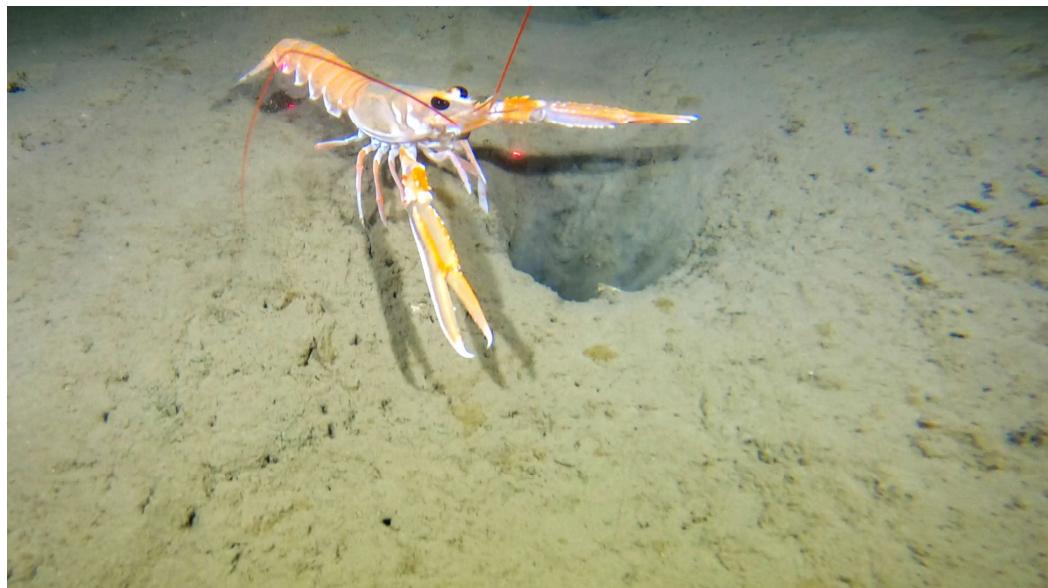


# Bottenmiljöer och havsbaserad vindkraft i Kattegatt

## –Vindpark Galatea-Galene



Författare: Olov Tiblom, Frida Seger, Martin Andersson-Li, Anders Jönsson

AquaBiota Report 2021:01

Version 1	Natura 2000	Daterad 2021-10-14	
Version 2	SEZ/KSL	Daterad 2021-12-03	Kompletterad i avsnitt 2.4, 4.2.1, 4.2.2.1 samt 4.2.4

STOCKHOLM, DECEMBER 2021

**Beställare:** Rapporten är utförd av AquaBiota Water Research på uppdrag av OX2 AB.

**Omslagsbild:** Havskräfte (*Nephrops norvegicus*) ute ur sitt bohål, dokumenterad i samband med videoundersökningar utförda av AquaBiota Water Research under 2021 i vindparksområdet.

**Kontaktinformation:**

AquaBiota Water Research

Adress: Sveavägen 159, 113 46 Stockholm

Tel: +46 8 522 302 40

Mail: [info@aquabiota.se](mailto:info@aquabiota.se)

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

**Kvalitetsgranskad av:** Eva Stensland Isaeus

**Internetversion:** Nedladdningsbar hos [www.aquabiota.se](http://www.aquabiota.se) efter tillstånd från kunden.

**Citera som:**

Tiblom, O., Seger, F., Andersson-Li, M., Jönsson A. 2021. Bottenvärld och havsbaserad vindkraft i Kattegatt -Vindpark Galatea-Galene. Bilaga B.1. AquaBiota Report 2021:01. ISBN: 978-91-89085-25-1.

AquaBiota Report 2021:01

ISBN: 978-91-89085-25-1

© AquaBiota Water Research 2021

# INNEHÅLL

Innehåll .....	2
Sammanfattning .....	4
1. Inledning .....	6
2. Material och Metoder .....	7
2.1. Tidigare inventeringsdata .....	8
2.2. Kompletterande undersökningar .....	9
2.3. Modellering av naturtyper och habitat .....	11
2.4. Beräkningar av fysisk påverkan .....	12
2.5. Modellering av suspenderat sediment och sedimentation .....	13
2.6. Bedömningsmetodik .....	14
3. Vindparken Galatea-Galene .....	16
3.1. Livsmiljöer .....	16
4. Påverkan och konsekvensbedömning i vindparksområdet .....	23
4.1. Anläggningsfas - undersökningar .....	24
4.2. Anläggningsfas - installation .....	25
4.3. Driftsfas .....	41
4.4. Avvecklingsfas .....	46
4.5. Klimat .....	46
4.6. Kumulativa effekter .....	46
5. Natura 2000-områden .....	47
5.1. Fladen .....	47
5.2. Lilla Middelgrund .....	57
5.3. Stora Middelgrund och Röde bank .....	64
6. Påverkan och konsekvensbedömning Natura 2000-områden .....	72
6.1. Påverkansfaktorer .....	73
6.2. Naturtyper och livsmiljöer för bedömning .....	75
6.3. Sedimentspridning .....	76
6.4. Påverkan Fladen .....	78

6.5. Påverkan Lilla Middelgrund .....	88
6.6. Påverkan Stora Middelgrund och Röde bank.....	96
6.7. Påverkan av anslutningskablar .....	106
7. Danska Natura 2000-områden.....	107
7.1. Påverkan på danska Natura 2000-områden.....	107
Appendix .....	109
Referenser .....	141

## SAMMANFATTNING

Kattegatt ligger mellan Skagerraks marina vatten i norr och Östersjöns bräckta vatten i söder. Detta ger området en unik karaktär av skiktat salt och bräckt vatten vilket resulterar i artrika bottnar med en stor mångfald av marina arter som lever i det relativt salta bottenvattnet.

Området för den planerade vindparken Galatea-Galene domineras av djupa mjukbottnar med en stor utbredning av habitatet sjöpennor och grävande megafauna. Typiska arter för habitatet som fjädersjöpenna (*Pennatula phosphorea*), liten piprensare (*Virgularia mirabilis*) och havskräfta (*Nephrops norvegicus*) är vanligt förekommande i området. Sand- och hårbottensubstrat med ytor klassade som naturtyperna sandbankar och rev förekommer i de norra delarna av Galatea. Här förekommer typiska arter för sandbankar som stor kammussla (*Pecten maximus*) och kamsjöstjärnor (*Astropecten irregularis*) samt vanliga hårbottenarter som död mans hand (*Alcyonium digitatum*) och taggormstjärna (*Ophiotrix fragilis*).

Den planerade vindparken Galatea-Galene angränsar till de tre Natura 2000-områdena Fladen, Lilla Middelgrund samt Stora Middelgrund och Röde Bank, vilka har utsetts med stöd av art- och habitatdirektivet (SCI) (92/43/EEG) samt fågeldirektivet (SPA) (2009/147/EG). Denna rapport har tagits fram i syfte att bedöma hur vindparksetableringen kan komma att påverka vindparkens bottenmiljöer samt de angränsande Natura 2000-områdenas skyddade livsmiljöer. Rapporten utgör underlag till miljökonsekvensbeskrivningarna för OX2:s ansökningar för tillstånd för vindparken enligt lagen om Sveriges ekonomiska zon, lagen om kontinentalsockeln och enligt Natura 2000-regelverket.

Heltäckande kartor har tagits fram över bentiska naturtyper och habitat, i vindparkområdet och delar av angränsande Natura 2000-områden, med en rumslig modellering baserad på tidigare inventeringsdata från bland annat Länsstyrelsen och fysiska kartunderlag. Kunskapsunderlaget som utgör resultatet från tidigare inventeringar och modelleringsarbeten samt vetenskapliga artiklar och rapporter är tillräckligt och av den omfattning att tillförlitliga bedömningar av verksamhetens effekter och konsekvenser kan göras.

Påverkan på vindparkens bottenmiljöer utgörs initialt av den fysiska störningen av havsbotten som sker vid anläggning av vindparken. Beräkningarna av den fysiska påverkan utifrån verksamhetens bottenanspråk visar att endast en mycket liten andel (ca 0,36 % totalt) av vindparkens bottenmiljöer kan komma att påverkas i ett *worst case* scenario. Den fysiska påverkans storlek och omfattning bedöms därför som obetydlig och konsekvenserna för vindparkens livsmiljöer som försumbara.

Den fysiska störningen av havsbotten som sker i samband med installation av fundament, erosionsskydd och kabelnedläggning orsakar sedimentspridning med tillfälligt förhöjda halter av suspenderade partiklar och sedimentpålageringar på havsbotten. För att bedöma påverkan på områdets bottenmiljöer har modelleringsarbeten med suspenderat sediment och

sedimentation gjorts utifrån flera olika scenarier. Konsekvensbedömningar har sedan gjorts utifrån ett worst case, dvs det scenario som orsakar högst halter av suspenderat sediment och störst mängd sedimentpålagringar. Worst case vad gäller sediment-spridning är en parklayout med 101 installerade fundament med en diameter på 14 m. Scenariot bygger även på att samtliga fundament kring närliggande Natura 2000-områden samt 25 % av resterande fundament anläggs genom borning till maximalt förankringsdjup och där sedimentet släpps ut vid botten. Resterande fundament anläggs genom pålning.

Vindparkens bottenmiljöer kommer att beröras av förhöjda halter av suspenderat sediment och sedimentpålagringar. Eftersom sedimentspridningen enbart sker under en begränsad period, samt att dess omfattning kan hanteras av berörda naturtyper och arter, så bedöms påverkan på bottenfaunan och floran i sin helhet vara mycket liten/försumbar. Sedimentspridning kan även resultera i spridning av miljögifter som ackumulerats på havsbotten, men då halterna av organiska miljögifter i området är normala (ligger inom det intervall som påträffats i sediment utmed den svenska kusten) bedöms konsekvensen av miljögifter för områdets bottenmiljöer vara försumbar.

Viktigt i sammanhanget är att påverkan från sedimentet som frigörs under vindparks-estableringen är temporär och att etableringen av vindparken kommer minska bottentrålfsketet i vindparksområdet och därmed även reducera den totala belastningen av sediment i området. Ett minskat bottentrålningsfiske i området kan dessutom ha en reservateffekt som skyddar bottenmiljöerna i området.

Under driftsfasen kommer vindkraftsfundament och erosionsskydd utgöra nya hårbottenssubstrat i ett område som annars domineras av mjukbotten. Detta skapar förutsättningar för etablering av hårbottenarter som lokalt kan öka den biologiska mångfalden i området.

Slutligen kan avvecklingsarbetet, likt anläggning av vindparken, innehålla en viss sedimentspridning i samband med nedmontering av verk och/eller upptagning av kablar. Sedimentspridningen förväntas ske i en betydligt mindre omfattning jämfört med anläggningsfasen. Vidare kan nedmontering av verken leda till att arter som gynnats av bildandet av artificiella rev förlorar sin livsmiljö. Detta kan emellertid förhindras om delar av verkens fysiska struktur lämnas kvar, vilket också kan minska sedimentspridning i samband med avvecklingsarbetet.

Inom de angränsande Natura 2000-områdena Fladen, Lilla Middelgrund samt Stora Middelgrund och Röde bank tas inga ytor i anspråk, då vindparken planeras att anläggas utanför dessa områden. Således innebär verksamheten ingen direkt fysisk påverkan på Natura 2000-områdena.

Påverkan av sedimentspridning på Natura 2000-områdenas utpekade naturtyper, typiska arter och övriga skyddsvärda miljöer har bedömts under parkens anläggnings- och avvecklingsfas, där konsekvensen bedöms vara försumbar. Även under driftsfasen ger parken endast upphov till försumbara konsekvenser vad gäller hydrologiska förändringar och främmande arter. Sammantaget bedöms verksamheten ge upphov till försumbara konsekvenser som varken skadar de utpekade naturtyperna eller stör deras typiska arter i någon omfattning av betydelse, samt därmed inte heller påverkar naturtypernas förutsättningar för gynnsam bevarandestatus. Verksamheten bedöms vara förenlig med bevarandemålen för Natura 2000-områdena.

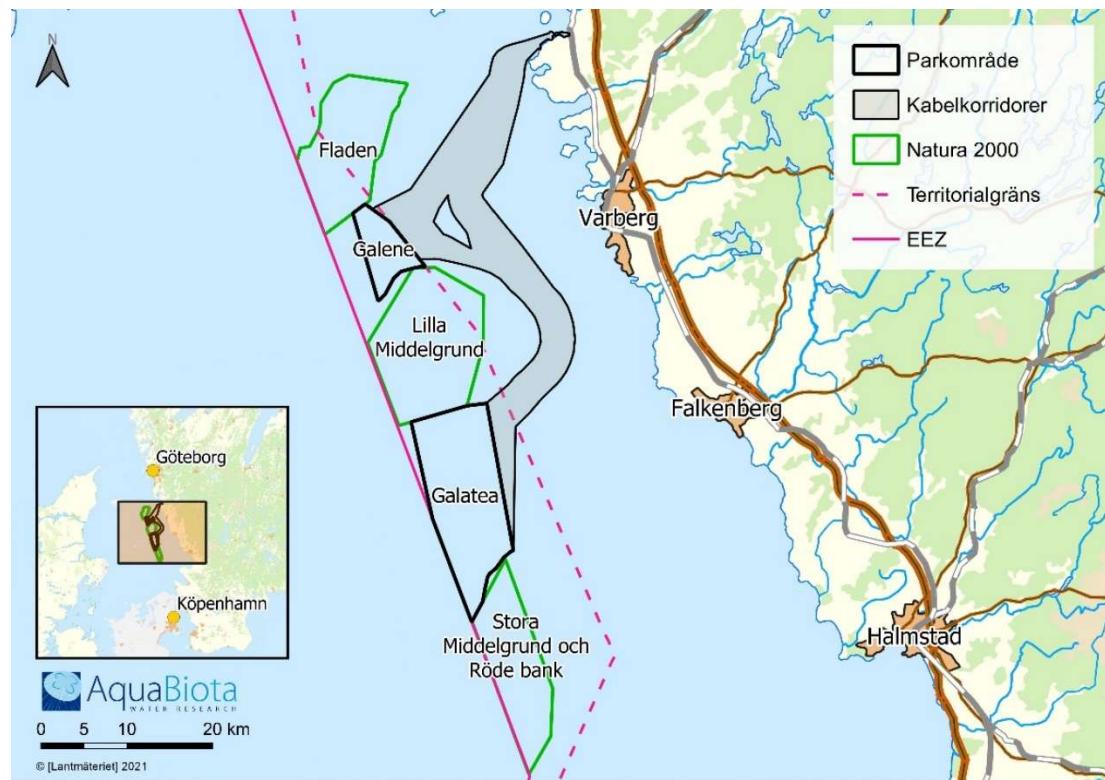
## 1. INLEDNING

OX2 AB planerar att etablera vindparken Galatea-Galene i Kattegatt, 20 km utanför Hallands kust i Sveriges ekonomiska zon (figur 1). Vindparken består av två delområden, Galatea och Galene. Delområdet Galatea ligger ca 24 km väster om Falkenberg och är 173 km<sup>2</sup> stort, med ett djup som varierar mellan 23 och 83 meter. Delområdet Galene ligger ca 21 km väster om Varberg och är 42 km<sup>2</sup> stort, med ett varierande djup på mellan 18 och 96 meter. Vindparken rymmer 68-101 vindkraftverk som monteras på fundament. Runt dessa etableras även erosionsskydd. Ett internkabelnät med en spänningssnivå mellan 66-170 kV förbinder vindkraftverken till havsbaserade transformatorstationer, utifrån vilka anslutningskablar med en spänning uppemot 220-575 kV dras in till land. Vindarken är planerad att omfatta en total installerad effekt på cirka 1700 MW och förväntas vara i drift i minst 40-45 år.

Vindparken angränsar till de tre Natura 2000-områdena Fladen, Lilla Middelgrund samt Stora Middelgrund och Röde Bank (figur 1). Dessa Natura 2000-områden har utsetts med stöd av art- och habitatdirektivet (SCI) samt fågeldirektivet (SPA) för att skydda vissa arter och naturtyper.

På uppdrag av OX2 AB har AquaBiota Water Research AB tagit fram underlag till miljökonsekvensbeskrivningar med syfte att bedöma hur vindparksetableringen kan komma att påverka miljön i området. I underlagen bedöms påverkan på enskilda ekosystemkomponenter, men bedömningen är även utifrån ett helhetsperspektiv baserat på den så kallade ekosystematsen, som har sitt ursprung i FN:s konvention om biologisk mångfald (CBD). Ekosystematsen syftar bland annat till att sätta bevarande och nyttjande av biologisk mångfald i ett större sammanhang. Då ekosystem ofta är öppna och sammankopplade med andra ekosystem i komplexa nätverk är effekterna av en åtgärd sällan begränsade till en specifik plats eller ekosystemskomponent. Därför är det viktigt att ha ett helhetsperspektiv vid bedömning av enskilda påverkansfaktorer.

Denna rapport inriktar sig på bottenfaunan och floran i området med syftet att bedöma hur vindparksetableringen kan komma att påverka bottenmiljön i vindparken och de angränsande Natura 2000-områdenas bevarandevärden. Med bottenfauna avses i denna bilaga bottenlevande ryggradslösa djur. Fisk ingår inte i denna bilaga utan beaktas i stället i Öhman m.fl. 2021.



Figur 1. Lokalisering av vindparken Galatea-Galene och utredningskorridorer för anslutningskablar i Kattegatt.

## 2. MATERIAL OCH METODER

I syfte att beskriva och kartlägga livsmiljöer inom både vindparksområdet och de närliggande Natura 2000-områdena har inventeringsdata från tidigare undersökningar använts samt rumslig modellering genomförts. För att öka kunskapen om parkområdets bottenmiljöer har AquaBiota Water Research även utfört kompletterande undersökningar på uppdrag av OX2 AB under augusti och september 2021. Analys av insamlade data är pågående och resultaten kommer att presenteras i en separat, kommande rapport.

För att bedöma verksamhetens påverkan på bottenmiljöerna i dessa områden har även beräkningar av bottenanspråk samt modellerat suspenderat sediment och sedimentation i samband med anläggningsfasen gjorts. I modelleringarna har worst case scenarion simulerats för att uppskatta verksamhetens maximala påverkan på områdets arter och naturtyper. Slutligen har en bedömningsmetodik tagits fram i syfte att bedöma verksamhetens påverkan på området. I bedömningen vägs verksamhetens påverkan mot nollalternativet, vilket innebär att vindparken inte anläggs.

## 2.1. Tidigare inventeringsdata

Befintliga inventeringsdata från undersökningar av bottenfauna och flora har inhämtats från den nationella databasen SHARK och från myndigheter, bland annat Länsstyrelsen i Hallands län. Dataset från visuella undersökningsmetoder under perioden 2000–2020, från släpvideo och dykning, samt från provtagningar med bottenskrapa och huggare, har också samlats in. De visuella metoderna och bottenskrapa ger information om epifauna (djur och växter som lever på botten) medan bottenhugg ger information om infauna (djur som lever nergrävda i botten). Inventeringsdata från dessa undersökningar innehåller även information om bottensubstrat och dessa data i kombination med artobservationerna kan användas för att dela in botten i naturtyper, habitat och biotoper enligt vedertagna klassificeringssystem. De klassificeringssystem som används för att beskriva de undersökta områdena är OSPAR-habitat (tabell a1), HELCOM HUB-biotoper (tabell a2), Natura 2000-naturtyper (tabell a3) samt Kustbiotoper i Norden (tabell a4), se appendix.

Epifaunan har tidigare undersökts med släpvideo år 2015, 2017 och 2018 av PAG Miljöundersökningar på uppdrag av Länsstyrelsen i Hallands län i vindparksområdet (PAG 2016 och 2018, Länsstyrelsen i Hallands län 2018a). Infauna har undersökts i delområdet Galene under 2018 av PAG miljöundersökningar på uppdrag av SLU Aqua (SLU Aqua 2018), samtidigt som data har laddats ner från den nationella databasen SHARK (SMHI Shark 2020) (tabell 1).

Natura 2000-områdena som angränsar till vindparken har undersökts av Naturvårdsverket på uppdrag av regeringen mellan 2004 och 2005 (Naturvårdsverket 2006). Områdenas djupare delar undersöktes av PAG Miljöundersökningar under år 2013, 2016 och 2017 på uppdrag av Länsstyrelsen i Hallands län (Länsstyrelsen i Hallands län 2017a, Länsstyrelsen i Hallands län 2017b, Länsstyrelsen i Hallands län 2017c, Länsstyrelsen i Hallands län 2018b). Ytterligare infauna-data har laddats ner från den nationella databasen SHARK (SMHI Shark 2020) samt från den internationella databasen ICES (2020) (tabell 1).

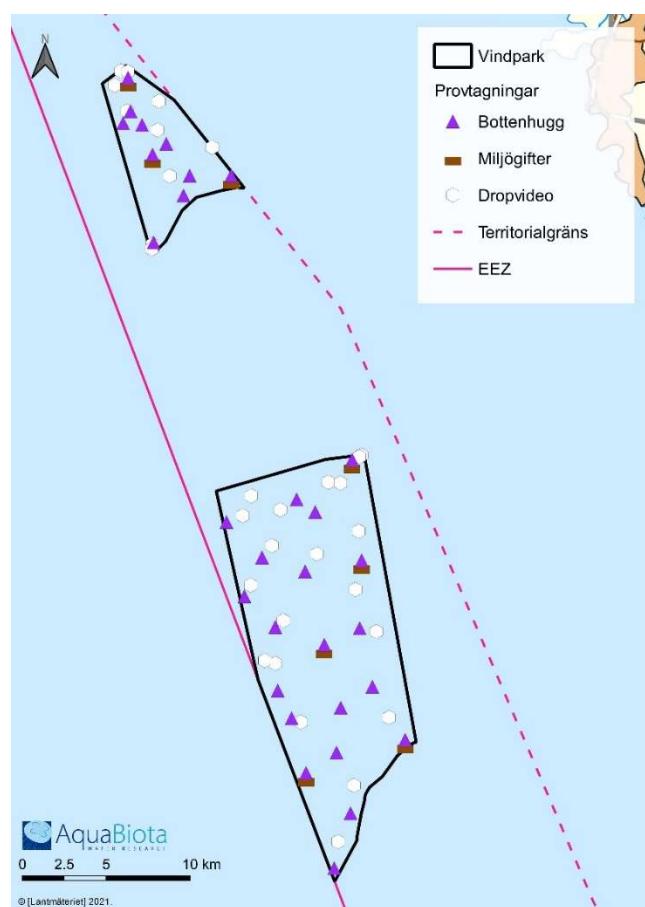
*Tabell 1. Befintliga dataset som används för beskrivning av vindparksområdet samt de tre Natura 2000-områdena.*

Vindparken Galatea-Galene	Natura 2000-områdena
PAG 2016	Naturvårdsverket 2006
Länsstyrelsen i Hallands län 2018a	Länsstyrelsen i Hallands län 2017a
PAG 2018	Länsstyrelsen i Hallands län 2017b
SLU Aqua 2018	Länsstyrelsen i Hallands län 2017c
SMHI Shark 2020	Länsstyrelsen i Hallands län 2018b SMHI Shark 2020 ICES 2020

Kunskapsunderlaget som utgör resultatet från inventeringar och modellerningar samt vetenskapliga artiklar och rapporter är tillräckligt och av den omfattning, att tillförlitliga bedömningar av verksamhetens effekter och konsekvenser kan göras.

## 2.2. Kompletterande undersökningar

Med syftet att öka kunskapen om bottenfaunan och floran i vindparksområdet har AquaBiota Water Research på uppdrag av OX2 AB under hösten 2021 utfört undersökningar i Galatea-Galene. Epifauna och flora undersöktes med undervattensvideo och infauna med bottenhuggare, samt insamling av sedimentprover för analys av miljögifter inom vindparksområdet (figur 2). Undersökningarnas metoder beskrivs översiktligt nedan men analys och sammanställning av resultaten kommer att presenteras i en kommande, separat underlagsrapport.



Figur 2. Stationer för dropvideoundersökningar, bottenhugg och provtagning av miljögifter utförda av AquaBiota Water Research under augusti och september 2021 inom vindparken.

### 2.2.1. Dropvideoundersökningar

Dropvideoundersökningar av den epibentiska miljön utfördes av AquaBiota Water Research mellan den 7 och 10 september 2021 vid totalt 30 stationer i vindparksområdet

(20 stationer inom Galatea, 10 stationer inom Galene). Dropvideoundersökningarna kompletterar tidigare videoundersökningar av epifauna i området utförda av PAG Miljöundersökningar på uppdrag av Länsstyrelsen i Hallands län (PAG 2016 och 2018, Länsstyrelsen i Hallands län 2018a). De nya undersökningarna fokuserade särskilt på topografiskt upphöjda bottnar av grövre substrat som Länsstyrelsen särskilt lyft fram som potentiellt värdefulla. Till skillnad från tidigare videoundersökningar i området så ingår även dokumentering av förekomst och utbredning av vegetation inom vindparksområdet i dessa undersökningar.

För att erhålla jämförbara dataset med tidigare undersökningar i området så filmades havsbotten vid varje station i transekter om cirka 25 meter i enlighet med Länsstyrelsens metodik vid videoundersökningar i området. För att filma botten användes en GoPro Hero 8 kamera monterad på en släde med ca 45 graders vinkel mot havsbotten. Kameran var utrustad med en stark belysning för att säkerställa bra filmkvalité samt laserpekare för att underlätta storleksbedömning av filmade objekt i vattnet i samband med videotolkning. Koordinater och djup noterades vid inspelningens start- och sluttid. Videotolkning utfördes i efterhand där observationer av djur och alger bestämdes till lägsta möjliga taxonomiska nivå. Samtliga individer av epifauna räknades och algarter noterades med täckningsgrader tillsammans med information om substratets beskaffenhet och täckningsgrader.

### **2.2.2. *Bottenhugg***

Provtagningar av infauna utfördes av AquaBiota Water Research mellan den 21 och 23 augusti 2021, som komplement till det tidigare dataunderlaget inom vindparksområdet. Totalt 30 stationer provtogs (20 stationer inom Galatea, 10 stationer inom Galene). Metodiken följde huvudsakligen Havs- och vattenmyndighetens handledning för miljöövervakning av mjukbottenlevande makrofauna (Havs- och vattenmyndigheten 2016) samt metodbeskrivningen av Leonardsson (2004). Infaunan provtogs med hjälp av en stor vanVeen-huggare ( $0,1 \text{ m}^2$ ) och sållades därefter igenom ett såll med en maskstorlek på 1 mm och sparades för senare analys på laboratorium. Proverna har sorterats av Arne Nygren på laboratorium där faunan bestämdes till lägsta möjliga taxonomiska nivå. Därefter räknades och vägdes samtliga individer tillhörande samma art eller högre taxon (om identifiering till art inte var möjlig) för bestämning av abundans och biomassa (våtvikt).

### **2.2.3. *Provtagning av miljögifter***

I samband med provtagningarna av infauna den 21 och 23 augusti 2021 togs även sedimentprover med avseende på miljögifter. Totalt provtogs 8 stationer inom vindparksområdet, varav 5 inom Galatea och 3 inom Galene. Sedimentproverna togs med en stor vanVeen-huggare ( $0,1 \text{ m}^2$ ), där de översta två cm samlades in för att kunna jämföra halter med svenska bedömningsgrunder och gränsvärden. Proverna sparades i glasburkar för att skickas in till ALS Scandinavia AB laboratorium för senare ackrediterade kemiska analyser av metaller, organiska föreningar (bland annat PAH) och halten organiskt kol (TOC).

## 2.3. Modellering av naturtyper och habitat

I syfte att skapa heltäckande kartor över bentiska naturtyper och habitat i vindparkområdet, och de delar av Natura 2000-områdena som angränsar till vindparkens delområden, har en rumslig modellering baserad på inventeringsdata (tabell 1) och heltäckande fysiska kartunderlag utförts. Till skillnad från inventeringsdata (stickprov på spridda positioner) ger modelleringen en heltäckande bild av vad som finns över hela parkområdena (inte bara på de undersökta positionerna), vilket möjliggör ytberäkningar av olika livsmiljöer.

Totalt har sex naturtyper, habitat och biotoper modellerats. Dessa är Natura 2000-naturtyperna sandbankar (1110) och rev (1170), OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna samt HELCOM HUB-biotoperna mjukbotten med blandad fauna AB.H1V, mjukbotten med sjöpennor AB.H2T1 och sandbotten med blandad fauna AB.J1V. För att kunna modellera naturtyper, habitat eller arter krävs att dataunderlaget är tillräckligt stort. Naturtypen bubbelrev (1180), samt vissa habitat och rödlistade arter, förekommer i begränsad omfattning och har därför inte kunnat modelleras. För dessa har i stället prickkartor tagits fram som visar förekomster i området baserat på tidigare studiers inventeringsresultat.

Modellering är ett vitt begrepp som kan innefatta allt från enkla orsakssamband till avancerade datorberäkningar. I detta sammanhang avses rumslig statistisk modellering, vilket syftar till att modellera den rumsliga utbredningen för en art, substratklass eller ett habitat utifrån empiriska data.

Modellerna innehåller alltid en responsvariabel (vilket här är habitatet vi vill modellera) samt miljövariabler (till exempel djup), vars variation ger oss information om sannolikheten för närväro av ett habitat. Endast miljövariabler som antas påverka responsvariabelns utbredning inkluderas i modelleringen. Modelleringen har utförts utifrån naturtyper, habitat och biotoper för Natura 2000, OSPAR och HELCOM. I modelleringen har fem prediktorvariabler använts (tabell 2), där djupunderlaget utgörs av högupplöst multibeam-data med 2 meter upplösning från Sjöfartsverket.

*Tabell 2. Prediktorvariabler som används i modelleringen. Fler variabler (till exempel yt- och bottensalinitet, marinegeologi från SGU och Benthic Terrain Model, BTM) testades till en början men togs bort då de inte tillförde ytterligare förklaringsgrad till modellen.*

### Prediktorvariabler

Avstånd till land

Djup

Kurvatur

Lutning

Lutningsriktning

När responslagret och miljölagren är sammanställda för ett område tränas datorn att lära sig sambanden mellan habitatets förekomst och förhållandena i miljövariablerna via en maskininlärningsalgoritm. I modelleringen har en klassifikationsalgoritm av typen Random forest använts. Random forest bygger på ett större antal klassifikationsträd (cirka 3000) som sedan sammanvägs för att bedöma om en enskild punkt innehåller det modellerade habitatet (Breiman 2001, Cutler m.fl. 2007).

För att bedöma en modells kvalitet valideras (utvärderas) den med externa data (tabell 3). Detta innebär att predikterade värden jämförs med oberoende fältdata som inte används tidigare i modelleringsprocessen. Modellerna utvärderas i första hand med AUC (Area Under the Curve), vilket är en sammanställning av arean under en så kallad ROC kurva (Receiver Operating Characteristic curve). ROC är en beräkning av andelen korrekta förutsägelser i ett binärt klassificeringssystem (till exempel en habitatmodell) under olika klassificeringströskelvärden. Ett högt AUC värde (ca 0,75–0,99) innebär i vårt fall att modellen har en hög träffssäkerhet i sin särskiljning mellan frånvaro och närvaro av ett habitat.

*Tabell 3. Valideringsresultat för skapade modeller (extern AUC) och de färdiga kartorna (Kappa) som innehåller flera modeller.*

Modell/karta	Validering
1170 rev	AUC 0,79
1110 sandbankar	AUC 0,86
Mjukbotten med blandad fauna AB.H1V	AUC 0,75
Mjukbotten med sjöpennor AB.H2T1	AUC 0,81
Sandbotten med blandad fauna AB.J1V	AUC 0,85
Sjöpennor och grävande megafauna	AUC 0,87
N2000 och OSPAR - sammanslagen karta	Kappa 84,6 %
HELCOM HUB - sammanslagen karta	Kappa 81,3 %

När modellerna sammanstälts och utvärderats sammanfogas dessa i en habitatkarta. Habitatkartan är således en sammanvägning av flera modeller där varje område bestäms genom att bedöma en "vägd" sannolikhet för närvaro av varje habitatklass. Slutligen bedöms även den sammanslagna habitatkartan via en Kappa-koefficientberäkning. Kappa-koefficienten beaktar sannolikheten för att habitat predikteras korrekt av slumpskäl och kompenseras för denna faktor vid bedömning av prediktionsträffssäkerhet (0–100 %) för habitatet. Modelleringarnas prediktionsvärden är bedömda som höga (tabell 3).

## 2.4. Beräkningar av fysisk påverkan

För att utvärdera fysisk påverkan av vindparken på bottenmiljön utfördes en beräkning av den maximala fysiska påverkan som kan uppkomma i samband med etablering av vindparken. Beräkningarna genomfördes i QGIS med "spatial analysis".

Påverkansområdet beräknades för worst case med en exemplellayout som inkluderar 101 monopilefundament, tre transformator-/omriktarstationer, erosionsskydd och internkabelnätet (3 meter brett påverkansområde). Varje monopile upptar en bottenyta om 14 diameter och den totala påverkade bottenytan vid anläggning av en monopile med tillhörande erosionsskydd beräknas uppgå till 60 meter i bottendiameter.

Varje transformator-/omriktarstation står på jacketfundament av fyra ben och där vardera ben påverkar en bottenyta om 5 meter i diameter. Den totala bottenytan som påverkas vid anläggning av en transformator-/omriktarstation inklusive erosionsskydd beräknas uppgå till 30 meter i diameter per ben. Ytorna för erosionsskydden beräknades genom cirkulära buffertzoner i programmet QGIS enligt standardinställningarna med fem segment per kvartscirkel varför resultaten inte ger den exakta ytan av en cirkel.

Påverkansområdet överlagrades sedan med de modellerade naturtyperna/bottenhabitaten (se avsnitt 2.3) för att beräkna hur stora områden inom de olika naturtyperna och bottenhabitaten som kan komma att påverkas av verksamheten.

## 2.5. Modellering av suspenderat sediment och sedimentation

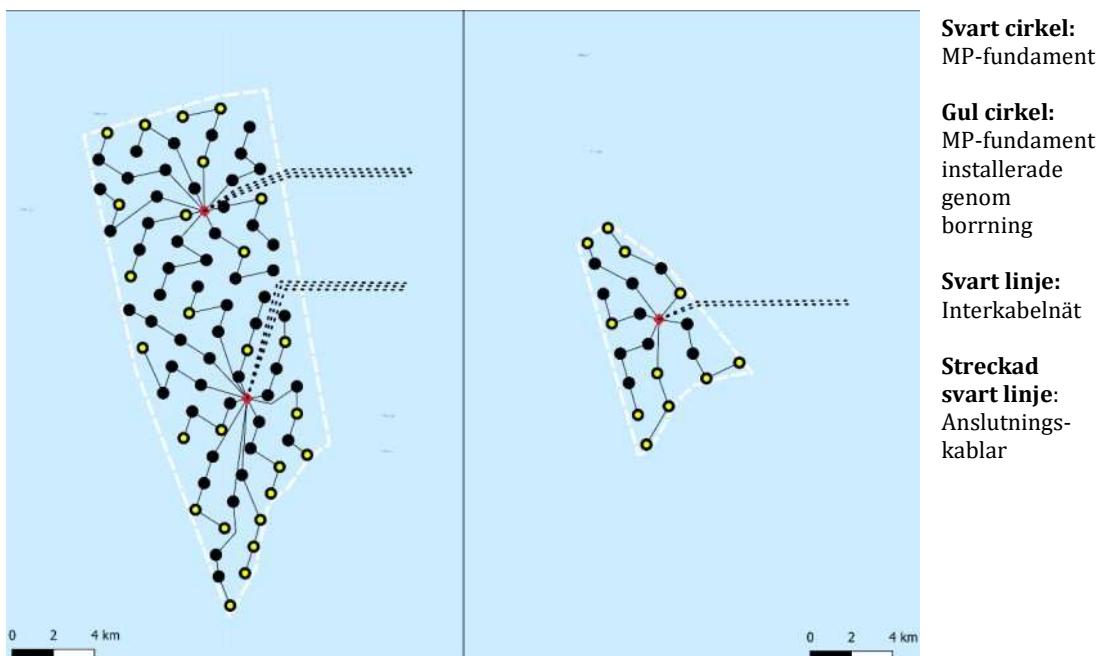
För att bedöma påverkan av suspenderat sediment och sedimentation på områdets bottenmiljöer har NIRAS simulerat sedimentspridningen i samband med anläggning av fundament och kablar (NIRAS 2021a). Modelleringar utfördes för olika scenarier med olika antal och storlek av fundament samt när sedimentet släpps ut två meter över havsbotten och två meter under vattenytan. Endast kornstorlekar mindre än 0,2 mm (sand) ingår, baserat på antagandet att grövre material sedimenteras inom ett mycket kort avstånd (25 till 50 meter) från källan.

Påverkans storlek och omfattning i konsekvensbedömningarna baseras på det scenario som orsakar de högsta halterna av suspenderat sediment och den största maximala sedimentationen, ett så kallat "worst case".

Det worst case scenario som bedöms i detta fall är anläggning av 101 installerade monopilefundament med diametern 14 meter där sedimentet släpps ut vid botten. Scenariot inkluderar två transformatorstationer inom Galatea och en inom Galene samt nedläggning av internkabelnätet (figur 3). Worst case scenariot utgår från att 25 % av fundamenten anläggs genom borrning ned till maximalt förankringsdjup, inklusive samtliga fundament i anslutning till Natura 2000-områden. Resterande 75 % av fundamenten anläggs genom pålning. Borrning är den installationsteknik som ger störst mängd sedimentspill medan sedimentspillet från pålning är försumbart. Vidare utgörs worst case av att kablar installeras genom nerspolning i sedimentet, vilket är den installationsteknik som ger störst mängd sedimentpill vid anläggning av kablar. I modelleringen har man räknat med att internkablarna spolas ner till en meters djup i en 0,5 meter bred ränna. Worst case utgör inte ett optimalt scenario (det blir ineffektivt och

olönsamt att bygga på ett sådant sätt) men innebär att den bedömda miljöpåverkan bygger på mycket konservativa antaganden. Detta gör att miljöpåverkan kan vara mindre omfattande men inte mer omfattande än vad som beskrivs i denna handling.

Modelleringarna av suspenderat sediment och sedimentpålgringar bygger på att alla fundament och elkablar anläggs sekventiellt men sammanfattats i en och samma karta. Angivna sedimenthalter och varaktigheter som visas i kartorna i den här bilagan kommer aldrig att inträffa över hela området vid ett och samma tillfälle men förväntas uppkomma vid olika tidpunkter beroende på var arbete utförs inom området. Kartor som visar varaktigheten av suspenderat sediment visar halterna som uppkommer som ett medelvärde av de tio meterna närmast botten.



Figur 3. Utformning av vindparken enligt worst case-scenariot med totalt 101 st 25 MW monopilefundament (MP), tre transformatorstationer samt interkabelnät och anslutningskablar (NIRAS 2021a).

Med sedimentspridningsmodellerna som utgångspunkt har bedömningar gjorts för påverkan på miljögifter. Bedömningen är gjord utifrån samma worst case som för sedimentspridning, dvs. att fundamentet är monopile med en diameter på 14 meter används, att samtliga fundament som angränsar till Natura 2000-områden samt 25 % av resterande fundament borras ned och att resten anläggs genom pålning. Vidare antas att samtliga föroreningar som löses i vatten gör detta.

## 2.6. Bedömningsmetodik

För att bedöma verksamhetens konsekvenser har OX2 tagit fram en bedömningsmetodik, i vilket mottagarens (artens eller naturtypens) känslighet vägs ihop med verksamhetens potentiella påverkan (tabell 4). Det resulterar i en bedömning av konsekvenser i form av störning eller skada på naturmiljöer eller arter. Inledningsvis görs här en bedömning av

mottagarens känslighet, vilket baseras bland annat på dess population och anpassningsförmåga. Därefter görs en avgränsning av påverkansfaktorn baserat på dess geografiska utbredning, varaktighet, storlek och sannolikhet. Slutligen görs en bedömning av påverkansgraden (effekten) på mottagaren, vilken grundar sig på det scenario som förväntas ge störst påverkan till följd av verksamheten, det s.k. "worst case" för påverkansfaktorn (tabell 4). Bedömningen görs gentemot nollalternativet för mottagaren, som är ett slags prognosticerat nuläge som beskriver hur miljöförhållandena förväntas utveckla sig om verksamheten inte påbörjas eller vidtas. Vid nollalternativet kommer alltså ingen miljömässig påverkan uppkomma till följd av verksamheten och aktiviteter som bottentrålning kommer fortgå i området. I konsekvensbedömningarna vägs effekterna av verksamheten mot nollalternativet. Konsekvensbedömningarna görs utan skyddsåtgärder eftersom inga behov av specifika skyddsåtgärder utifrån påverkan på bottenmiljöer har identifierats.

Tabell 4. Utvärderingsmatris av konsekvensernas betydelse.

