

HELCOM (2013) HELCOM Red List of Baltic Sea species in danger of becoming extinct. Balt. Sea Environ. Proc. No. 140

HELCOM (2018) Core indicator report - Population trends and abundance of seals. Helcom secretariat

HELCOM (2021) <http://maps.helcom.fi/website/mapservice/>

Hemmer-Hansen J, Hüsey K, Vinther M, Albertsen CM, Storr-Paulsen M, Eero M (2020) Sustainable management of Kattegat cod; better knowledge of stock components and migration. DTU Aqua Report no. 357-2020. National Institute of Aquatic Resources, Technical University of Denmark. 42 pp

Hinrichsen HH, Hüsey K, Huwer B (2012) Spatio-temporal variability in western Baltic cod early life stage survival mediated by egg buoyancy, hydrography, and hydrodynamics. ICES Journal of Marine Science 69: 1744-1752

Hislop JRG, Robb AP, Bell MA, Armstrong DW (1991) The diet and food consumption of whiting (*Merlangius merlangus*) in the North Sea. ICES Journal of Marine Science 48: 139-156.

Humborstad OB, Jørgensen T, Grotmol S (2006) Exposure of cod *Gadus morhua* to resuspended sediment: an experimental study of the impact of bottom trawling. Marine Ecology Progress Series 309: 247–254, 2006

Hüsey K (2011) Review of western Baltic cod (*Gadus morhua*) recruitment dynamics. ICES Journal of Marine Science, 68: 1459-1471

Hüsey K, Hinrichsen HH, Eero M, Mosegaard H, Hemmer-Hansen J, Lehmann A, Lundgaard LS (2016) Spatio-temporal trends in stock mixing of eastern and western Baltic cod in the Arkona Basin and the implications for recruitment. ICES Journal of Marine Science 73: 293-303

Hwang K, Jung S (2012) Decadal changes in fish assemblages in waters near the Jeodo ocean research station (East China Sea) in relation to climate change from 1984 to 2010. Ocean Science Journal 47: 83-94

Hylkema A, Debrot AO, Osinga R, Brona PS, Heesink DB, Izioka AK, Reida CB, Rippena JC, Treibitze T, Matan Yuval M, Murk AJ (2020) Fish assemblages of three common artificial reef designs during early colonization. Ecological Engineering 157: 105994

Hårding, KC, Härkönen TJ (1999) Development in the Baltic grey seal (*Halichoerus grypus*) and ringed seal (*Phoca hispida*) populations during the 20th century. Ambio 28: 619–625

Härkönen T, Karlsson O, Bäcklin BM, Moraeus C (2011) Sälpopulationer och sälhälsa. Havet 2011: 95-96