Konsekvensens betydelse		Påverkans storlek och omfattning						
		Stor negativ	Måttlig negativ	Liten negativ	Obetydlig	Liten positiv	Måttlig positiv	Stor positiv
Mottagarens känslighet	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

För att bedöma påverkan på respektive Natura 2000-områdets utpekade naturtyper och arter används samma metodik som ovan för att bedöma verksamhetens potentiella konsekvenser. Ytterligare ett steg har även adderats i bedömningen där konsekvensen i förhållande till naturtypens eller de typiska arternas bevarandestatus bedöms. För Natura 2000-områdena redovisas vilka typiska arter eller andra viktiga arter som bedömningen av påverkan på naturtyper grundas på. Dessa arter kan agera som representanter för naturtypens ekologiska funktioner och strukturer. Den slutgiltiga konsekvensbedömningen fokuserar särskilt på huruvida verksamhetens påverkan kan riskera att försvåra för arterna och naturtyperna att uppnå eller bibehålla en gynnsam bevarandestatus. Detta kan exempelvis gälla om verksamheten påverkar naturtypernas

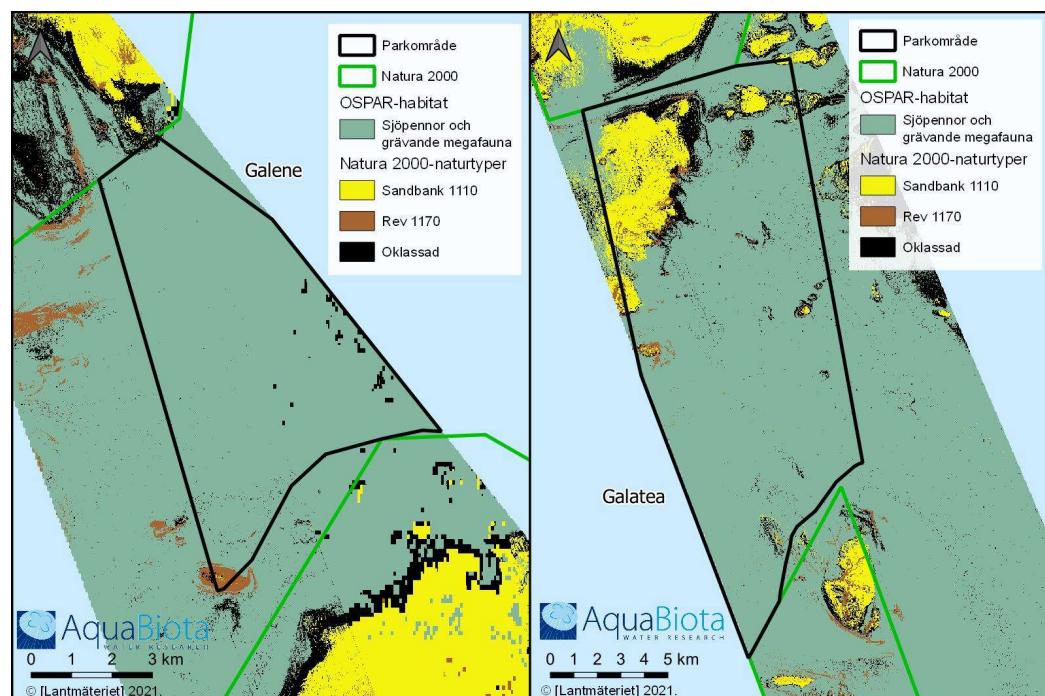
utbredning eller arternas populations-utveckling på lång sikt. Konsekvenserna sätts även i relation till de bevarandemål som finns för respektive Natura 2000-område.

### 3. VINDPARKEN GALATEA-GALENE

#### 3.1. Livsmiljöer

Vindpark Galatea-Galene avser området för själva vindparken, dvs områdena Galatea och Galene i ekonomisk zon (figur 1), exklusive utredningskorridorer för anslutningskablar. Området som omfattas av vindpark Galatea-Galene domineras av djupa mjukbottnar med högt inslag av lera. I båda delområdena förekommer även mindre områden med sand- och hårdbottensubstrat. Eftersom Kattegatt ligger mellan Östersjön och Skagerrak påverkas området av marint vatten norrifrån och bräckt vatten söderifrån. Detta ger Kattegatt en unik karaktär av skiktat salt och bräckt vatten och resulterar i artrika bottnar med en stor mångfald av marina arter som lever i det relativt salta bottenvattnet.

Modelleringar visar att OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna, med typiska arter som fjädersjöpenna, liten piprensare och havskräfta, har en stor utbredning på lerbottnarna inom hela Galatea-Galene området (figur 4). Denna bild överensstämmer med preliminära resultat från nyligen utförda videoundersökningar av AquaBiota Water Research. Habitatet är upptaget på OSPAR:s lista över hotade habitat (OSPAR 2008a) där bottentrålning av havskräfta anses vara det största hotet mot habitatet (OSPAR 2010a). Förutom höga tätheter av sjöpennor och havskräftor visar inventeringsdata att även att koralldjuret cylinderros (*Pachycerianthus multiplicatus*) är vanligt förekommande på mjukbottnarna (Länsstyrelsen i Hallands län 2018a, PAG 2018).



Figur 4. Modellering av OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna och Natura 2000-naturtyperna sandbankar (1110) och rev (1170) inom delområdena Galene (vänster) och Galatea (höger).



Fjädersjöpennor (*Pennatula phosphorea*) på mjukbotten (AquaBiota 2021).

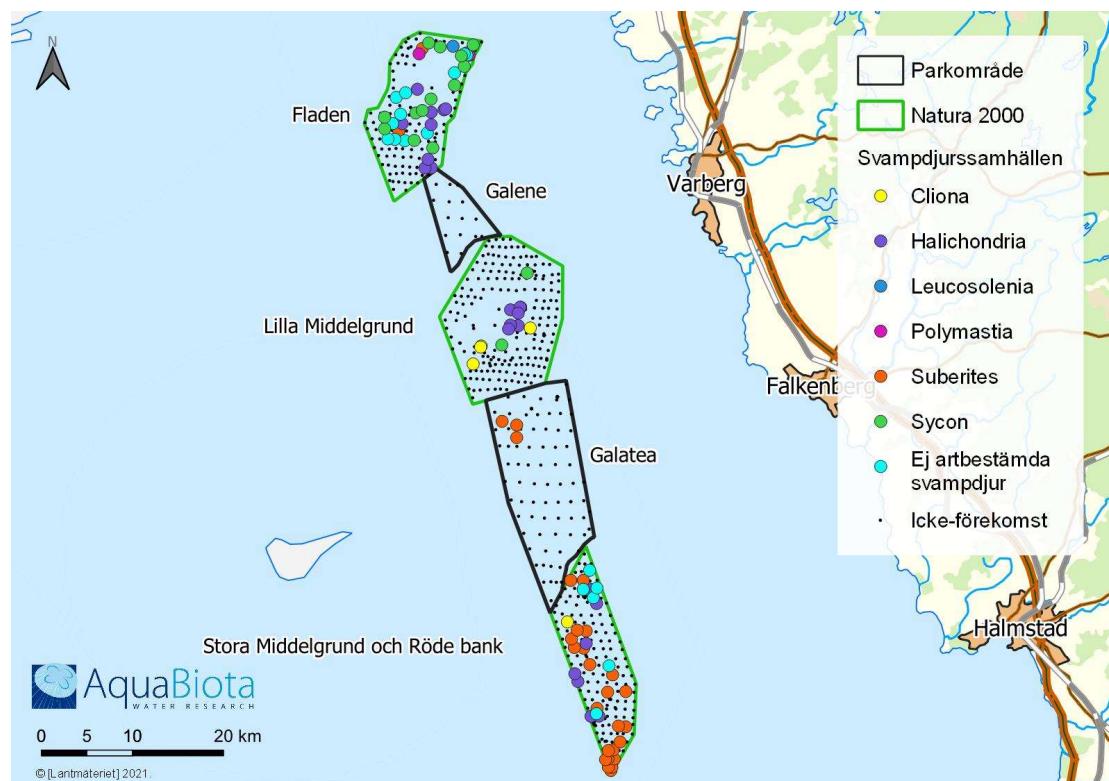


Cylinderros (*Pachycerianthus multiplicatus*) på mjukbotten (AquaBiota 2021).

I samband med videoundersökningar av epifauna i området klassades ett fåtal provytor inom vindparksområdet som Natura 2000-naturtyperna sandbankar (1110) och rev (1170), samtliga lokaliserade till den norra delen av delområdet Galatea (Länsstyrelsen i Hallands län 2018a, PAG 2018). Sandbottens-provytor som klassades som sandbankar uppfyllde dock inte kravet på topografisk upphöjdhet (tabell a3) (Naturvårdsverket 2011b), men hade en fauna som motsvarar en Natura 2000-sandbank, med bland annat

förekomster av de för naturtypen typiska arterna kamsjöstjärna (*Astropecten irregularis*) och stor kammussla (tabell 5) (Länsstyrelsen i Hallands län 2018a). De ytor som klassades som Natura 2000-naturtypen rev inom parkområdet utgjordes till stor del av hårbottensarter, som död mans hand och taggormstjärna, som kan förekomma i höga tätigheter och är typiska för naturtypen (tabell 5). Sotormstjärna (*Ophicoma nigra*) och fikonsvamp (*Suberites ficus*) är andra exempel på hårbottensarter som också observerats i den norra delen av Galatea (figur 5) (Länsstyrelsen i Hallands län 2018a).

Utbredning av Natura 2000-naturtyper har modellerats för att täcka in hela det planerade parkområdet. I samstämmighet med videoundersökningar visar modelleringen av projektområdena att Natura 2000-naturtyperna sandbankar och rev huvudsakligen är lokaliserade till den norra delen av Galatea (figur 4).

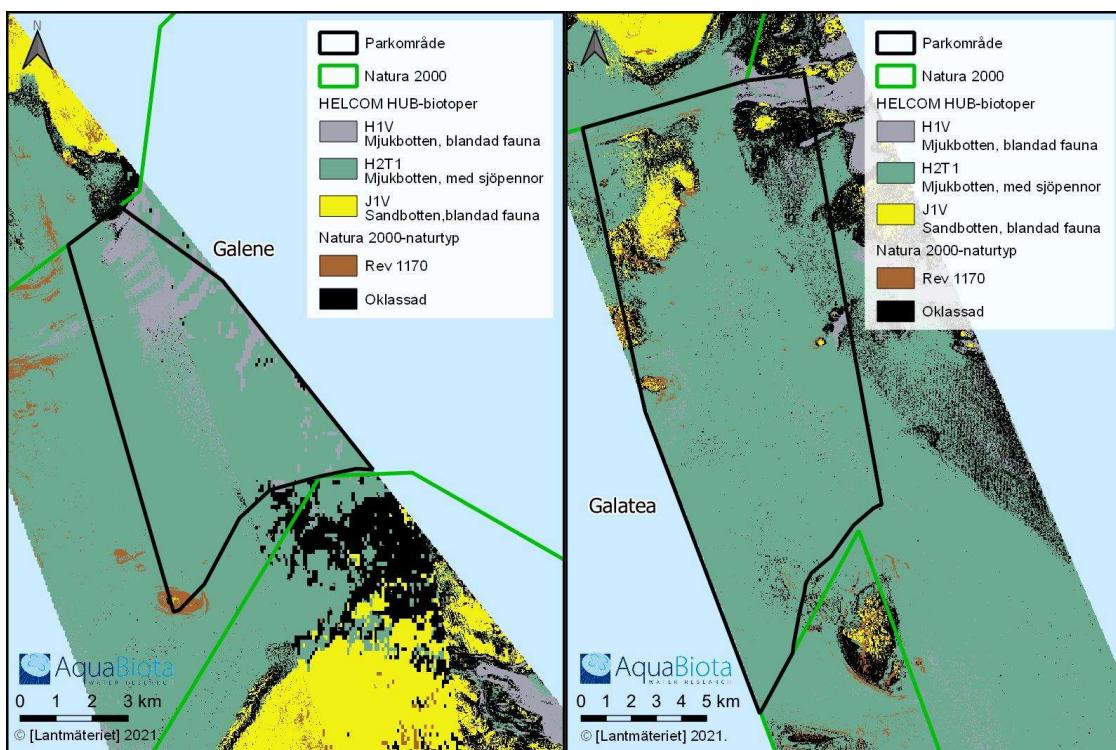


Figur 5. Förekomster och icke-förekomster av svampdjurssamhällen inom parkområdet och Natura 2000-områdena, baserat på tillgängliga data från tidigare undersökningar i området. Samtliga svampdjurssamhällen är artbestämda till släktnivå, förutom en grupp som inte kunde artbestämmas längre än till dess fylum svampdjur (Porifera).

Tabell 5. Förekommande typiska arter inom det planerade parkområdet för respektive Natura 2000-naturtyp. Typiska arter utgår ifrån SLU ArtDatabankens listor över typiska arter (SLU ArtDatabanken 2021d).

Sandbankar (1110)	Rev (1170)
Kamsjöstjärna ( <i>Astropecten irregularis</i> )	Ätlig sjöborre ( <i>Echinus esculentus</i> )
Stor kammussla ( <i>Pecten maximus</i> )	Krabbtaska ( <i>Cancer pagurus</i> )
Liten piprensare ( <i>Virgularia mirabilis</i> )	Rödvit eremitkräfta ( <i>Pagurus bernhardus</i> )
	Död mans hand ( <i>Alcyonium digitatum</i> )

Modelleringar enligt biotopklassificeringssystemet HELCOM HUB (figur 6) ger en likartad bild av områdets bottenmiljöer med en dominans av habitatet mjukbotten med sjöpennor (AB.H2T1), men det förekommer även inslag av HELCOM HUB-biotopena mjukbotten med blandad fauna (AB.H1V) och sandbotten med blandad fauna (AB.J1V). Inom delområdet Galatea förekommer även HELCOM HUB-biotopen grovt sediment med blandad fauna (AB.I1V) (tabell a2) (Länsstyrelsen i Hallands län 2018a, PAG 2018).

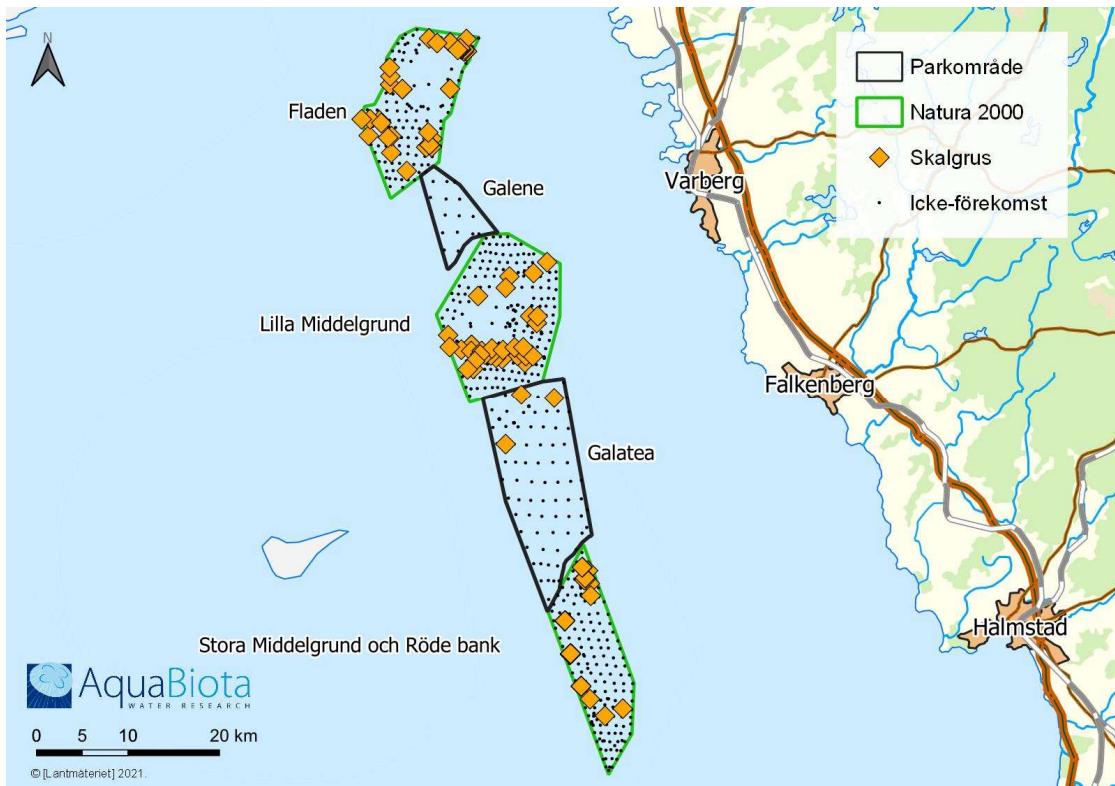


Figur 6. Modellering av HELCOM HUB-biotopena mjukbotten (blandad fauna), mjukbotten (med sjöpennor), sandbotten (blandad fauna) och Natura 2000-naturtypen rev (1170) inom delområdena Galene (vänster) och Galatea (höger).

Bottenhugg ifrån området tyder även på att mjukbottensamhället *Brissopsis/A.chiajei* (tabell a2) är vanligt förekommande i vindparksområdet med höga förekomster av trådormstjärnor (*Amphiura filiformis* och *A. chiajei*) tillsammans med den grävande lyrsjöborren (*Brissopsis lyrifera*) samt flertalet arter av havsborstmaskar. De arter av havsborstmaskar som dominérar är framför allt *Spiophanes kroeyeri*, *Prionospio fallax* och *Praxillella affinis* (SLU Aqua 2018, SMHI Shark 2020).

HELCOM HUB-biotopen skalgrusbottnar har observerats på tre lokaler inom Galatea (figur 7) och utgör ett viktigt habitat för flertalet marina grävande och fastsittande organismer. Grävande arter, till exempel olika typer av kräftdjur, förekommer ofta i områden med skalgrus, då substratet utgör en god miljö för dessa organismer, där de kan

bygga grävande tunnlar. I områden som annars domineras av mjukbottnar utgör även skalgrusbottnar en möjlighet för etablering av hårdbottenarter (Länsstyrelsen Halland 2018a, Coalition Clean Baltic 2020).

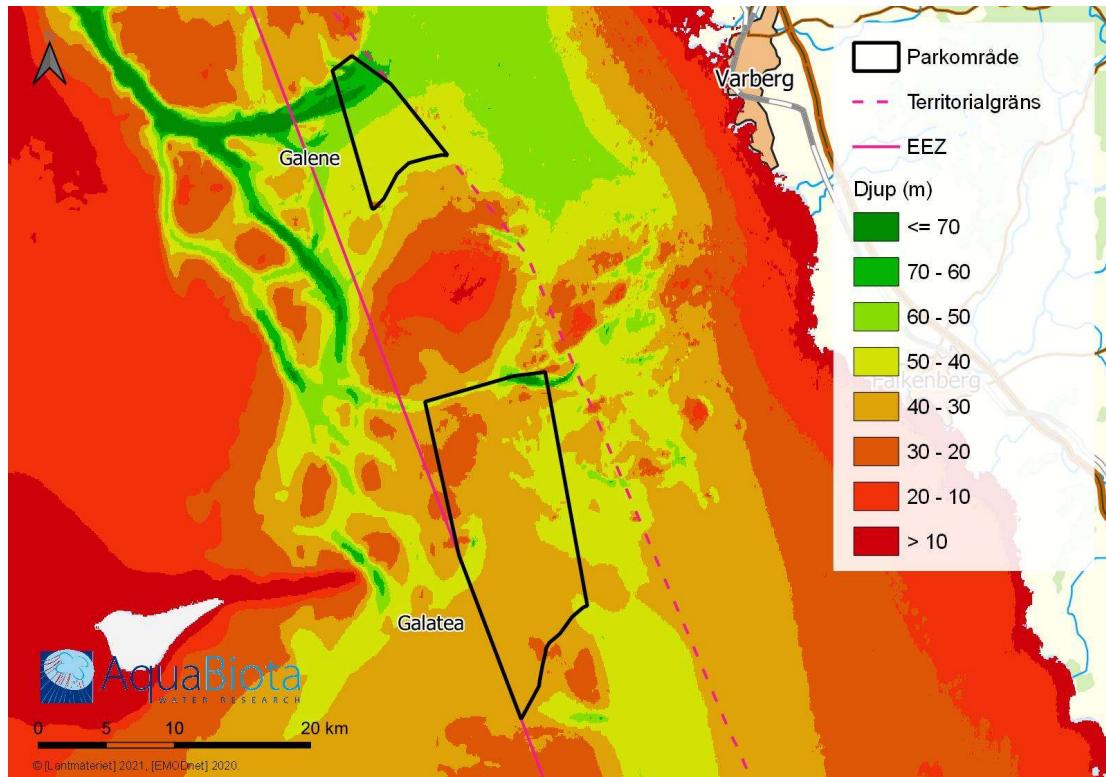


Figur 7. Förekomster och icke-förekomster av skalgrusbottnar inom parkområdet och angränsande Natura 2000-områdena baserat på tillgängliga data från tidigare undersökningar i området.

### 3.1.1. Flora

Från tidigare undersökningar i Galatea-Galene (PAG 2016 och 2018, Länsstyrelsen 2018a) så saknas dokumentation om förekomster av alger, men på fotona från undersökningarna gjorda inom Galatea syns ett fåtal förekomster av rödalger från enstaka provtagningsrutor i den norra delen av delområdet (Länsstyrelsen i Hallands län 2018a). I samband med AquaBiotas Water Research videoundersökningar i området under 2021 dokumenteras även förekomst och utbredning av vegetation inom vindparkområdet.

Utbredningen av vegetationsklädda bottnar i parkområdet förväntas dock vara låg, vilket till stor del beror på det stora djupet (figur 8). Algerna kräver ljus för fotosyntes och i för djupa områden når ljuset inte ned till botten. Många algarter behöver även hårdbottenytter för att fästa sig, vilket saknas i stora delar av parkområdet. Naturtypen rev finns dock inom parkområdena i mindre utsträckning (figur 4) och rev utgörs per definition av hårdbottenytter (tabell a3) där alger kan växa om dessa ligger på tillräckligt grunt vatten. Hur djupt den nedre gränsen går för algsamhället varierar både spatialt och temporalt. I Kattegatt-regionen har alger observerats ned till ett djup om 29 meter vid Lilla Middelgrund (Karlsson 1997), vilket är ett djup som även stämmer väl överens med tidigare observationer i andra delar av Kattegatt (Pedersen m.fl. 1990).



Figur 8. Djuputbredning inom parkområdet.

Av den vegetation som observerats i parkområdets närhet är rödalgerna ribbeblad (*Delesseria sanguinea*) och ekblading (*Phycodrys rubens*) två arter som förväntas förekomma i området, då de har ett brett djupintervall som sträcker sig djupare än 20 meter. Arterna växer på hårbottenytor och har observerats på de intilliggande utsjöbankarna på djup ner till 28 meter, med en enstaka observation på 35 meter (Naturvårdsverket 2012). I Galateas nordvästra del sammanfaller djup mellan 20 och 30 meter (figur 8) med hårbottensytor klassade som rev (figur 4), inom vilka dessa arter av alger kan förväntas förekomma. Detta område utgör dock bara några enstaka procent av områdets totala yta, vilket innebär att utbredningen av alger inom parkområdet förväntas vara mycket begränsad.

### 3.1.2. Rödlistade arter

Den svenska rödlistan handhas av SLU ArtDatabanken och fastslås och revideras vart femte år av Naturvårdsverket. I april 2020 publicerades den senaste versionen av den svenska rödlistan (SLU ArtDatabanken 2020a). Rödlistan följer Internationella naturvårdsunionen (IUCN:s) kategorier och kriterier för rödlistning. Arter benämns som rödlistade när de uppfyller kriterierna för *nationellt utdöd* (RE), *akut hotad* (CR), *starkt hotad* (EN), *sårbar* (VU), *nära hotad* (NT) eller *kunskapsbrist* (DD). Bland annat är marina ryggradslösa djur en grupp med ett bristfälligt kunskapsläge och där arter därmed kan komma att klassas som kunskapsbrist (DD) (SLU ArtDatabanken 2020a). Även HELCOM:s

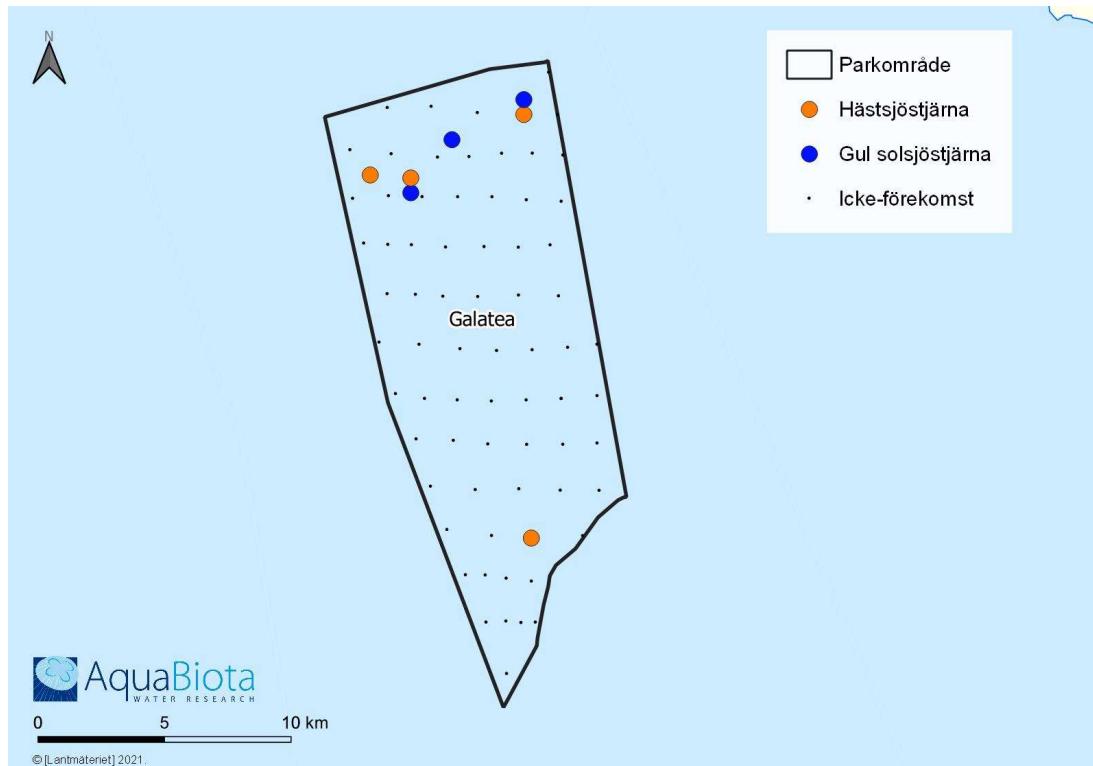
rödlista (2013) följer IUCN:s kategorier för rödlistning och är speciellt anpassad för Östersjöns marina arter.

Två rödlistade arter förekommer inom Galatea: sjöstjärnorna gul solstjärna (*Solaster endeca*) och hästsjöstjärna (*Hippasteria phrygiana*) (tabell 22). Inga rödlistade arter är observerade inom Galene. Enligt den svenska rödlistan är den gula solsjöstjärnan klassad som sårbar (VU). Hästsjöstjärnan är sedan 2020 klassad som livskraftig enligt den svenska rödlistan men som sårbar (VU) enligt HELCOM:s rödlista (HELCOM 2013a).



Taggormstjärnor (*Ophiotrix fragilis*) och sotormstjärnor (*Ophiocomina nigra*) tillsammans med ett exemplar av hästsjöstjärna (*Hippasteria phrygiana*) i område med grövre bottensubstrat (AquaBiota 2021).

Totalt observerades 14 individer av gul solsjöstjärna i norra delen av Galatea vid tre separata provytor (figur 9) (PAG 2016, Länsstyrelsen i Hallands län 2018a). Den gula solsjöstjärnan är en stor karaktäristisk sjöstjärna som är kraftigt byggd, oftast gul till orange men kan även vara violett till färgen och lever på hårdare och sandiga bottnar på 20–90 meters djup. Gul solsjöstjärna förekommer längs hela den svenska västkusten, från Öresund till Skagerrak och har under senare år framför allt påträffats på utsjöbanken Röde Bank, som ligger intill delområdet Galatea (Naturvårdsverket 2006, Länsstyrelsen i Hallands län 2017c, SLU ArtDatabanken 2020b). Arten har också observerats vid Fladen samt på ytterligare ett par nordligare utsjögrund i Kattegatt (Länsstyrelsen i Hallands län 2017a, SLU ArtDatabanken 2020b). Arten är bedömd som sårbar då en minskning av populationen pågår eller förväntas att ske, bland annat på grund av försämrad kvalitet på de hårdare och sandiga bottnar som utgör sjöstjärnans habitat (HELCOM 2013b, SLU ArtDatabanken 2020b).



*Figur 9. Förekomster och icke-förekomster av rödlistade arter enligt den svenska rödlistan (SLU ArtDatabanken 2020a) och HELCOM:s rödlista (HELCOM 2013a) inom delområdet Galatea. Punkterna precis bredvid varandra är observationer från samma lokal. Underlaget utgörs av tillgängliga data från tidigare undersökningar i området.*

Flera individer av hästsjöstjärnor observerades i Galateas norra delar samt en individ i Galateas södra del (figur 9) (PAG 2016, Länsstyrelsen i Hallands 2018a). Hästsjöstjärnan är en stor platt röd-orange sjöstjärna med korta armar och en kuddlik ovansida, som kan ge ett uppsvällt intryck. Hästsjöstjärnan förekommer längs hela den svenska västkusten men är förhållandevis sällsynt. Oftast påträffas den i kallare vatten i Kattegatt. Vid utsjöbanksinventeringarna 2004–2005 observerades arten på Fladen, Stora Middelgrund och Röde bank, som ligger intill vindparksområdet (Naturvårdsverket 2006). Sannolikt har arten direktutvecklande larver, vilket begränsar dess förmåga till spridning och återkolonisation (SLU ArtDatabanken 2020c).

## 4. PÅVERKAN OCH KONSEKVENSBEDÖMNING I VINDPARKSOMRÅDET

I det här avsnittet beskrivs och bedöms påverkansfaktorer som kan påverka bottenfaunan och floran inom det planerade vindparksområdet i samband med anläggning, drift och avveckling av vindparken (tabell 6).

*Tabell 6. Påverkansfaktorer som kommer att bedömas med avseende områdets bottenfauna och flora.*

Påverkansfaktor	Anläggningsfas	Driftsfas	Avvecklingsfas
Fysisk påverkan	X		X
Sedimentspridning	X		X
Miljögifter	X		X
Substratförändringar		X	
Magnetiska fält		X	
Hydrografiska förändringar		X	
Skuggning		X	

#### 4.1. Anläggningsfas - undersökningar

Inför detaljprojektering och installation kommer fördjupade undersökningar genomföras av maringeologin och de djupare bottenlagren i vindparksområdet i form av geotekniska och geofysiska undersökningar. Undersökningarna kan utföras under såväl detaljprojekteringen som under installation av vindparken. Resultaten kommer användas för att anpassa val och placering av fundament efter rådande förhållanden och möjliggöra miljöanpassade lösningar.

Geofysiska undersökningar genomförs för att kartlägga havsbottens översta lager samt dess geologiska sammansättning. Då dessa undersökningar inte innebär några fysiska ingrepp på botten förväntas ingen påverkan eller negativa konsekvenser på områdets bottenmiljöer.

Geotekniska undersökningar i form av borrning och annan bottenprovtagning genomförs för att få en detaljerad bild av bottensedimentets sammansättning och fysiska egenskaper. En viss skada på bottenfauna och flora kan ske vid provtagning i bottensedimentet, detta är dock ytterst lokalt och tillfälligt. Även sedimentspridning i samband med undersökningarna bedöms bli högst lokal. Sammantaget, till följd av högst lokala effekter och att endast mycket små ytor tas i anspråk, förväntas påverkans storlek och omfattning vara obetydlig, vilket leder till att de geotekniska undersökningarna medför försumbara konsekvenser för bottenfaunan och floran (tabell 7).

*Tabell 7. Konsekvensbedömning av bottenundersökningar för bottenfauna och flora i vindparksområdet.*

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Bottenundersökningar	Måttlig	Obetydlig	Försumbar

## 4.2. Anläggningsfas - installation

### 4.2.1. Fysisk påverkan

Påverkan på områdets bottenmiljöer utgörs initialt av den direkta fysiska störningen av havsbotten som sker vid anläggning av vindkraftsfundament, erosionsskydd, transformatorstationer och kablar. Framför allt riskerar icke-mobila djur som inte kan förflytta sig från platsen att påverkas vid grävnings- och borrningsarbeten. Den maximala fysiska påverkan som vindparkens bottenanspråk kan ge upphov till har beräknats utifrån ett worst case-scenario (se avsnitt 2.4, tabell 8).

*Tabell 8. Beräknad fysisk påverkan vid anläggning av monopile-fundament, transformator-/omriktarstationer och erosionsskydd.*

	Galatea	Galene	Total yta
Antal monopilefundament	80	21	
Bottendiameter (m) per monopile inkl. erosionsskydd	60	60	
Antal transformator-/omriktarstationer med 4 ben	2	1	
Bottendiameter (m) per ben inkl. erosionsskydd	30	30	
<b>Totalt påverkansområde vindkraftverk + transformator-/omriktarstation (km<sup>2</sup>)</b>	<b>0,23</b>	<b>0,06</b>	<b>0,29</b>

Den maximala bottenytan som kan komma att påverkas i samband med etablering av monopilefundament och transformator-/omriktarstationer, inklusive erosionsskydd, i Galatea-Galene utgör 0,289 km<sup>2</sup> av vindparkens totala yta om 215 km<sup>2</sup> vilket motsvarar cirka 0,13%. Det område som tillfälligt kan komma att påverkas av kabelförläggningen av internkabelnätet är cirka 0,494 km<sup>2</sup> (0,23% av vindparken). Sammanlagt kan den direkta fysiska påverkan omfatta ett område på 0,783 km<sup>2</sup> vilket motsvarar 0,36% av vindparken.

Den fysiska påverkan på habitatet sjöpennor och grävande megafauna och naturtyperna sandbankar (1110) och rev (1170) har sammanställts för delområdet Galatea i tabell 9 och Galene i tabell 10. Worst case-scenariot för hela vindparken kan komma att påverka de tre habitaterna/naturtyperna på en sammanlagd yta om cirka 0,739 km<sup>2</sup> enligt modelleringarna.

Inom Galatea påverkas andelen ytor av sandbankar (0,38 %) och sjöpennor och grävande megafauna (0,37 %) mer än andelen ytor av rev (0,29 %) i förhållande till deras totala yta i området. Eftersom OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna har ett betydligt större utbredningsområde (cirka 142 km<sup>2</sup>) jämfört med Natura 2000-naturtyperna (cirka 22 km<sup>2</sup>) blir följdens att den fysiska påverkan på detta habitat utgör

en större påverkan av Galateas totala yta (0,30 %). Påverkan på sandbankar och rev utgör endast 0,043 % respektive 0,0024 % av delområdets totala yta på grund av deras begränsade utbredningsområden (tabell 9).

Inom Galene påverkas andelen ytor av sandbankar (0,39 %) och sjöpennor och grävande megaflora (0,39 %) mer än andelen ytor av rev (0,13 %) i förhållande till deras totala yta i området. Eftersom utbredningsområdet för Natura 2000-naturtyperna (rev och sandbankar) är ännu lägre i Galene än i Galatea resulterar den fysiska påverkan på habitatet sjöpennor och grävande megaflora i en större påverkan på delområdet totala yta (0,33 %) än vad den fysiska påverkan på naturtyperna resulterar i. Påverkan på sandbankar och rev inom Galene utgör endast 0,0005 % respektive 0,0009 % av delområdets totala yta på grund av deras begränsade utbredningsområden (tabell 10).

*Tabell 9. Den största fysiska påverkan inom delområdet Galatea för de habitat och naturtyper som förekommer inom vindparksområdet, baserat på beräknat resultat för worst case scenario med fundamentstypen monopiles och transformatorstationer (inklusive erosionsskydd) samt kabelförläggning.*

Habitat och naturtyper	Utbredningsområde (km <sup>2</sup> )	Påverkad andel av habitatet (%)	Påverkad andel av delområde Galatea (%)
Sjöpennor och grävande megaflora	141,66	0,37	0,30
Sandbankar (1110)	19,63	0,38	0,043
Rev (1170)	1,42	0,29	0,0024

*Tabell 10. Den största fysiska påverkan inom delområdet Galene för de habitat och naturtyper som förekommer inom vindparksområdet, baserat på beräknat resultat för worst case scenario med fundamentstypen monopiles och transformatorstationer (inklusive erosionsskydd) samt kabelförläggning.*

Habitat och naturtyper	Utbredningsområde (km <sup>2</sup> )	Påverkad andel av habitatet (%)	Påverkad del inom delområde Galene (%)
Sjöpennor och grävande megaflora	35,22	0,39	0,33
Sandbankar (1110)	0,053	0,39	0,0005
Rev (1170)	0,30	0,13	0,0009

#### *4.2.1.1. Konsekvensbedömning fysisk påverkan*

Beräkningarna visar att endast en mycket liten andel (cirka 0,36 % totalt) av vindparksområdets totala yta kan komma att påverkas i worst case-scenariot vid anläggning av vindparken.

En återetablering av mjukbottenlevande organismer kommer att kunna ske på de ytor som påverkats av kabelanläggning. Vissa arter av havsborstmaskar, rundmaskar och kräftdjur är snabba på att återkolonisera muddrade mjukbottnar, medan återkolonisation av mer långlivade arter (som exempelvis vissa arter av musslor) tar längre tid. Tiden för återhämtningen varierar även mellan olika områden. Återhämtningen av en muddrad yta är vanligtvis ett–tre år, men successionsprocesserna är normalt längsammare på djupa än grunda bottnar (Hammar m.fl. 2009).

Vid de bottenytor som tas i anspråk av fundament och erosionsskydd erhålls en övergång från mjukt till hårt substrat, vilket skapar förutsättningar för bildandet av artificiella rev (artificiella rev beskrivs närmare under driftsfas i avsnitt 4.3).

Inom vindparksområdet pågår ett omfattande bottentrålningsfiske (Havs- och vattenmyndighetens VMS databas, 2021) som i hög grad fysiskt påverkar botten. Den fysiska störningen av havsbotten från bottentrålningsfisket i området påverkar betydligt större ytor än vad som kommer att påverkas vid anläggningen av vindparken. Nollalternativet, som innebär att vindparken inte byggs, innebär alltså ett fortsatt högt tryck från bottentrålning på områdets bottenfauna och flora. Då många bottenlevande arter, som exempelvis sjöpennor, är känsliga för bottentrålning kan en etablerad vindpark ge en reservatseffekt som ger ett skydd för dessa arter (Dinmore m.fl. 2003).

Bottenfaunans och florans känslighet bedöms som hög men då endast en mycket liten andel (cirka 0,36 % totalt) av vindparksområdets totala yta påverkas bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig. Konsekvensen av verksamhetens fysiska påverkan för områdets bottenfauna och flora blir därmed försumbar (tabell 11).

*Tabell 11. Konsekvensbedömning av fysisk påverkan från vindpark Galatea-Galene för bottenfauna och flora i vindparksområdet.*

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Fysisk påverkan	Hög	Obetydlig	Försumbar

#### *4.2.2. Suspenderat sediment och sedimentation*

Den fysiska störningen av havsbotten som sker i samband med installation av fundament, erosionsskydd och kabelnedläggning orsakar sedimentspridning med tillfälligt förhöjda halter av suspenderade partiklar (grumling) i vattnet. Sedimentspridningen styrs till stor

del av bottensubstrat, vattenströmmar och vilken typ av fundament och installationsteknik som används vid etableringen (Hammar m.fl. 2009).

Hur bottenlevande organismer påverkas av förhöjda halter av suspenderade partiklar varierar mellan olika arter samt beroende av bland annat sedimenthalt och dess varaktighet i vattenmassan (Wilber och Clarke 2001). De flesta djur som lever på botten (epifauna) är toleranta för tillfälligt förhöjda halter av suspenderat sediment medan vissa filtrerande arter kan påverkas negativt vid långvarig exponering. Höga halter av suspenderat sediment kan täppa igen filtrationsmekanismen hos filtrerande djur, vilket ökar energiförbrukningen samt kan resultera i nedsatt födointag och minskad tillväxt (Lisbjerg m.fl. 2002, Velasco och Navarro 2002, Szostek m.fl. 2013).

Det är viktigt att beakta den naturliga grumligheten i området vid bedömningar av hur organismer påverkas av sedimentspridning. Valeur och Jensen (2001) uppmätte den naturliga koncentrationen av suspenderat sediment mellan tio och 40 meters djup i Öresund till 0–2 mg/l vid lugnt väder och lokalt upp mot 40 mg/l suspenderat sediment vid perioder med hårda vindförhållanden. Området som omfattas av Galatea-Galene domineras av djupa mjukbottnar och hårdbottenytorna är begränsade. Generellt anses suspenderade partiklar ha en mer begränsad påverkan på djur på mjukbottnar då resuspension är något som förekommer naturligt i områden som karaktäriseras av sand och lera. Den naturliga resuspensionen är dock högre vid grundare än vid djupare bottnar (Hammar m.fl. 2009).

När suspenderade partiklar som sprids i samband med anläggningen av vindparken faller ner på botten (sedimenterar) kan bottenlevande djur och alger komma att täckas av sediment. Mobila djur som kan förflytta sig från platsen och djur anpassade till ett liv nedgrävda i havsbotten klarar sig normalt bättre än organismer som lever ovanpå bottnarna. Sessila (fastsittande) organismer och djur med begränsad förmåga att gräva sig upp genom sedimentet kan kvävas vid långvarig övertäckning (Essink 1999).

Påverkan av sedimentation varierar mellan arter och beroende på ett flertal faktorer, där mängden sedimenterat material, den totala tiden som organismerna täcks över (exponeringstid) och sedimentpartiklarnas kornstorlek är av stor betydelse (Szostek m.fl. 2013, Hendrick m.fl. 2016, Hutchison m.fl. 2016).

Om en yta av hårt substrat täcks av sediment så kan det försvåra möjligheten för algsporer och djurlarver att fästa vilket kan påverka nyrekryteringen hos alger och djur (Berger m.fl. 2003, Vaselli m.fl. 2008). Om alger helt täcks av sedimenterade partiklar kan fotosyntesen påverkas och vid långvarig övertäckning kan det leda till minskad tillväxt och till slut nedbrytning (Eriksson och Johansson 2003).

Beroende på sammansättningen av organiskt/oorganiskt material kan även vissa djur gynnas vid en hög andel organiskt material genom en ökad födotillgång. Bottenlevande flora och faunas känslighet för att täckas av sediment varierar stort mellan olika organismgrupper och arter (Last m.fl. 2011). I appendix (tabell a6) redovisas en

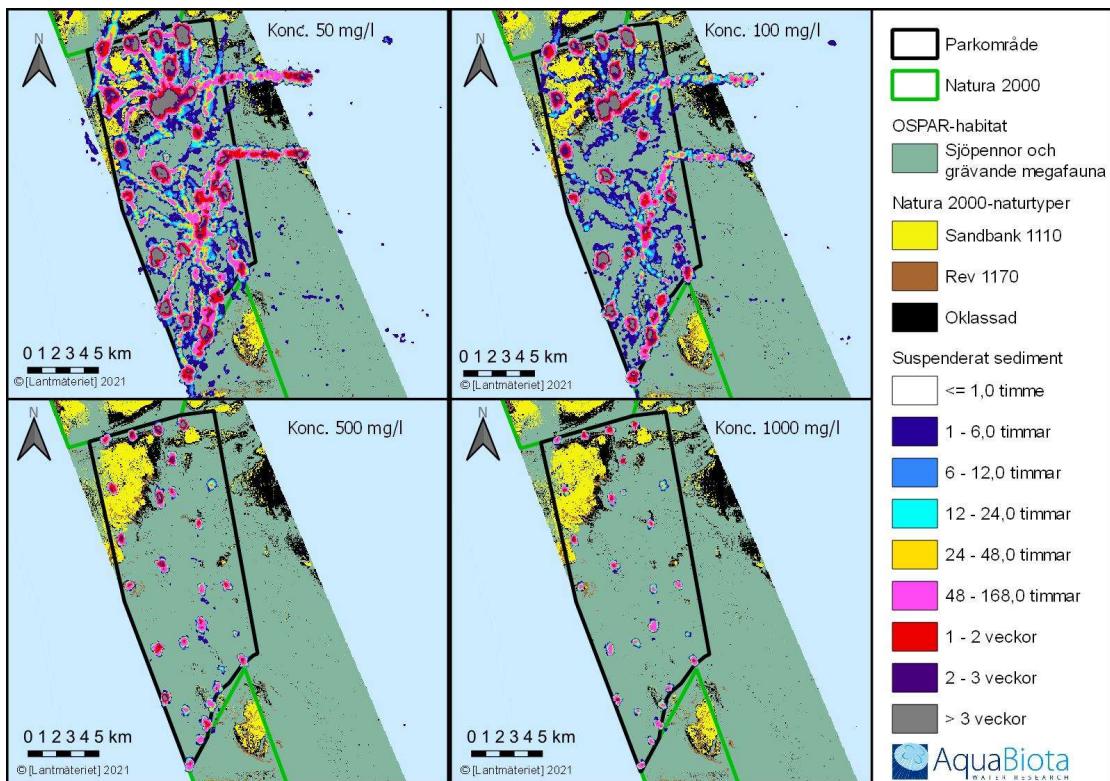
sammanställning för känsligheten för övertäckning av sediment för flertalet utvalda bottenlevande organismer som förekommer i vindparken eller i dess närhet.

#### *4.2.2.1. Konsekvensbedömning av suspenderat sediment och sedimentation*

För att erhålla en heltäckande bild av sedimentspridningens konsekvenser för områdets bottenfauna och flora utgår konsekvensbedömningar från påverkan på OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna samt Natura 2000-naturtyperna sandbankar (1110) och rev (1170). Modelleringar visar att tillsammans täcker dessa habitat och naturtyper in vindparkens bottenmiljöer (figur 4). För att bedöma habitatens och naturtypernas känslighet har särskild vikt lagts på typiska arter, enligt SLU ArtDatabanken (2021d), för respektive miljö (tabell 5).

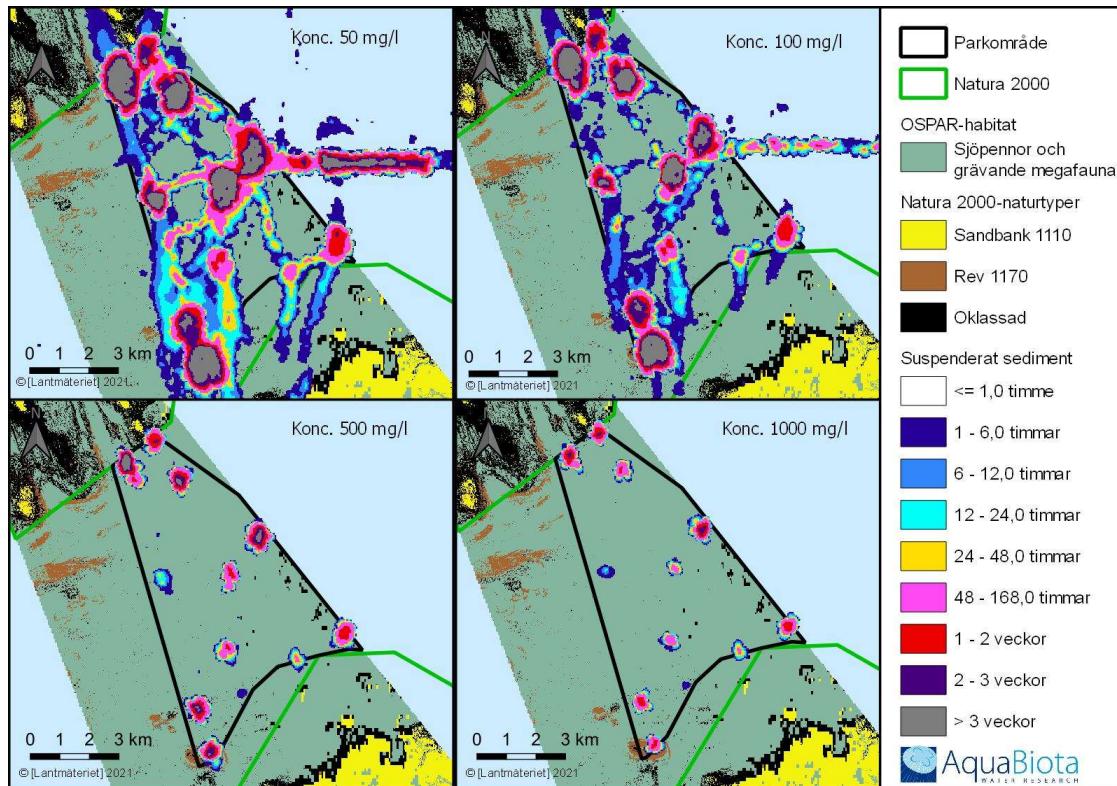
Kartor har tagits fram som kombinerar modelleringar av suspenderat sediment och sedimentation med utbredningen av OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna samt Natura 2000-naturtyperna sandbankar (1110) och rev (1170) (figur 10, figur 11, figur 12). Modelleringarna av suspenderat sediment och sedimentpålagringar bygger på att alla fundament och elkablar anläggs sekventiellt men sammanfattats i en och samma karta (se avsnitt 2.4 för mer information).

Halter om 100 mg/l suspenderat sediment uppkommer huvudsakligen i områdena omkring de borrade fundamenten men även till viss del längs anläggningsplatserna för kablar. Med en varaktighet mellan två–tre veckor uppkommer halten endast inom en begränsad yta om cirka 800 meter i diameter runt fundamenten (figur 10 och figur 11). Den totala ytan inom vindparken som exponeras för 100 mg/l suspenderat sediment i mer en vecka utgör endast 20 km<sup>2</sup>, vilket motsvarar cirka 9,3 % av områdets totala yta.



Figur 10. Suspenderat sediment i halterna 50, 100, 500 och 1000 mg/l (medelvärde av 10 meter ovan havsbotten) tillsammans med utbredning av Natura 2000-naturtyperna sandbank (1110), rev (1170) och OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna inom delområdet Galatea.

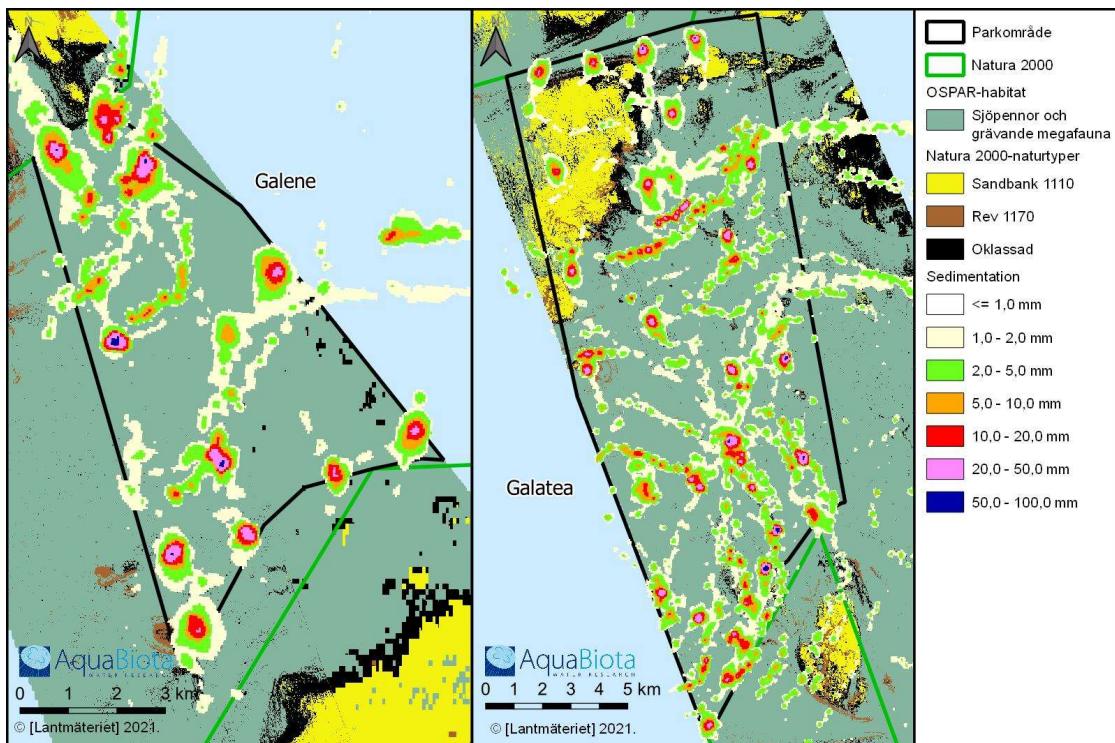
Sedimenthalter om 500 mg/l och med en varaktighet över tre veckor uppkommer endast vid mindre ytor (max cirka 0,5 km i diameter) runt anläggningsplatserna för de borrade fundamenten (0,5% av områdets totala yta). Halter om 1000 mg/l förekommer än mer lokalt i upp mot en vecka runt vissa av de borrade fundamenten, annars under ett par dagar (figur 10 och figur 11). Den totala ytan inom vindparken som exponeras för 1000 mg/l i mer än vecka utgör cirka 5 km<sup>2</sup>, vilket motsvarar endast cirka 2,3 % av områdets yta.



Figur 11. Suspenderat sediment i halterna 50, 100, 500 och 1000 mg/l (medelvärde av 10 meter över havsbotten) tillsammans med utbredning av Natura 2000-naturtyperna sandbank (1110), rev (1170) och OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna inom delområdet Galene.

Den maximala sedimentationen uppgår till 50–100 mm i närområdet runt de fundament som har borrats ner till sitt maximala förankringsdjup (0,04% av vindparkområdets totala yta) (figur 12, NIRAS 2021a). En sedimentation > 10 mm inom vindparksområdet täcker en yta på cirka 6,6 km<sup>2</sup>, vilket motsvarar cirka 3,0 % av områdets totala yta.

Längs anläggningsplatserna för kablar uppgår den maximala sedimentationen till 10–20 mm men vid några mindre fläckar kan den uppgå till 50 mm (figur 12, NIRAS 2021a). Uppkomna sedimentpålagringar utgörs huvudsakligen av sedimentspill från borrvning av fundament medan kablar som spolas ner en meter i sediment endast bidrar med en lokal sedimentation om ca 1–2 mm. Om kablarna i stället skulle anläggas två meter ner i sedimentet skulle sedimentationen från kabelförläggningen i stället bidra med ca 3–6 mm (NIRAS 2021a). Oavsett om kablarna anläggs en eller två meter ner i sediment så är bidraget av sedimentpålagringar från anläggningen av internkabelnätet marginellt i förhållande till vad som uppkommer vid borrvning av fundament.



Figur 12. Sedimentation tillsammans med utbredningen av Natura 2000-naturtyperna sandbank (1110), rev (1170) och OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna inom delområdena Galene (vänster) och Galatea (höger).

### Sjöpennor och grävande megafauna

OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna har en betydligt större utbredning än naturtyperna rev och sandbankar i delområdet Galatea, samt domineras nästan uteslutande delområdet Galene. Sjöpennor och grävande megafauna förväntas därför vara det habitat som exponeras i högst utsträckning av förhöjda halter av suspenderat sediment och sedimentation.

Den grävande megafaunan, med arter som exempelvis havskräfta, förväntas inte påverkas negativt av sedimentspridning, då de till stora delar lever nedgrävda i bottensedimentet. Vid experiment där havskräftors gropingångar täcktes av sediment visade det sig att havskräftorna snabbt öppnade upp gropingångarna igen (Hughes 1998). Sjöpennorna är väl anpassade till mjukbottnenmiljöns förhållanden och kan vid fara skydda sig genom att gräva sig ner i bottensedimentet. Vid höga sedimenthalter kan sjöpennan liten piprensare även producera stora mängder slem och på så sätt skydda polyperna från finkorniga partiklar (Hiscock 1983). Sjöpennornas filtreringsapparat kan tillfälligt täppas igen vid långvarig exponering av höga halter av suspenderat sediment ( $>100 \text{ mg/l}$  över två veckor). När halterna av suspenderat sediment har återgått till normala förhållanden återhämtar sig sjöpennorna snabbt. Liten piprensare bedöms inte vara känslig för exponering av  $100 \text{ mg/l}$  suspenderat sediment i upp till en månad (Hill och Wilson 2000). Lokalt beräknas halter över  $500 \text{ mg/l}$  kunna uppkomma vid mindre ytor (maximalt cirka  $0,5 \text{ km}$  i diameter) runt anläggningsplatserna för de borrade fundamenten (figur 10 och figur 11). Hur sjöpennor påverkas av grumlingshalter i den storleksordningen är okänt,

men sannolikt ökar energiförbrukningen av att filtreringsapparaten täpps igen, vilket kan påverka tillväxten hos de individer som exponeras.

Då sjöpennorna kan röra sig upp och ner genom sedimentet bedömer Hill m.fl. (2020) att de kan anses relativt tåliga vid övertäckning av 300 mm finkorniga partiklar. Detta är betydligt större mängder än vad som förväntas i samband med anläggning av vindparken.

### *Sandbankar (1110)*

Sandbankarna förekommer sparsamt i en den norra delen av delområdet Galatea. Här förekommer den för naturtypen typiska arten stor kammussla (SLU ArtDatabanken 2021d). Szostek m.fl. (2013) studerade hur juvenila kammusslor av arten stor kammussla påverkas av att exponeras av suspenderat sediment i halterna 50–100 och 200–700 mg/l under en varaktighet på 18 dagar. Energiförbrukningen var särskilt hög vid 200–700 mg/l, men kammusslorna visade även på en minskad tillväxt vid halterna 50–100 mg/l.

Sedimenthalter om 100 mg/l med samma varaktighet som i studien (18 dagar) beräknas till vis del överlappa med utbredningen av sandbankar och arten stor kammussla (figur 10 och figur 11).

I studien undersöktes även juvenila kammusslors känslighet för att täckas över av sediment i olika kornstorlekar. Kammusslorna placerades så att de blev helt övertäckta med sediment vid olika nedgrävningsdjup (0–50 mm). Av de individer som placerades 10 mm ner i sedimentet av sand eller finkornigt sediment överlevde samtliga genom att gräva sig upp till bottenytan. Av de individer som placerades 30 mm i sediment av sand lyckades ca 30 % att gräva sig upp ur sediment men vid 50 mm lyckades inga individer gräva sig upp. Vid övertäckning av finkornigt sediment lyckades inga kammusslor gräva sig upp ur ett 30 eller 50 mm tjockt lager sediment och efter fyra dagar överlevde inga individer.

Den maximala sedimentationen som kan ske till följd av anläggning av de borrade fundamenten uppgår mycket lokalt till 50–100 mm vilket innebär att kammusslor som förekommer vid dessa platser riskerar att täckas över. Till skillnad från ovan nämnda experiment, där kammusslorna placerades vid olika djup i sedimentet, så sker sedimentationen i havsmiljön successivt, varför större möjligheter finns för musslan att hålla sig uppe på bottenytan.

Andra typiska arter för naturtypen som förekommer i området, som den ovan beskrivna arten liten piprensare, bedöms vara tåligare eller åtminstone inte känsligare än juvenila kammusslor för exponering av höga halter av suspenderat sediment och sedimentation (Hill och Wilson 2000).

## *Rev (1170)*

I den norra delen av Galatea är ett mindre antal ytor även klassade som rev. Här förekommer den för naturtypen typiska arten död mans hand. Arten anses vara tolerant för exponering av 100 mg/l suspenderat sediment under cirka en månads tid, då kolonierna kan skydda polyperna genom att producera ett skyddande slemhölje runt dem. Fastsittande djur som död mans hand sitter fast i hårt substrat och kan inte förflytta sig vid övertäckning av sediment. Vissa kolonier av död mans hand kan dock bli 200 mm höga och så länge kolonierna inte helt täcks över av sediment bedöms kolonierna vara toleranta. Mindre individer som helt täcks över riskerar däremot att kvävas (Budd 2008a).

En annan typisk art för naturtypen rev är ätlig sjöborre. Sjöborren bedöms vara tolerant för exponering av 100 mg/l suspenderat sediment under cirka en månad, men arten rör sig långsamt och kan inte undvika övertäckning av sediment. Mindre individer av arten bedöms vara känsliga för övertäckning av ett 50 mm lager, då det inte är troligt att dessa kan gräva sig upp ur sedimentet. Övertäckning av ett mindre lager sediment kan även ha en negativ påverkan på larvers förmåga att utvecklas (Tyler-Walters m.fl. 2008b).

Taggormstjärnan är en suspensionsätare som är beroende av suspenderat organiskt material som föda. Ormstjärnan är vanligt förekommande på reven och hårbottensytorna i vindparksområdet och bedöms vara relativt tolerant för exponering av 100 mg/l suspenderat sediment i upp till en månad men det kan leda till ett tillfälligt minskat födointag (Davoult och Gounin 1995). Däremot tros den vara betydligt känsligare för sedimentation då arten sällan förekommer i områden med en naturligt hög sedimentation. Övertäckning av 50 mm sediment kan täppa igen deras filtreringsapparat vilket slutligen kan leda till kvävning då de förmodligen inte kan gräva sig upp, trots att arten är mobil (Aronson 1992, Jackson 2008a, De-Bastos m.fl. 2020).

Svampdjuret fikonsvamp, som växer på hårbottensytor, är den enda arten av svampdjur som finns dokumenterad från vindparksområdet. Till skillnad från många andra arter av svampdjur verkar arten vara tolerant för höga halter av suspenderat sediment och sedimentation. Experiment har visat att arten tål en mycket hög halt suspenderat sediment (10 000 mg/l) utan att dess filtreringsapparat täpps igen av partiklarna. Vid dessa experiment påvisades det inte heller några problem för arten att överleva när partiklarna sedimenterade (Schuster 2013).

Rödalgerna ribbeblad och ekblading kan förekomma i en begränsad utsträckning inom områdets grundare delar, framför allt i den norra delen av Galatea, där ytorna utgörs av hårbotten och är klassade som rev. Som fullvuxna kan de båda rödalgerna uppnå en höjd på 300 mm. Förutom en högst tillfälligt nedsatt fotosyntes bedöms de inte vara känsliga för de nivåer av suspenderat sediment och sedimentation som kan förväntas i samband med anläggning av fundament. Algsporernas förmåga att fästa vid hård substrat kan dock hindras vid övertäckning vilket i så fall kan begränsa nyrekryteringen (Tyler-Walters 2006).

### *Nollalternativet – fortsatt bottentrålningfiske*

Bottentrålningfiske orsakar en betydande resuspension av sediment (Palanques m.fl. 2001), vilket bör ställas i relation till den tillfälliga spridningen av sediment som uppkommer vid anläggning av en vindpark. Vid bottentrålning brukar sedimenthalterna ligga mellan 100 – 300 mg/l och ibland uppåt 500 mg/l där halterna är som högst i centrum av sedimentplymen. Grumligheten kan sedan öka i upp till 28 timmar efter påbörjad trålningsaktivitet (Palanques m.fl. 2001). En studie utförd i Skottland beräknade mängden suspenderat sediment vid trålning i olika sedimenttyper och med olika trålutrustning (O'Neill och Summerbell 2011). Vid trålning med en s.k. uttertrål och en fiskebåt med 746 kW motorstyrka beräknades den totala suspenderingen uppgå till 136 kg sediment per meter trålning.

Inom området Galatea-Galene trålades det cirka 3 000 gånger mellan åren 2017–2020 (Havs- och vattenmyndighetens VMS databas, 2021). Med beräkningarna från O'Neill och Summerbell (2011) kan det totala frigörandet av sediment från bottentrålning uppskattas. Vid antagande att varje båt har en motorstyrka på cirka 296 kW bör cirka 108 kg sediment frigöras för varje meter som trålas, givet att området Galatea-Galene sammanlagt trålas med cirka 825 tråldrag per år och att ett tråldrag är cirka 14 km (Palanques m.fl. 2001). Med detta resonemang blir beräkningen:  $108 \times 14\ 000 \times 825 = 1\ 247\ 400\ 000$  kg.

Enligt beräkningen ovan innebär det alltså att 1 247 400 ton sediment frigörs per år bara inom vindparksområdena. Förutsatt att trålning skulle fortsätta att bedrivs enligt nuvarande omfattning under lika lång tid som vindparken skulle vara i drift (minst 40–45 år framöver), skulle det motsvara 49 896 000 ton sediment. Dessa siffror är en uppskattning utifrån från kunskapsläget idag och kan ändras om trålfsket skulle ändras, vad som kan konstateras är dock att det svenska trålfsketet i området frigör enorma mängder sediment. Till detta tillkommer även bottentrålning av det danska fisket som är större än det svenska (Bergland m.fl. 2021).

Nollalternativet, som innebär att vindparken inte byggs, innebär alltså ett fortsatt högt tryck på områdets bottenmiljöer. Den uppskattade mängden sedimentspill som beräknats enligt ovan (cirka 6 237 000 ton) kan ställas i relation till sedimentspillet från anläggning av vindparken, som enligt sedimentmodellerings uppår till totalt 523 784 ton. Etableringen av vindparkerna kan alltså minska den totala belastningen av sediment i området förutsatt att bottentrålfsketet inom området blir begränsat av vindparken. Följaktligen bör sedimentspridningens påverkan på bottenfauna och flora vid anläggning sättas i relation till bottentrålningens påverkan på området för korrekt bedömning.

### *Sammantagen bedömning*

Sandbankar och rev förekommer endast i en sparsam utsträckning i området. Det habitat som huvudsakligen kommer att beröras är förhöjda halter av suspenderat sediment och sedimentpålagringar är OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna, då det utgör områdets dominerande habitat (figur 4). Enskilda individer av sjöpennor kan tillfälligt påverkas genom igentäppning av filtreringsapparaten där halterna av suspenderat sediment lokalt kan överstiga 100 mg/l. Sjöpennorna bedöms dock inte påverkas av sedimentpålagringar upp till 300 mm, vilket är betydligt större mängder än vad som förväntas i samband med anläggning av vindparken.

Mycket lokalt (omkring en radie på 100 meter) kan sedimentation uppgå till maximalt 50–100 mm kring vissa av de borrade fundamenten, vilket kan resultera i att juvenila individer av den för naturtypen sandbankar typiska arten stor kammussla kan komma att täckas över. På samma sätt kan individer av typiska arter för naturtypen rev som ätlig sjöborre och taggormstjärna samt andra mindre fastsittande organismer skadas genom övertäckning av sediment. Där sediment pålagras över hårda ytor kan möjligheten för algsporer och djurlarver att fästa försvåras vilket kan påverka nyrekryteringen. Sedimentation kan alltså lokalt påverka individer, men med tanke på de begränsade ytor som påverkas av höga sedimentpålagringar bedöms inga populationer i området påverkas. Vidare kommer många hårdbottnarter i området gynnas när vindparkens hårda strukturer är på plats under driftfasen. Sammantaget bedöms revmiljöerna öka i området då vindparkens hårda strukturer skapar artificiella rev (se avsnitt 4.3.1 nedan om Substratförändringar).

Runt de borrade fundamenten kan lokalt högre halter av suspenderat sediment (>100 mg/l) uppkomma, vilket kan påverka vissa filtrerande arter genom ökad energiförbrukning och potentiellt minskad tillväxt. Då endast mindre delar av området kan komma att beröras av halter över 100 mg/l av suspenderat sediment i ett worst case-scenario, bedöms inga av de typiska arternas (tabell 5) populationer i området påverkas. Påverkan bör dessutom vägas mot nollalternativet, vilket ovan konstaterat skulle innebära en på längre sikt betydande högre belastning av sediment på områdets arter och naturtyper jämfört med vad som genereras under anläggningsfasen.

Områdena där det kan förväntas en påverkan till följd av höga halter av suspenderat sediment (från cirka 100 mg/l) och sedimentpålagringar (maximalt 50–100 mm) är mycket små i förhållande till vindparkens totala yta (figur 10, figur 11, figur 12). Anläggningsfasen pågår dessutom under en begränsad period jämfört med nollalternativet, som innebär ett fortsatt bottentrålningsfiske, och när vindparken är drift kan den ge en reservatseffekt genom att bottenmiljöerna skyddas från bottentrålning.

Sammantaget bedöms inte anläggningen av vindparken resultera i någon betydande påverkan på livsmiljöerna i området till följd av förhöjda halter av suspenderat sediment och sedimentation. Påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig/liten och konsekvensen som försumbar/mycket liten för områdets bottenfauna och flora (tabell 12).

Tabell 12. Konsekvensbedömning av suspenderat sediment och sedimentation för bottenfauna och flora i vindparksområdet.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Suspenderat sediment	Liten	Obetydlig	Försumbar
Sedimentation	Liten	Liten	Mycket liten

### Förslag på försiktighetsåtgärder

Konsekvensbedömningarna görs utifrån att sedimentet släpps ut direkt vid botten. Om sedimentet som försiktighetsåtgärd i stället släpps ut uppe vid vattenytan så minskar det den maximala sedimentationen väsentligt från 50–100 mm till att lokalt uppgå till maximalt 40–50 mm inom mindre delar av delområdet Galatea. I delområdet Galene blir då den maximala sedimentationen ännu lägre, som högst 20–25 mm. I den norra delen av delområdet Galatea där det förekommer rev och sandbankar finns det arter som är känsligare för att täckas av sediment. Med beaktande av försiktighetsåtgärden, där sedimentet släpps ut vid vattenytan, blir sedimentationen mindre och därmed blir den totala påverkan av sedimentation försumbar eftersom sedimentet sprids ut över större ytor. Om sedimentet släpps ut uppe vid vattenytan innebär det även att bottenfaunan och floran exponeras av lägre halter av suspenderat sediment.

#### 4.2.3. Miljögifter

Bottnarna inom Galatea-Galene domineras av ackumulationsbottnar, vilket innebär att sedimentpartiklar ligger kvar på botten så länge ingen störning på botten sker. De flesta organiska miljöförroningar ligger bundna till sedimentpartiklar och organiskt material och kan därmed ansamlas i dessa områden. Om det finns miljögifter i bottensedimenten kan dessa potentiellt frigöras och spridas i vattenkolumnen och till nya områden i samband med den fysiska störningen av havsbotten under anläggningsfasen.

Samtliga ytsediment i utsjön omkring Sverige innehåller miljögifter, men halten varierar mellan områden. Halten av miljögifter är generellt lägre på västkusten än i Östersjön, på grund av den större vattenomsättningen i västerhavet. Högre halter är också vanligare närmare kusten än längre ut. I Kattegatt visar undersökningar att botten har gynnsamma förhållanden för bentiska organismer och att de organiska miljögifterna minskat och visar en nedåtgående trend. Detta gäller även flera miljögifter uppmätta i organismer (Apler och Josefsson 2016, Havsmiljöinstitutet 2016). Miljögifter i sediment kan påverka olika bottenlevande organismer på olika sätt, till exempel genom skador på ägg och äggsamlingar, missbildade embryon, lagring i fettvävnader (bioackumulation) som sedan kan vandra upp i näringsskedjan (biomagnifikation) (Havsmiljöinstitutet 2016).

Provtagningar med avseende på miljögifter har tagits inom Galatea av SGU, på fyra lokaler mellan åren 1986 och 1993 (figur 13). Djupet på dessa lokaler ligger omkring 38–44

meter. Samtliga prover är tagna i ytliga sedimentet (0–10 eller 0–20 mm) och har analyserats med avseende på utvalda grundämnen (bland annat metaller) och organiska föreningar såsom PCB:er, DDT och dess nedbrytningsprodukter, HCH, HCB, klordan samt PAH:er. Av de fyra provlokalerna inom Galatea återfinns högst halter av de analyserade miljögifterna i lokalerna närmast respektive längst ifrån kusten. Samtidigt har lägst halter av miljögifter hittats vid den nordligaste lokalen. Då proverna togs för cirka 30 år sedan innebär det att de halter som vid denna tidpunkt var ytliga sediment nu har överlagrats med ytterligare några centimeter. I den aktuella delen av Västerhavet kan pålagringen av bottensediment vara mycket hög, mer än 5 mm per år i djuphålorna. I exempelvis Rödebanksdjuret är den genomsnittliga pålagringen 6 mm per år (SGU 2019). Om det antas en genomsnittlig pålagring av 5 mm per år inom vindparkens ackumulationsbottnar så har det pålagrats ytterligare 0,2 meter sedan proverna togs. Om det i stället antas en pålagring om 1 mm per år har det pålagrats ytterligare 30 mm. Pålagringen av bottensediment sedan slutet av 1980-talet bör ligga på en nivå mellan dessa två värden.

Sedan slutet av 1980-talet har belastningen av organiska miljögifter (vars halter har mätts) minskat (SGU 2019). På större djup i bottensedimenten, motsvarande perioden första halvan av 1900-talet och tidigare, saknas dessa miljögifter eller är betydligt lägre, som i fallet för gruppen polycykiska aromatiska kolväten (PAH). Detta innebär att en omlagring av sediment där äldre blandas med yngre och ytligare enbart kan leda till en utspädning av halterna i det resulterande översta sedimentlagret. Således kommer exponeringen av dessa miljögifter att minska för bottenlevande organismer efter anläggningsfasen.



Figur 13. Provtagningspunkter för miljögifter utförda av AquaBiota Water Research under augusti och september 2021 samt provtagningslokaler av organiska miljögifter tagna av SGU mellan 1986 och 1993.

För att utvärdera halterna av miljögifter i sedimenten kan olika bedömningsgrunder användas för att jämföra halter av metaller och organiska föreningar i ackumulationsbottnar. Naturvårdsverkets bedömningskriterier för organiska miljögifter i marina sediment grundas på halter i svenska kust- och utsjösediment, men säger inget om dess miljöeffekter. Bedömningsmatrisen är uppdelad i fem klasser, från klass 1 (mycket låg halt) till klass 5 (mycket hög halt), och utgörs av statistiska jämförelser med bakgrundshalter (Josefsson 2017, Naturvårdsverket 2020). Enligt dessa halter ligger samtliga föroreningar inom klasserna 1–3 (mycket låg halt – medelhög halt), förutom för PAH:n benzo(b)fluoranten som visar på förhöjda halter (klass 4, hög halt) vid den ostligaste lokalen. Trots att benzo(b)fluoranten påvisar förhöjda värden på en provlokal inom Galatea visar inte den sammanlagda koncentrationen av PAH:er på förhöjda värden vid någon av provlokalerna. Övriga organiska miljögifter ligger inom det intervall som påträffats i sediment inom övriga havsområden utmed den svenska kusten. Därmed anses halterna av de organiska miljögifterna som normala för utsjösediment med ackumulationsbotten inom svenska havsområden.

Den provtagning som AquaBiota Water Research genomförde den 21 till 23 augusti 2021 av ytliga sediment (noll-två cm) bekräftar den övergripande bilden enligt SGU:s tidigare undersökningar vad gäller sedimentens halter av metaller och organiska föreningar, se Appendix B för resultat från kemisk analys. Sedimenten i sex av de åtta provtagningspunkterna togs från en ackumulationsbotten och har en halt organiskt kol mellan 1,7 och 2,6 viktprocent, och en torrsubstanshalt om 40 till 48 %. Två av proverna, GG3 och GG4, med halt organiskt kol om 0,5 respektive 1 viktprocent och torrsubstans om 70 och 58 % utgörs troligen av material från erosions- eller transportbotten. Därför har inte data från dessa två provtagningspunkter använts som underlag för att jämföra och bedöma sedimentens halter av metaller och organiska föreningar då man ska använda material från ackumulationsbotten.

#### *4.2.3.1. Konsekvensbedömning miljögifter*

Som ovan nämnt har flera trålningstudier påvisat en betydande ökning av suspenderade partiklar efter trålningarna. Nollalternativet, då vindparken inte byggs, kommer således inte innebära att eventuell påverkan från miljögifter undviks. Då bottentrålning sker regelbundet i området betyder det att stora delar av bottensedimentet kontinuerligt rörs upp. Etablering av vindkraftsparken kan begränsa bottentrålning i området, vilket över en längre tid kan leda till att organismer exponeras för en mindre total mängd miljögifter, då sedimentspridning begränsas till anläggningsfasen och sedan successivt överlagras. Nollalternativet utgör alltså en större risk för att områdets bottnfauna och flora påverkas negativt av miljögifter (Öhman m.fl. 2021), detta eftersom bottentrålningen kommer fortsätta att kontinuerligt sprida sediment samt tillgängliggöra miljögifterna från sedimentet till vattenpelaren och påverka en större mängd organismer.

Utifrån de bottenundersökningar som genomförts (SGU 2019) samt antaganden som ligger till grund för modellering av sedimentspridning (NIRAS 2021a) under anläggningsfasen har en bedömning av potentiell påverkan från spridning av organiska miljögifter och metaller till vattenmiljön gjorts. För att bedöma effekterna är utgångspunkten de gränsvärden som anges för vissa organiska miljögifter och metaller i Havs- och vattenmyndighetens förfatningssamling (2019:25).

Med beaktande av den mängd sediment som utifrån gjorda antaganden kan komma att spridas, tidsförloppet för spridningen (dvs. uppehållstiden i vattenmassan), volymen vatten som spridningen sker i, samt de uppmätta halterna av de undersökta organiska miljögifterna och metallerna, är bedömningen att det inte föreligger någon risk för negativ påverkan på bottenfauna och flora under anläggningsfasen och därefter.

Det kan även göras en bedömning av de organiska miljögifter som ej analyserades i 1986 och 1993 års provtagningar, vilka har gränsvärden enligt HVMFS (2019:25). Dessa är tributyltenn (TBT), polybromerade difenyletrar (PBDE kongener #47, 85, 99, 100, 153, 154), hexabromocyklokkoden (HBCDD), perfluoroktansulfonsyra (PFOS) och dess derivat. Bedömningen utgår ifrån de av SGU uppmätta halterna av dessa kemiska föreningar i bottensedimenten (0–20 mm) i Rödebanksdjupet från 2003, 2008 och 2014 års provtagningar (SGU 2019). Eftersom djuphålan vid Rödebanksdjupet lär närmast det planerade vindparksområdet har det antagits att halterna av dessa kemiska föreningar är lägre i vindparksområdet då sedimentationshastigheten är lägre där. Om man ansätter värdena från Rödebanksdjupet och gör motsvarande beräkning som för de andra, inom vindparksområdet uppmätta halterna, så blir resultatet detsamma. Det vill säga att det inte föreligger någon risk för negativ påverkan på bottenfauna och flora under själva byggskedet eller därefter.

Resultaten från de kemiska analyserna (Appendix B) av de sedimentprov som AquaBiota Water Research AB tog den 21–23 augusti 2021 visade inte något överskridande av gränsvärden som anges för aktuella organiska miljögifter och metaller i Havs- och vattenmyndighetens förfatningssamling (2019:25). För antracen, en PAH, är gränsvärdet 24 mg/kg (Ts), vilket är lägre än den aktuella rapporteringsgränsen för den kemiska analysen om 100 mg/kg (Ts). Ett överskridande av antracens gränsvärde är dock mycket osannolikt då samtliga PAH:er har halter under den aktuella rapporteringsgränsen i vår provtagning. Sammantaget bedöms koncentrationerna av de aktuella organiska föreningarna och metallerna i de ytliga sedimenten inom det planerade vindparksområdet ej medföra någon risk för den marina miljön då inga gränsvärden avseende riskbedömning för marint liv överskrider.

Eftersom halterna av organiska miljögifter och metaller inte överskrider gränsvärden, samt att en utspädningseffekt av eventuella föroreningar kommer att ske när sedimentet omlagras och sprids i vattenpelaren, bedöms eventuella miljögifter inte påverka bottenfaunan och floran negativt. Trots en måttlig känslighet hos mottagaren bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig. Därmed bedöms den sammanlagda

konsekvensen av miljögifter som försumbar för områdets bottenfauna och flora (tabell 13).

*Tabell 13. Konsekvensbedömning av miljögifter för bottenfauna och flora i vindparksområdet.*

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Miljögifter	Måttlig	Obetydlig	Försumbar

#### 4.2.4. Miljöfarligt vrak

Inom Galatea ligger vraket Altnes, som förliste 1998, och som har bedömts av Sjöfartsverket som ett vrak som kan orsaka potentiella miljörisker. Altnes sjönk med en last av petrolcoal, ett ämne som används vid aluminiumtillverkning. Vraket hade uppskattningsvis även 30 kubikmeter tjockolja, tre kubikmeter smörjolja samt omkring 10–15 ton gasolja ombord. Cirka 20–22 kubikmeter av oljan har bärgats, men vissa mängder finns kvar. Vraket finns med på listan över vrak som ska tömmas på olja i framtiden, men är relativt lågt prioriterat (Sjöfartsverket 2021, Havs- och vattenmyndigheten 2021).

Vid ett oljeläckage från vraket kan bottenfaunan och floran påverkas negativt. Flera studier, efter olyckor som innefattat oljeläckor, har påvisat en hög känslighet för påverkan av olja för flertalet organismgrupper (Dauvin 1982, Elmgren m.fl. 1983, Feder och Blanchard 1998, Peterson 2001). Det kan påverka organismer och populationer genom bland annat en ökad dödlighet samt påverka utvecklingen av ägg och larver (Elmgren m.fl. 1983). Detta kan leda till effekter på även andra trofinivåer (Peterson m.fl. 2003, Serrano m.fl. 2006). OX2 har bedömt att ett säkerhetsavstånd på 250 meter mellan fundamentens anläggningsplatser och vraket är tillräckligt för att minimera risken för ett eventuellt oljeläckage från det miljöfarliga vraket.

Vid tillämpning av säkerhetsavståndet till vraket Altnes bedöms konsekvensen av oljeläckage på områdets bottenfauna och flora som försumbar då påverkans storlek och omfattning anses vara obetydlig med hänsyn till att risken för en olycka är osannolik (tabell 14).

*Tabell 14. Konsekvensbedömning av ett eventuellt oljeläckage från det miljöfarliga vraket Altnes för vindparkens bottenfauna och flora.*

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Oljeläckage	Hög	Obetydlig	Försumbar

### 4.3.Driftfas

#### 4.3.1. Substratförändringar

Vid de mjukbottnytor där fundament, erosionsskydd och transformatorstationer anläggs kommer det ske en förändring av ytsubstrat, med en övergång från mjukt till hårt

substrat. Där kablar förankras i botten genom grävning, nedplöjning eller spolning sker ingen substratförändring. Någon substratförändring sker inte heller där substratet är för hårt för nedplöjning eller spolning, då kabeln i stället kommer behöva skyddas genom övertäckning av sten eller betongmattor. Således kommer endast de djupa mjukbottnarna dominerade av OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna samt sandbankarna påverkas av förändrade substratförhållanden.

De förändrade substratförhållanden som uppkommer är dock begränsade. Av den totala arealen av sandbankar kommer endast 0,14 % av habitatet påverkas av förändrade substratförhållanden, vilket endast utgör cirka 0,01 % av vindparkområdets totala yta. Trots att OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna utgör en mycket större areal, kommer endast 0,13 % av habitatets areal inom vindparksområdet att påverkas. Då fundamentstrukturen penetrerar hela vattenkolumnen blir även det totala tillskottet av nytt hårt substrat för etablering av hårdbottensarter betydligt större än minskningen av mjukbottensytor för mjukbottensaunan.