- ICES (2009) Report of the working group on widely distributed stocks (WGWISE). ICES CM 2009/ACOM:12
- ICES (2014a) Database of Trawl Surveys (DATRAS), 2014. ICES, Copenhagen. Updated: 2021
- ICES (2014b) Manual for the Baltic International Trawl Surveys (BITS). Series of ICES Survey Protocols. SISP 7 - BITS
- ICES (2018) Stock Annex: Herring (*Clupea harengus*) in subdivisions 20–24, spring spawners (Skagerrak, Kattegat, and western Baltic). ICES Stock Annex. Last updated: 2018
- ICES 2019. Expert Group Reports, Benchmark Workshop on Baltic Cod stocks (*WKBALTCOD2*), ACOM. 5/27/2019 3:02 PM, Lise Cronne. 10.17895/ices.pub.4984
- ICES (2020a) Baltic Fisheries Assessment Working Group (WGBFAS). ICES Scientific Reports. 2:45. 643 pp. <http://doi.org/10.17895/ices.pub.6024>
- ICES. (2020b) Sprat (*Sprattus sprattus*) in subdivisions 22–32 (Baltic Sea). In Report of the ICES Advisory Committee 2020. ICES Advice 2020 spr.27.22-32. <https://doi.org/10.17895/ices.advice.5879>
- ICES (2020c) Herring (*Clupea harengus*) in subdivisions 20–24, spring spawners (Skagerrak, Kattegat, and western Baltic). In Report of the ICES Advisory Committee, 2020. ICES Advice 2020, her.27.20-24, <https://doi.org/10.17895/ices.advice.5928>.
- ICES. 2021. Baltic Fisheries Assessment Working Group (WGBFAS). ICES Scientific Reports. 3:53. 717 pp. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.8187>
- Itano DG, Holland KN (2000) Movement and vulnerability of bigeye (*Thunnus obesus*) and yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in relation to FADs and natural aggregation points. Aquatic Living Resources 13:213–23
- Johnston DW, Wildish DJ (1981) Avoidance of dredge spoil by herring (*Clupea harengus*). Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 26, 307–314.
- Johnston DD, Wildish DJ (1982) Effect of suspended sediment on feeding by larval herring (*Clupea harengus*). Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 29: 261–267
- Jokinen H, Momigliano P, Merilä J (2019) From ecology to genetics and back: the tale of two flounder species in the Baltic Sea. ICES Journal of Marine Science 76: 2267–2275
- Jørgensen HB, Hansen MM, Bekkevold D, Ruzzante DE, Loeschcke V (2005). Marine landscapes and population genetic structure of herring (*Clupea harengus* L.) in the Baltic Sea. Molecular Ecology 14: 3219–3234
- Karlsson L (1985) Behavioural responses of European silver eel (*Anguilla anguilla*) to the geomagnetic field. Helgolander Meeresuntersuchungen 39: 71–81
- Karlsson M, Kraufvelin P, Östman Ö (2020) Kunskapssammanställning om effekter på fisk och skaldjur av muddring och dumpning i akvatiska miljöer. En syntes av grumlingens dos och varaktighet. Aqua reports 2020:1
- Kastelein A, Heul S, Verboom WC, Jennings N, Veen J, Haan D (2008) Startle response of captive North Sea fish species to underwater tones between 0.1 and 64 kHz. Marine Environmental Research 65:369–377
- Kemp P, Sear D, Collins A, Naden P, Jones I (2011) The impacts of fine sediment on riverine fish. Hydrological Processes 25: 1800–1821
- Kikuchi R (2010) Risk formulation for the sonic effects of offshore wind farms on fish in the EU region. Marine Pollution Bulletin 60: 172–177
- Kontula T, Haldin, J, Arrendal J, Birzaks, J, Boedeker D, Brzeska P, Bučas M, Böttcher U, Chernova N, Von Dorrien C, Fedorov V, Florin AB, Fricke R, Fürhaupter K, Galatius A, Gerb M, Glazkova E, Gruszka P, Hario

- M, Zettler ML (2012) Checklist of Baltic Sea Macro-species. Baltic Sea Environment Proceedings, 130: 0–203. <http://www.helcom.fi/Lists/Publications/BSEP130.pdf>
- Krone R, Gutow L, Brey T, Dannheim J, Schröder A (2013) Mobile demersal megafauna at artificial structures in the German Bight - Likely effects of offshore wind farm development. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 125: 1–9
- Kullander SO, Nyman L, Jilg K, Delling B (2012) Nationalnyckeln till Sveriges flora och fauna. Strålfeniga fiskar. Actinopterygii. ArtDatabanken, SLU, Uppsala.
- Kulatska N, Neuenfeldt S, Beier U, Elvarsson BP, Wennhage H, Stefansson G, Bartolino V (2019) Understanding ontogenetic and temporal variability of Eastern Baltic cod diet using a multispecies model and stomach data. *Fisheries Research* 211: 338–34
- Köster F, Möllmann C (2000) Trophodynamic control by clupeid predators on recruitment success in Baltic cod? *ICES Journal of Marine Science* 57: 310–323
- Köster FW, Huwer B, Hinrichsen HH, Neumann V, Makarchouk A, Eero M, Dewitz BV, Hüsey K, Tomkiewicz J, Margonski P, Temming A, Hermann JP, Oesterwind D, Dierking J, Kotterba P, Plikshs M (2017) Eastern Baltic cod recruitment revisited-dynamics and impacting factors. *ICES Journal of Marine Science* 74: 3–19
- Lagenfelt I, Andersson I, Westerberg H (2012) Blankålsvandring, vindkraft och växelströmsfält. Naturvårdsverket Vindval Rapport 6479
- Lamichhaney S, Fuentes-Pardo AP, Rafati N, Ryman N, McCracken GR, Bourne C, Singh R, Ruzzante DE, Andersson L (2017) Parallel adaptive evolution of geographically distant herring populations on both sides of the North Atlantic Ocean. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114: E3452–E3461
- Leopold MF, Begeman L, van Bleijswijk JDL, IJsseldijk LL, Witte HJ, Gröne A (2015) Exposing the grey seal as a major predator of harbour porpoises. *Proc. R. Soc. B* 282: 20142429
- Limburg K, Casini M (2019) Otolith chemistry indicates recent worsened Baltic cod condition is linked to hypoxia exposure, *Biology Letters* 152019035220190352
- Lovich JE, Ennen JR (2013) Assessing the state of knowledge of utility-scale wind energy development and operation on non-volant terrestrial and marine wildlife. *Applied Energy* 103: 52–60
- Lowe, M. L., Morrison, M. A., & Taylor, R. B. (2015). Harmful effects of sediment-induced turbidity on juvenile fish in estuaries. *Marine Ecology Progress Series*, 539, 241–254.
- Länsstyrelsen (2007) Hummerrevsprojektet slutrapport. Länsstyrelsens i Västra Götalands Län rapport nr 2007:41
- Länsstyrelsen (2018a) Bevarandeplan för Natura 2000 - området falsterbohalvön SE0430095 samt förvaltningsplan för Helcom MPA Falsterbo Peninsula with Måkläppen (id 111). Länsstyrelsen Skåne län
- Länsstyrelsen (2018b) Bevarandeplan för Natura 2000 - området Falsterbo - Foteviken SE0430002 i Vellinge Kommun, Skåne. Länsstyrelsen Skåne län
- Länsstyrelsen (2020) Videoundersökningar inom Natura 2000 området Sydvästskaanes utsjövatten. Länsstyrelsen i Skåne län. Rapport: 2020:09
- McCauley RD, Fewtrell J, Popper AN (2003) High intensity anthropogenic sound damages fish ears. *The Journal of the Acoustical Society of America* 113: 638–642
- McCormick MI, Allan BJM, Harding H, Simpson SD (2018) Boat noise impacts risk assessment in a coral reef fish but effects depend on engine type. *Scientific Reports* 8: 3847