Fundament och erosionsskydd, vars hårda strukturer utgör s.k. artificiella rev, skapar förutsättningar för etablering av hårdbottenarter under vindparkens driftfas. Miljöövervakning från vindparker i Nordsjön visar på en ökning i diversitet och biomassa av bottenfauna och flora inom vindparkområdena som ett resultat av etablering av hårdbottensarter vid vindparkernas hårda strukturer (Dong energy 2006, BSH och BMU 2014, Vanagt och Faase 2014). Fem år efter anläggningen av vindparken Princess Amalia utanför Nederländernas kust utgjorde fundament och erosionsskydd hem åt totalt 88 arter, med en dominans av arter inom grupperna ringmaskar, kräftdjur, mossdjur och koralldjur.

Vilka arter som etablerar sig på fundament varierar beroende på områdets naturliga förhållanden (ex. salthalt, substrat och djup) och fundamentens konstruktion, där fundament gjorda av stål uppvisar en lägre biodiversitet än fundament gjorda av betong (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. Det betyder att påverkan inte bara är på botten utan också att en livsmiljö skapas där det annars hade varit öppet vatten.

Anläggning av vindkraftsfundament i Galatea-Galene förväntas ge en ökad produktion av blåmusslor. Miljöövervakning från marina vindparker visar att blåmusslor är snabba kolonisatörer av vindkraftsfundament (Dong energy 2006, BSH och BMU 2014, Vanagt och Faase 2014). En studie i Nordsjön (Joschko m.fl. 2008) visade också att en forskningsplattform på kort tid koloniserades av stora mängder blåmusslor, trots långa avstånd till andra områden med blåmusslor.

Vid Horns rev utanför den danska kusten i Nordsjön lockade etableringen av blåmusslor till sig vanlig sjöstjärna (*Asterias rubens*), som äter blåmusslor. Vid artificiella rev i Östersjön tar ofta blåmusslor över helt men i mer marina miljöer som i Nordsjön och på den svenska västkusten kan rovdjur som vanlig sjöstjärna hålla nere populationerna av blåmusslor och därmed möjliggöra etablering av andra epibentiska arter (Dong energy

2006). Beståndet av blåmusslor har på senare år minskat vid den svenska västkusten (Bryhn m.fl. 2020) och därmed kan områden där de kan etablera sig bli viktiga för de lokala bestånden av blåmusslor.

Förutom en hög produktion av blåmusslor förväntas även bland annat havstulpaner och sjöpungar kolonisera fundaments grundare delar. Vidare kan höga täckningsgrader av koralldjur som död mans hand och havsnejlika etablera sig på större djup (Vanagt och Faase 2014). Vid Horns rev följde påväxten av alger på fundamenten den naturliga successionsordningen. Först etablerar sig fintrådiga grönalger och efter några år övergår floran till mer permanent diversifierat stadium med en blandning av grön- brun- och rödalger (Dong energy 2006). En etablering av alger som finns i området kan leda till en högre biologisk mångfald eftersom förekomsten av algsamhällen annars är begränsat i Galatea-Galene, samt att de även kan locka till sig andra arter och fungera som barnkammare för flera fiskarter.

Block och stenar som utgör erosionsskydd runt fundament förväntas även bidra med substrat och livsmiljö för bland annat koralldjur och kräftdjur. Vid vindparkar har ett stort antal olika arter av kräftdjur som exempelvis krabbtaska, europeisk hummer och eremitkräftor etablerat sig vid erosionsskyddens håligheter (Dong energy 2006, BSH och BMU 2014, Vanagt och Faase 2014). Både hummer och krabbtaska är viktiga kommersiella arter i svenska vatten. Erosionsskydden erbjuder en lämplig livsmiljö för ett bestånd av hummer som annars bedöms vara lågt (SLU ArtDatabanken 2021c).



Krabbtaska (*Cancer pagurus*) i område med sten och grövre bottensubstrat (AquaBiota 2021).

De nya hårdbottnenmiljöerna är följaktligen av stor vikt för arter på olika trofinivåer (nivåer i näringskedjan), från algsamhällen till blötdjur, kräftdjur och fiskar. Etablering av

fundament och erosionsskydd kan därför vara av betydelse sett ur ett större ekosystemsperspektiv.

Fundament och erosionsskydd gynnar inte enbart inhemska hårbottenarter utan erbjuder även nya substrat för främmande hårbottenarter. Studier från södra Nordsjön (De Mesel m.fl. 2014 och Kerckhof, m.fl. 2015) visade att ett stort antal främmande arter utnyttjade vindkraftverkens hårda ytor som substrat. Bland de främmande arterna fanns bland annat stillahavsostronet (*Magallana gigas*), som även återfinns i svenska vatten. Studierna visade också att främmande arter kunde öka sin utbredning i området med hjälp av fundamenten. Samtliga främmande arter som hittades på fundamenten hade tidigare hittats i södra Nordsjön. Det är troligt att de planerade fundamenten i Galatea-Galene i likhet med fundamenten i Nordsjön kommer att utnyttjas av främmande hårbottenarter som redan förekommer i Kattegatt.

Viktigt att notera i sammanhanget är att verksamheten inte förväntas bidra med en introduktion av främmande arter i området utan det handlar främst om larver som kan spridas till området med strömmar. Vidare utgörs vindparksområdet inte endast av mjukbottnar då hårbottenytor återfinns i både Galatea och Galene samt närliggande områden. Det innebär att förutsättningarna redan finns för att främmande arter ska kunna etablera sig i området.

Bottenfaunan och florans känslighet för substratförändringar bedöms som hög med tanke på att det förändrar arternas livsmiljö. Anläggning av vindparkens hårda strukturer medför en ökad livsmiljö för hårbottensaunan till bekostnad av mjukbottensarter. För floran förväntas den ökade tillgången på hårt substrat öka utbredningen av alger i området.

Sammantaget förväntas de artificiella reven leda till en lokal ökad artdiversitet och biomassa i området runt fundament och erosionsskydd men med tanke på den begränsade yta som tas i anspråk i förhållande till vindparkens totala yta (påverkans storlek och omfattning) bedöms konsekvensen av substratförändringar som måttlig positiv för bottenfaunan och floran i vindparksområdet (tabell 15).

Tabell 15. Konsekvensbedömning av substratförändringar för vindparkens bottenfauna och flora.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Substratförändringar	Hög	Liten positiv	Måttlig positiv

#### 4.3.2. Magnetiska fält

När kablarna är i drift genereras värme och ett svagt elektromagnetiskt fält runt kabeln, maximalt 23 µT respektive 37 µT ovan kablarna i internkabelnätet samt anslutningskablarna. Hur detta påverkar bottenlevande växter och djur är relativt ostuderat men de studier som har gjorts tyder på att kräftdjur och blåmusslor inte verkar påverkas (Bergström m.fl. 2012). Trots att kunskapsläget är begränsat är det inte troligt att effekterna har någon betydande effekt på bottenfaunan och floran och därför bedöms konsekvensen av magnetiska fält som försumbar (tabell 16).

*Tabell 16. Konsekvensbedömning av magnetiska fält för vindparkens bottenfauna och flora.*

<b>Påverkansfaktor</b>	<b>Mottagarens känslighet</b>	<b>Påverkans storlek och omfattning</b>	<b>Konsekvens</b>
Magnetiska fält	Liten	Obetydlig	Försumbar

#### 4.3.3. Hydrografiska förändringar

Omstrukturering av botten kan ge en förändrad hydrodynamik som även kan leda till en förändring av bottensubstrat på platsen (Hammar m.fl. 2009). Studier i Danmark (Dong Energy m.fl. 2006) visar på att de hydrografiska förändringarna till följd av en vindkraftspark i drift är minimala till följd av de stora avstånden mellan verken. Förändrade strömningsmönster kring fundamenten kan dock leda till finare sedimentstorlekar i direkt anslutning till fundamenten jämfört med längre bort (Coates m.fl. 2012, Schröder m.fl. 2006). Ytterligare studier av marina konstruktioner, till exempel Öresundsbron och vindparken Lillgrund har också påvisat minimala hydrografiska effekter (Øresundskonsortiet 2000, Edelvang m.fl. 2001). Vid ett gravitationsfundament på Thorntonbank uppmättes denna effekt på 15–50 meters avstånd från fundamentet (Coates m.fl. 2012).

NIRAS har på uppdrag av OX2 AB tagit fram en hydrodynamisk modell med syftet att utreda hur vindparken kan komma att påverka områdets hydrodynamiska förhållanden (NIRAS 2021b). I enlighet med ovan beskrivna studier så visar även NIRAS utredning på mycket begränsade och lokala hydrografiska förändringar.

Då bottenfaunan och florans förutsättningar påverkas vid förändrade hydrografiska förhållanden bedöms mottagarens känslighet som hög. Påverkans storlek och omfattning är dock obetydlig då en förändrad hydrografi endast påverkar miljön i nära anslutning till fundamenten. Detta resulterar i en försumbar konsekvens (tabell 17).

*Tabell 17. Konsekvensbedömning av hydrografiska förändringar för vindparkens bottenfauna och flora.*

<b>Påverkansfaktor</b>	<b>Mottagarens känslighet</b>	<b>Påverkans storlek och omfattning</b>	<b>Konsekvens</b>
Hydrografiska förändringar	Hög	Obetydlig	Försumbar

#### 4.3.4. Skuggning

Vindkraftverken kommer ge upphov till fasta (tornskuggan) och rörliga skuggor (rotorbladen). Skuggning kan potentiellt påverka florans genetiken genom en nedsatt fotosyntes. Framför allt alger kan påverkas av en eventuell skuggningseffekt och då främst de som växer på gränsen till sin maximala djuputbredning (Andrulewicz och Otremba 2011). Bottenfaunan påverkas inte av skuggning. Med tanke på att utbredningen av alger i området förväntas vara mycket begränsad, då mycket små ytor är grunda nog för att vara beväxta av alger, bedöms den sammantagna konsekvensen av skuggning på bottenfaunan och florans som försumbar (tabell 18).

*Tabell 18. Konsekvensbedömning av skuggning för vindparkens bottenfauna och flora.*

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Skuggning	Liten	Obetydlig	Försumbar

#### 4.4. Avvecklingsfas

Vindkraftverk har en begränsad livslängd. Efter att de har varit i drift kommer de att nedmonteras. Avvecklingsarbetet kan innebära en ökad koncentration av sediment i vattnet i anslutning till vindkraftverken som nedmonteras. Förhöjda sedimentnivåer kan även förväntas om sjö kablar ska hämtas upp från botten. Påverkan och konsekvenser under avvecklingsfasen påminner därför om den påverkan som sker vid anläggning, fast i en mindre omfattning. En nedmontering av verken kan även leda till att arter som gynnats av reveffekten förlorar sin livsmiljö. Ett sätt att behålla en revfunktion kan vara att lämna kvar delar av verkens fysiska struktur. Detta kan också minska sedimentspridning i samband med avvecklingsarbetet. Påverkans omfattning och storlek bedöms som obetydlig vilket innebär att den sammantagna konsekvensen av sedimentspridning under avvecklingsfasen på bottenfaunan och floran bedöms som försumbar (tabell 19).

Tabell 19. Konsekvensbedömning av sedimentspridning under avvecklingsfasen för vindparkens bottenfauna och flora.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentspridning	Måttlig	Obetydlig	Försumbar

#### 4.5.Klimat

Klimatförändringarna påverkar havet på många sätt vilket får flera effekter som kan påverka den bentiska floran och faunan, såsom ökad vattentemperatur, förändrad hydrodynamik, ökad syrebrist, ökad försurning samt höjda havsnivåer (Birchenoug m.fl. 2015). Dessa förändringar kommer också påverka miljön generellt i havsbaserade vindparker och de förändringar som sker i havsområdet kommer också att ske i de planerade vindparkerna. Det har genomförts en studie som relaterar observerade förändringar i artsammansättning på bottnar i Kattegatt till klimatförändringar (Göransson 2017). Studien kopplar en minskning av arter med nordlig utbredning och en ökning av arter med sydlig utbredning till ökade temperaturer i bottenvattnet samt syrebrist. Begränsad möjlighet till bottentrålning antas bidra med synergieffekter till denna förändring. En etablering av vindparken bedöms bidra till positiva effekter på klimatet, genom bidragandet med förnyelsebar energi samt möjlighet till att nå klimatmål om noll nettoutsläpp av växthusgaser år 2045.

#### 4.6. Kumulativa effekter

Kumulativa miljöeffekter handlar om hur en åtgärd tillsammans med andra pågående, tidigare och framtida åtgärder påverkar miljön i ett område. Endast befintliga och tillståndsgivna verksamheter som potentiellt kan påverka samma miljöreceptorer som vindparken är inkluderade i bedömningen.

I Kattegatt planeras det för fler vindkraftsprojekt utöver Galatea-Galene (tabell 20), bland annat Kattegatt Offshore och Stora Middelgrund. Båda parker har befintliga tillstånd, men ansöker om ändringstillstånd för att bygga högre men färre verk. Kattegatt Offshore planeras cirka 15 km öster om Galatea och ska enligt nuvarande tillstånd uppgå till en yta om 21 km<sup>2</sup> med 30 vindkraftverk. Stora Middelgrund planeras cirka 2 km sydost om Galatea, projektområdet ska enligt befintligt tillstånd uppgå till en yta om 60 km<sup>2</sup> med 180 vindkraftverk. Cirka 44 km sydväst om Galatea ligger den befintliga danska vindparken Anholt. Parken har varit i drift sedan 2012 och upptar en yta om 88 km<sup>2</sup> med 111 installerade vindkraftverk (tabell 20).

*Tabell 20. Befintliga och tillståndsgivna vindparkar i området.*

Objekt	Kortast avstånd	Inkluderad i bedömningen	Kommentar
<b>Kattegatt Offshore</b>	15 km	Ja	Tillståndsgivet. Ny tillståndsprövning har inletts för att bygga högre men färre verk.
<b>Stora Middelgrund</b>	2 km	Ja	Tillståndsgivet. Ny tillståndsprövning har inletts för att bygga högre men färre verk.
<b>Anholt</b>	44 km	Ja	Befintlig vindpark
<b>Hesselø</b>	10 km	Nej	Tillstånd saknas
<b>Kattegatt Syd</b>	0 km	Nej	Tillstånd saknas. Samma område som Galatea.

Installationen av båda Galatea-Galene och Stora Middelgrund planeras påbörjas år 2028. Om anläggningsfaserna för båda vindparker överlappar kan additiva effekter i form av ökad sedimentspridning uppstå, då parkerna ligger nära varandra. Detta kan resultera i en ökad negativ påverkan på den bentiska floran och faunan i området. Då konsekvenserna av sedimentation och suspenderat sediment bedöms som mycket liten/försumbar för bottenfaunan och floran bedöms den kumulativa påverkan inte vara stor. Varken Kattegatt Offshore eller Anholt förväntas bidra till kumulativa effekter då avståndet mellan parkerna är för stort.

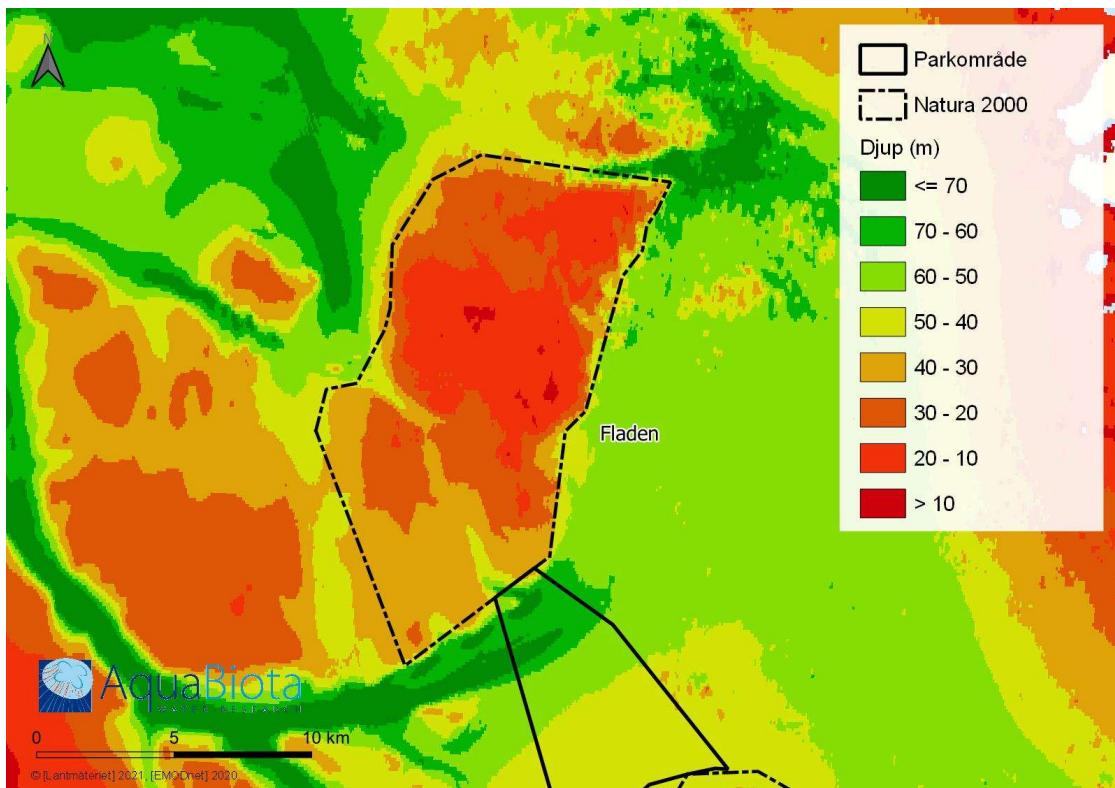
Under driftsfasen förväntas även bottentrålningfisket minska i området. När negativa effekter såsom fysisk påverkan på botten och uppgrumling av sediment upphör kan fisk och övrigt marint liv växa ostört. Sammantaget kan det innebära att den biologiska mångfalden gynnas i området som en följd av uteblivet fiske. I detta fall går det att tala om en kumulativ skyddseffekt.

## 5. NATURA 2000-OMRÅDEN

### 5.1. Fladen

Natura 2000-området Fladen (SE0510127) angränsar till den norra delen av delområdet Galene och har en yta om 133,923 km<sup>2</sup> samt ett djup mellan fem och 65 meter. Området

utgörs främst av själva utsjöbanken Fladen med sina grundare områden men har även djupare partier, främst i södra delen av Natura 2000-området (figur 14).



Figur 14. Djuputredning inom Natura 2000-området Fladen.

Områdets utpekade Natura 2000-naturtyper är sandbankar (1110) med en yta om 50 km<sup>2</sup>, rev (1170) med en yta om 35 km<sup>2</sup> och bubbelrev (1180) med en yta om 0,04 km<sup>2</sup> (Naturvårdsverket 2016). I områdets bevarandeplan saknas information om de tre naturtypernas nuvarande bevarandestatus, men för naturtyperna sandbankar och rev, samt för undertypen biogent rev (1171), beskrivs förutsättningar för gynnsam bevarandestatus tillsammans med uppsatta bevarandemål (tabell 21).

Bevarandemålen för naturtyperna enligt områdets bevarandeplan innehållar främst att arealer av naturtyperna ska bibehållas, med bland annat god vattenkvalitet och artrik flora och fauna som förutsättningar för god bevarandestatus. För naturtypen bubbelrev finns inga uppsatta bevarandemål eller beskrivningar av förutsättningar för gynnsam bevarandestatus i bevarandeplanen. För undergruppen hästmusselbank (biogent rev) finns uppsatta bevarandemål men ändå har ingen hästmusselbank observerats på Fladen (Länsstyrelsen i Hallands län 2005a). För samtliga naturtyper saknas bevarandemål för dess typiska arter. De typiska arterna (tabell 21) för respektive naturtyp utgår ifrån SLU ArtDatabankens (2021d) lista, med avgränsning till endast de arter som har påträffats inom området i samband med undersökningar.

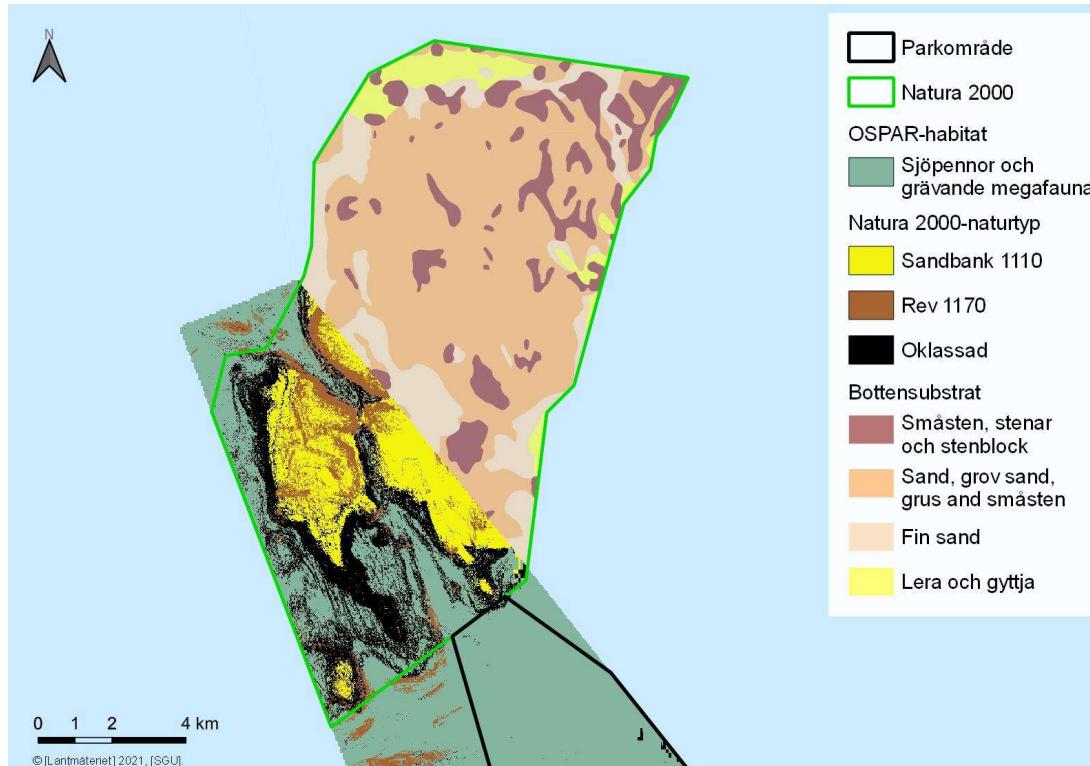
*Tabell 21. Fladens Natura 2000-naturtyper och dess typiska arter enligt SLU ArtDatabanken (2021d) som påträffats i området (exklusive fågel och fisk), dess förutsättningar för gynnsam bevarandestatus och bevarandemål enligt områdets bevarandeplan (Länsstyrelsen i Hallands län 2005a). Typiska arter för fågel och*

fisk finns i respektive referensutredning (se bilaga B.2 och Öhman m.fl. 2021). Information om naturtypernas bevarandestatus saknas i bevarandeplan.

Natura 2000-naturtyper	Förkommande typiska arter	Bevarande-status	Förutsättningar för gynnsam bevarande-status	Bevarande-mål
<b>Sandbankar (1110)</b> Utpekad	<b>Kamsjöstjärna</b> ( <i>Astropecten irregularis</i> )  <b>Stor kammussla</b> ( <i>Pecten maximus</i> )  <b>Firräfflad venusmussla</b> ( <i>Chamelea striatula</i> )  <b>Hästråka</b> ( <i>Crangon crangon</i> )  <b>Tångsjöborre</b> ( <i>Psammechinus miliaris</i> )  <b>Purpursjömus</b> ( <i>Spatangus purpureus</i> )  <b>Liten piprensare</b> ( <i>Virgularia mirabilis</i> )  <b>Spisulamussla</b> ( <i>Spisula elliptica</i> )	Ej utredd	Strömförhållanden som garanterar bra vattenomsättning och ger större sikt djup.  Ingen eller ringa sedimentation. Det är viktigt att vattnet är klart utan stor förekomst av partiklar, vilket gynnar makroalger och filtrerande djurarter.	Naturtypens utbredning bibehålls inom området och täcker minst X (3110) hektar  (Mål för typiska arter ej klarlagd)
<b>Rev (1170)</b> Utpekad	<b>Död mans hand</b> ( <i>Alcyonium digitatum</i> )  <b>Tare</b> ( <i>Laminaria spp.</i> )  <b>Rödvit eremitkräpta</b> ( <i>Pagurus bernhardus</i> )  <b>Hästmussla</b> ( <i>Modiolus modiolus</i> )  <b>Nätsjöbung</b> ( <i>Corella parallelogramma</i> )  <b>Krabbtaska</b> ( <i>Cancer pagurus</i> )  <b>Bägarkorall</b> ( <i>Caryophyllia smithii</i> )  <b>Karragenalg</b> ( <i>Chondrus crispus</i> )	Ej utredd	God vattenkvalitet.  Liten eller ringa sedimentation.  Förekomst av strukturer som sten eller biologiska bildningar t. ex. hästmusselbankar eller rev av trekantsmask.  Intakt zonering av bentiska växtsamhällen med hög primärproduktion. Speciellt tät och välmående tareskogar.  Ingen eller liten förekomst av finträdiga alger.  Artrik mjukbottnen- och hårdbottnenfauna.	Naturtypens utbredning bibehålls inom området och täcker minst X (4150) hektar.  I minst 90 % av den totala arealen har bottnarna en naturlig struktur och zonering.  Täcknings-graden och djuputbredningen av utvalda makroalger (eklång, fingertare, stortare och skräppetare) ska bibehållas eller öka i minst 90 % av arealen.  (Mål för typiska arter av ryggradslösa djur)

	<b>Krusbärssjöpung</b> ( <i>Dendrodoa glossularia</i> )	på biogena rev är ej klart)
	<b>Ektång</b> ( <i>Halidrys siliquosa</i> )	
	<b>Kalkrörsmask</b> ( <i>Serpula vermicularis</i> )	
<b>Biogena rev</b> (undergrupp till rev 1170)		
	<b>Hästmusselbank</b> Hästmussla ( <i>Modiolus modiolus</i> )	Arealen av undergruppen biogena rev (hästmusselbankar) ska vara minst Y hektar.
<b>Bubbelrev (1180)</b> Utpekad	<b>Maerl</b> Skorpalg ( <i>Lithothamnion glaciale</i> )	Ingen påtaglig minskning av populationen av lösliggande kalkalger (maerl).
	<b>Abramussla</b> ( <i>Abra nitida</i> )	Ej utredd
	<b>Lyrsjöborre</b> ( <i>Brissopsis lyrifera</i> )	Information saknas
	<b>Större piprensare</b> ( <i>Funiculina quadrangularis</i> )	Information saknas
	<b>Kalkrörsmask</b> ( <i>Hydroides norvegica</i> )	
	<b>Neptunussnäcka</b> ( <i>Neptunea antiqua</i> )	
	<b>Ryggfotsmask</b> ( <i>Phylo norvegicus</i> )	
	<b>Mossdjur</b> ( <i>Reteporella beaniana</i> )	
	<b>Guldborstmask</b> ( <i>Terebellides stroemii</i> )	

Områdets djupare delar består till stor del av OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna. Tillsammans med de utpekade Natura 2000-naturtyperna har dessa modellerats för de delar av Fladen som direkt angränsar till delområdet Galene samt ligger inom ekonomisk zon (figur 15).



Figur 15. Modellerad utbredning av Natura 2000-naturtyperna sandbankar (1110) och rev (1170) samt OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna inom sydvästra Fladen tillsammans med utbredning av bottensubstrat inom resterande delar av Fladen.

Själva utsjöbanken Fladen består till största del av sandiga sediment, med ett område av glaciallera mitt på banken, och har som helhet klassificerats som naturtypen sandbank (1110). Centralt på utsjöbanken finns även en mindre del hårbottenytter bestående av sand-, grus- och blocksubstrat. Den rika makroalfloran skapar förutsättningar för varierande livsmiljöer och ett rikt djurliv. Faunan på utsjöbanken utgörs till stor del av död mans hand, vanlig sjöstjärna, ishavssjöstjärna (*Marthasterias glacialis*) och många olika kräftdjur, exempelvis den ovanliga cirkelkrabban (*Atelecyclus rotundatus*) (Naturvårdsverket 2006).

I Natura 2000-området ytter delar finns även djupare mjukbottnar på omkring 30–40 meters djup. I dessa områden är OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna det vanligaste habitatet och många exemplar av fjädersjöpenna och liten piprensare har observerats, vilka är typiska arter för habitatet. Utöver mjukbottensytor har även en del ytor i dessa djupare delar klassificerats som sandbankar (1110), rev (1170) samt bubbelrev (1180), samtliga upptagna i art- och habitatdirektivet (Länsstyrelsen i Hallands län 2017a, Länsstyrelsen i Hallands län 2020a). Rev (1170), som per definition innebär en yta med över 50 % hårbotten, förekommer runt omkring själva grundet men också en bit ifrån grundet i Natura 2000-områdets södra delar. Även sandbottnarna förekommer främst i områdets södra delar, i nära anslutning till utsjöbanken (Länsstyrelsen i Hallands län 2017a).

Både på de djupare reven och sandbankarna är död mans hand och olika typer av sjöstjärnor vanligt förekommande, däribland vanlig sjöstjärna, ishavssjöstjärna och kamsjöstjärna (Naturvårdsverket 2006, Länsstyrelsen i Hallands län 2017a). Två rödlistade arter av sjöstjärnor (den ena enligt den svenska rödlistan och den andra enligt HELCOM:s rödlista), tillsammans med ett antal andra rödlistade arter, har påträffats på Fladen: den gula solsjöstjärnan och hästsjöstjärnan (tabell 22). Dessa arter påträffades i de södra delarna av Fladens djupområden, med några få observationer av hästsjöstjärna i de norra delarna. Även ovanliga, men ej hotade arter av sjöstjärnor har hittats på Fladen, däribland rutig sjöstjärna (*Stichastrella rosea*), femarmad sprödstjärna (*Luidia sarsi*) och kuddsjöstjärnan (*Porania pulvillus*). I fråga om individtäthet på hårdbottensubstraten har de rörbyggande havsborstmaskarna uppvisat de högsta tätheterna, följt av taggormstjärna och sjöpungen tvålbitt (*Ascidia virginea*) (Länsstyrelsen i Hallands län 2017a).

Tabell 22. Observerade rödlistade arter inom Natura 2000-området Fladen enligt den svenska rödlistan (SLU ArtDatabanken 2020a) och HELCOM:s rödlista (HELCOM 2013a).

Rödlistade arter	Svenska rödlistan	HELCOM:s rödlista
Gul solsjöstjärna ( <i>Solaster endeca</i> )	Sårbar, VU	Sårbar, VU
Hästsjöstjärna ( <i>Hippasteria phrygiana</i> )		Sårbar, VU
Långbent spindelkrabba ( <i>Inachus dorsettensis</i> )	Nära hotad, NT	Nära hotad, NT
Hästmussla ( <i>Modiolus modiolus</i> )	Sårbar, VU	Sårbar, VU
( <i>Ampelisca macrocephala</i> )	Nära hotad, NT	
( <i>Byblis gaimardi</i> )	Nära hotad, NT	
Långfingrad grävkräpta ( <i>Calocaris macandreae</i> )	Sårbar, VU	
Korthornad knölkrabba ( <i>Eurynome aspera</i> )	Nära hotad, NT	
( <i>Haploops tenuis</i> )	Akut hotad, CR	Starkt hotad, EN
( <i>Haploops tubicola</i> )	Akut hotad, CR	Sårbar, VU
Tretaggig mudderräka ( <i>Pontophilus spinosus</i> )	Nära hotad, NT	
Prickig mudderkräpta ( <i>Upogebia stellata</i> )	Sårbar, VU	Kunskapsbrist, DD
Skör masksjögurka ( <i>Leptosynapta inhaerens</i> )	Kunskapsbrist, DD	
Långsprödsmussla ( <i>Abra prismatica</i> )		Sårbar, VU
Snorkelkrabba ( <i>Coryistes cassivelaunus</i> )	Nära hotad, NT	Nära hotad, NT
Tväkölad lerräka ( <i>Crangon allmanni</i> )	Nära hotad NT	
Större vindeltrappa ( <i>Epitonium turtonis</i> )		Sårbar, VU
( <i>Vitreolina philippi</i> )		Kunskapsbrist, DD
Purpursjömus ( <i>Spatangus purpureus</i> )	Nära hotad, NT	
Mindre fransormstjärna ( <i>Ophiura robusta</i> )	Sårbar, VU	
Större piprensare ( <i>Funiculina quadrangularis</i> )	Sårbar, VU	
Smalnosit spindelkrabba ( <i>Inachus phalangium</i> )	Kunskapsbrist, DD	Kunskapsbrist, DD
Nagelkrabba ( <i>Thia scutellata</i> )	Sårbar, VU	Kunskapsbrist, DD
Musselväktare ( <i>Pinnotheres pisum</i> )	Kunskapsbrist, DD	
Långbent spindelkrabba ( <i>Inachus dorsettensis</i> )	Nära hotad, NT	Nära hotad, NT
( <i>Epitonium clathratulum</i> )	Kunskapsbrist, DD	Kunskapsbrist, DD
Tsengia ( <i>Tsengia bairdii</i> )	Nära hotad, NT	

Bubbelrev observerades först på Fladen i samband med utsjöbanksinventeringarna 2004–2005. Vid en studie år 2018 dokumenterades sex huvudområden, tre vardera på Fladens ost- respektive västsida, med en aktiv metangasbubbling på djup mellan 20 och 44 meter (figur 16). I fyra av dessa områden fanns välvitvecklade karbonatstrukturer, med mycket håligheter och svavelbakterier. På de återstående två områdena, ett på vardera sida om Fladen, dokumenterades endast ett antal bakteriefläckar på sedimentbotten, vilket dock ger en indikation på förekomst av karbonatstrukturer under sedimentytan. De dokumenterade bubbelområdena täcker tillsammans en yta på cirka 0,25 km<sup>2</sup>. Dock är

inte hela Fladen-området undersökt, utan fler bubbelrev kan potentiellt förekomma (Länsstyrelsen i Hallands län 2020a).



Figur 16. Bubbelrevsområden (1180) med förekomst av karbonatstrukturer och/eller metangasbubbling baserat på tillgängliga data från tidigare undersökningar i området (Länsstyrelsen i Hallands län 2020a, b, c, Länsstyrelsen i Hallands län, prel. opubl.).

Bubbelrev bildas till följd av gasläckor från botten och kan bidra till ett rikare djurliv med en större biologisk mångfald. En rik flora och fauna, samt höga täteter av fisk har dokumenterats vid bubbelreven vid Fladen. Vid en jämförelse av ett bubbelrev lokalisert vid den sydvästra delen av Fladen mellan åren 2005 och 2018 kunde man se en indikation på att vissa bentiska arter minskat kraftigt, vilket ökande vattentemperaturer kan ha bidragit till, enligt Länsstyrelsen i Hallands län (2020a). Även bottentrålning kan vara en bidragande faktor till minskningen av arter. Exempelvis har täta bestånd av sjöpennor försvunnit, tillsammans med de stora kammusslorna, havsanemonen *Gonactinia prolifera*, samt flera svampdjursarter som tidigare förekommit i betydande antal. Vidare observerades endast ett fåtal individer av hästsjöstjärna och liten piprensare 2018, som tidigare observerats i större antal vid bubbelrevet. Generellt anses bottentrålfläche vara ett av de mest konkreta hoten mot bubbelreven, genom skador på strukturerna (Länsstyrelsen i Hallands län 2020a).

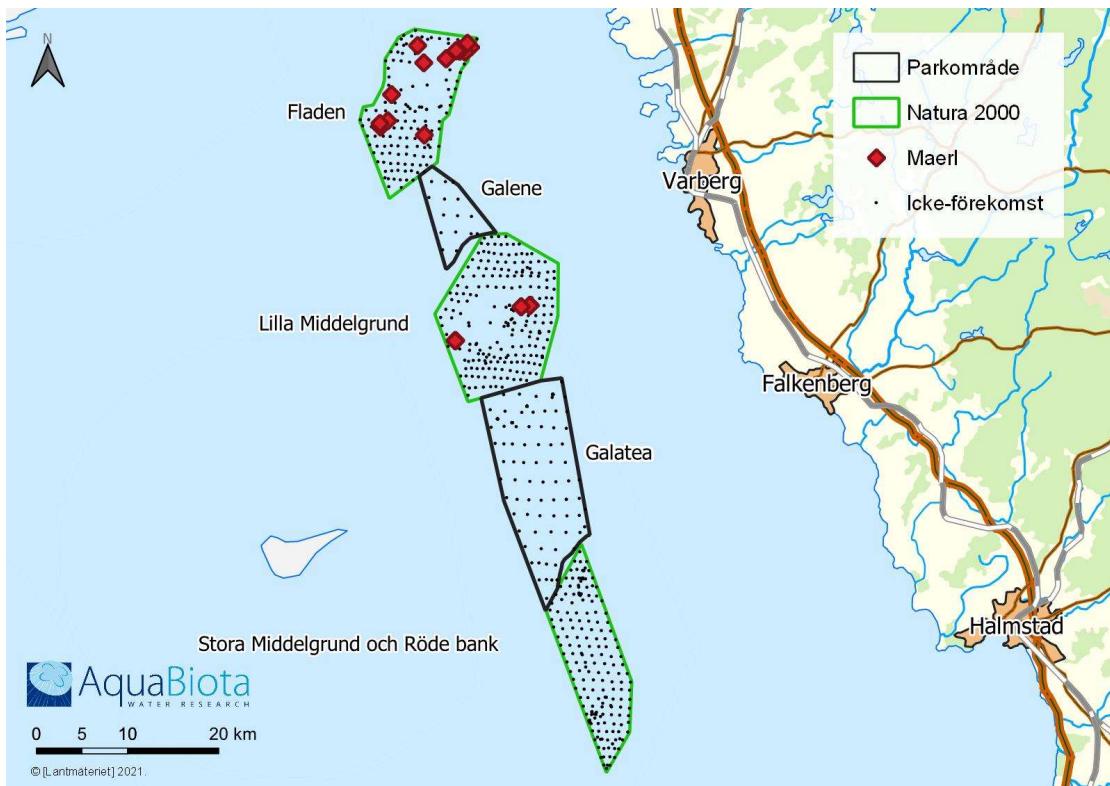
På Fladen har även en stor diversitet av svampdjur observerats; fem olika släkten samt två arter av *Sycon*-släktet (*Sycon ciliatum* och *Sycon scaldiense*) (figur 5). Dessutom har flera individer av svampdjur observerats som inte kunnat identifierats till en finare taxonomisk nivå än stammen *Porifera* (Naturvårdsverket 2006, PAG 2016, Länsstyrelsen i Hallands län 2017a). Bland kräftdjuren är eremitkräftan (*Pagurus bernhardus*) och

simkrabban (*Liocarcinus depurator*) väl utbredda i området, tillsammans med olika arter av maskeringskrabbor (Länsstyrelsen i Hallands län 2017a).

Generellt sett har förekomsten av blötdjur visats vara begränsad vid inventeringar i området. Den stora kammusslan har observerats i området vid djup större än 20 meter (Länsstyrelsen i Hallands län 2017a). Hästmusslan observerades vid dykinventeringarna 2005, mitt på grundet, men inte i tillräckligt stort antal för att klassas som en hästmusselbank (Naturvårdsverket 2006) (figur 21). Vid inventeringarna 2016 noterades endast ett fåtal skal av hästmusslor men inga levande exemplar hittades (Länsstyrelsen i Hallands län 2017a). Islandsmusslan (*Arctica islandica*), som är upptagen på OSPAR:s lista över hotade arter i Kattegatt-området har noterats på banken (Naturvårdsverket 2006, OSPAR 2008a). De största hoten mot arten i regionen anses vara störningar på havsbotten och då främst störningar som är kopplade till bottentrålning (OSPAR 2008b).

Vad gäller infauna förekommer många små grävande kräftdjur på utsjöbanken, vilket troligen beror på att bottensubstratet till stor del består av grov sand och skalgrus (figur 7) som bidrar till en god bottenmiljö för grävande organismer. Ett flertal av de grävande kräftdjuren är hotade enligt den svenska rödlistan (SLU ArtDatabanken 2020a), bland annat märlkräftorna *Haploops tenius* och *Haploops tubicola* (Naturvårdsverket 2006, Länsstyrelsen i Hallands län 2017b, ICES 2020). Infauna-samhället består också till stor del av trådormsjöstjärnor tillsammans med lyrsjöborrar och guldsjöborrar (*Echinocardium flavescens*) (SMHI Shark 2020, Länsstyrelsen i Hallands län 2017b). Flera områden i främst Fladens ytterkanter utgörs utav mjukbottensamhället *Brissopsis/A.chiajei* enligt "Kustbiotoper i Norden" (Nordiska Ministerrådet 2001, Länsstyrelsen i Hallands län 2017a). Vid utsjöbanksundersökningarna mellan 2004 och 2005 observerades även den mycket ovanliga masken *Xenoturbella* sp. i mjukbottnområdena (Naturvårdsverket 2006).

Fladens algflora är artrik med flera olika arter av både grön-, brun- och rödalger. Bland annat har en rik förekomst av kalkinkrustade rödalger observerats vid flera lokaler på Fladen (figur 17), vilket är unikt i svenska vatten (Naturvårdsverket 2006). Dessa kalkinkrustade rödalger bildar det särskilt skyddsvärda habitatet maerl, med ett stort antal associerade djurarter (se tabell a3 i Appendix). Maerl ingår i Natura 2000-naturtypen biogent rev (1171) som är en undergrupp till Natura 2000-naturtypen rev (1170) (Naturvårdsverket 2014). Habitatet är också upptaget på OSPAR:s lista över hotade habitat (OSPAR 2010b).



Figur 17. Förekomster och icke-förekomster av maerl baserat på tillgängliga data från tidigare undersökningar i området (Naturvårdsverket 2006).

En av de viktigaste miljöerna på Fladen är de välutvecklade tareskogarna (*Laminaria* spp. och *Saccharina latissima*) som bildar en tredimensionell struktur vilket skapar goda förutsättningar för ett rikt djurliv och stor biologisk mångfald (Christie m.fl. 2009, Naturvårdsverket 2006) (figur 18). Enligt modelleringar gjorda av Naturvårdsverket (2012) med avseende på utbredning av makroalger, baserade på inventeringsdata från utsjöbanksinventeringarna (Naturvårdsverket 2006), är tarearterna stortare (*Laminaria hyperborea*) och fingertare (*Laminaria digitata*) vanligast på djup mellan 15–20 meter. Vid ett ökande djup minskar sannolikheten för förekomst för dessa arter. Även brunalgssarter inom släktet kärninghår (*Desmarestia* spp.) anses vara vanligt förekommande på Fladen. Rödalgerna är den grupp av alger som generellt förekommer på störst djup. På Fladen förekommer flera olika rödalger, däribland de bladformiga rödalgerna köttblad (*Dilsea carnosa*), ribbeblad och ekblading vilka anses vara vanligt förekommande enligt modelleringar (Naturvårdsverket 2012). Även den rödlistade rödalgen tsengia (*Tsengia bairdii*), vilken är klassad som nära hotad (NT) enligt den svenska rödlistan, har observerats på Fladen (tabell 22) (SLU ArtDatabanken 2020a). Tsengia är en liten rödalgsart som sällan påträffats i svenska vatten. Den kan nå en höjd på 140 mm och en bredd på 30 mm och växer oftast på ett djup mellan 10–12 meter i Kattegatt, men arten kan även förekomma djupare. Genom analyser av dess utbredning och då dess lokalområden är få har den klassats som nära hotad (NT) (SLU ArtDatabanken 2021b).

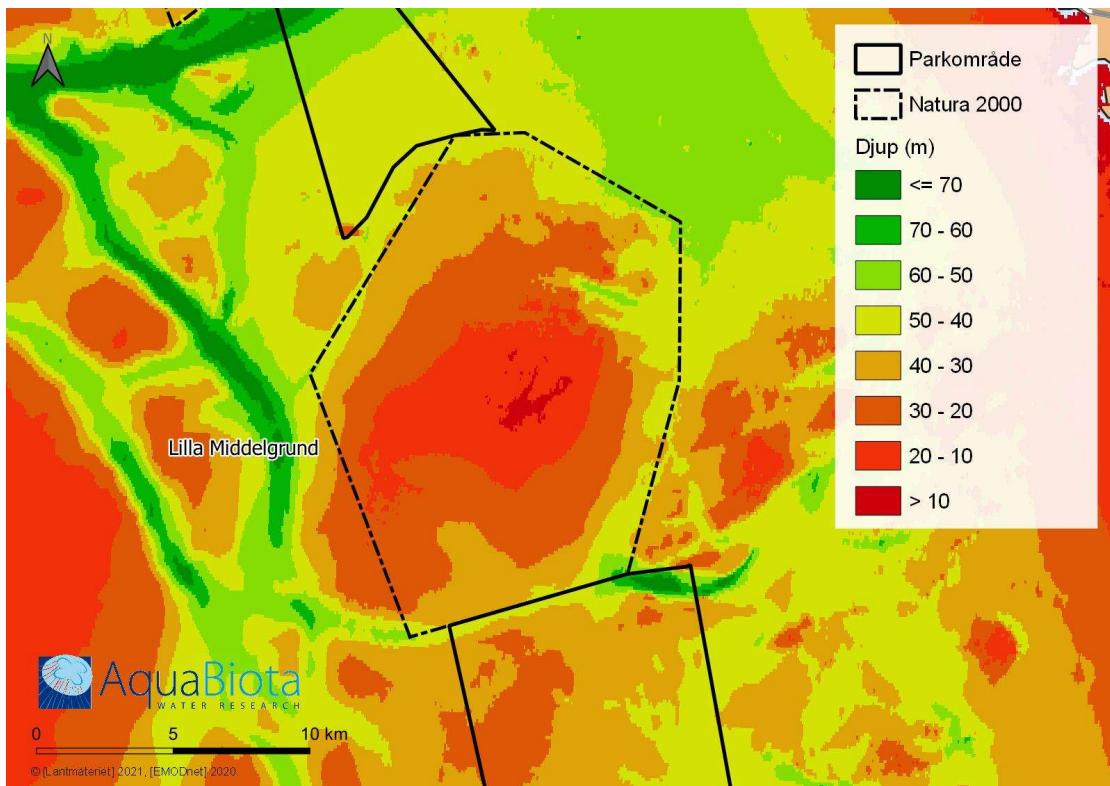


Figur 18. Förekomster och icke-förekomster av tare-arter baserat på tillgängliga data från tidigare undersökningar i området. De olika tare-arterna innehåller skräppetare (*Saccharina latissima*), fingertare (*Laminaria digitata*) och stortare (*Laminaria hyperborea*) (Naturvårdsverket 2006).

## 5.2. Lilla Middelgrund

Natura 2000-området Lilla Middelgrund (SE0510126) angränsar i norr till delområdet Galene och i söder till delområdet Galatea och har en yta om 178,4 km<sup>2</sup> och ett djup mellan sex och 55 meter. Lilla Middelgrund utgörs främst av utsjöbanken Lilla Middelgrund med sina grundare områden men omfattar även djupare bottnar runt själva grundet (figur 19).

Utpekade Natura 2000-naturtyper för Lilla Middelgrund är sandbankar (1110), med en yta om 53,59 km<sup>2</sup> och rev (1170), med en yta om 35,73 km<sup>2</sup> (Naturvårdsverket 2016). I områdets bevarandeplan saknas information om de två utpekade naturtypernas nuvarande bevarandestatus. Däremot beskrivs förutsättningar för gynnsam bevarandestatus tillsammans med uppsatta mål för naturtyperna, samt för undertypen biogent rev (1171), vilket inkluderar förekomst av både hästmusselbank och maerl.



Figur 19. Djuputbredning inom Natura 2000-området Lilla Middelgrund.

Bevarandemålen innefattar främst att arealer av naturtyperna ska bibehållas, med bland annat god vattenkvalitet och artrik flora och fauna som förutsättningar för god bevarandestatus, samtidigt som mål för typiska arter ännu saknas. De typiska arterna för respektive naturtyp som används i denna rapport utgår ifrån SLU ArtDatabankens (2021d) lista, med avgränsning till endast de arter som har påträffats inom området. Natura 2000-naturtypen bubbelrev (1180) är inte utpekad enligt Lilla Middelgrunds bevarandeplan, men flera områden med naturtypen har hittats efter att bevarandeplanen upprättades (Länsstyrelsen i Hallands län 2005b, Länsstyrelsen i Hallands län 2020b) (tabell 23).

Tabell 23. Lilla Middelgrunds Natura 2000-naturtyper och dess typiska arter enligt SLU ArtDatabanken (2021d) som påträffats i området (exklusive fågel och fisk), dess förutsättningar för gynnsam bevarandestatus och bevarandemål enligt områdets bevarandeplan (Länsstyrelsen i Hallands län 2005b). Typiska arter för fågel och fisk finns i respektive rapport (se bilaga B.2 och Öhman m.fl. 2021). Information om naturtypernas bevarandestatus saknas i bevarandeplan.

Natura 2000-naturtyper	Förekommande typiska arter	Bevarande-status	Förutsättningar för gynnsam bevarande-status	Bevarande-mål
<b>Sandbankar (1110)</b> Utpekad	<b>Kamsjöstjärna</b> ( <i>Astropecten irregularis</i> )  <b>Stor kammussla</b> ( <i>Pecten maximus</i> )  <b>Firräfflad venusmussla</b> ( <i>Chamelea striatula</i> )  <b>Liten piprensare</b> ( <i>Virgularia mirabilis</i> )  <b>Sudare</b> ( <i>Chorda filum</i> )  <b>Dvärgsjöborre</b> ( <i>Echinocyamus pusillus</i> )	Ej utredd  Ej utredd  Ej utredd  Ej utredd  Ej utredd	Strömförhållanden som garanterar bra vattenomsättning och ger större siktdjup.  Ingen eller ringa sedimentation. Det är viktigt att vattnet är klart utan stor förekomst av partiklar, vilket gynnar makroalger och filtrerande djurarter.  Ständig vattentäckning.  Rik bottenfauna och epifauna.	Naturtypens utbredning bibehålls inom området och täcker minst X (5360) hektar  (Mål för typiska arter ej klarlagd)
<b>Rev (1170)</b> Utpekad	<b>Död mans hand</b> ( <i>Alcyonium digitatum</i> )  <b>Sudare</b> ( <i>Chorda filum</i> )  <b>Tare</b> ( <i>Laminaria</i> spp.)  <b>Rödvit eremitkräfta</b> ( <i>Pagurus bernhardus</i> )  <b>Hästmussla</b> ( <i>Modiolus modiolus</i> )  <b>Nätsjöbung</b> ( <i>Corella parallelogramma</i> )  <b>Karragenalg</b> ( <i>Chondrus crispus</i> )  <b>Ektång</b> ( <i>Halidrys siliquosa</i> )  <b>Blåmussla</b> ( <i>Mytilus edulis</i> )  <b>Ätlig sjöborre</b> ( <i>Echinus esculentus</i> )	Ej utredd  Ej utredd	God vattenkvalitet.  Liten eller ringa sedimentation.  Förekomst av strukturer som sten eller biologiska bildningar t. ex. hästmusselbankar eller rev av trekantsmask.  Intakt zonering av bentiska växtsamhällen med hög primär-produktion. Speciellt tätta och välmående tareskogar  Ingen eller liten förekomst av fintrådiga alger.  Artrik mjukbotten- och hårdbottenfauna.	Naturtypens utbredning bibehålls inom området och täcker minst X (3570) hektar.  I minst 90 % av den totala arealen har bottnarna en naturlig struktur och zonering.  Täckningsgraden och djuputbredningen av utvalda makroalger (ektång, fingertare, stortare och skräppetare) ska bibehållas eller öka i

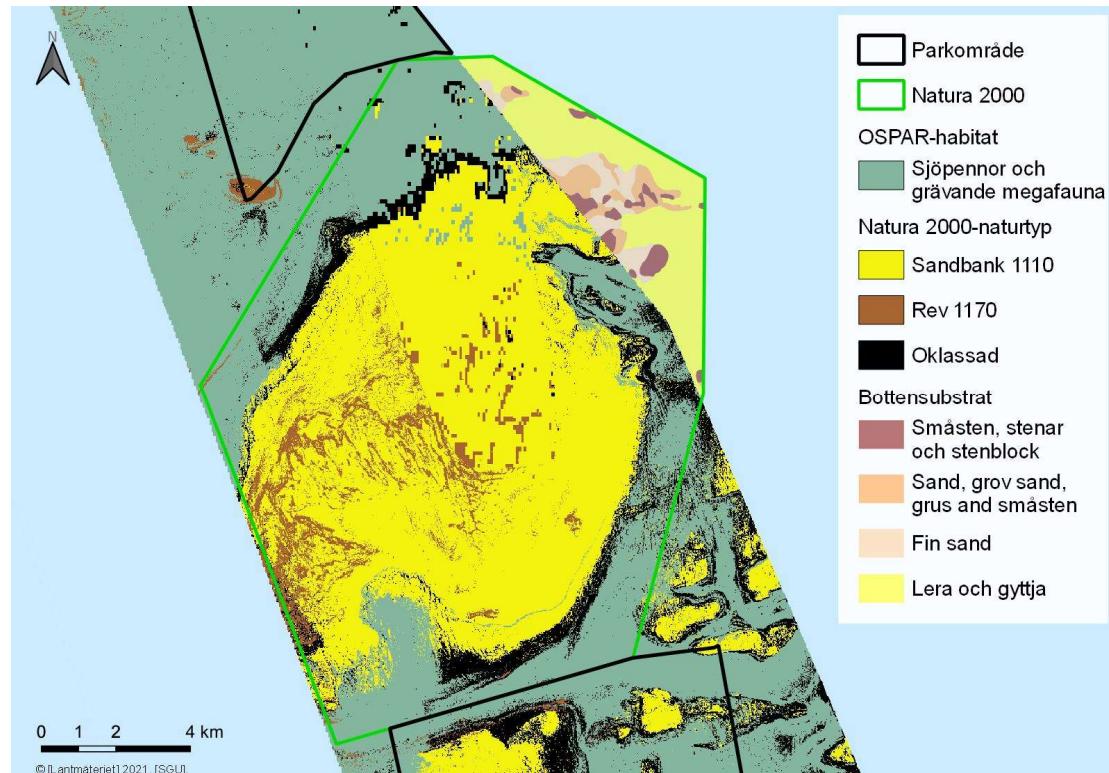
	<b>Sågtång</b> ( <i>Fucus serratus</i> )		minst 90 % av arealen.
			(Mål för typiska arter av ryggradslösa djur på biogena rev är ej klarlagd)
<b>Biogena rev</b> (undergrupp till rev 1170)	<b>Hästmusselbank</b> Hästmussla ( <i>Modiolus modiolus</i> )		Arealen av undergruppen biogena rev (hästmusselbankar) ska vara minst Y hektar.
	<b>Maerl</b> Skorpalg ( <i>Lithothamnion glaciale</i> )	Ingen påtaglig minskning av populationen av lösliggande kalkalger (maerl).	Arealen av lösliggande kalkalger (maerl) ska vara minst Y hektar.
<b>Bubbelrev (1180)</b>  Ej utpekad men förekommer	<b>Abramussla</b> ( <i>Abra nitida</i> )  <b>Lyrsjöborre</b> ( <i>Brissopsis lyrifera</i> )  <b>Ätlig sjöborre</b> ( <i>Echinus esculentus</i> )  <b>Guldborstmask</b> ( <i>Terebellides stroemii</i> )	Ej upptaget  Ej upptaget  Ej upptaget	Ej upptaget

Som tidigare nämnt är Natura 2000-naturtypen bubbelrev (1180) i skrivande stund inte utpekad för området, men i samband med undersökningar under 2019 konstaterades förekomster av tidigare okända bubbelrev vid totalt sju områden på Lilla Middelgrund mellan nio och 24 meters djup. Den största bubbelrevsstrukturen hittades i den norra delen av grundet och tillsammans täcker dessa strukturer en yta på cirka 0,06 km<sup>2</sup> (figur 16). Av de sju områdena där bubbelrev observerats finns det utvecklade karbonatstrukturer på sex av dem. I ett område har endast bakteriefläckar observerats (Länsstyrelsen i Hallands län 2020b).

För att få en mer heltäckande bild av Lilla Middelgrunds naturmiljöer har OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna tillsammans med Natura 2000-naturtyperna sandbankar (1110) och rev (1170) modellerats för majoriteten av Natura 2000-området (figur 20).

Substratet på Lilla Middelgrund domineras av sand och sandiga sediment och majoriteten av området har klassificerats som Natura 2000-naturtypen sandbank (1110), med inslag av grov sand och skalgrus. Hårdbottnytor förekommer också där bankens sydvästra sida har ett stort område av svallad morän som kan bestå av stora mängder block. Dessa områden är inte klassade som rev (1170) enligt utsjöbanksinventeringarna 2004–2005,

utan utgör endast cirka 14 % av grundets yta. Områdena medför emellertid en mycket varierande miljö med hög artdiversitet av alger och djur (Naturvårdsverket 2006).

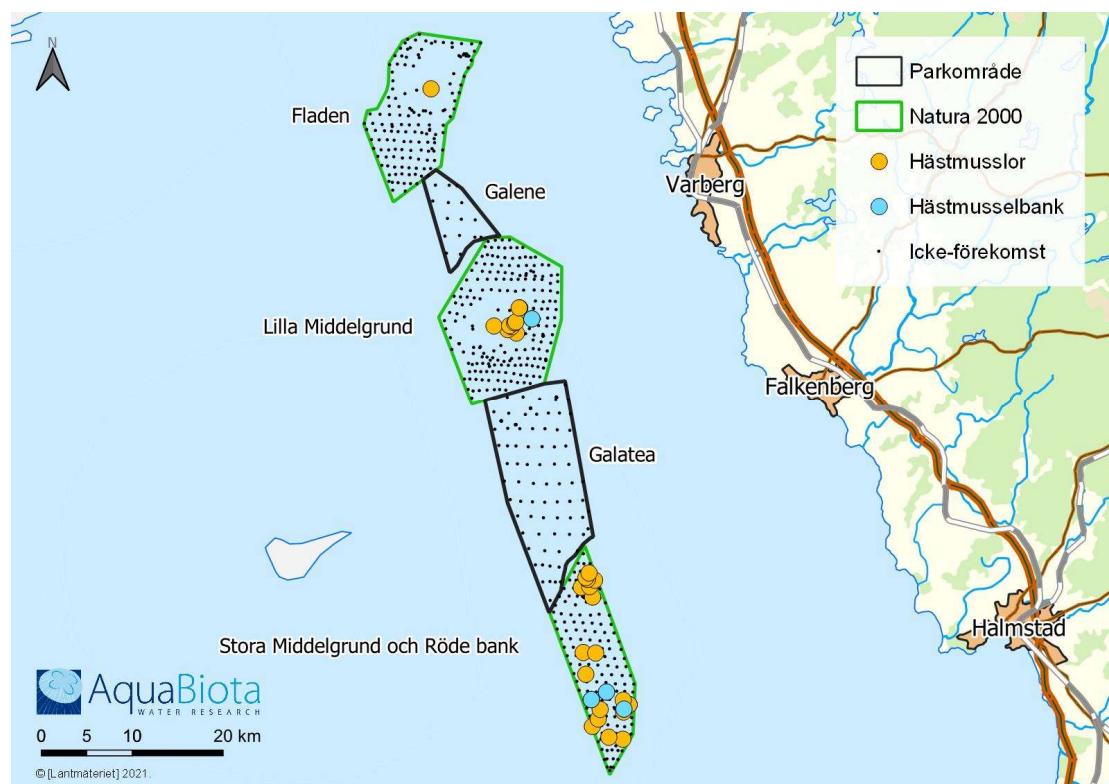


Figur 20. Modellerad utbredning av Natura 2000-naturtyperna sandbankar (1110) och rev (1170) samt OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna inom större delen av Natura 2000-området Lilla Middelgrund tillsammans med utbredning av bottensubstrat inom resterande delar.

Under inventeringarna på Lilla Middelgrund 2018 bedömdes cirka hälften av provytorna som sandbankar, trots att de inte alltid uppfyllde kravet om topografisk upphöjdhet. Endast två av provytorna bedömdes som rev. Båda dessa nämnda utpekade naturtyper hade sina främsta utbredningar närmast och i branterna till Lilla Middelgrund (Länsstyrelsen i Hallands län 2018b). Enligt modelleringar av Natura 2000-naturtyper förekommer inslag av rev i de västra och centrala delarna av Lilla Middelgrund (figur 4).

I likhet med Fladen är död mans hand, vanlig sjöstjärna och olika arter av kammusslor vanligt förekommande på utsjöbanken, tillsammans med olika fastsittande arter av hydrozoer (*Hydrozoa spp.*). Banken utgör också en god livsmiljö för grävande fauna, då det dominérade bottensubstratet har inslag av skalgrus och grov sand (Naturvårdsverket 2006). Flera områden på Lilla Middelgrund utgörs av skalgrusbottnar där bland annat grävande kräftdjur förekommer (figur 7). De kräftdjur som noterats på själva banken är bland annat den vanligt förekommande arten orange mudderkräfta (*Upogebia deltaura*), samt dess rödlistade släkting prickig mudderkräfta (*Upogebia stellata*) och den akut hotade märlkräftan *Haploops tenuis* (Naturvårdsverket 2006, SMHI Shark 2020). Till skillnad från Fladen har en mindre mångfald av svampdjursarter observerats på Lilla

Mittelgrund, däribland släktena *Halichondria*, *Cliona* och *Sycon*, varav de flesta förekommer inom områdets grundare centrala delar (figur 5). Vid utsjöbanksinventeringarna 2005 påträffades också hästmusslor på ett antal platser men inte i en tillräcklig hög täthet för att kunna klassas som hästmusselbank (Naturvårdsverket 2006). Vid inventeringen av de djupare delarna av Lilla Mittelgrund under 2017 dokumenterades dock en hästmusselbank vid bankens östra sida (figur 21) (Länsstyrelsen i Hallands län 2018b), vilket kan ge en indikation på områdets betydelse som refug för känsliga arter (Naturvårdsverket 2006). Habitatet hästmusselbankar är utpekat på OSPAR:s lista över hotade habitat (figur 21) (OSPAR 2008a) och arten i sig är klassad som sårbar (VU) enligt den svenska rödlistan (SLU ArtDatabanken 2020a). Utöver den rödlistade hästmusslan har ytterligare rödlistade arter observerats på Lilla Mittelgrund, men färre i antalet i jämförelse med Fladen (tabell 24).



Figur 21. Förekomst av hästmusslor (*Modiolus modiolus*) och OSPAR-habitatet hästmusselbankar samt icke-förekomster av hästmusslor. Underlaget utgörs av tillgängliga data från tidigare undersökningar i området (Länsstyrelsen i Hallands län 2018b, Naturvårdsverket 2006)

I de djupare delarna av Lilla Mittelgrund är det dominerande substratet lera/silt och sandbottnar med inslag av områden som domineras av block, sten och skalgrus. OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna domineras i Lilla Mittelgrunds utkanter. Utöver de typiska arterna för OSPAR-habitatet är också kamväxterna, cylinderros och stor kammussla vanligt förekommande i djupområdena. De två rödlistade sjöstjärnorna (gul solsjöstjärna och hästsjöstjärna) har också observerats på Lilla Mittelgrund (PAG 2016, Länsstyrelsen i Hallands län 2018b) (tabell 24).

Tabell 24. Rödlistade arter observerade vid Natura 2000-området Lilla Middelgrund, enligt den svenska rödlistan (SLU ArtDatabanken 2020a) och HELCOM:s rödlista (HELCOM 2013a).

Rödlistade arter	Svenska rödlistan	HELCOM:s rödlista
Gul solsjöstjärna ( <i>Solaster endeca</i> )	Sårbar, VU	Sårbar, VU
Hästsjöstjärna ( <i>Hippasteria phrygiana</i> )		Sårbar, VU
Hästmussla ( <i>Modiolus modiolus</i> )	Sårbar, VU	Sårbar, VU
Prickig mudderkräfta ( <i>Upogebia stellata</i> ) ( <i>Haploops tenuis</i> )	Sårbar, VU Akut hotad, CR	Kunskapsbrist, DD Stark hotad, EN
Långsprödsmussla ( <i>Abra prismatica</i> ) ( <i>Ampelisca macrocephala</i> )		Sårbar, VU
Vindeltrappa ( <i>Epitonium clathrus</i> )	Nära hotad, NT	Sårbar, VU
Lågbent spindelkrabba ( <i>Inachus dorsettensis</i> ) ( <i>Vitreolina philippi</i> )	Nära hotad, NT	Nära hotad, NT
Cylindersjögurka ( <i>Panningia hyndmani</i> )	Nära hotad, NT	Kunskapsbrist, DD
Korthonad knölkrabba ( <i>Eury nome aspera</i> )	Nära hotad, NT	
Musselväktare ( <i>Pinnotheres pisum</i> )	Kunskapsbrist, DD	
<i>Limatula subauriculata</i>	Kunskapsbrist, DD	
<i>Limatula gwyni</i>	Kunskapsbrist, DD	
<i>Amaropsis islandica</i>	Sårbar, VU	Nära hotad, NT
Tsengia ( <i>Tsengia bairdii</i> )	Nära hotad, NT	

Faunan på de djupare sandbankarna domineras av kamsjöstjärna (Länsstyrelsen i Hallands län 2018b). Infafauna-samhället består till stor del av trådformstjärnor (SMHI Shark 2020) och majoriteten av provytorna bedömts som sandbotten >20 meter och som mjukbottensamhället *Brissopsis/A.chiajei* (Nordiska Ministerrådet 2001, Länsstyrelsen i Hallands län 2018b).

I likhet med Fladen har Lilla Middelgrund en rik algflora. Dessutom återfinns här flera områden med märl, som tillsammans med dessa områden på Fladen utgör unika och viktiga habitat för flera arter (figur 17). Under inventeringarna av utsjöbankarna år 2004–2005 identifierades att stort antal olika algarter. Vid en tidigare inventering på Lilla Middelgrund som hade ett större fokus på identifiering och artbestämning av makroalger (Karlsson 1997) kunde 134 olika arter av makroalger identifieras. Liksom på Fladen var brunalgerna stortare och fingertare vanligt förekommande på Lilla Middelgrund (Karlsson 1997, Naturvårdsverket 2012) (figur 18). Algfloran består även av ett antal vanligt förekommande rödalgsarter, däribland den trådformiga julgranssalgen (*Brognartiella byssoides*) samt de bladformiga arterna ribbeblad och ekblading.

På hårbottenytorna i området domineras alger ner till ett djup på cirka 15 meter. Djupare glesnar täckningsgraden av alger och det sker i stället en successiv övergång till

ett faunasamhälle dominerat av nässeldjur (Naturvårdsverket 2006). Det största antalet algarter på Lilla Middelgrund har observerats på ett djup omkring 18–19 meter. Därefter minskar antalet men upprätväxande alger har påträffats ända ner till 29 meters djup på Lilla Middelgrund, vilket var rödalgsarterna kilrödblå (Coccotylus truncatus), ribbeblad samt japantofs (*Bonnemaisonia hamifera*) (Karlsson 1997). Även den rödlistade rödalgen tsengia har observerats i Natura 2000-området (Naturvårdsverket 2006).

### 5.3. Stora Middelgrund och Röde bank

Stora Middelgrund och Röde bank (SE0510186) är det sydligaste av de tre Natura 2000-områdena. Området angränsar till delområdet Galatea i söder och har en areal om 114,1 km<sup>2</sup>. Enligt områdets bevarandeplan är Natura 2000-naturtyperna sandbankar (1110) med en yta om 62,5 km<sup>2</sup>, rev (1170) med en yta om 5,7 km<sup>2</sup> och bubbelrev (1180) (vid förekomst) utpekade. Bubbelrev (1180) är dock inte en angiven utpekad naturtyp i Naturvårdsverkets kartverktyg Skyddad natur (Naturvårdsverket 2010a).

För sandbankar är den nuvarande bevarandestatusen (omnämns som bevarandetillstånd i bevarandeplanen) bedömd som tillfredsställande och för rev som tillfredsställande för makroalgssamhället. Bevarandemålen för de båda naturtyperna innehållar bland annat bibehållna arealer, god vattenomsättning och -kvalitet, artrikedom och naturlig artsammansättning. Information om bevarandestatus för Natura 2000-naturtypen bubbelrev (1180) saknas och det finns inte några uppsatta bevarandemål för naturtypen i bevarandeplanen (Länsstyrelsen i Hallands län 2016) (tabell 25). De typiska arterna från respektive naturtyp i denna rapport utgår ifrån SLU ArtDatabankens (2021d) lista, med avgränsning till endast de arter som påträffats inom området.

I bevarandeplanen för Stora Middelgrund och Röde bank är även djupa mjukbottnar uppsatta som en viktig livsmiljö att bevara. Inom Natura 2000-området utgörs dessa djupa mjukbottnar av OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna. Habitatets typiska arter missgynnas av bottentrålning och habitatets bevarandestatus bedöms som otillfredsställande. Bevarandemålen för habitatet utgörs bland annat av bibehållen areal samt försumbart inslag av konstgjorda livsmiljöer och fysisk exploatering (Länsstyrelsen i Hallands län 2016) (tabell 25). Då habitatet inte utgör en Natura 2000-naturtyp finns inga typiska arter listade enligt SLU ArtDatabanken. Typiska arter för djupa mjukbottnar listas nedan (tabell 25) enligt områdets bevarandeplan (Länsstyrelsen i Hallands län 2016).

Tabell 25. Stora Middelgrund och Röde banks Natura 2000-naturtyper och dess typiska arter enligt SLU ArtDatabankaen (2021d) samt områdets bevarandeplan som påträffats i området (exklusive fågel och fisk), dess bevarandestatus (bevarandetillstånd) och bevarandemål enligt områdets bevarandeplan (Länsstyrelsen i Hallands län 2016). Typiska arter för fågel och fisk finns i respektive rapport (se bilaga B.2 till Ansökan och Öhman m.fl. 2021).

Naturtyper och miljöer	Förekommande typiska arter	Bevarandestatus	Bevarandemål
<b>Natura 2000-naturtyper</b>			
<b>Sandbankar (1110)</b>			
Utpekad	<b>Kamsjöstjärna</b> <i>(Astropecten irregularis)</i> <b>Stor kammussla</b> <i>(Pecten maximus)</i> <b>Firräfflad venusmussla</b> <i>(Chamelea striatula)</i> <b>Liten piprensare</b> <i>(Virgularia mirabilis)</i> <b>Sudare</b> <i>(Chorda filum)</i> <b>Dvärgsjöborre</b> <i>(Echinocymus pusillus)</i> <b>Tagghjärtmussla</b> <i>(Acanthocardia echinata)</i> <b>Tångsjöborre</b> <i>(Psammechinus miliaris)</i> <b>Purpursjömus</b> <i>(Spatangus purpureus)</i>	Tillståndet bedöms som tillfredsställande men på de platser där sandtäkt förekommit kan gropar ha bildats där syrebrist kan uppstå. Viss trålning förekommer och missgynnar trålningskänsliga arter.	Naturtypen bibehålls och präglas av naturlig vattenomsättning och naturlig variation av sand, grus och silt som dominerande substrat samt en artrik och varierad vegetation och fauna. Fungerar som refug för arter som trängts undan från andra områden.
			Hästmusslor finns i riklig förekomst och dess utbredning begränsas endast av naturliga förutsättningar.
			Naturlig artsammansättning och storleksfördelningen.
			Den helt övervägande delen av de 8100 hektaren sandbankar är intakt med försumbart inslag av konstgjorda livsmiljöer och fysisk exploatering.
			Opåverkade av fysisk störning som trålning, sandtäkt, schaktning, grävning, dumpning, anläggning av kabel eller liknande samt onaturlig sedimentation och grumling.
			Vattenkvaliteten och syrehalten är god och den antropogena belastningen i form av utsläpp och läckage av övergödande näringssämnen, olja och kemikalier är försumbar.

		Typiska arter som liten piprensare, stor kammussla, tagghjärtmussla, purpursjömus, fångsjöborre och kamsjöstjärna har en naturlig utbredning.
		Främmande arter eller populationer inverkar inte negativt på artsammansättningen hos de naturligt förekommande arterna.
<b>Rev (1170)</b> Utpekad		
<b>Död mans hand</b> ( <i>Alcyonium digitatum</i> )	Tillfredsställande makroalgssamhälle men upprätväxande alger saknas. Kan bero på betning av tistelsjöborre.	Block- och stenrev är bibehållna och präglas av en naturlig zoneringsmed förekomst av makroalger och ryggradslösa djur
<b>Krabbtaska</b> ( <i>Cancer pagurus</i> )		
<b>Strandkrabba</b> ( <i>Carcinus maenas</i> )		Den helt övervägande delen av de 520 hektaren rev är intakt med försumbart inslag av konstgjorda livsmiljöer och fysisk exploatering.
<b>Sudare</b> ( <i>Chorda filum</i> )		
<b>Nätsjöbung</b> ( <i>Corella parallelogramma</i> )		Reven är opåverkade från fysisk skada samt onaturlig sedimentation och grumling.
<b>Krusbärssjöbung</b> ( <i>Dendrodoa glossularia</i> )		Vattenkvaliteten och syrehalten är god och den antropogena belastningen i form av utsläpp och läckage av övergödande näringssämnen, olja och kemikalier är försumbar.
<b>Ätlig sjöborre</b> ( <i>Echinus esculentus</i> )		
<b>Tare</b> ( <i>Laminaria spp.</i> )		Vattenutbytet och strömförhållanden är naturliga.
<b>Rödvit eremitkräfta</b> ( <i>Pagurus bernhardus</i> )		Typiska arter, så som skräppetare, fingertare, stortare, ektång och död mans hand ska ha en naturlig djuputbredning och täckningsgrad.
<b>Hästmussla</b> ( <i>Modiolus modiolus</i> )		
<b>Nätsjöbung</b> ( <i>Corella parallelogramma</i> )		Populationsstorlek för typiska arter, så som ätlig sjöborre och krabbtaska styrs av naturliga förutsättningar.
<b>Ektång</b> ( <i>Halidrys siliquosa</i> )		
<b>Blåmussla</b> ( <i>Mytilus edulis</i> )		Främmande arter eller populationer inverkar inte negativt på artsammansättningen hos de
<b>Ätlig sjöborre</b> ( <i>Echinus esculentus</i> )		

	<b>Påfågelsmask</b> ( <i>Sabella pavonina</i> )		naturligt förekommande arterna.
	<b>Kalkrörsmask</b> ( <i>Serpula vermicularis</i> )		
	<b>Kalkrörsmask</b> ( <i>Spirorbis spirorbis</i> )		
<b>Biogena rev</b> (undergrupp till rev 1170)	<b>Hästmusselbank</b> Hästmussla ( <i>Modiolus modiolus</i> )	Ej utredd	Biogena rev av hästmusslor förekommer och utvecklas under naturliga förutsättningar på grus, sand eller finare bottensubstrat.
<b>Bubbelrev (1180)</b> utpekad vid förekomst i bevarandeplan	<b>Abramussla</b> ( <i>Abra nitida</i> )	Ej utredd	Fysisk störning som trålning, täkt, schaktning, grävning, dumpning eller liknande förekommer ej och är därför inte begränsande för hästmusslornas utbredning.
	<b>Lyrsjöborre</b> ( <i>Brissopsis lyrifera</i> )	Ej utredd	
	<b>Ätlig sjöborre</b> ( <i>Echinus esculentus</i> )		
	<b>Guldborstmask</b> ( <i>Terebellides stroemii</i> )		
	<b>Större piprensare</b> ( <i>Funiculina quadrangularis</i> )		
	<b>Kalkrörsmask</b> ( <i>Hydrorides norvegica</i> )		
	<b>Guldgrävarmask</b> ( <i>Melinna cristata</i> )		
	<b>Neptunussnäcka</b> ( <i>Neptunea antiqua</i> )		
	<b>Påfågelsmask</b> ( <i>Sabella pavonina</i> )		
<b>Övriga miljöer (Ej Natura 2000)</b>			
<b>Djupa mjukbottnar</b> (OSPAR-habitatet sjöpennor och	<b>Fjädersjöpenna</b> ( <i>Pennatula phosphorea</i> )	Otillfredsställt tillstånd.  Trålning förekommer där trålningsskänsliga arter missgynnas som är	Naturlig topografi, sedimentstruktur och vattenomsättning samt en artrik och varierad fauna.

grävande megafauna)	<b>Liten piprensare</b> ( <i>Virgularia mirabilis</i> )	typiska för skyddsvärda bottenfauna samhällen.	Naturlig artsammansättning och storleksfördelningen.
Utpekad i bevarandeplan	<b>Havskräfta</b> ( <i>Nephrops norvegicus</i> )	Kräftdjurssamhället <i>Haploops</i> saknas. Goda syrehalter vid botten.	Hysa välutvecklade bottenfaunasamhällen av typerna sjöpennor och grävande megafauna samt kräftdjurssamhället <i>Haploops</i> .
	<b>Långfingrad grävkräfta</b> ( <i>Calocaris macandreae</i> )		Förutsättningar för etablering och utveckling av bestånd av hästmusslor.
	<b>Lyrsjöborre</b> ( <i>Brissopsis lyrifera</i> )		Typiska arter som liten piprensare, sjöpenna, blind grävkräfta, lysjöborre, hjärtsjöborrar och purpursjömus har en naturlig utbredning och täthet.
	<b>Hjärtsjöborre</b> ( <i>Echinocardium cordatum</i> )		
	<b>Guldsjöborre</b> ( <i>Echinocardium flavescent</i> )		Den övervägande delen av mjukbottnarna (2770 hektar) ska vara intakta med försumbart inslag av konstgjorda livsmiljöer och fysisk exploatering.
	<b>Purpursjömus</b> ( <i>Spatangus purpureus</i> )		Opåverkade av fysisk störning som trållning, schaktning, grävning, dumpning, anläggning av kabel eller liknande samt onaturalig sedimentation och grumling.
			Vattenkvaliteten och syrehalten är god och den antropogena belastningen i form av utsläpp och läckage av övergödande näringssämnen, olja och kemikalier är försumbar.
			Främmande arter eller populationer inverkar inte negativt på artsammansättningen hos de naturligt förekommande arterna.

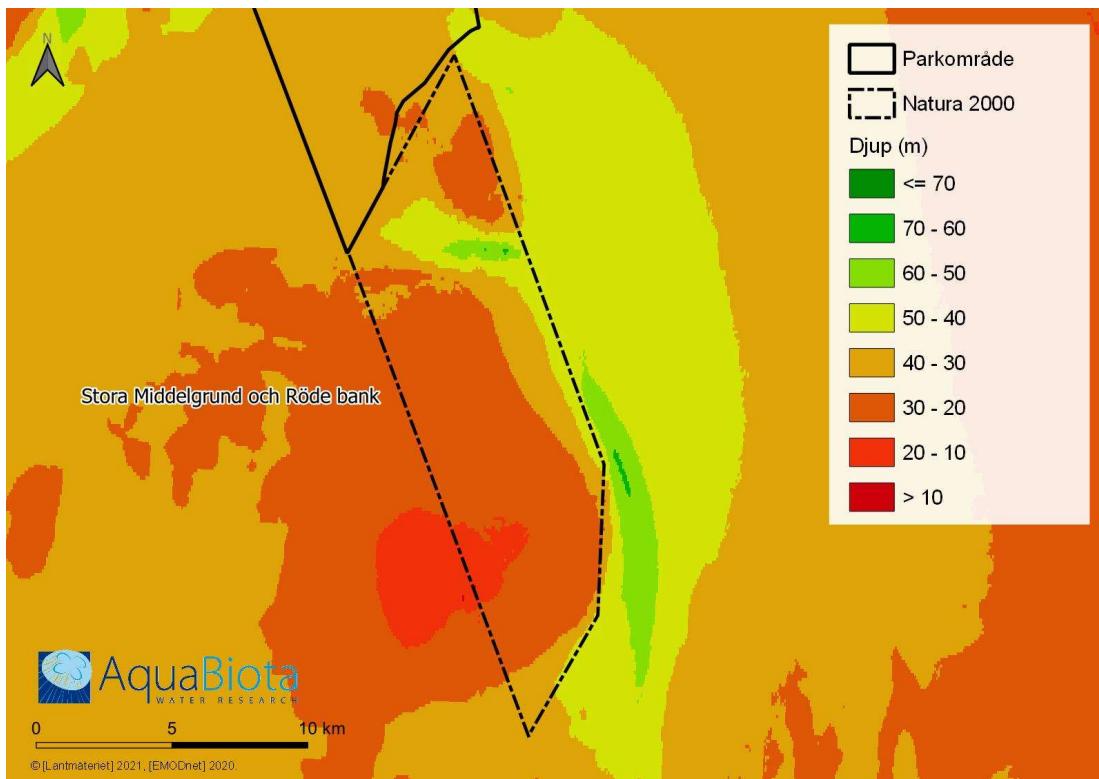
Utbredningen av Natura 2000-naturtyperna sandbankar (1110) och rev (1170), tillsammans med OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna, har modellerats för Natura 2000-områdets norra och mellersta del, som är belägna närmast vindparken (figur 22). Området består av de två grunden Stora Middelgrund och Röde bank. Röde bank är en mindre och relativt djupt belägen bank med ett minsta djup på 22,5 meter medan Stora Middelgrund är det större grundet, som ligger både i svensk och dansk ekonomisk zon, där den svenska delen av Stora Middelgrund är som grundast omkring nio meter (figur 23). Huvuddelen av området utgörs av sandbankar (1110) ner till 30 meters djup men även rev (1170) förekommer i området. Området mellan de två grunden

utgörs till största del av mjukbottnar ner till cirka 50 meters djup (Länsstyrelsen i Hallands län 2016).



*Figur 22. Modellerad utbredning av Natura 2000-naturtyperna sandbankar (1110) och rev (1170) samt OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna i de norra och mellersta delarna av Natura 2000-området Stora Middelgrund och Röde bank tillsammans med utbredning av bottensubstrat i de resterande delarna.*

Både grundet på Stora Middelgrund och det på Röde bank har klassats som sandbank (1110), då majoriteten av området består av sandiga bottensubstrat. Hårt substrat (främst block) finns framför allt vid de grundare moränryggarna på Stora Middelgrund (Naturvårdsverket 2006). Vid undersökningar av Natura 2000-området utförda 2016 av PAG Miljöundersökningar, klassificerades även områden som rev (1170), både på grundet för Stora Middelgrund och Röde Bank. Under samma undersökning klassificerades även ett stort antal provytor som sandbankar. Sandbankarna breder ut sig i större delen av Natura 2000-området medan rev mestadels har observerats kring grunden samt vid ett fåtal ytor utanför grundet på Stora Middelgrund. På sandbottnarna dominerade kamsjöstjärnorna medan död mans hand och taggormstjärnor ofta förekom inom de områden som klassades som rev i de djupare delarna (Länsstyrelsen i Hallands län 2017c).