- Mikkelsen L, Rigét FF, Kyhn LA, Sveegaard S, Dietz R, Tougaard J, Carlström JAK, Carlén I, Koblitz JC, Teilmann J (2016) Comparing distribution of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) derived from satellite telemetry and passive acoustic monitoring. Plos One 11: e0158788
- Momigliano P, Denys GP, Jokinen H, Merilä J (2018) *Platichthys solemdali* sp. nov. (Actinopterygii, Pleuronectiformes): a new flounder species from the Baltic Sea. Frontiers in Marine Science 5: 225
- Moore PG (1977) Inorganic particulate suspension in the sea and their effects on marine animals. Oceanography Marine Biology Annual Review 15: 225–363
- Mueller-Blenkle C, Gill AB, McGregor PK, Metcalfe J, Bendall V, Wood D, Andersson MH, Sigra P, Thomsen F (2010a) Behavioural reactions of cod and sole to playback of pile driving sound. The Journal of the Acoustical Society of America 128: 2331
- Mueller-Blenkle C, McGregor PK, Gill AB, Andersson MH, Metcalfe J, Bendall V, Sigra P, Wood DT, Thomsen F (2010b) Effects of Pile-driving Noise on the Behaviour of Marine Fish. COWRIE Technical Report
- Naisbett-Jones LC, Putman NF, Stephenson JF, Ladak S, Young KA (2017) A magnetic map leads juvenile European eels to the Gulf Stream. Current Biology 27: 1236–1240
- Naturvårdsverket (2000). Vindkraft till havs - en litteraturstudie av påverkan på djur och växter. Naturvårdsverket rapport 5139
- Naturhistoriska riksmuseet (2012) Dietstudier av Gråsäl (*Halichoerus grypus*) i Östersjön och Knubbsäl (*Phoca vitulina*) i Skagerak och Kattegatt insamlade 2010. Rapport nr: 5:2012
- Naturvårdsverket (2008) Åtgärdsprogram för Tumlare 2008–2013 (*Phocoena phocoena*). Rapport: 5946
- Naturvårdsverket (2012) Vindkraftens effekter på marint liv: Syntesrapport. Naturvårdsverket. Rapport: 6488
- Naturvårdsverket (2021) <https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/>
- Newcombe CP, MacDonald DD (1991) Effects of suspended sediments on aquatic ecosystems. North American Journal of Fisheries Management 11:72–82
- Nielsen B, Hüsey K, Neuenfeldt S, Tomkiewicz J, Behrens JW, Andersen KH (2013) Individual behaviour of Baltic cod *Gadus morhua* in relation to sex and reproductive state. Aquatic Biology 18: 197–207
- Nilsson L (2020) Utbyggnad av vindkraft på Kriegers Flaks i relation till fågelförekomsten inom Natura 2000-områdena i SV Skåne
- NIRAS (2021a) Offshore Wind Farm Triton, Underwater noise Technical report. NIRAS report.
- NIRAS (2021b) Triton OWF Sediment dispersal, seabed preparation. NIRAS report
- Nissling A, Westin L (1997) Salinity requirements for successful spawning of Baltic and Belt Sea cod and the potential for cod stock interactions in the Baltic Sea. Marine Ecology Progress Series 152: 261–271
- Nissling A, Westin L, Hjerne O (2002) Reproductive success in relation to salinity for three flatfish species, dab (*Limanda limanda*), plaice (*Pleuronectes platessa*), and flounder (*Pleuronectes flesus*), in the brackish water Baltic Sea. ICES Journal of Marine Science 59: 93–108.
- Northcote TG, Hammar J (2006) Feeding ecology of *Coregonus albula* and *Osmerus eperlanus* in the limnetic waters of Lake Mälaren, Sweden. Boreal environment research, 11: 229–246
- Ojaveer H, Jaanus A, MacKenzie BR, Martin G, Olenin S, Radziejewska T, Telesh I, Zettler ML, Zaiko A (2010) Status of biodiversity in the Baltic Sea. PLoS one 5: e12467
- Ojaveer E (1989) Baltic Sea fishery resources 17–21

- O'Neill, F. G., & Summerbell, K. (2011). The mobilisation of sediment by demersal otter trawls. *Marine Pollution Bulletin*, 62(5), 1088-1097.
- OSPAR (2008) Case Reports for the OSPAR List of Threatened and/or Declining Species and Habitats. Nomination Arctica Islandica, Ocean Quahog.
- OSPAR (2009) Overview of the impacts of anthropogenic underwater sound in the marine environment. OSPAR Commission Biodiversity Series
- Pacariz S, Björk G, Jonsson P, Börjesson P, Svedäng H (2014) A model study of the large-scale transport of fish eggs in the Kattegat in relation to egg density. *ICES Journal of Marine Science* 71: 345-355
- Palanques A, Guillén J, Puig P (2001) Impact of bottom trawling on water turbidity and muddy sediment of an unfished continental shelf. *Limnology and Oceanography* 46: 1100-1110
- Pangerc T, Theobald PD, Wang LS, Robinson SP, Lepper PA (2016) Measurement and characterisation of radiated underwater sound from a 3.6 MW monopile wind turbine. *The Journal of the Acoustical Society of America* 140:2913–2922
- Partridge GJ, Michael RJ (2010) Direct and indirect effects of simulated calcareous dredge material on eggs and larvae of pink snapper *Pagrus auratus*. *Journal of Fish Biology* 77: 227-240
- Pedersen, M. W., S. Overballe-Petersen, L. Ermini, C. D. Sarkissian, J. Haile, M. Hellstrom, J. Spens, m.fl. (2015). Ancient and modern environmental DNA. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 370:20130383.
- Pethon P, Svedberg U (1998) Fiskar i färg. Norstedts Natur
- Petrik CM, Stock CA, Andersen KH, van Denderen PD, Watson JR (2020) Large pelagic fish are most sensitive to climate change despite pelagification of ocean food webs. *Frontiers in Marine Science* 7: 588482
- Popper AN, Hawkins A (2016) The effects of noise on aquatic life II (p. 1292). New York: Springer.
- Popper AN, Hawkins AD, Sand O, Sisneros JA (2019) Examining the hearing abilities of fishes *The Journal of the Acoustical Society of America* 146: 948-955
- Putman NF, Lohmann KJ, Putman EM, Quinn TP, Klimley AP, Noakes DLG (2013) Evidence for geomagnetic imprinting as a homing mechanism in Pacific Salmon. *Current Biology* 23: 312-316
- Putman NF, Jenkins ES, Michielsens CGJ, Noakes DLG (2014) Geomagnetic imprinting predicts spatio-temporal variation in homing migration of pink and sockeye salmon. *J. R. Soc. Interface* 11: 20140542
- Quintela M, Kvamme C, Bekkevold D, Nash RD, Jansson E, Sørvik AG m.fl. (2020) Genetic analysis redraws the management boundaries for the European sprat. *Evolutionary Applications*
- Rau A, Lewin WC, Zettler ML, Gogina M, von Dorrien C (2019) Abiotic and biotic drivers of flatfish abundance within distinct demersal fish assemblages in a brackish ecosystem (western Baltic Sea). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 220: 38-47
- Reubens JT, Degraer S, Vincx M (2011) Aggregation and feeding behaviour of pouting (*Trisopterus luscus*) at wind turbines in the Belgian part of the North Sea. *Fisheries Research* 108: 223-227
- Reubens JT, Vandendriessche S, Zenner AN, Degraer S, Vincx M (2013) Offshore wind farms as productive sites or ecological traps for gadoid fishes? Impact on growth, condition index and diet composition. *Marine Environmental Research* 90: 66-74
- Reubens JT, Degraer S, Vincx M (2014a) The ecology of benthopelagic fishes at offshore wind farms: a synthesis of 4 years of research. *Hydrobiologia* 727: 121-136
- Reubens JT, Maarten DR, Degraer S, Vincx M (2014b) Diel variation in feeding and movement patterns of juvenile Atlantic cod at offshore wind farms. *Journal of Sea Research* 85: 214-221