Figur 23. Djuputbredning inom Natura 2000-området Stora Middelgrund och Röde bank.

Vid undersökningar på Stora Middelgrund som gjordes under 2019 på uppdrag av Länsstyrelsen i Hallands län (2020c) upptäcktes flera områden med bubbelrev. Totalt observerades sju områden med aktiv metangasbubbling och en del mycket stora bubbelrevsstrukturer på djup mellan cirka 14 och 24 meter. På sex av dessa sju områden, har synliga karbonatstrukturer observerats. Endast vid ett område observerades en lokal med bakteriefläckar. Lokalen med bakteriefläckar var däremot omringad av lokaler med synliga karbonatstrukturer. Det största sammanhängande området med välutvecklade karbonatstrukturer som observerades ligger cirka två km nordost om den grundaste delen på svenska vatten. I samma område finns mycket stora strukturer av bubbelrev, med närmare fyra meter höga domformade strukturer, bestående av många hålrum och grottformationer, som bidrar till en stor biologisk mångfald (Länsstyrelsen i Hallands län 2020c). På uppdrag av Länsstyrelsen i Hallands län har undersökningar vid Stora Middelgrund gjorts även under 2020. Ytterligare 26 nya områden med bubbelrev observerades i undersökningarna (Länsstyrelsen i Hallands län, prel. opubl.). Totalt har 33 områden med aktiv metangasbubbling och/eller bubbelrevsstrukturer observerats i området (figur 16).

Vid utsjöbanksinventeringarna mellan 2004 och 2005 domineras epifaunan på utsjöbankarna av olika arter av sjöstjärnor, däribland vanlig sjöstjärna, kamsjöstjärna, rosenkrullsjöstjärna (*Henricia sanguinolenta*), tjockarmad sjöstjärna (*Leptasterias mülleri*), femarmad sprödstjärna och ishavssjöstjärna. Även den rödlistade arten gul solsjöstjärna observerades på Röde bank. Under dessa inventeringar dokumenterades även flera områden med gott om hästmusslor. I cirka 50% av de undersökta hästmusslorna fanns också den rödlistade krabban musselväktare (*Pinnotheres pisum*) som anses som ovanlig

utmed kusten (Naturvårdsverket 2006). Av samtliga Natura 2000-områden i området har minst antal rödlistade arter observerats på Stora Middelgrund och Röde Bank (tabell 26).

Tabell 26. Rödlistade arter inom Natura 2000-området Stora Middelgrund och Röde Bank. Rödlistning enligt den svenska rödlistan (SLU ArtDatabanken 2020) och HELCOM:s rödlista (HELCOM 2013).

Rödlistade arter	Svenska rödlistan	HELCOM:s rödlista
Gul solsjöstjärna ( <i>Solaster endeca</i> )	Sårbar, VU	Sårbar, VU
Hästsjöstjärna ( <i>Hippasteria phrygiana</i> )		Sårbar, VU
Hästmussla ( <i>Modiolus modiolus</i> )	Sårbar, VU	Sårbar, VU
Musselväktare ( <i>Pinnotheres pisum</i> )	Kunskapsbrist, DD	
( <i>Ampelisca macrocephala</i> )	Nära hotad, NT	
( <i>Byblis gaimardi</i> )	Nära hotad, NT	
Långfingrad grävkräfta ( <i>Calocaris macandreae</i> )	Sårbar, VU	
( <i>Nuculana minuta</i> )	Nära hotad, NT	
Skaftmussla ( <i>Nuculana pernula</i> )	Sårbar, VU	
Större piprensare ( <i>Funiculina quadrangularis</i> )	Sårbar, VU	
( <i>Nucula nucleus</i> )	Sårbar, VU	Sårbar, VU
Trubbig sandmussla ( <i>Mya truncata</i> )	Sårbar, VU	Nära hotad, NT
Korthornad knölkrabba ( <i>Eury nome aspera</i> )	Nära hotad, NT	
Snorkelkrabba ( <i>Corystes cassivelaunus</i> )	Nära hotad, NT	Nära hotad, NT
Långbent spindelkrabba ( <i>Inachus dorsettensis</i> )	Nära hotad, NT	Nära hotad, NT

Vid inventering av epifauna i de djupare delarna i Natura 2000-området var OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna mycket vanligt. Samtliga av dessa ytor var belägna i utkanterna av bankarna. De typiska arterna fjädersjöpenna, liten piprensare och havskräftor var vanliga i områdena, tillsammans med eremitkräftor, vanlig sjöstjärna, död mans hand och kamsjöstjärna. Över lag domineras faunan av tagghudingar i de djupare delarna av området. Utöver ovan nämnda arter av sjöstjärnor var den ältiga sjöborren (*Echinus esculentus*) och sjögurkan röd lergök (*Psolus phantapus*) vanligt förekommande (Länsstyrelsen i Hallands län 2017c).

Tre ytor med hästmusslor observerades vid undersökningarna som genomfördes 2016. Dessa klassades som OSPAR-habitatet hästmusselbankar trots att täckningsgraden bedömdes vara för gles för att de uppfylla definitionen av en hästmusselbank (figur 21) (Naturvårdsverket 2017c). Vid tidigare utsjöbanksinventering har däremot Stora Middelgrund bedömts som den utsjöbank som har störst förekomst av hästmusselbankar. Även stora ytor med renspolat skalgrus har varit utmärkande för Stora Middelgrund (figur 7) (Naturvårdsverket 2010b).

På Stora Middelgrund och Röde bank har svampdjurssläktet *Suberites* en stor utbredning. Släktet förekommer såväl på Stora Middelgrunds grund som på Röde banks, samt i de

djupare områdena omkring utsjöbankarna. Även borrvampen *Cliona celata*, samt brödsvampssläktet *Halichondria* har observerats (figur 5) (Naturvårdsverket 2006, Länsstyrelsen i Hallands län 2017c).

Vad gäller infauna-samhället har flertalet rödlistade arter observerats inom Stora Middelgrund och Röde bank (tabell 26) (SMHI Shark 2020). Tidigare har märlkräftor *Haploops* spp. förekommit i Natura 2000-området. Märlkräftor, som skapar det viktiga *Haploops*-samhället, har inte återfunnits vid inventeringar på senare år (Länsstyrelsen i Hallands län 2016) och enligt data från ICES finns inga dokumenterade förekomster under hela 2000-talet (ICES 2020). Bland mjukbottnarna i området är trådormstjärnor vanliga (Länsstyrelsen i Hallands län 2016, SMHI Shark 2020). Den grävande lyrsjöborren samt islandsmusslan har också observerats i området (Länsstyrelsen i Hallands län 2017c, SLU Aqua 2018).

Till skillnad från Fladen och Lilla Middelgrund har en mer sparsam algflora dokumenterats på Stora Middelgrund och Röde bank. Hårdbottnytorna på Stora Middelgrund domineras främst av de bladformiga rödalgerna ribbeblad och ekblading. Flera ytor täcks dessutom av arter av kalkinkrusterade rödalger (*Lithothamnion/Phymatolithon* spp.). Brunalger har påträffats i en mindre utsträckning (figur 18) (Naturvårdsverket 2006), vilket kan bero på att Stora Middelgrund delvis är påverkat av sandtäkt (Pedersen m.fl. 1990). Dock är brunalsarterna tillhörande släktet käringhår vanligare på Stora Middelgrund jämfört med tare-arterna. Modelleringar av utbredning av alger visar även på en sparsam utbredning av alger på Röde bank (Naturvårdsverket 2012).

## 6. PÅVERKAN OCH KONSEKVENSBEDÖMING NATURA 2000-OMRÅDEN

I det här avsnittet bedöms hur vindparksetableringen kan komma att påverka Natura 2000-områdena Fladen, Lilla Middelgrund samt Stora Middelgrund och Röde banks utpekade naturtyper samt övriga naturmiljöer (OSPAR-habitat och HELCOM HUB-biotop).

Det är endast de arter och naturtyper som är utpekade för Natura 2000-områdena som ingår i Natura 2000-prövningen. Övriga naturtyper, habitat och biotoper som redovisas i detta avsnitt, skyddade enligt HELCOM och OSPAR, ingår inte i Natura 2000-prövningen, men beskrivs för att möjliggöra en samlad bedömning av påverkan på livsmiljöer i området. Verksamhetens påverkan på övriga naturtyper, som inte är utpekade inom ramen för Natura 2000-regelverket, ingår som en del av prövningen av verksamheten enligt ansökan om tillstånd enligt lagen om Sveriges ekonomiska zon (SEZ) och kontinentalsockellagen (KSL).

Konsekvensbedömningarna innefattar huruvida verksamheten kan medföra en risk för skada eller störning på skyddade naturtyper och dess typiska arter, samt påverkan på naturtypernas bevarandemål som finns uppsatta för de utpekade naturtyperna och naturtypernas förutsättningar att uppnå eller bibehålla gynnsam bevarandestatus utifrån bevarandeplanernas angivna kriterier. Med verksamheten avses anläggning, drift och avveckling av vindkraftverk, transformatorstationer, mätmaster samt kablar som nedläggs för det interna nätet och i kabelkorridorer för elanslutning till land.

## 6.1. Påverkansfaktorer

Då vindparken planeras att anläggas helt utanför Natura 2000-områdena tas inga bottenytor i anspråk som kan minska naturtypernas utbredning inom Natura 2000-områdena. Följaktligen sker ingen direkt fysisk påverkan på naturtyperna under vindparkens anläggningsfas och inte heller påverkan i form av skuggning, hydrologiska förändringar och magnetiska fält under driftfas. Däremot förväntas en begränsad spridning av sediment ske från vindparken in till angränsande Natura 2000-områden i samband med installation av fundament, erosionsskydd och kabelnedläggning samt i mer begränsad omfattning under avveckling av vindparken. Geotekniska undersökningar i samband med insamling av underlag för detaljprojektering (se avsnitt 4.1) orsakar en mycket lokal sedimentspridning vid provtagningsplatserna i vindparksområdet men som inte når in i Natura 2000-områdena. De geotekniska undersökningarna bedöms därmed inte påverka livsmiljöerna i Natura 2000-områdena.

Bedömda påverkansfaktorer under anläggningsfasen är sedimentspridning, vilket innefattar suspenderat sediment, sedimentation samt spridning av miljögifter. Sedimentspridning förväntas även uppkomma under avvecklingsfasen, men i en betydligt mindre omfattning. Således görs även bedömningar för sedimentspridning under avvecklingsfasen. Ytterligare påverkansfaktorer, så som förändrade strömförhållanden under vindparkens driftfas, tas också upp då de omnämns som bevarandemål eller förutsättningar för gynnsam bevarandestatus i Natura 2000-områdenas bevarandeplaner (tabell 27).

Tabell 27. Påverkansfaktorer som bedöms för Natura 2000-naturtyper och övriga naturmiljöer inom de tre Natura 2000-områdena. Påverkansfaktorerna förändrade strömförhållanden och främmande arter tas upp då de omnämns i respektive områdes bevarandeplan. F = Fladen, L = Lilla Middelgrund, S = Stora Middelgrund och Röde bank.

Påverkansfaktor	Anläggningsfas	Driftsfas	Avvecklingsfas
<b>Sandbank (1110)</b>			
Sedimentspridning	F,L,S		F,L,S
Förändrade strömförhållanden		F,L	
<b>Rev (1170)</b>			
Sedimentspridning	F,L,S		F,L,S
Främmande arter		S	
Förändrade strömförhållanden		F,L,S	
<b>Bubbelrev (1180)</b>			
Sedimentspridning	F,L,S		F,L,S
<b>Djupa mjukbottnar</b> (OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna)			
Sedimentspridning	F,L,S		F,L,S
<b>Skalgrusbottnar</b> (HELCOM HUB-biotop)			
Sedimentspridning	F,L,S		F,L,S

## 6.2. Naturtyper och livsmiljöer för bedömning

Nedan redovisas utpekade Natura 2000-naturtyper och övriga naturmiljöer som bedöms för respektive Natura 2000-område (tabell 28).

*Tabell 28. Förekomst av de Natura 2000-naturtyper och övriga naturmiljöer som bedöms för de olika Natura 2000-områdena. Övriga naturmiljöer inkluderar ytterligare skyddsvärda habitat eller biotoper som förekommer inom områdena. \*Ej utpekad enligt bevarandeplan men förekommer inom området.*

Naturtyper och miljöer	Fladen	Lilla Middelgrund	Stora Middelgrund och Röde bank
<b>Utpekade Natura 2000-naturtyper</b>			
<b>Sandbankar (1110)</b>	X	X	X
<b>Rev (1170)</b>	X	X	X
<b>Biogena rev (undergrupp till rev 1170)</b>			
Hästmusselbankar		X	X
Maelrl	X	X	
<b>Bubbelrev (1180)</b>	X	X*	X
<b>Övriga naturmiljöer (ej Natura 2000)</b>			
<b>Djupa mjukbottnar (OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna)</b>	X	X	X
<b>Skalgrusbottnar (HELCOM HUB-biotop)</b>	X	X	X

Bubbelrev (1180) är inte utpekat för Lilla Middelgrund men då naturtypen förekommer i Natura 2000-området görs bedömningar för hur naturtypen påverkas av verksamheten. Detsamma gäller för bubbelrev vid Stora Middelgrund, där naturtypen är utpekad vid förekomst. Biogena rev av såväl hästmusselbankar som maelrl nämns i bevarandeplaner och är undergrupper till Natura 2000-naturtypen rev. Därmed inkluderas påverkan på dessa i konsekvensbedömning för naturtypen rev (1170).

HELCOM HUB-biotopen skalgrusbottnar förekommer inom samtliga Natura 2000-områdena. Påverkan på biotopen av sedimentspridning i samband med anläggning av vindparken bedöms för att beakta inkomna samrådssympunkter.

I Stora Middelgrund och Röde banks bevarandeplan pekas djupa mjukbottnar (ej Natura 2000-naturtyp) ut som prioriterade bevarandevärden. Naturtypen i området domineras av OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna. Naturtypen är även vanligt förekommande inom de andra områdena och då de har liknande miljöer och förutsättningar bedöms påverkan av sedimentspridning på habitatet för samtliga Natura

2000-områdena. För att beakta upptagna bevarandemål i Stora Middelgrunds bevarandeplan bedöms även påverkan på djupa mjukbottnar under vindparkens drifts- och anläggningsfas för Stora Middelgrunds Natura 2000-område.

### 6.3. Sedimentspridning

Hur bottenlevande organismer påverkas av förhöjda halter av suspenderade partiklar är bland annat beroende av sedimenthalten och dess varaktighet i vattenmassan (Wilber och Clarke 2001). Påverkan av sedimentation varierar beroende på ett flertal faktorer, där mängden sedimenterat material, den totala tiden som organismerna täcks över (exponeringstid) och sedimentpartiklarnas kornstorlek är av stor betydelse (Szostek m.fl. 2013, Hendrick m.fl. 2016, Hutchison m.fl. 2016).

För att bedöma påverkan av sedimentspridning på områdets bevarandevärden har utbredningskartor av naturtyper och habitat kombinerats med modellerade halter av suspenderat sediment och den maximala sedimentationen i området. Modelleringarna av suspenderat sediment och sedimentpålagringar bygger på att alla fundament och elkablar anläggs sekventiellt men sammanfattats i en och samma karta (se avsnitt 2.5 för mer information).

Modelleringar av sedimentspridning visar att högre halter av suspenderat sediment ( $\geq 100 \text{ mg/l}$ ) och sedimentation ( $>20 \text{ mm}$ ) huvudsakligen uppkommer runt fundamenten inom vindparkområdet (figur 10 och figur 11). Sedimenthalter om  $100 \text{ mg/l}$  och med en varaktighet på mer än tre veckor kan uppkomma precis vid gränsen mellan vindparksområdet och Fladen, där det förekommer djupa mjukbottnar som domineras av OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna.

Inom övriga Natura 2000-områden uppkommer sedimenthalter om  $100 \text{ mg/l}$  upp till endast tolv timmar inom mindre ytor, vilket motsvarar 1,9 % av Lilla Middelgrunds och 0,5 % av Stora Middelgrund och Röde banks totala yta. Sedimenthalter om  $100 \text{ mg/l}$  med en mycket kortvarig varaktighet om maximalt tolv timmar bedöms inte utgöra någon risk för påverkan på naturtypernas typiska arter (tabell a5).

Sedimenthalter om  $50 \text{ mg/l}$  kan uppkomma med längre varaktigheter (en-två veckor) vid gränserna mellan parkområdet och Natura 2000-områdena Stora Middelgrund och Röde bank samt Lilla Middelgrund. För att bedöma påverkan av suspenderat sediment på naturtyperna görs därför konsekvensbedömningarna för Lilla Middelgrund och Stora Middelgrund och Röde bank för halten  $50 \text{ mg/l}$ . För Fladens Natura 2000-område bedöms påverkan av  $100 \text{ mg/l}$  på områdets livsmiljöer då en varaktighet på över tre veckor kan uppkomma i områdets sydligaste del.

Förekommande typiska arter för de utpekade Natura 2000-naturtyperna sandbankar (1110), rev (1170) och bubbelrev (1180) samt OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna redovisas ovan för respektive Natura 2000-område i tabell 21, tabell 23 och tabell 25. Av dessa har flertalet typiska arter valts ut för att bedöma påverkan av sedimentspridning, baserat på befintlig kunskap från experimentstudier, samt olika

experters sammanvägda bedömningar (MarLIN 2021, Tyler-Walters m.fl. 2018) om hur olika arter påverkas av suspenderat sediment och sedimentation (tabell 29). För de arter där underlag saknas om arternas känslighet har egna bedömningar gjorts baserat på bland annat kunskap om artens ekologi. Samma typiska arter tillhörande respektive naturtyp har använts för bedömning på samtliga Natura 2000-områden. Undertypen biogena rev (maerl och hästmusselbankar) bedöms utifrån respektive revbyggande art. Känsligheten för de utvalda typiska arterna för suspenderat sediment och sedimentation har sammanställts och redovisas i Appendix (tabell a5).

*Tabell 29. Typiska arter som används för bedömning av påverkan på Natura 2000-naturtyper och övriga livsmiljöer i Natura 2000-områdena. Valet av typiska arter för konsekvensbedömning har baserats på arternas förekomst inom områdena samt kunskapsläget med avseende på känslighet för suspenderat sediment och sedimentation. Samma typiska arter har används för respektive naturtyp/naturmiljö för samtliga Natura 2000-områden med förutsättning att arten har förekommit inom något av områdena, då områdena bedöms innehålla liknande förutsättningar.*

Naturtyper och miljöer	Typiska arter
<b>Natura 2000-naturtyper</b>	
<b>Sandbank (1110)</b>	<p><b>Kamsjöstjärna</b> (<i>Astropecten irregularis</i>)</p> <p><b>Stor kammussla</b> (<i>Pecten maximus</i>)</p> <p><b>Venusmussla</b> (<i>Chamelea striatula</i>)</p> <p><b>Liten piprensare</b> (<i>Virgularia mirabilis</i>)</p> <p><b>Tångsjöborre</b> (<i>Psammechinus miliaris</i>)</p> <p><b>Purpursjömus</b> (<i>Spatangus purpureus</i>)</p> <p><b>Sudare</b> (<i>Chorda filum</i>)</p> <p><b>Hästräka</b> (<i>Crangon crangon</i>)</p> <p><b>Dvärgsjöborre</b> (<i>Echinocyamus pusillus</i>)</p>
<b>Rev (1170)</b>	<p><b>Död mans hand</b> (<i>Alcyonium digitatum</i>),</p> <p><b>Tare</b> (<i>Laminaria</i> spp.)</p> <p><b>Rödvit eremitkräfte</b> (<i>Pagurus bernhardus</i>)</p> <p><b>Blåmussla</b> (<i>Mytilus edulis</i>)</p> <p><b>Hästmussla</b> (<i>Modiolus modiolus</i>)</p> <p><b>Nätsjöbung</b> (<i>Corella parallelogramma</i>)</p> <p><b>Sudare</b> (<i>Chorda filum</i>)</p> <p><b>Ätlig sjöborre</b> (<i>Echinus esculentus</i>)</p> <p><b>Ektång</b> (<i>Halidrys siliquosa</i>)</p> <p><b>Karragenalg</b> (<i>Chondrus crispus</i>)</p> <p><b>Krabbtaska</b> (<i>Cancer pagurus</i>)</p> <p><b>Kalkrörsmask</b> (<i>Serpula vermicularis</i>)</p> <p><b>Strandkrabba</b> (<i>Carcinus maenas</i>)</p> <p><b>Bägarkorall</b> (<i>Caryophyllia smithii</i>)</p>

	<b>Sågtång</b> ( <i>Fucus serratus</i> )
<b>Biogena rev</b> (undergrupp till rev 1170)	<b>Hästmusselbank</b> Hästmussla ( <i>Modiolus modiolus</i> ) <b>Maerl</b> Skorpalg ( <i>Lithothamnion glaciale</i> )
<b>Bubbelrev</b> (1180)	<b>Abramussla</b> ( <i>Abra nitida</i> ), <b>Lyrsjöborre</b> ( <i>Brissopsis lyrifera</i> ), <b>Ätlig sjöborre</b> ( <i>Echinus esculentus</i> ), <b>Större piprensare</b> ( <i>Funiculina quadrangularis</i> ) <b>Påfågelsmask</b> ( <i>Sabella pavonina</i> ) <b>Guldgrävarmask</b> ( <i>Melinna cristata</i> )
<b>Övriga naturmiljöer (Ej Natura 2000)</b> <b>Djupa mjukbottnar</b> (OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna)	<b>Fjädersjöpenna</b> ( <i>Pennatula phosphorea</i> ) <b>Liten piprensare</b> ( <i>Virgularia mirabilis</i> ) <b>Havskräfta</b> ( <i>Nephrops norvegicus</i> ) <b>Lyrsjöborre</b> ( <i>Brissopsis lyrifera</i> ) <b>Långfingrad grävkräfta</b> ( <i>Calocaris macandreae</i> ) <b>Purpursjömus</b> ( <i>Spatangus purpureus</i> ) <b>Hjärtsjöborre</b> ( <i>Echinocardium cordatum</i> ) <b>Guldsjöborre</b> ( <i>Echinocardium flavescent</i> )

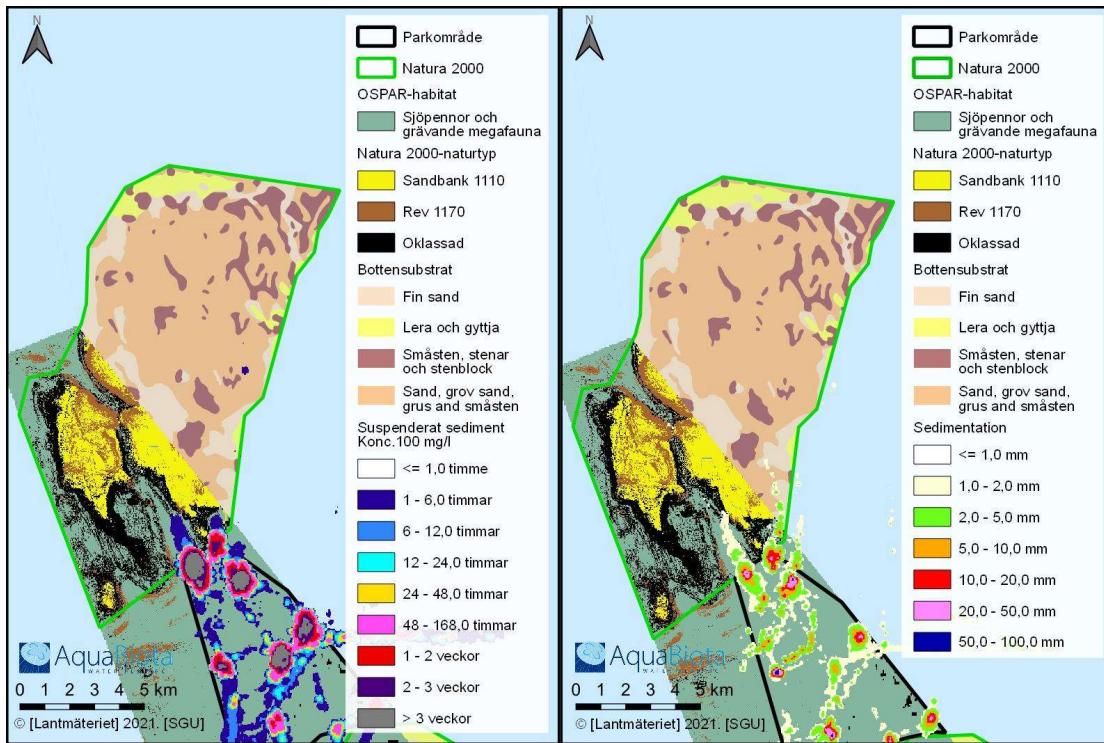
## 6.4. Påverkan Fladen

### 6.4.1. Sedimentspridning

I samband med anläggning av vindparken uppkommer en sedimentspridning som till viss del kan spridas in till Fladen, framför allt in till områdets södra delar. Suspenderat sediment om 100 mg/l och med en varaktighet på över tre veckor kan endast uppkomma precis vid gränsen mellan vindparksområdet och Fladen där det förekommer mjukbottnar, och täcker en yta om cirka 0,095 km<sup>2</sup>, som motsvarar cirka 0,07 % av Fladen (figur 24). Samma sedimenthalt men med en varaktighet på maximalt sex timmar kan uppkomma där det förekommer mindre ytor med sandbankar.

Av sedimentspridningen in till Fladen uppkommer en sedimentation främst om en-fem mm, men precis vid gränsen mellan vindparken och Fladen kan sedimentpålagringar om tio–20 mm uppkomma. Den sammanlagda ytan inom Fladen som påverkas utgör cirka 2,2 km<sup>2</sup>, vilket motsvarar cirka 1,7% av området, där en sedimentation som överstiger fem mm påverkar endast 0,1% av områdets totala yta (figur 24). De områden i Fladen som

berörs av sedimentation utgörs av mjukbottnar som domineras av OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna samt mindre ytor med sandbankar.



Figur 24. Varaktigheten av 100 mg/l suspenderat sediment som ett medelvärde av de understa tio meterna vid havsbotten (vänster) och sedimentation (höger) tillsammans med utbredning av Natura 2000-naturtyperna sandbank (1110) och rev (1170) samt OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna.

#### 6.4.2. Natura 2000-naturtyper

##### Sandbankar (1110)

##### Anläggningsfas

För naturtypen sandbankar bedöms juvenila individer av de typiska arterna stor kammussla och tångsjöborre vara känsligast för att täckas över av sediment, medan övriga arter bedöms vara tåligare (tabell a5 i Appendix). Experiment har visat på en hög dödligitet när juvenila individer helt täcktes över med 30 mm sediment (Szostek m.fl. 2013). Även tångsjöborren kan vara känslig för att täckas över med sediment som överstiger dess höjd (<50 mm). Då överlagringen av sediment på sandbankar inte sträcker sig över 20 mm förväntas inte de typiska arternas utbredning och populationer att påverkas negativt av sedimentspridningen.

De sedimentkänsliga arterna stor kammussla och tångsjöborre bedöms som toleranta för den beräknade halten 100 mg/l suspenderat sediment då varaktigheten endast beräknas uppgå till maximalt sex timmar där det förekommer sandbankar (figur 24, tabell a5).

I samband med anläggningsfasen kan spridningen av sediment medföra att miljögifter som finns bundet till sedimentet även kan spridas in till Natura 2000-området. Som beskrivits för miljögifter inom vindparksområdet kommer halterna av miljögifterna inte att påverka vindparksområdets bottenfauna och flora. Med tanke på att sedimentspridningen in till Natura 2000-området sker i en begränsad omfattning blir halterna av miljögifter som kan spridas in till Natura 2000-området ännu lägre än i vindparksområdet.

Sammantaget bedöms sedimentspridningens storlek och omfattning som obetydlig då halterna av suspenderat sediment och sedimentpålagringarna som uppkommer inte bedöms påverka naturtypens typiska arter. Konsekvensen av sedimentspridning för sandbankar bedöms därför som försumbar där naturtypens och dess typiska arters bevarandemål och förutsättningar för gynnsam bevarandestatus inte kommer att påverkas av vindparken (tabell 30).

*Tabell 30. Konsekvensbedömning av sedimentspridning under anläggningsfasen för Natura 2000-naturtypen sandbankar (1110) inom Natura 2000-området Fladen.*

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentspridning	Måttlig	Obetydlig	Försumbar

Då vindparken planerar att anläggas utanför Natura 2000-området sker ingen fysisk exploatering av havsbotten som kan påverka sandbankarnas förutsättningar för en rik bottenfauna eller naturtypens bevarandemål med avseende på dess utbredning i området.

### Driftsfas

Då vindparken planerar att anläggas utanför Natura 2000-området uppkommer heller inga hydrologiska förändringar inom Natura 2000-området som kan påverka naturtypens förutsättningar att uppnå gynnsam bevarandestatus. Detta med avseende på strömförhållanden som garanterar bra vattenomsättning med stort siktdjup i Natura 2000-området. Påverkans storlek och omfattning bedöms därmed som obetydlig och konsekvensen av förändrade strömförhållanden för sandbankar bedöms som försumbar där vindparken inte kommer att påverka naturtypens och dess typiska arters bevarandemål och förutsättningar för gynnsam bevarandestatus (tabell 31).

*Tabell 31. Konsekvensbedömning av förändrade strömförhållanden under driftsfasen för Natura 2000-naturtypen sandbankar (1110) inom Natura 2000-området Fladen.*

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Förändrade strömförhållanden	Måttlig	Obetydlig	Försumbar

### Avvecklingsfas

Under avvecklingsfasen förväntas sedimentspridning uppkomma i samband med nedmontering av verk och/eller upptagning av kablar. Sedimentspridningen förväntas

dock uppkomma i en betydligt mindre omfattning jämfört med anläggningsfasen, vilket leder till att påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Detta gäller även spridning av miljögifter under avvecklingsfasen, då spridningen förväntas vara betydligt mindre än anläggningsfasen. Därmed bedöms konsekvensen av sedimentspridning under vindparkens avvecklingsfas som försumbar där vindparken inte kommer att påverka naturtypens och dess typiska arters bevarandemål och förutsättningar för gynnsam bevarandestatus (tabell 32).

*Tabell 32. Konsekvensbedömning av sedimentspridning under avvecklingsfasen för Natura 2000-naturtypen sandbankar (1110) inom Natura 2000-området Fladen.*

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentspridning	Måttlig	Obetydlig	Försumbar

## Slutsats

Sammantaget bedöms verksamheten vara förenlig med och inte försvåra uppnåendet av Natura 2000-området Fladens bevarandemål för naturtypen sandbankar. Vindparken kommer inte att orsaka någon skada på naturtypen eller betydande störning på naturtypens typiska arter. Verksamheten påverkar därför inte förutsättningarna för naturtypen att uppnå gynnsam bevarandestatus.

*Rev (1170)*

## Anläggningsfas

Halter av suspenderat sediment på 50 mg/l och en varaktighet om mindre än tre veckor kan eventuellt i en mycket begränsad omfattning sammanfalla med mindre ytor av rev. Naturtypens typiska arter bedöms kunna hantera sedimenthalter omkring 100 mg/l suspenderat sediment i upp till en månad (tabell a5 i Appendix).

Den för naturtypen typiska arten hästmussla tillhör de typiska arter som bedöms ha en hög känslighet för sedimentation (tabell a5 i Appendix). En studie har påvisats en hög dödlighet när hästmusslor placeras 20 mm ner i bottensediment (Hutchinson m.fl. 2016). Sedimentation på reven förväntas dock inte överstiga fem mm och dessa pålagringar bedöms varken påverka hästmusslor eller övriga typiska arter för naturtypen som förekommer i området.

Naturtypen rev innehåller även undergruppen biogent rev, som på Fladen utgörs av utbredning av märl. Områden med märl är belägna flera kilometer från vindparken, vilket leder till att vare sig förhöjda halter av suspenderat sediment eller sedimentation uppkommer där det förekommer märl (figur 25). En negativ påverkan på naturtypens strukturer och funktioner samt dess utbredning kommer däremot inte att ske.

I samband med anläggningsfasen kan spridningen av sediment medföra att miljögifter som finns bundet till sedimentet även kan spridas in till naturtyperna inom Natura 2000-området. Som beskrivits för miljögifter inom vindparksområdet kommer halterna av miljögifterna inte att påverka vindparksområdets bottenfauna och flora. Med tanke på att sedimentspridningen in till Natura 2000-området sker i en begränsad omfattning blir halterna av miljögifter som kan spridas in till Natura 2000-området ännu lägre än i vindparksområdet.

De halter av suspenderat sediment och sedimentpålagringar som kan uppkomma kan potentiellt överlappa i en mycket begränsad skala med utbredningen av rev, men inte i halter eller volymer som påverkar naturtypens typiska arter (tabell a5).

Då Fladens grundare delar påverkas av stora bottenströmmar förväntas ringa sedimentpålagringar föras bort med bottenströmmar. Därmed bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig vilket leder till att konsekvensen av sedimentspridning bedöms som försumbar (tabell 33). Vindparken kommer därmed inte att påverka naturtypens och dess typiska arters bevarandemål och förutsättningar för gynnsam bevarandestatus.

*Tabell 33. Konsekvensbedömning av sedimentspridning under anläggningsfasen för Natura 2000-naturtypen rev (1170), inklusive undertypen biogent rev, inom Natura 2000-området Fladen.*

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentspridning	Måttlig	Obetydlig	Försumbar

Ingen fysisk exploatering sker i Natura 2000-området som kan påverka naturtypens bevarandemål med avseende på naturtypens strukturer och funktioner eller naturtypens utbredning samt täckningsgraden och djuputbredning av utvalda makroalger (ektång, fingertare, stortare och skräppetare). Ingen påverkan uppkommer heller på förutsättningarna för naturtypen att nå gynnsam bevarandestatus med avseende på zoneringen av bentiska växtsamhällen med hög primärproduktion och speciellt tät och välmående tareskogar.

## Driftsfas

Påverkans storlek och omfattning på naturtypen rev under vindparkens driftsfas bedöms som obetydlig vilket leder till att konsekvensen bedöms som försumbar. Under vindparkens driftsfas förväntas därför ingen påverkan ske på naturtypens förutsättningar för gynnsam bevarandestatus eller bevarandemål.

## Avvecklingsfas

Under avvecklingsfasen förväntas sedimentspridning uppkomma i samband med nedmontering av verk och/eller upptagning av kablar. Sedimentspridningen förväntas dock uppkomma i en betydligt mindre omfattning jämfört med anläggningsfasen, vilket leder till att påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Detta gäller även spridning av miljögifter in till området under avvecklingsfasen. Påverkans storlek och omfattning för miljögifter bedöms som obetydlig då spridningen blir ännu mindre än

under anläggningsfasen. Därmed bedöms en sammantagen konsekvens av sedimentspridning under vindparkens avvecklingsfas som försumbar (tabell 34) och vindparken förväntas inte medföra en påverkan på naturtypen rev och dess typiska arters bevarandemål och förutsättningar för att nå gynnsam bevarandestatus.

*Tabell 34. Konsekvensbedömning av sedimentspridning under avvecklingsfasen för Natura 2000-naturtypen rev (1170), inklusive undertypen biogent rev, inom Natura 2000-området Fladen.*

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentspridning	Måttlig	Obetydlig	Försumbar

## Slutsats

Sammantaget bedöms verksamheten vara förenlig och inte försvåra uppnåendet av Natura 2000-området Fladens bevarandemål för naturtypen rev. Vindparken kommer inte att orsaka någon skada på naturtypen eller betydande störning på naturtypens typiska arter. Verksamheten påverkar därför inte förutsättningarna för att försvåra för naturtypen att uppnå gynnsam bevarandestatus.

## Bubbelrev (1180)

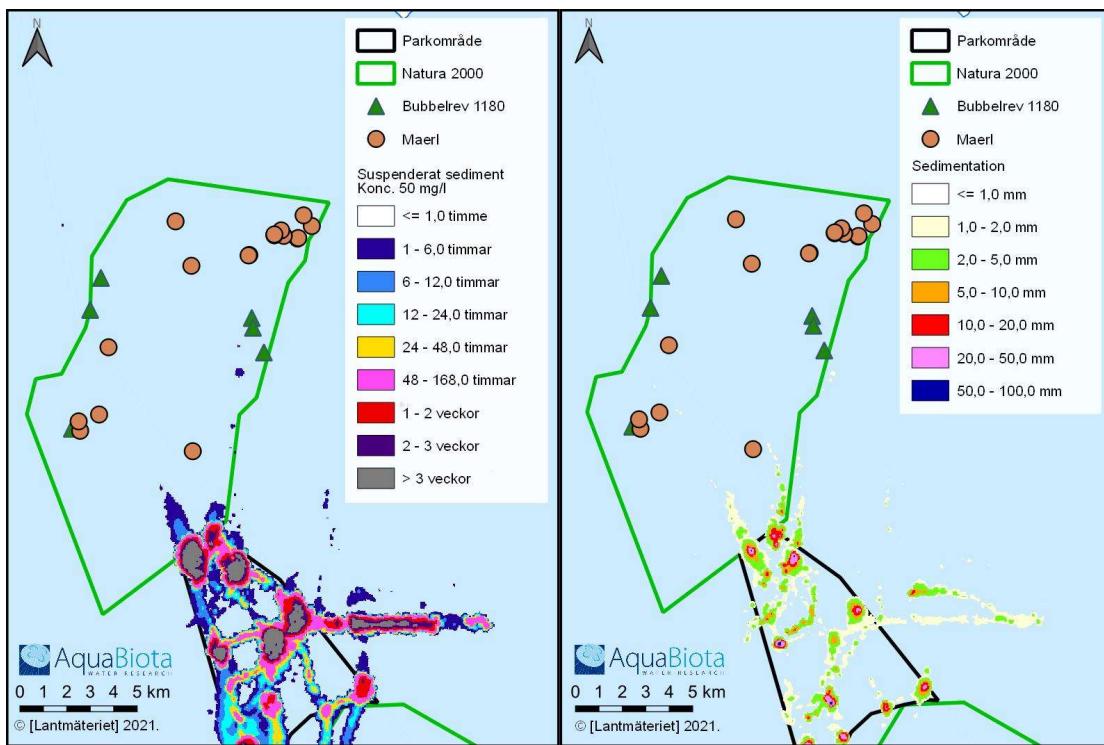
### Anläggningsfas

Kända områden med bubbelrev är lokaliserade flera kilometer från vindparken och i dessa områden beräknas inga förhöjda halter av suspenderat sediment eller sedimentpålagringar uppkomma (figur 25). Därmed bedöms varken naturtypens utbredning, funktioner och strukturer eller de typiska arternas utbredning och populationsstorlek påverkas negativt av den sedimentspridning som sker in till området. Vidare är halterna av miljögifter som kan spridas in till Natura 2000-området för låga för att ha någon påverkan på naturtypens utbredning eller typiska arter.

Påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig, vilket leder till att konsekvensen av sedimentspridning bedöms som försumbar för naturtypen bubbelrev utan någon påverkan på bevarandet av naturtypen (tabell 35).

*Tabell 35. Konsekvensbedömning av sedimentspridning under anläggningsfasen för Natura 2000-naturtypen bubbelrev (1180) inom Natura 2000-området Fladen.*

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentspridning	Måttlig	Obetydlig	Försumbar



Figur 25. Varaktigheten av 50 mg/l suspenderat sediment 10 meter över havsbotten (vänster) och sedimentation (höger) tillsammans med förekomst av Natura 2000-naturtyperna bubbelrev (1180) och maerl (biogent rev) inom Natura 2000-området Fladen.

## Driftsfas

Ingen påverkan förväntas ske på naturtypen till följd av verksamheten under vindparkens driftsfas och därför bedöms konsekvensen som försumbar utan någon påverkan på bevarandet av naturtypen.

## Avvecklingsfas

Sedimentspridningen i samband med nedmontering av verk och/eller upptagning av kablar kommer inte att sprida sig till områdets kända förekomster av bubbelrev. Därmed kommer heller inga skadliga halter av miljögifter sprida sig in till områdena med bubbelrev. Påverkans storlek och omfattning bedöms därmed som obetydlig och konsekvensen av sedimentspridning under vindparkens avvecklingsfas som försumbar för naturtypen (tabell 36).

Tabell 36. Konsekvensbedömning av sedimentspridning under avvecklingsfasen för Natura 2000-naturtypen bubbelrev (1180) inom Natura 2000-området Fladen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentspridning	Måttlig	Obetydlig	Försumbar

## Slutsats

Sammantaget bedöms verksamheten inte medföra någon skada på naturtypen eller betydande störning på naturtypens typiska arter.

Sammantaget bedöms verksamheten inte medföra någon skada på naturtypen eller betydande störning på naturtypens typiska arter. Verksamheten påverkar därför inte förutsättningarna för naturtypen att uppnå gynnsam bevarandestatus.