- Ross SD, Gislason H, Andersen NG, Lewy P, Nielsen JR (2016) The diet of whiting *Merlangius merlangus* in the western Baltic Sea. *Journal of fish biology* 88: 1965-1988
- Scharff-Olsen CH, Galatius A, Teilmann J, Dietz R, Andersen, SM, Jarnit S m.fl. (2019) Diet of seals in the Baltic Sea region: a synthesis of published and new data from 1968 to 2013. *ICES Journal of Marine Science* 76: 284-297
- Scheidat M m.fl. (2011) Harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) and wind farms: a case study in the Dutch North Sea. *Environmental Research Letters* 6:025102
- Shpilev H, Ojaveer E, Lankov A (2005) Smelt (*Osmerus eperlanus*) in the Baltic Sea. *Proc. Estonian Acad. Sci. Biol. Ecol*, 54: 230-241
- Slotte A, Kansen K, Dalen J, Ona E (2004) Acoustic mapping of pelagic fish distribution and abundance in relation to a seismic shooting area off the Norwegian west coast. *Fish Res.* 67, 143–150
- SLU (2016) Bottentrålningens effekter på mjukbottenfaunan i Kattegatt - delrapport 4. *Aqua reports*: 2016:20
- SLU (2017) Svenskt fiske i historiens ljus - en historisk fiskeriatlas. *Aqua reports*: 2017:7
- SLU (2020) Artdatabanken, Rödlistade arter i Sverige 2020
- Smith ME, Kane AS, Popper AN (2004) Noise-induced stress response and hearing loss in goldfish (*Carassius auratus*) *Journal of Experimental Biology* 207: 427-435
- Smith-Vaniz WF, Sidibe A, Nunoo F, Lindeman K, Williams AB, Quartey R, Camara K, Carpenter KE, Montiero V, de Morais L, Djiman R, Sylla M, Sagna A (2015) *Trachurus trachurus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T198647A43157137. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T198647A43157137.en>
- Smyth K, Christie N, Burdon D, Atkins JP, Barnes R, Elliott M (2015) Renewables-to-reefs? - Decommissioning options for the offshore wind power industry. *Marine Pollution Bulletin* 90: 247–258
- Sokolova M, Buchmann K, Huwer B, Kania PW, Krumme U, Galatius A, Hemmer-Hansen J, Behrens JW (2018) Spatial patterns in infection of cod *Gadus morhua* with the seal-associated liver worm *Contracaecum osculatum* from the Skagerrak to the central Baltic Sea. *Marine Ecology Progress Series* 606: 105-118
- Sparholt H, Larsen LI, Nielsen JR (2002) Non-predation natural mortality of Norway pout (*Trisopterus esmarkii*) in the North Sea. *ICES Journal of Marine Science* 59: 1276-1284
- Stenberg C, Støttrup JG, van Deurs M, Berg CW, Dinesen GE, Mosegaard H, Grome TM, Leonhard SB (2015) Long-term effects of an offshore wind farm in the North Sea on fish communities. *Marine Ecology Progress Series* 528: 257-265
- Stepputtis D, Hinrichsen HH, Boettcher U, Goetze E, Mohrholz V (2011) An example of meso-scale hydrographic features in the central Baltic Sea and their influence on the distribution and vertical migration of sprat, *Sprattus sprattus balticus* (Schn.). *Fisheries Oceanography* 20: 82-88
- Stocker TF, Qin D, Plattner G, Tignor M, Allen SK, Boschung J m.fl. (2013) IPCC 2013: Summary for policymakers in climate change 2013: The physical science basis, contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press
- Sveegard S, Andreassen H, Mouritsen KN, Jeppesen JP, Teilmann J, Kinze CC (2012) Correlation between the seasonal distribution of harbour porpoises and their prey in the Sound, Baltic Sea. *Marine Biology* 159: 1029-1037
- Svedäng H, Righton D, Jonsson P (2007) Migratory behaviour of Atlantic cod *Gadus morhua*: natal homing is the prime stock-separating mechanism. *Marine Ecology Progress Series* 345: 1–12