### 6.4.3. Övriga naturmiljöer

#### Djupa mjukbottnar (OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna)

##### Anläggningsfas

Förhöjda halter av suspenderat sediment och sedimentpålageringar under anläggningsfasen sker i huvudsak där det finns mjukbottnar som domineras av habitatet sjöpennor och grävande megafauna. Suspenderat sediment med halten 100 mg/l och med och en varaktighet på över tre veckor kan uppkomma vid mindre ytor ( $<0,1 \text{ km}^2$ ) där det förekommer mjukbottnar med OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna (figur 24). Den grävande megafaunan, med arter som exempelvis havskräfta, förväntas inte påverkas negativt av sedimentspridning, då de till stora delar lever nedgrävda i bottensedimentet (Hughes 1998). Sjöpennorna är väl anpassade till mjukbottnenmiljöns förhållanden och kan vid fara skydda sig genom att gräva sig ner i bottensedimentet. Vid höga sedimenthalter kan sjöpennan liten piprensare även producera stora mängder slem och på så sätt skydda polyperna från finkorniga partiklar (Hiscock 1983). Sjöpennornas filtreringsapparat kan tillfälligt täppas igen vid långvarig exponering av höga halter av suspenderat sediment ( $>100 \text{ mg/l}$  över två veckor). När halterna av suspenderat sediment har återgått till normala förhållanden återhämtar sig sjöpennorna snabbt. Liten piprensare bedöms inte vara känslig för exponering av 100 mg/l suspenderat sediment i upp till en månad (Hill och Wilson 2000).

Då sjöpennorna kan röra sig upp och ner genom sedimentet bedömer Hill m.fl. (2020) att de kan anses relativt tåliga vid övertäckning av 300 mm finkorniga partiklar. Detta är betydligt större mängder än de maximala sedimentpålageringarna om tio–20 mm som kan uppkomma mycket lokalt precis vid gränsen mellan vindparken och Fladen.

Vidare är halterna av miljögifter som kan spridas in till Natura 2000-området i samband med anläggningsfasen för låga för att ha någon påverkan på habitatets associerade arter.

De typiska arternas känslighet för sedimentspridning bedöms som liten. Påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig med tanke på de låga sedimenthalterna och de begränsade ytorna med sjöpennor och grävande megafauna habitatet som berörs.

Konsekvensbedömningen av sedimentspridning för habitatet sjöpennor och grävande megafauna bedöms därför som försumbar (tabell 37).

*Tabell 37. Konsekvensbedömning av sedimentspridning under anläggningsfas för djupa mjukbottnar som domineras av OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna inom Natura 2000-området Fladen.*

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentspridning	Liten	Obetydlig	Försumbar

### Avvecklingsfas

Sedimentspridningen i samband med nedmontering av verk och/eller upptagning av kablar uppkommer i en betydligt mindre omfattning än vid anläggningsfasen, vilket även gäller för miljögifter som sprider sig med sedimentet. Påverkans storlek och omfattning bedöms därmed som obetydlig och konsekvensen av sedimentspridning under vindparkens avvecklingsfas som försumbar för habitatet (tabell 38).

*Tabell 38. Konsekvensbedömning av sedimentspridning under avvecklingsfas för djupa mjukbottnar som domineras av OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna inom Natura 2000-området Fladen.*

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentspridning	Liten	Obetydlig	Försumbar

### Slutsats

Sammantaget bedöms verksamheten inte medföra skada eller störning av någon betydelse på habitatet eller dess förekommande associerade arter i området.

## Skalgrusbotttnar

### Anläggningsfas

Områden med skalgrusbotttnar återfinns inom stora delar av Fladen. Ingen skalgrusbotten överlappar med områden som förväntas påverkas av förhöjda halter av suspenderat sediment (figur 26). Inom ett område i den södra delen av Fladen finns skalgrusbotttnar som i en mycket begränsad omfattning överlappar med sedimentpålagringar om maximalt 2 mm.

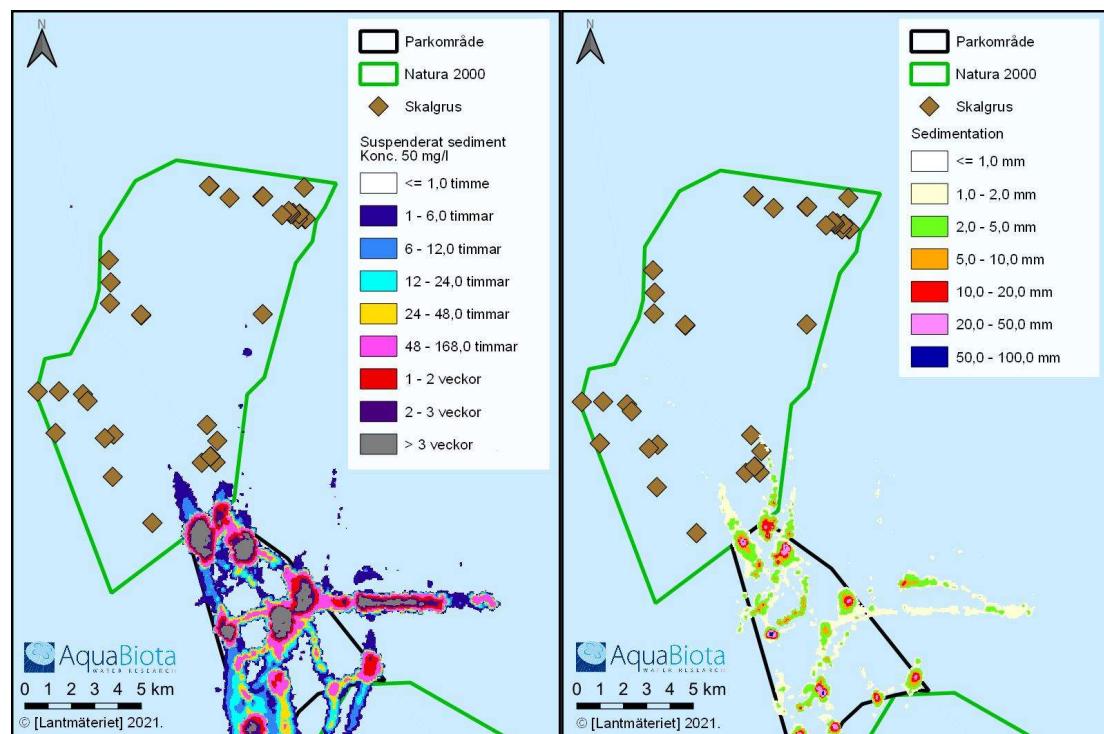
I samband med anläggningsfasen kan spridningen av sediment även medföra att miljögifter som finns bundet till sedimentet kan spridas in över skalgrusbottnarna inom Natura 2000-området. Som beskrivits för miljögifterna inom vindparksområdet kommer halterna av miljögifterna inte att påverka vindparksområdets bottenfauna och flora. Med tanke på att sedimentspridningen in till Natura 2000-området sker i en begränsad omfattning blir halterna av miljögifter som kan spridas in till Natura 2000-området ännu lägre än i vindparksområdet.

Med tanke på den goda vattenomsättningen på Fladen som snabbt kan föra med sig sedimentpartiklar, den lilla ytan av skalgrusbotttnar som berörs samt den mycket

begränsade sedimentpålagringen så bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig. Därmed bedöms konsekvensen av sedimentspridning på skalgrusbottnar inom Fladen som försumbar (tabell 39).

Tabell 39. Konsekvensbedömning av sedimentspridning för HELCOM HUB-biotopen skalgrusbottnar inom Natura 2000-området Fladen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentspridning	Måttlig	Obetydlig	Försumbar



Figur 26. Varaktighet av 50 mg/l suspenderat sediment 10 meter över havsbotten (vänster) och sedimentation (höger) tillsammans med förekomst av HELCOM HUB-biotopen skalgrusbottnar inom Natura 2000-området Fladen.

## Avvecklingsfas

Sedimentspridningen i samband med nedmontering av verk och/eller upptagning av kablar uppkommer i en betydligt mindre omfattning än vid anläggningsfasen, vilket även gäller för de miljögifter som sprids med sedimentet. Påverkans storlek och omfattning bedöms därmed som obetydlig och konsekvensen av sedimentspridning under vindparkens avvecklingsfas som försumbar för biotopen (tabell 40).

Tabell 40. Konsekvensbedömning av sedimentspridning under avvecklingsfasen för HELCOM HUB-biotopen skalgrusbottar inom Natura 2000-området Fladen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentspridning	Liten	Obetydlig	Försumbar

## Slutsats

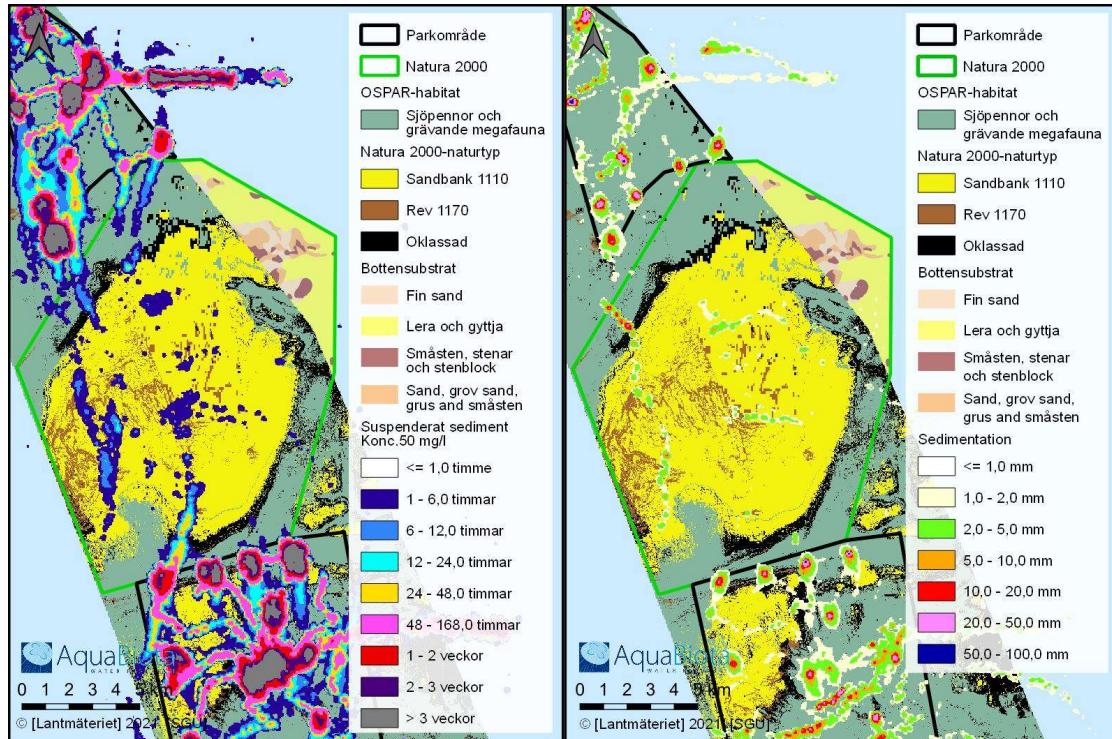
Sammantaget bedöms verksamheten inte medföra någon skada på biotopen eller betydande störning på dess associerade arter i området.

## 6.5. Påverkan Lilla Middelgrund

### 6.5.1. Sedimentpridning

Suspenderat sediment med halten 50 mg/l uppkommer huvudsakligen endast under maximalt två dygn över mindre delar av områden med sandbankar, rev och djupa mjukbottnar. Endast inom ett begränsat område med habitatet sjöpennor och grävande megafauna, vid gränsen till delområdet Galatea, kan halter på 50 mg/l förekomma i upp emot en-två veckor (figur 26). Den sammanlagda ytan inom Lilla Middelgrund som påverkas av förhöjda halter av suspenderat sediment (50 mg/l) utgör cirka 17,6 km<sup>2</sup>, vilket motsvarar cirka 10 % av områdets totala yta. Varaktigheten av det suspenderade sedimentet är dock mycket kort, då endast cirka 1,6 km<sup>2</sup> (0,9 % av områdets totala yta) exponeras för 50 mg/l suspenderat sediment i mer än ett dygn.

Sedimentpålagringar runt en-fem mm beräknas uppkomma inom begränsade delar av Lilla Middelgrund men pålagringar omkring tio–20 mm kan även i en mindre utsträckning uppkomma i den nordvästra delen av området där det finns mjukbottnar klassificerade som habitatet sjöpennor och grävande megafauna. I den mer centrala delen av Lilla Middelgrund kan sedimentpålagringar mellan två–fem mm ske vid små ytor där det finns rev och sandbankar (figur 27). Den totala ytan inom Lilla Middelgrund som påverkas av sedimentation utgör 6,4 km<sup>2</sup>, vilket motsvarar cirka 3,6 % av området, medan en sedimentation som överstiger fem mm endast uppkommer på en yta om cirka 0,6 km<sup>2</sup>, vilket motsvarar 0,3 % av områdets totala yta.



Figur 27. Varaktighet av 50 mg/l suspenderat sediment beräknat som ett medelvärde mellan havsbotten och 10 meter ovan havsbotten (vänster) och sedimentation (höger) tillsammans med utbredning av Natura 2000-naturtyperna sandbank (1110), rev (1170) och OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna inom Natura 2000-området Lilla Middelgrund.

### 6.5.2. Natura 2000-naturtyper

#### *Sandbankar (1110)*

##### Anläggningsfas

Suspenderat sediment med halten 50 mg/l uppkommer huvudsakligen endast under ett fåtal timmar och maximalt upp emot 48 timmar vid mycket små ytor som överlappar med utbredningen av sandbankar (figur 27). Temporärt förhödda sedimenthalter i den här storleksordningen påverkar inte naturtypens förutsättningar för gynnsam bevarandestatus med klart vatten utan stor förekomst av partiklar vilket gynnar makroalger och filtrerande djurarter. Ringa sedimentpålagringar mellan två-fem mm kan uppkomma vid mindre ytor där naturtypen förekommer men det påverkar inte de typiska arternas populationsutveckling på lång sikt eller utbredningen av sandbankar. Vidare är halterna av miljögifter som kan spridas in till Natura 2000-området för låga för att ha någon påverkan på naturtypens utbredning eller dess typiska arter.

Därmed bedöms påverkans storlek och omfattning av sedimentspridning som obetydlig och konsekvensen som försumbar för naturtypen (tabell 41).

*Tabell 41. Konsekvensbedömning av sedimentspridning under anläggningsfas för Natura 2000-naturtypen sandbankar (1110) inom Natura 2000-området Lilla Middelgrund.*

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentspridning	Måttlig	Obetydlig	Försumbar

Då vindparken planerar att anläggas utanför Natura 2000-området sker ingen fysisk exploatering av havsbotten som kan påverka sandbankarna förutsättningar för en rik bottenfauna eller naturtypens bevarandemål med avseende på utbredning i området.

### **Driftsfas**

Under vindparkens driftsfas kan endast mycket lokala hydrologiska förändringar uppkomma runt fundamenten i vindparken men det påverkar inte naturtypens förutsättningar för gynnsam bevarandestatus med strömförhållanden som garanterar bra vattenomsättning med stort siktdjup i Natura 2000-området. Därmed bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig, vilket leder till en försumbar konsekvens av förändrade strömförhållanden på naturtypen och dess typiska arter. Vidare bedöms inte heller naturtypens förutsättningar att uppnå gynnsam bevarandestatus påverkas av verksamheten (tabell 42).

*Tabell 42. Konsekvensbedömning av förändrade strömförhållanden under driftfasen för Natura 2000-naturtypen sandbankar (1110) inom Natura 2000-området Lilla Middelgrund.*

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Förändrade strömförhållanden	Måttlig	Obetydlig	Försumbar

### **Avvecklingsfas**

Under avvecklingsfasen förväntas sedimentspridning uppkomma i samband med nedmontering av verk och/eller upptagning av kablar. Sedimentspridningen förväntas uppkomma i en betydligt mindre omfattning jämfört med anläggningsfasen och detsamma gäller då även för spridning av miljögifter. Påverkans storlek och omfattning bedöms därmed som obetydlig, vilket leder till att konsekvensen av avvecklingsfasen på naturtypen sandbank bedöms som försumbar (tabell 43).

*Tabell 43. Konsekvensbedömning av sedimentspridning under avvecklingsfasen för Natura 2000-naturtypen sandbankar (1110) inom Natura 2000-området Lilla Middelgrund.*

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentspridning	Måttlig	Obetydlig	Försumbar

### **Slutsats**

Sammantaget bedöms verksamheten vara förenlig och inte försvara uppnåendet av Natura 2000-området Lilla Middelgrunds bevarandemål för naturtypen sandbankar. Vindparken kommer inte att orsaka någon skada på naturtypen eller betydande störning på naturtypens typiska arter. Verksamheten påverkar därför inte förutsättningarna för naturtypen att uppnå gynnsam bevarandestatus.

*Rev (1170)*

## Anläggningsfas

Sedimenthalter om 50 mg/l som huvudsakligen uppkommer under endast ett fåtal timmar (maximalt 48 timmar) samt ringa sedimentpålagringar mellan två-fem mm vid mindre ytor där naturtypen förekommer påverkar inte på lång sikt de typiska arternas populationsutveckling eller naturtypens strukturer och funktioner.

Mindre sedimentpålagringar i den här storleksordningen kan potentiellt temporärt påverka nyrekrytering av alger lokalt, men en snabb återhämtning förväntas och ingen långsiktig påverkan kommer att ske som kan påverka täckningsgraden och djuputbredningen av typiska arter av makroalger (ektång, fingertare, stortare och skräppetare).

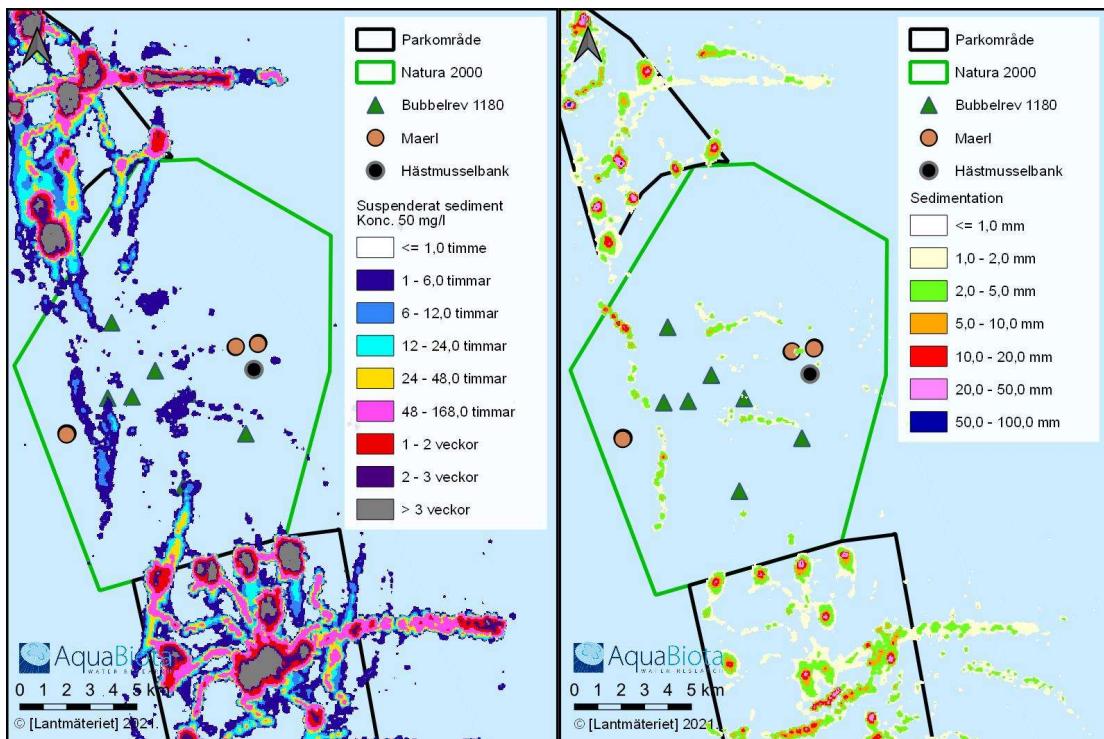
Vid utsjöbankens enda dokumenterade hästmusselbank, som är belägen på grundets östra sida, uppkommer inga förhöjda halter av suspenderat sediment eller sedimentation (figur 28). Därmed sker ingen påverkan på hästmusselbankens förekomst, funktioner eller strukturer.

I områden med förekomst av maerl förekommer inga förhöjda halter av suspenderat sediment och knappt någon sedimentation. I en ytterst begränsad omfattning kan sedimentpålagringar upp till maximalt fem mm uppkomma i områden med maerl (figur 28). Maerl är känsligt för sedimentation av finkornigt sediment om pålagringen uppgår till 20 mm där studier har påvisat på hög dödlighet efter två veckors övertäckning (Wilson m.fl. 2004). Då denna mängd sedimentation inte uppkommer i områden med maerl är bedömningen att ingen påverkan på utbredningen av lösliggande kalkalger (mae rl) kommer ske i samband med anläggning av vindparken. Vidare är halterna av miljögifter som kan spridas in till Natura 2000-området för låga för att ha någon påverkan på naturtypens utbredning eller dess typiska arter.

Till följd av en begränsad sedimentspridning in till naturtypen rev och undertyperna av biogena rev (hästmusselbankar och mae rl) inom Lilla Middelgrund, bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig. En sammantagen konsekvensbedömning av sedimentspridning är därför en försumbar konsekvens som inte kommer att påverka de typiska arternas populationsutveckling på lång sikt eller naturtypens förutsättningar för gynnsam bevarandestatus (tabell 44).

*Tabell 44. Konsekvensbedömning av sedimentspridning under anläggningsfasen för Natura 2000-naturtypen rev (1170), inklusive undertypen biogent rev, inom Natura 2000-området Lilla Middelgrund.*

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentspridning	Måttlig	Obetydlig	Försumbar



Figur 28. Varaktighet av 50 mg/l suspenderat sediment 10 meter över havsbotten (vänster) och sedimentation (höger) tillsammans med förekomst av Natura 2000-naturtyperna bubbelrev (1180), hästmusselbank och maerl (biogena rev) inom Natura 2000-området Lilla Middelgrund.

Ingen fysisk exploatering sker i Natura 2000-området som kan påverka naturtypens förekomster av strukturer som sten eller biologiska bildningar. Ingen påverkan bedöms heller uppkomma på naturtypens förutsättningar att nå gynnsam bevarandestatus med avseende på zoneringen av bentiska växtsamhällen med hög primärproduktion och täta och välmående tareskogar.

## Driftsfas

Påverkan på naturtypen rev under vindparkens driftsfas bedöms som obetydlig, vilket leder till en försumbar konsekvens på naturtypen, utan påverkan på naturtypens förutsättningar att uppnå gynnsam bevarandestatus eller bevarandemål.

## Avvecklingsfas

Under avvecklingsfasen förväntas sedimentspridning uppkomma i samband med nedmontering av verk och/eller upptagning av kablar. Sedimentspridningen förväntas uppkomma i en betydligt mindre omfattning jämfört med anläggningsfasen, vilket även gäller spridning av miljögifter. Därmed bedöms konsekvensen av avvecklingsfasen på naturtypen rev som försumbar (tabell 45).

Tabell 45. Konsekvensbedömning av sedimentspridning under avvecklingsfasen för Natura 2000-naturtypen rev (1170), inklusive undertypen biogent rev, inom Natura 2000-området Lilla Middelgrund.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentspridning	Måttlig	Obetydlig	Försumbar

## Slutsats

Sammantaget bedöms verksamheten vara förenlig och inte försvåra uppnåendet av Natura 2000-området Lilla Middelgrunds bevarandemål för naturtypen rev. Vindparken kommer inte att orsaka någon skada på naturtypen eller betydande störning på naturtypens typiska arter. Verksamheten påverkar därför inte förutsättningarna för naturtypen att uppnå gynnsam bevarandestatus.

### *Bubbelrev (1180)*

#### Anläggningsfas

Förhöjda halter av suspenderat sediment (50 mg/l) uppkommer vid ett av bubbelreven, beläget centralt på Lilla Middelgrund, men varar endast i maximalt sex timmar och ingen sedimentation över två mm uppkommer vid något av de kända reven (figur 28). Det är osannolikt att dessa kortvariga halter av suspenderat sediment och sedimentpålagringar ska kunna orsaka en påverkan på naturtypen och påverkans storlek och omfattning bedöms därför som obetydlig. Detta gäller även spridning av miljögifter, som kommer ha en begränsande spridning in till bubbelreven och därmed inte utgör en risk för påverkan på bubbelreven eller dess typiska arter. Till följd av detta bedöms konsekvensen av sedimentspridning som försumbar (tabell 46).

Tabell 46. Konsekvensbedömning av sedimentspridning under anläggningsfasen för Natura 2000-naturtypen bubbelrev (1180) inom Natura 2000-området Lilla Middelgrund.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentspridning	Måttlig	Obetydlig	Försumbar

#### Driftsfas

Påverkan på naturtypen bubbelrev under vindparkens driftsfas bedöms som obetydlig, varför konsekvensen bedöms bli försumbar utan någon påverkan på bevarandet av naturtypen.

#### Avvecklingsfas

Under avvecklingsfasen förväntas sedimentspridning uppkomma i samband med nedmontering av verk och/eller upptagning av kablar. Sedimentspridningen förväntas dock uppkomma i en betydligt mindre omfattning jämfört med anläggningsfasen, vilket även gäller spridning av miljögifter. Därmed bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig och konsekvensen av sedimentspridning under vindparkens avvecklingsfas på naturtypen bubbelrev som försumbar (tabell 47).

Tabell 47. Konsekvensbedömning av sedimentspridning under avvecklingsfasen för Natura 2000-naturtypen bubbelrev (1180) inom Natura 2000-området Lilla Middelgrund.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentspridning	Måttlig	Obetydlig	Försumbar

## Slutsats

Sammantaget bedöms inte verksamheten orsaka någon skada på naturtypen eller betydande störning på naturtypens typiska arter.

### 6.5.3. Övriga naturmiljöer

#### Djupa mjukbottnar (OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna)

##### Anläggningsfas

Vindparken medför förhöjda halter av suspenderat sediment som varar upp till en vecka med områden med djupa mjukbottnar. Inom ett mindre område med mjukbotten, domineras av sjöpennor och grävande megafauna, uppkommer den största sedimentationen inom Lilla Middelgrund till följd av anläggningsarbetena, med en maximal pålagring på 20 mm. Då de typiska arterna för habitatet anses vara toleranta för såväl ökad mängd sedimentation som halter av suspenderat sediment (se tabell a5 i Appendix) förväntas ingen längsiktig påverkan på habitatet, varken dess utbredning, struktur eller funktioner eller populationsutveckling av dess typiska arter. Spridningen av miljögifter in till Natura 2000-området kommer också vara mycket begränsad, där halter som kan påverka bottenfaunan och flora inte kommer att uppkomma till följd av den mycket begränsande sedimentspridningen. Påverkans storlek och omfattning bedöms därmed som obetydlig vilket leder till en försumbar konsekvens (tabell 48).

Tabell 48. Konsekvensbedömning av sedimentspridning under anläggningsfasen för djupa mjukbottnar som domineras av OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna inom Natura 2000-området Lilla Middelgrund.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentspridning	Liten	Obetydlig	Försumbar

##### Avvecklingsfas

Sedimentspridningen i samband med nedmontering av verk och/eller upptagning av kablar uppkommer i en betydligt mindre omfattning än vid anläggningsfasen, vilket även gäller spridning av miljögifter bundna till sedimentet. Påverkans storlek och omfattning bedöms därmed som obetydlig och konsekvensen av sedimentspridning under vindparkens avvecklingsfas som försumbar för habitatet (tabell 49).

Tabell 49. Konsekvensbedömning av sedimentspridning under avvecklingsfasen för djupa mjukbottnar som domineras av OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna inom Natura 2000-området Lilla Middelgrund.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentspridning	Liten	Obetydlig	Försumbar

## Slutsats

Sammantaget bedöms verksamheten inte medföra någon skada eller betydande störning på habitatet associerade arter i området.

### *Skalgrusbottnar*

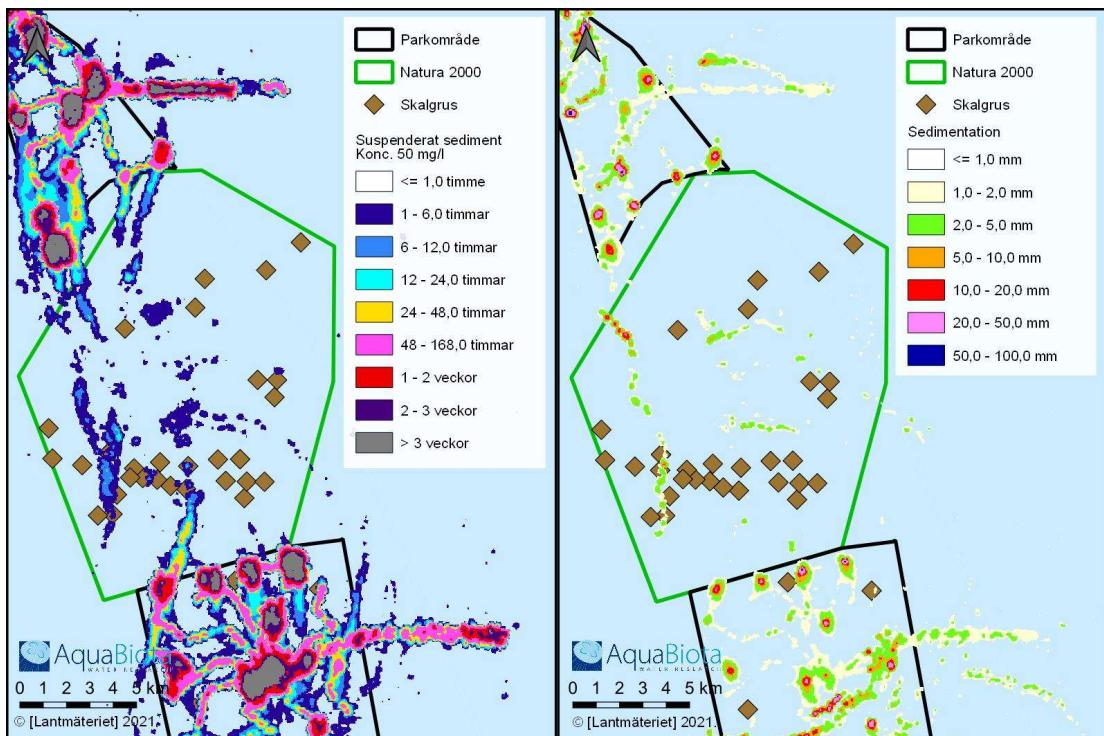
#### Anläggningsfas

Förhöjda halter av suspenderat sediment (50 mg/l) uppkommer över ett fåtal områden med skalgrus, men varar inte längre än upp emot tolv timmar (figur 29) och anses därmed inte kunna ge upphov till någon skada på biotopen. Sedimentpålagringar på omkring två-mm kan uppkomma där det förekommer skalgrusbottnar, samt upp emot 20 mm inom en väldigt begränsad och lokal yta som kan sammanfalla med ett område med skalgrusbotten. Ytor med skalgrus finns på flera områden på Lilla Middelgrund där majoriteten av ytorna inte påverkas av någon sedimentation (figur 29). På grund av en begränsad sedimentspridning in till skalgrusbottnarna kommer även spridningen av miljögifter att vara begränsad, där halter som skulle kunna påverka biotopen inte uppkommer.

Generellt för skalgrusbottnar är att de förekommer där det är god vattenomsättningen som effektivt transporterar bort pålagringar av sediment. Därmed kan sedimentationen förväntas vara mycket temporär. Påverkans storlek och omfattning bedöms därmed som obetydlig för skalgrusbottnar och konsekvensen av suspenderat material och sedimentation bedöms som försumbar (tabell 50).

Tabell 50. Konsekvensbedömning av sedimentspridning under anläggningsfasen på HELCOM HUB-biotopen skalgrusbottnar inom Natura 2000-området Lilla Middelgrund.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentspridning	Måttlig	Obetydlig	Försumbar



Figur 29. Varaktighet av 50 mg/l suspenderat sediment 10 meter över havsbotten (vänster) och sedimentation (höger) tillsammans med förekomst av HELCOM HUB-biotopen skalgrusbottar inom Natura 2000-området Lilla Middelgrund.

## Avvecklingsfas

Sedimentspridningen i samband med nedmontering av verk och/eller upptagning av kablar uppkommer i en betydligt mindre omfattning än vid anläggningsfasen, vilket även gäller spridning av miljögifter. Påverkans storlek och omfattning bedöms därmed som obetydlig och konsekvensen av sedimentspridning under vindparkens avvecklingsfas som försumbar för biotopen (tabell 51).

Tabell 51. Konsekvensbedömning av sedimentspridning under avvecklingsfasen för HELCOM HUB-biotopen skalgrusbottar inom Natura 2000-området Lilla Middelgrund.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentspridning	Liten	Obetydlig	Försumbar

## Slutsats

Sammantaget bedöms verksamheten inte medföra någon skada på biotopen eller betydande störning på dess associerade arter i området.

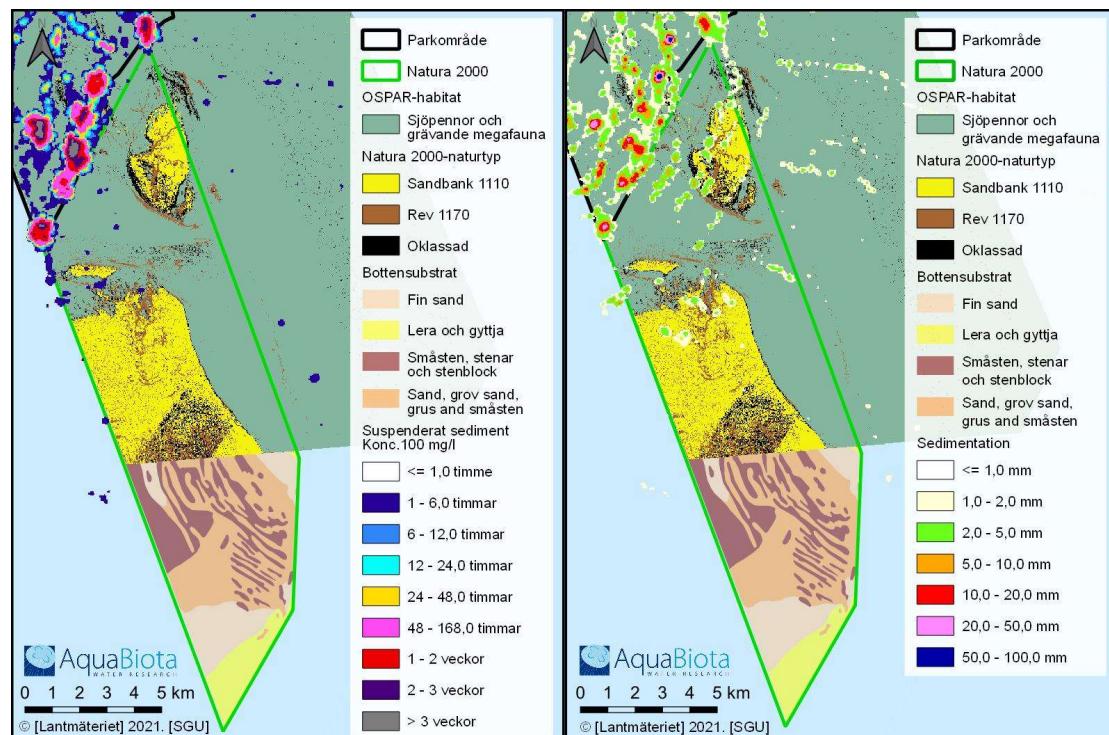
## 6.6. Påverkan Stora Middelgrund och Röde bank

### 6.6.1. Sedimentspridning

Suspenderat sediment med koncentrationer på 50 mg/l uppkommer huvudsakligen endast under ett par timmar inom mindre delar av Stora Middelgrund och Röde bank.

Den totala ytan inom Stora Middelgrund och Röde bank som exponeras för 50 mg/l suspenderat sediment utgör en yta om cirka 3,5 km<sup>2</sup>, vilket motsvarar endast cirka 3 % av områdets totala yta. En varaktighet av de förhöjda halterna längre än ett dygn påverkar dock endast en yta om cirka 0,6 km<sup>2</sup>, vilket motsvarar 0,5 % av områdets totala yta. Endast precis vid gränsen mellan vindparksområdet och Natura 2000-området kan varaktigheten av 50 mg/l uppgå till ca en-två veckor, på en yta om cirka 0,1 km<sup>2</sup>, vilket motsvarar cirka 0,1 % av områdets totala yta. Till övriga delar av Natura 2000-området sprider sig förhöjda halter av suspenderat sediment endast till några få områden som huvudsakligen utgörs av djupa mjukbottnar.

Sedimentation i storleksordningen två-fem mm (max fem- tio mm) kan uppkomma i den norra delen av området där det förekommer mjukbottnar med OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna samt även till viss del rev och sandbankar. Mycket lokalt, precis vid gränsen till vindparken, kan pålagringar på tio-20 mm sediment uppkomma. Dessa områden utgörs främst av OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna (figur 30). Den totala ytan inom Stora Middelgrund och Röde bank som påverkas av sedimentation utgör 4,8 km<sup>2</sup>, vilket motsvarar cirka 4,2 %. En sedimentation som överstiger fem mm täcker en yta om cirka 0,2 km<sup>2</sup>, vilket motsvarar endast 0,2 % av områdets totala yta.



Figur 30. Varaktigheten av 50 mg/l suspenderat sediment tio meter över havsbotten (vänster) och sedimentation (höger) tillsammans med utbredning av Natura 2000-naturtyperna sandbank (1110) och rev (1170) samt OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna inom Natura 2000-området Stora Middelgrund och Röde bank.

## 6.6.2. Natura 2000-naturtyper

### Sandbankar (1110)

#### Anläggningsfas

För naturtypen sandbankar sker en ökad halt av suspenderat sediment (50 mg/l) med en varaktighet på maximalt tolv timmar och en pålagring av maximalt fem mm sediment (figur 30). Mängden sediment som sprider sig in till dessa områden påverkar inte naturtypens naturliga variation av sand, grus och silt som dominanterande substrat. Halterna av miljögifter som finns bundet till sediment och som kan spridas in till Natura 2000-området är för låga för att ha någon påverkan på naturtypens typiska arter. Sandbankars typiska arter bedöms vara toleranta mot den bedömda sedimentspridningen vilket leder till att påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Därmed bedöms konsekvensen som försumbar och riskerar inte att påverka naturtypens eller de typiska arternas utbredning i området eller dess förutsättningar för gynnsam bevarandestatus (tabell 52).

Tabell 52. Konsekvensbedömning av sedimentspridning under anläggningsfasen för Natura 2000-naturtypen sandbank (1110) inom Natura 2000-området Stora Middelgrund och Röde bank.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentspridning	Måttlig	Obetydlig	Försumbar

Då det inte sker någon fysisk exploatering av Natura 2000-området och sedimentspridningen in till Natura 2000-området är mycket begränsad bedöms inte naturtypens bevarandemål med en artrik och varierad vegetation och fauna samt rikliga förekomster av hästmusslor påverkas. Områdets funktion som refug för arter som trängts undan från andra områden eller de typiska arternas naturliga utbredning påverkas inte heller av vindparkens etablering.

#### Driftsfas

Enligt bevarandeplanen pågår bottentrålning i området som missgynnar trålningskänsliga arter. Om bottentrålning i vindparken begränsas under vindparkens driftsfas gynnas trålningskänsliga arter i vindparksområdet vilket kan resultera i en överspillningseffekt genom att mjukbottensarterna därefter kan sprida sig in till Natura 2000-området. Vindparkens konsekvenser under dess driftsfas bedöms i övrigt som försumbar. Ingen påverkan förväntas ske på naturtypens bevarandemål.

#### Avvecklingsfas

Under avvecklingsfasen förväntas sedimentspridning uppkomma i samband med nedmontering av verk och/eller upptagning av kablar. Sedimentspridningen förväntas uppkomma i en betydligt mindre omfattning jämfört med anläggningsfasen, vilket även gäller spridning av miljögifter. Påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig och därmed bedöms konsekvensen av sedimentspridning under avvecklingsfasen på som försumbar för naturtypen sandbankar (tabell 53).

*Tabell 53. Konsekvensbedömning av sedimentspridning under avvecklingsfasen för Natura 2000-naturtypen sandbankar (1110) inom Natura 2000-området Stora Middelgrund och Röde bank.*

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentspridning	Måttlig	Obetydlig	Försumbar

## Slutsats

Sammantaget bedöms verksamheten vara förenlig och inte försvåra bibehållandet av Natura 2000-området Stora Middelgrund och Röde banks bevarandemål för naturtypen sandbankar. Vindparken kommer inte att orsaka någon skada på naturtypen eller betydande störning på naturtypens typiska arter. Verksamheten påverkar därmed inte förutsättningarna för naturtypen att bibehålla gynnsam bevarandestatus.

## *Rev (1170)*

### Anläggningsfas

De grumlingshalter (50 mg/l under maximalt tolv timmar) och sedimentpålagringar (maximalt fem mm) som uppkommer vid områdets rev påverkar inte naturtypens funktion eller utbredningen av dess typiska arter. Hästmusselbankarna på Stora Middelgrund förekommer så långt söderut att de inte påverkas av någon sedimentation eller förhöjda koncentrationer av suspenderat sediment. Halterna av miljögifter som kan spridas in till Natura 2000-området är för låga för att ha någon påverkan på typiska arter för naturtypen. Påverkans storlek och omfattning av sedimentspridning bedöms därmed som obetydlig vilket leder till att konsekvensen av sedimentspridning för naturtypen rev är försumbar (tabell 54).