- Svedäng H, Hornborg S (2014) Selective fishing induces density-dependent growth. *Nature communications* 5: article number 4152, <https://doi.org/10.1038/ncomms5152>
- Taal I, Saks L, Nedolgov S, Verliin A, Kesler M, Jürgens K, Svirgsden R, Vetemaa M, Saat T (2014) Diet composition of smelt *Osmerus eperlanus* in brackish near-shore ecosystem (Eru Bay, Baltic Sea). *Ecology of Freshwater Fish* 23: 121-128
- Tesch FW, Wendt T, Karlsson L (1992) Influence of geomagnetism on the activity and orientation of eel, *Anguilla anguilla*, as evident from laboratory experiment. *Aquatic Ecology Freshwater Fish* 1: 52-60
- Tibblom O, Seger F, Andersson-Li M, Wijkmark N (2021a) Bottenmiljöer och havsbaserad vindkraft i södra Östersjön - Vindpark Triton. AquaBiota Report 2021:01
- Tibblom O, Öhman MC, Karlsson M, Seger F, Ottwall R, Jönsson A, Birgersson V (2021b) Naturtyper i Natura 2000-området Sydvästskaenes utsjövatten - Vindpark Triton. AquaBiota Report 2021:13
- Tomkiewicz J, Tybjerg L, Holm N, Hansen A, Broberg C, Hansen E (2002) Manual to determine gonadal maturity of Baltic cod, Ministry of Food, Agriculture and Fisheries Danish Institute for Fisheries Research, ISBN: 87-90968-38-7 DFU-rapport nr. 116-02
- Tougaard J, Hermannsen L, Madsen PT (2020) How loud is the underwater noise from operating offshore wind turbines? *The Journal of the Acoustical Society of America* 148: 2885
- Tsouvalas A (2020) Underwater noise emission due to offshore pile installation: A Review. *Energies* 13: 12
- Tverin M, Esparza-Salas R, Strömberg A, Tang P, Kokkonen I, Herrero A, Kauhala K, Karlson O, Tiilikainen R, Vetemaa M, Sinisalo T, Käkälä R, Lundström K (2019) Complementary methods assessing short and long-term prey of a marine top predator—Application to the grey seal-fishery conflict in the Baltic Sea. *PloS one* 14: e0208694
- Ustups D, Bergström U, Florin AB, Kruze E, Zilniece D, Elferts D, Knospina E, Uzars D (2016) Diet overlap between juvenile flatfish and the invasive round goby in the central Baltic Sea. *Journal of Sea Research* 107: 121-129
- van der Meij H, Kastelein R, van Eekelen E, van Koningsveld M (2015) FaunaGuard: a scientific method for deterring marine fauna. *Terra et Aqua* 138: 17-24
- van Hal R, Griffioen AB, van Keeken OA (2017) Changes in fish communities on a small spatial scale, an effect of increased habitat complexity by an offshore wind farm. *Marine Environmental Research* 126: 26-36
- Vandendriessche S, Derweduwen J, Hostens K (2015) Equivocal effects of offshore wind farms in Belgium on soft substrate epibenthos and fish assemblages. *Hydrobiologia* (2015) 756:19–35
- Vieira M, Amorim CP, Sundelo A, Prista N, Fonseca PJ (2020) Underwater noise recognition of marine vessels passages: two case studies using hidden Markov models. *ICES Journal of Marine Science* 77: 2157-2170
- Vitale F, Cardinale M, Svedäng H (2005) Evaluation of the temporal development of the ovaries in *Gadus morhua* from the Sound and Kattegat, North Sea. *Journal of fish biology* 67: 669-683.
- von Dewitz B, Tamm S, Höflich K, Voss R, Hinrichsen HH (2018) Use of existing hydrographic infrastructure to forecast the environmental spawning conditions for Eastern Baltic cod. *PloS One*, 13(5), e0196477.
- von Nordheim L, Kotterba P, Moll D, Polte P (2018) Impact of spawning substrate complexity on egg survival of Atlantic herring (*Clupea harengus*, L.) in the Baltic Sea. *Estuaries and coasts*, 41(2), 549-559.
- Voss R, Hinrichsen HH, Stepputtis D, Bernreuther M, Huwer B, Neumann V, Schmidt JO (2011) Egg mortality: predation and hydrography in the central Baltic. *ICES Journal of Marine Science* 68: 1379-1390

- Wahlberg M, Westerberg H (2005) Hearing in fish and their reactions to sounds from offshore wind farms. *Marine Ecology Progress Series* 288: 295–309
- Walker MM (1984) A candidate magnetic sense organ in the yellowfin tuna, *Thunnus albacares*. *Science* 224: 751
- Westerberg H, Rönnbäck P, Frimansson H (1996) Effects on suspended sediments on cod egg and larvae and on the behaviour of adult herring and cod. *ICES Council Meeting Papers* 13
- Westerberg H, Begout-Anras M-L (2000) Orientation of silver eel (*Anguilla anguilla*) in a disturbed geomagnetic field. *Proc. 3rd conference on fish telemetry in Europe*. Norwich 20–25 juni, 1999
- Westerberg H, Lagenfelt I (2008) Sub- Sea power cables and the migration behaviour of the European eel. *Fisheries Management and Ecology* 15:369-375
- Więcaszek B, Sobecka E, Dudko S, Keszka S (2011) New and ‘visiting’ fish species collected off the western coast of Poland (Baltic Sea) in 2007–2008 with a description of their parasite fauna. *Oceanologia* 53: 163–179
- Wilber DH, Clark DG (2001) Biological effects of suspended sediments: A review of suspended sediment impacts of fish and shellfish with relation to dredging activities in estuaries. *North American Journal of Fisheries Management* 21: 855–875
- Zettler ML, Rohner M, Frankowski J (2006) Long term changes of macrozoobenthos in the Arkona Basin (Baltic Sea). *Boreal environment research*, 11: 247
- Zingel P, Paaver T (2010) Effects of turbidity on feeding of the young-of-the-year pikeperch (*Sander lucioperca*) in fishponds. *Aquaculture Research* 41: 189–197
- Öhman MC (2006) Konstgjorda marina rev och fiskbiotoper. *Kustfiske och fiskevård*, sid. 187–191 (redaktörer Lindgren B, Carlstrand H)
- Öhman MC, Sigray P, Westerberg H (2007) Offshore windmills and the effects of electromagnetic fields on fish. *Ambio* 36: 630–633
- Öhman MC, Karlsson M, Staveley T (2021) Fisk och havsbaserad vindkraft i Kattegatt - Vindpark Galatea-Galene. *AquaBiota Report* 2021:06