*Tabell 54. Konsekvensbedömning av sedimentspridning under anläggningsfasen för Natura 2000-naturtypen rev (1110), inklusive undertypen biogent rev, inom Natura 2000-området Stora Middelgrund och Röde bank.*

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentspridning	Måttlig	Obetydlig	Försumbar

Då vindparkens planeras att anläggas helt utanför Natura 2000-området tas inga bottenytor i anspråk inom Natura 2000-området. Därmed sker ingen fysisk störning av havsbotten inom Natura 2000-området som påverka utbredningen av hästmusslor eller den naturlig zonering av makroalger och ryggradslösa djur. Under vindparkens anläggningsfas förväntas därför ingen påverkan ske på naturtypens förutsättningar för gynnsam bevarandestatus eller bevarandemål.

## Driftsfas

Vindparkens fundament och erosionsskydd kan komma att nyttjas av främmande hårbottenarter som förekommer i Kattegatt. Då förutsättningarna för att främmande hårbottenarter ska etablera sig redan finns vid utsjöbankarna samt att nytilskottet av hårbottensstrukturer i samband med etableringen av vindparken sker i en begränsad omfattning utanför Natura 2000-området så bedöms inte någon negativ inverkan från främmande arter på artsammansättningen hos de naturligt förekommande arterna uppkomma som ett resultat av vindparksetableringen. Påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig, vilket leder till en försumbar konsekvens (tabell 55).

Att vindparken planeras att anläggas utanför Natura 2000-området innebär att inga hydrografiska förändringar sker som påverkar Natura 2000-områdets naturliga vattenutbyte och strömförhållanden eller vattenkvalitet och syrehalt. Påverkans storlek och omfattning bedöms därmed som obetydlig, vilket leder till en försumbar konsekvens av förändrade strömförhållanden (tabell 55). Under vindparkens driftfas förväntas därför ingen påverkan ske på naturtypens bevarandemål.

*Tabell 55. Konsekvensbedömning av främmande arter och förändrade strömförhållanden under driftfasen på Natura 2000-naturtypen rev (1170), inklusive undertypen biogent rev, inom Natura 2000-området Stora Middelgrund och Röde bank.*

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Främmande arter	Måttlig	Obetydlig	Försumbar
Förändrade strömförhållanden	Måttlig	Obetydlig	Försumbar

## Avvecklingsfas

Under avvecklingsfasen förväntas sedimentspridning uppkomma i samband med nedmontering av verk och/eller upptagning av kablar. Sedimentspridningen förväntas uppkomma i en betydligt mindre omfattning jämfört med anlägningsfasen, vilket även gäller spridning av miljögifter. Därmed bedöms konsekvensen av sedimentspridning under avvecklingsfasen på naturtypen rev som försumbar (tabell 56).

*Tabell 56. Konsekvensbedömning av sedimentspridning under avvecklingsfasen för Natura 2000-naturtypen rev (1170), inklusive undertypen biogent rev, inom Natura 2000-området Stora Middelgrund och Röde bank.*

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentspridning	Måttlig	Obetydlig	Försumbar

## Slutsats

Sammantaget bedöms verksamheten vara förenlig med Natura 2000-området Stora Middelgrund och Röde banks bevarandemål för naturtypen rev. Vindparken kommer inte att orsaka någon skada på naturtypen eller betydande störning på naturtypens typiska arter. Verksamheten påverkar därmed inte förutsättningarna för naturtypen att bibehålla

gynnsam bevarandestatus för makroalgssamhälle eller att uppnå gynnsam bevarandestatus för naturtypen som helhet.

### *Bubbelrev (1180)*

#### **Anläggningsfas**

Bubbelrev förekommer på flera platser inom Stora Middelgrund och Röde bank och är en utpekad Natura 2000-naturtyp vid förekomst enligt bevarandeplanen. Förhöjda halter av suspenderat sediment (50 mg/l) kan förekomma vid några enstaka bubbelrevsstukturer i områdets mittersta del, men varar i maximalt sex timmar. Naturtypens typiska arter anses toleranta vid exponering av halten 100 mg/l suspenderat sediment i upp emot en månad. Påverkans storlek och omfattning bedöms därmed som obetydlig och konsekvensen som försumbar (tabell 57).

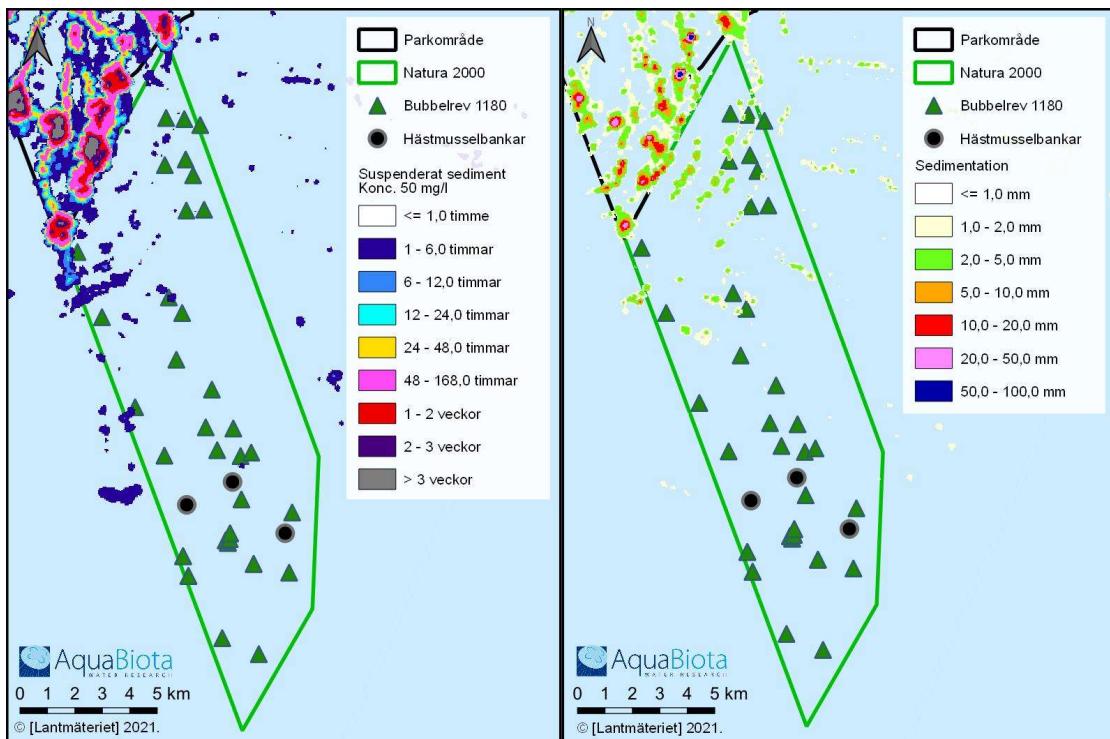
Mycket lokalt vid enstaka bubbelrev på Röde bank sker en sedimentation på maximalt fem mm och på strukturer i mitten av området sker en sedimentation på maximalt två mm. Majoriteten av bubbelreven förekommer i områdets södra del, dit sedimentplymerna inte sträcker sig (figur 31).

I samband med anläggningsfasen kan spridningen av sediment medföra att miljögifter som finns bundet till sedimentet även kan spridas in till bubbelreven inom Natura 2000-området. Halterna av miljögifter som kan spridas in till Natura 2000-området är för låga för att ha någon påverkan på naturtypens utbredning eller dess typiska arter.

Bubbelrev är vanligt förekommande i områden med mjukbotten där de även ofta är delvis täckta av sediment (Judd 2005, Judd m.fl. 2007). Enligt Whomersley m.fl. (2010) är det inte ovanligt att strukturerna emellanåt täcks av sediment. Dessutom kan det förväntas att pålagringen snabbt avlägsnas tack vare gasläckor och vattenströmmar (Tyler-Walters 2018a,b). En sedimentation av denna storleksklass som sker på bubbelreven i Stora Middelgrund och Röde bank bedöms som obetydlig vilket leder till en försumbar konsekvens (tabell 57).

*Tabell 57. Konsekvensbedömning av sedimentspridning under anläggningsfasen för Natura 2000-naturtypen bubbelrev (1180) inom Natura 2000-området Stora Middelgrund och Röde bank.*

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentspridning	Måttlig	Obetydlig	Försumbar



Figur 31. Varaktighet av 50 mg/l suspenderat sediment tio meter över havsbotten (vänster) och sedimentation (höger) tillsammans med förekomst av Natura 2000-naturtyperna bubble rev (1180) och hästmusselbankar (biogent rev) inom Natura 2000-området Stora Middelgrund och Röde bank.

## Driftsfas

Påverkan på naturtypen under vindparkens driftsfas bedöms obetydlig vilket leder till en försumbar konsekvens, utan påverkan på naturtypen och dess typiska arters populationsutveckling och utbredning.

## Avvecklingsfas

Under avvecklingsfasen förväntas sedimentspridning uppkomma i samband med nedmontering av verk och/eller upptagning av kablar. Sedimentspridningen förväntas uppkomma i en betydligt mindre omfattning jämfört med anläggningsfasen, vilket även gäller spridning av miljögifter. Därmed bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig vilket leder till att konsekvensen av sedimentspridning under vindparkens avvecklingsfas på naturtypen bubble rev bedöms som försumbar (tabell 58).

Tabell 58. Konsekvensbedömning av sedimentspridning under avvecklingsfasen för Natura 2000-naturtypen bubble rev (1180) inom Natura 2000-området Stora Middelgrund och Röde bank.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentspridning	Måttlig	Obetydlig	Försumbar

## Slutsats

Sammantaget kommer inte verksamheten att orsaka någon skada på naturtypen eller betydande störning på naturtypens typiska arter.

### 6.6.3. Övriga naturmiljöer

#### Djupa mjukbottnar (OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna)

##### Anläggningsfas

Stora Middelgrund och Röde banks djupa mjukbottnar är utpekade som skyddsvärda bevarandevärden enligt bevarandeplanen. På dessa djupa mjukbottnar, som utgörs av OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna, uppkommer förhöjda halter av suspenderat sediment (50 mg/l) med en varaktighet upp till två veckor och sedimentation upp till tio mm endast vid mindre områden vid gränsen till vindparksområdet. Detta är inga sedimentpålgringar eller sedimenthalter som bedöms påverka bevarandestatusen för naturtypens typiska arter (se tabell a5 i Appendix). Vidare är halterna av miljögifter som kan spridas in till Natura 2000-området för låga för att ha någon påverkan på typiska arter eller naturtypens goda vattenkvalitet och syrehalt. Till övriga delar av området är sedimentspridningen mycket begränsad, vilket leder till att påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig och konsekvensen för djupa mjukbottnar som försumbar (tabell 59). Sedimentspridningen kommer därmed inte påverka bevarandet av naturtypens eller de typiska arternas bevarandestatus eller förutsättningar för att nå gynnsam bevarandestatus.

Tabell 59. Konsekvensbedömning av sedimentspridning under anläggningsfasen för djupa mjukbottnar som domineras av OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna inom Natura 2000-området Stora Middelgrund och Röde bank.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentspridning	Liten	Obetydlig	Försumbar

Ingen fysisk exploatering sker inom Natura 2000-området som kan påverka naturtypens bevarandemål eller förutsättningar för gynnsam bevarandestatus som den naturliga artsammansättningen och storleksfördelningen av organismer samt förutsättningarna för en artrik och varierad fauna.

##### Driftsfas

Vindparken bedöms inte kunna orsaka någon negativ inverkan från främmande arter eller populationer på artsammansättningen hos de naturligt förekommande arterna på områdets djupa mjukbottnar. Vindparken anläggs utanför Natura 2000-området så ingen påverkan av hydrografiska förändringar sker på naturtypens naturliga topografi,

sedimentstruktur och vattenomsättning. Påverkans storlek och omfattning bedöms därmed som obetydlig, vilket leder till en försumbar konsekvens.

### Avvecklingsfas

Under avvecklingsfasen förväntas sedimentspridning uppkomma i samband med nedmontering av verk och/eller upptagning av kablar. Sedimentspridningen förväntas uppkomma i en betydligt mindre omfattning jämfört med anläggningsfasen, vilket även gäller spridning av miljögifter. Därmed bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig och konsekvensen av avvecklingsfasen på naturmiljön djupa mjukbottnar som försumbar (tabell 60).

*Tabell 60. Konsekvensbedömning av sedimentspridning under avvecklingsfasen för djupa mjukbottnar som domineras av OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna inom Natura 2000-området Stora Middelgrund och Röde bank.*

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentspridning	Liten	Obetydlig	Försumbar

### Slutsats

Sammantaget bedöms verksamheten vara förenlig med Natura 2000-området Stora Middelgrund och Röde banks bevarandemål för naturtypen djupa mjukbottnar. Verksamheten medför ingen skada eller betydande störning på dess typiska arter. Verksamheten påverkar däremot inte förutsättningarna för naturtypen att uppnå gynnsam bevarandestatus.

## *Skalgrusbottnar*

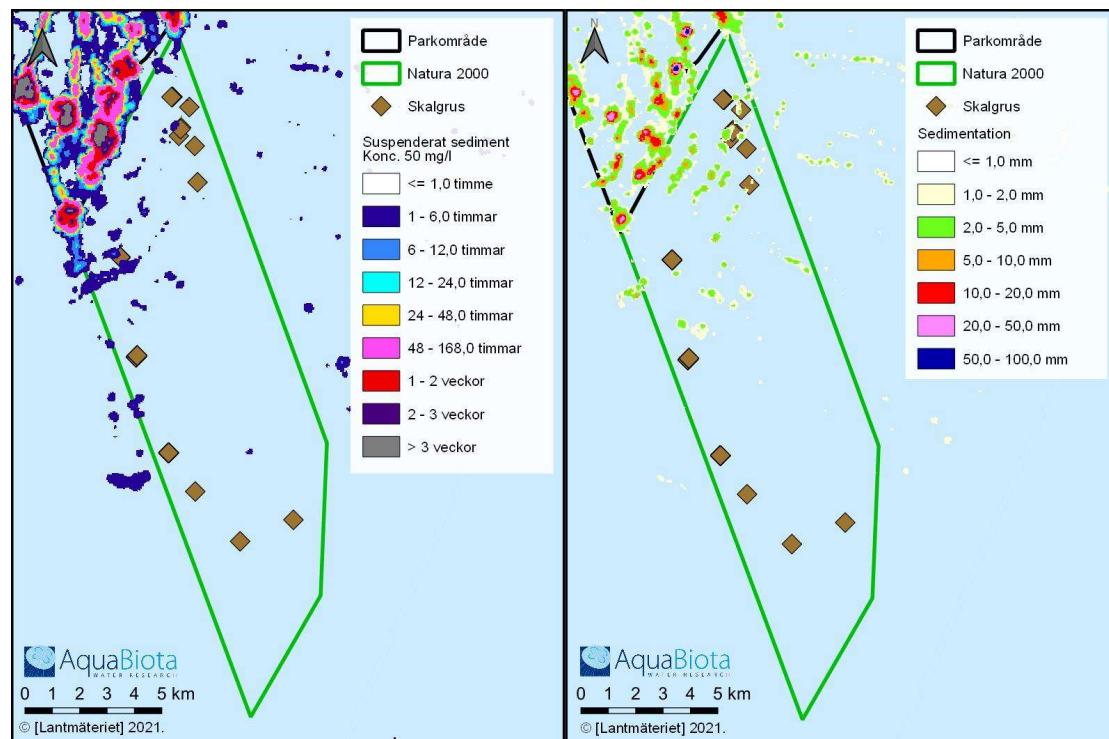
### Anläggningsfas

Endast över ett fåtal skalgrusbottnar kan en ökad halt (50 mg/l) av suspenderat sediment uppkomma, men endast i upp emot sex timmar som längst. Sedimentpålagringar på omkring två-fem mm kan ske på de skalgrusbottnar som återfinns inom norra Stora Middelgrund och Röde bank men längre söderut sprider sig inte sedimentet (figur 327). Vidare är halterna av miljögifter som kan spridas in till Natura 2000-området för låga för att ha någon påverkan på biotopen.

Då en sedimentation på maximalt fem mm inte anses kunna påverka skalgrusbottnarna samt att det pålagrade sedimentet snabbt kan transporteras bort av vattenomsättningen bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig och konsekvensen av sedimentspridning som försumbar (tabell 61).

Tabell 61. Konsekvensbedömning av sedimentspridning under anläggningsfasen för HELCOM HUB-biotopen skalgrusbottar inom Natura 2000-området Stora Middelgrund och Röde bank.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentspridning	Liten	Obetydlig	Försumbar



Figur 32. Varaktighet av 50 mg/l suspenderat sediment tio meter över havsbotten (vänster) och sedimentation (höger) tillsammans med förekomst av HELCOM HUB-biotopen skalgrusbottar inom Natura 2000-området Stora Middelgrund och Röde bank.

## Avvecklingsfas

Sedimentspridningen i samband med nedmontering av verk och/eller upptagning av kablar uppkommer i en betydligt mindre omfattning än vid anläggningsfasen, vilket även gäller spridning av miljögifter. Påverkans storlek och omfattning bedöms därmed som obetydlig och konsekvensen av sedimentspridning under vindparkens avvecklingsfas som försumbar för biotopen (tabell 62).

Tabell 62. Konsekvensbedömning av sedimentspridning under avvecklingsfasen för HELCOM HUB-biotopen skalgrusbottar inom Natura 2000-området Stora Middelgrund och Röde bank.

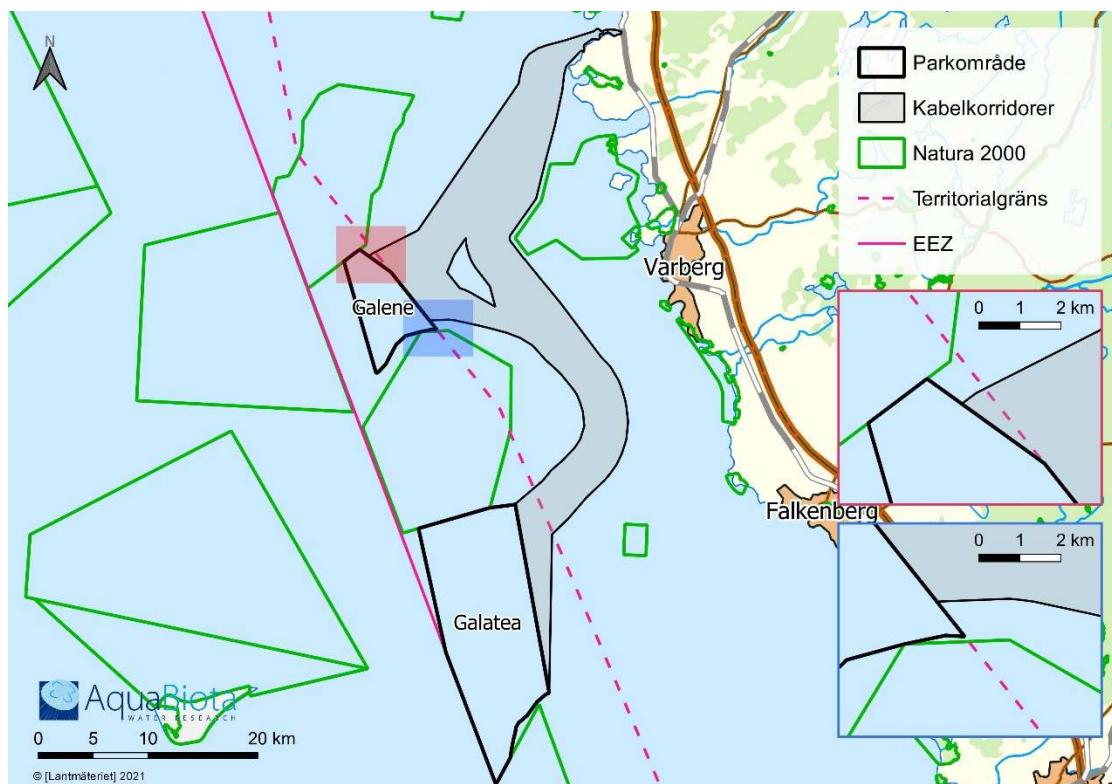
Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentpridning	Liten	Obetydlig	Försumbar

## Slutsats

Sammantaget bedöms verksamheten inte medföra någon skada på biotopen eller betydande störning på dess associerade arter i området.

## 6.7. Påverkan av anslutningskablar

Anslutningskablarna från vindparken in mot land går inte igenom eller angränsar direkt till något Natura 2000-område. Det minsta avståndet till Natura 2000-områdena Fladen, Lilla Middelgrund och Stora Middelgrund och Röde bank är 1000 meter (figur 33). Under anläggning av anslutningskablar kan viss sedimentspridning ske när kablar spolas ner i sedimentet. Sedimentspridningsmodellerna visar dock på en mycket begränsad spridning av sediment från anläggning av anslutningskablar, med en maximal uppkomst av 100 mg/l suspenderat sediment upp till ett avstånd om 500 meter längs med kabelstråkens anläggningsplatser (NIRAS 2021a). Eftersom avståndet från kabelstråken till Natura 2000-områdena överstiger 500 meter förväntas inga höga halter av sediment sprida sig in i Natura 2000-områdena. Ingen negativ påverkan på naturtypernas utbredning, funktion eller struktur förväntas uppstå. Anläggning av anslutningskablar bedöms därmed inte medföra någon konsekvens för livsmiljöer och typiska arter inom Natura 2000-områdena Fladen, Lilla Middelgrund samt Stora Middelgrund och Röde bank.

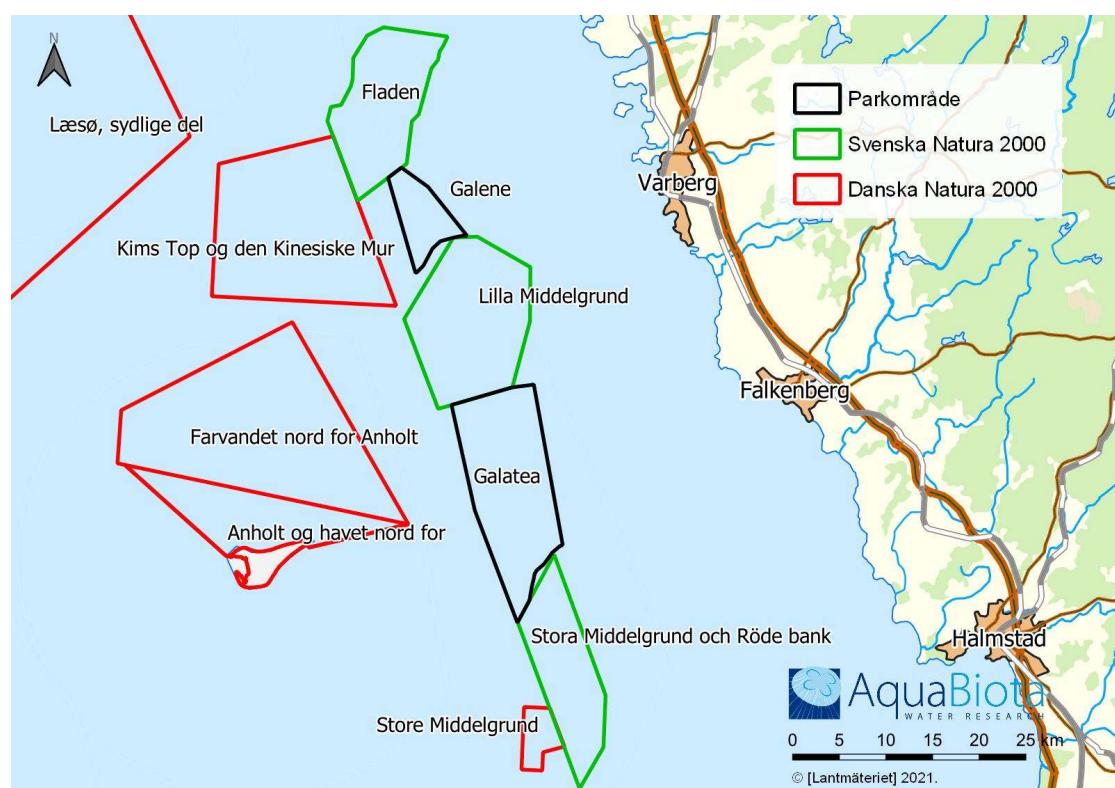


Figur 33. Lokalisering av kabelkorridorer för anslutningskablar från vindparken in mot land samt Natura 2000-områden i näheten.

## 7. DANSKA NATURA 2000-OMRÅDEN

Utöver nämnda områden i svenska vatten finns även några närliggande Natura 2000-områden i danska vatten, vilka inte prövas inom ramen för den svenska Natura 2000-prövningen, dessa beskrivs kortfattat nedan.

Cirka 7 km väster om Galatea ligger Natura 2000-området Anholt og havet nord for, som bland annat består av de utpekade naturtyperna sandbankar (1110) och laguner (1150). Farvandet nord för Anholt är utpekat enligt fågeldirektivet och innehåller därmed inga utpekade naturtyper. Det danska Natura 2000-området Store Middelgrund ligger cirka nio km söder om Galatea, och består av de utpekade naturtyperna sandbankar (1110), rev (1170) samt bubbelrev (1180). Cirka 3,4 km väster om Galene ligger dessutom Natura 2000-området Kims top og den Kinesiske mur, vilket är utpekat för naturtypen rev (1170) (figur 34).



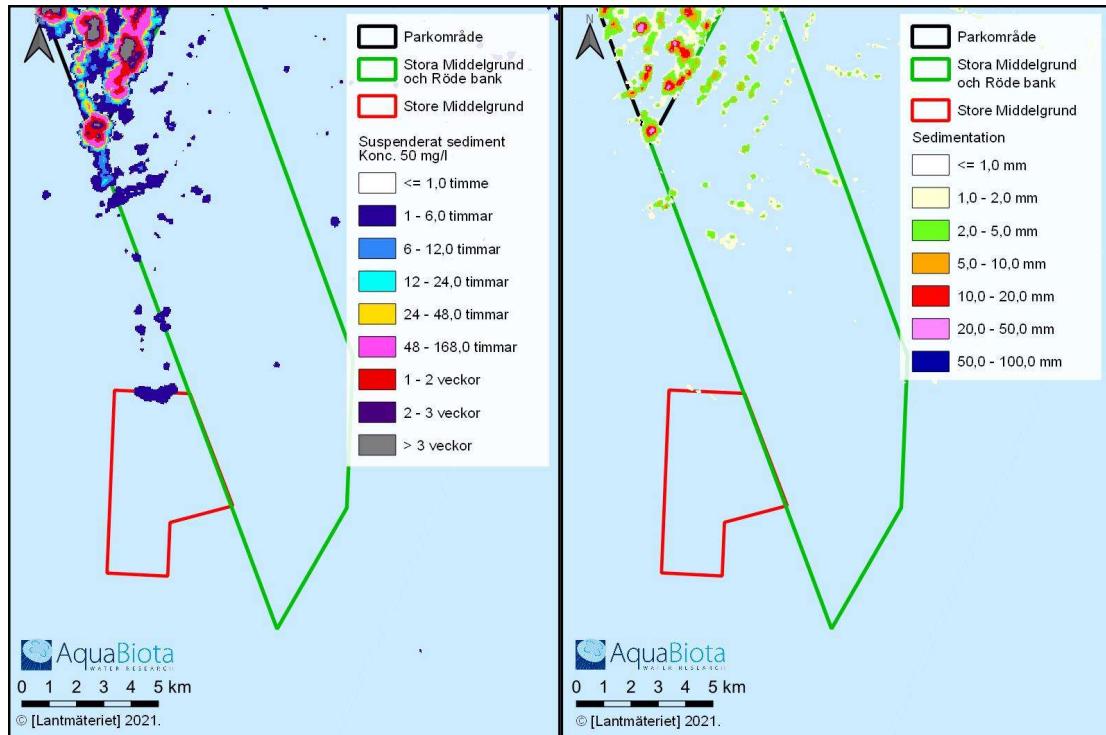
Figur 34. Danska Natura 2000-områden i närheten av vindparken.

### 7.1. Påverkan på danska Natura 2000-områden

Suspenderat sediment med halten 50 mg/l och en varaktighet på endast ett fåtal timmar uppkommer precis på gränsen till det danska Natura 2000-området Store Middelgrund. Inom samma begränsade område förväntas även en sedimentation om maximalt två mm sediment uppkomma (figur 35). Mängden av sediment som sprids till Natura 2000-

området och den yta som berörs är så pass liten så att påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Konsekvensen bedöms därmed som försumbar.

Resterande Natura 2000-områden i danskt vatten ligger för långt bort för att nås av sedimentspridning (figur 34). Därmed bedöms konsekvensen för suspenderat sediment och sedimentation som försumbar utan påverkan av någon betydelse på dessa Natura 2000-områden.



Figur 35. Varaktighet av 50 mg/l suspenderat sediment tio meter över havsbotten (vänster) och sedimentation (höger) inom det svenska Natura 2000-området Store Middelgrund.

## APPENDIX

Tabell A1. Beskrivning av de OSPAR-habitat som förekommer inom vindparksområdet samt inom de angränsande Natura 2000-områdena.

OSPAR-habitat	Beskrivning
Sjöpennor och grävande megafauna	Habitatet förekommer bland annat i djupare utsjövatten, t.ex. i Nordsjön, på djup mellan 15 och 200 meter. Substratet består av mjukbotten, slätter av lera, som har en tydlig bioturbation av grävande megafauna. Typiska arter för habitatet är sjöpennor ( <i>Pennatula phosphorea</i> och <i>Virgularia mirabilis</i> ) samt grävande kräftdjur, så som havskräftor ( <i>Nephrops norvegicus</i> ), <i>Calocaris macandreae</i> och <i>Callianassa subterranea</i> . Grävaktiviteten av megafaunan skapar ett komplext habitat, med syrepenetration djupare ner i sedimentet (OSPAR 2010a).
Maerl	Terminen "maerl" är en sammanfattning av flera olika korallbildande rödalgsarter, t.ex. <i>Phymatolithon calcareum</i> , <i>Lithothamnion glaciale</i> , <i>Lithothamnion coralloides</i> och <i>Lithophyllum fasciculatum</i> , som lever obundna till sedimentytan. Vid gynnsamma förhållanden kan dessa arter bilda stora båddar, typiskt med en täckningsgrad på 30% eller mer. Sedimentet består ofta av grövre sediment av grus eller sand, eller leriga mixade sediment. Eftersom rödalerna kräver ljus för att kunna fotosyntetisera beror levnadsdjupet på vattnets turbiditet, men de har observerats ner till 30 meter (OSPAR 2010b). Maerbottnar kan rymma stora densiteter av olika arter och kan fungera som barnkammare för kommersiellt viktiga musslor och snäckor samt fiskar. Maerbottarna har även vanligtvis en större biologisk mångfald jämfört med omkringliggande områden (OSPAR 2010b).
Hästmusselbankar	Hästmusslan ( <i>Modiolus modiolus</i> ) utbredningsområde inkluderar både Skagerrak och Kattegatt, upp till Island och ner till Biscayabykten. Arten formar tätta båddar, på djup ner till 70 meter, framförallt i helt salina förhållanden oftast i tidvatten-områden. Trots att hästmusslan är en utbredd och vanlig art, är musselbankarna desto ovanligare. Musselbåddarna förekommer på flera olika substrat, från klappersten till leriga grus- och sandsubstrat där de kan förmedla en stabiliseringseffekt på grund av deras byssus-strängar. Samhällen som associeras med dessa båddar är mycket varierande, med både epi- och infauna. Exempel på artgrupper kopplade till hästmusselbankar är hydroider, rödalger, solitära sjöpungar och andra bivalver (t.ex. <i>Aequipecten opercularis</i> och <i>Chlamys varia</i> ). Områden större än 10 m <sup>2</sup> med >30% täckningsgrad av hästmusslor anses som bankar. Dock kan även mindre klumpar förekomma, som bildar ett mosaik-mönster, som har en betydande funktion. Därmed kan en lägre tröskel för definitionen av hästmusselbank vara aktuell inom förvaltning och bevarande av arten (OSPAR 2009b).

Tabell A2 Beskrivning av de HELCOM HUB-biotoper som förekommer inom vindparksområdet samt i de angränsande Natura 2000-områdena.

HELCOM HUB-biotoper	Beskrivning
Lersediment dominerat av sjöpennor (AB.H2T1)	Hög täckningsgrad (minst 90 %) av lerigt sediment, på ett djup mellan 15 och 200 meter. Sedimentet ska bestå av minst 20 % lera, silt eller gyttja (kornstorlek <63 µm). >0- <10 % av botten ska vara täckt av makroskopisk epifauna. En tydlig population av sjöpennor förekommer vid visuell undersökning och karaktäristiska arter är piprensare ( <i>Virgularia mirabilis</i> ) och fjädersjöpenna ( <i>Pennatula phosphorea</i> ). Hot är främst bottentrålning (HELCOM 2020a).
Lersediment dominerat av ett blandat makrosamhälle (AB.H1V)	Hög täckningsgrad (minst 90 %) av lera, på ett djup >20 meter. Sedimentet måste innehålla minst 20 % av lera, silt eller gyttja (kornstorlek <63 µm). Inga fleråriga fastsittande grupper har en täckningsgrad $\geq 10\%$ . Potentiella hot som bör uppmärksamas är havsförsurning (ökning av atmosfäriskt CO <sub>2</sub> ) (HELCOM 2020b).
Grov sediment dominerat av ett blandat epibentiskt makrosamhälle (AB.I1V)	Hög täckningsgrad (minst 90 %) av grovt sediment på ett djup >30 meter. Grovt sediment innebär en mindre andel (<20 %) består av lera/silt/gyttja (kornstorlek <63 µm), samtidigt som andelen grus och småsten (kornstorlek 2–63 mm) överstiger 30% av den kombinerade grus- och sandfraktionen av sedimentet. Inga fastsittande fleråriga grupper har en täckningsgrad $\geq 10\%$ (HELCOM 2020c).
Sandsediment dominerat av ett blandat epibentiskt makrosamhälle (AB.J1V)	Hög täckningsgrad (minst 90 %) sand. Bottensubstratet består av sand på ett djup >30 meter, där sanden består av en mindre fraktion lera/silt/gyttja (kornstorlek <63 µm) och en större fraktion än 70 % täckningsgrad sand (kornstorlek 0,063–2 mm). Inga fastsittande fleråriga grupper har en täckningsgrad $\geq 10\%$ (HELCOM 2020d).
Skalgrus karakteriserat av ett blandat epibentiskt makrosamhälle (AB.E1V)	Hög täckningsgrad (minst 90%) av skalgrus. Inga fleråriga, fastsittande, upprätta grupper har en täckningsgrad $\geq 10\%$ . Substratet utgörs av skalgrus och djupet ligger omkring 20 meter och djupare. Biotopen återfinns främst i högexponerade områden (HELCOM 2020e).

Tabell A3. Beskrivning av de Natura 2000-naturtyper som förekommer inom vindparksområdet samt inom de angränsande Natura 2000-områdena.

Natura 2000-naturtyper	Beskrivning
Sandbankar (1110)	Bankar som är permanent täckta av havsvatten, omkring 30 meter under havsytan. De består huvudsakligen av sandiga sediment, men andra kornstorlekar kan också förekomma, så som lera, grus (inklusive skalgrus), sten och stenblock.  Det varierande bottensubstratet ger upphov till ett habitat för både mjuk- och hårdbottenlevande organismer. Bankarna kan antingen vara fria eller täckta av sjögräs och/eller makroalger. De sandbankar som ligger längre ut från kusten har ett gott vattenutbyte och fungerar ofta som en refug för marina arter som trängts bort från mer kustnära områden. Sandbankarna <i>skiljer sig topografiskt</i> från omgivande bottnområden (Naturvårdsverket 2011a).
Rev (1170)	Rev definieras av ett område som består av minst 50 % biogent eller geologiskt hårdsubstrat, förekommande på hård- eller mjukbotten. Reven är <i>topografiskt avskilda</i> genom att de höjer sig över havsbotten i littoral eller sublittoral zon. Området avgränsas mot omkringliggande bottnområden som har mer än 50 % mjukbotten och/eller där biogena bildningar understiger 10 % av täckningsgraden. Habitatet karakteriseras ofta av en zonering av bentiska samhällen av alger och djurarter, inklusive konkretioner, skorpbildningar och

korallbildningar. Musselbankar ingår i naturtypen rev, om täckningsgraden av musslorna skulle överstiga 10 % (Naturvårdsverket 2011b).

## Bubbelrev (1180)

Bubbelrev är ovanliga strukturer som består av hårbottensubstrat som bildas av karbonatmineraler (MDAC). Karbonatmineralerna bildas av uppsipprande gas, främst metangas, från sedimentet som sedan cementeras på mjukare substrat och därmed bildar en hårbottenyta (Judd, 2005). Habitatet förekommer ofta omkring en brottzon (fault zone) som ger upphov till sprickor för den uppsipprande metangasen. Formationen av bubbelreven beror mycket på erosion av omkringliggande sediment, för att bubbelreven ska exponeras för vattenmassan. Reven kan variera mycket i form och storlek, då de kan bilda höga pelare, likna utväxande svampar, förekomma som enskilda plattor eller som mer utbredda litifierade beläggningar över större områden (HELCOM 2013f). Habitatet främjar en zonering av bentiska arter (både alger och ryggradslösa djur) på hårt substrat, som skiljer sig från det omkringliggande substratet (EU DG Env. 2013). Enligt HELCOM är bubbelrev klassat som hotat (EN) på grund av dess sällsynthet och att flera olika faktorer kan påverka habitatet och få det att kollapsa (HELCOM 2013e). Några faktorer beskrivna som potentiella hot för bubbelrev är eutrofiering, ökad sedimentering, fiskeaktivitet (både bottentrålning och pelagiskt fiske), rekreation, byggnadskonstruktioner och icke-endemiska arter (Seffel m.fl. 2010, EU DG Env 2013).

*Tabell A4. Kustbiotoper enligt det Nordiska Ministerrådet (2001) som förekommer inom vindparksområdet samt de angränsande Natura 2000-områdena.*

Kustbiotoper	Beskrivning
Ler/silt bottnar >30 m <i>Brissopsis/A. chiajei</i>	Området domineras av finkornigt sediment, främst gyttjiga och leriga bottnar, där de dominerande arterna är lyrsjöborren ( <i>Brissopsis lyrifera</i> ) och fjällig trådormstjärna ( <i>Amphiura chiajei</i> ). Typiskt för området är att växtlighet saknas och de hot att uppmärksamma är eutrofiering, syrebrist och eventuellt trålfiske (Nordiska Ministerrådet 2001).
Sandbotten >20m	Biotopen utgörs av rena, hård sandbottnar på djup större än 20 meter. Typiska arter för området är hjärtsjöborren ( <i>Echinocardium cordatum</i> ) och tornsnäckan ( <i>Turitella communis</i> ), som dock har blivit mer ovanlig. Ibland kan även guldsjöborren ( <i>Echindocardium flavesces</i> ) förekomma samt stora mängder av den vitfläckiga fransformstjärnan ( <i>Ophiura albida</i> ). Vegetation i området anses vanligtvis som mycket sparsam och de främsta hoten för biotopen utgörs av sandtäkt och eutrofiering (Nordiska Ministerrådet 2001).

*Tabell A5. Information och bedömningar av förekommande typiska arters känslighet för sedimentation och suspenderat sediment. De typiska arternas känslighet baseras på experiment samt experters sammanvägda bedömningar av arters känslighet (MarLIN 2021, Tyler-Walters m.fl. 2018). För de arter där expertbedömningar om känslighet saknas har egna antaganden gjorts baserat på tillgänglig kunskap om artens ekologi som har betydelse för dess känslighet för sedimentation och suspenderat sediment. De typiska arter innehållar endast de som har noterats inom något av de angränsande Natura 2000-områdena Fladen, Lilla Middelgrund samt Stora Middelgrund och Röde bank och utgår i första hand från SLU ArtDatabanken (2021d) och sedan från aktuell bevarandeplan (Länsstyrelsen i Hallands län 2016).*

Typisk art	Sedimentation	Suspenderat material	Tillhörande naturtyp/-miljö
------------	---------------	----------------------	-----------------------------

Kamsjöstjärna ( <i>Astropecten irregularis</i> )	En mobil och grävande art som inte anses vara känslig för sedimentation vid en maximal övertäckning av sediment på 40 mm (Christensen 1970) för att organismen ska kunna gräva upp sig (De-Bastos 2016b).	Då arten är en predator bedöms den som tolerant för halten 100 mg/l (De-Bastos 2016b).	Sandbank
Firräfflad venusmussla ( <i>Chamelea striatula</i> )	Med tanke på att musslan är en grävande art (García-Souto m.fl. 2017) förväntas den vara tolerant av en sedimentation på 50 mm.	Generellt kan musslor få nedsatt filtreringskapacitet och ökad energiförbrukning till följd av igentäppning av filtreringsorgan, men generellt klarar de halter om 100 mg/l i upp mot två veckor (Karlsson m.fl. 2020). En art inom släktet venusmusslor, <i>Mercinaria mercinaria</i> , har visat på en minskad tillväxt vid 100 mg/l av suspenderat sediment efter 2 dagar (Karlsson m.fl. 2020).	Sandbank
		Mer specifik information saknas om artens känslighet för suspenderat sediment.	
Stor kammussla ( <i>Pecten maximus</i> )	Arten bedöms som tolerant för en övertäckning av 50 mm sediment (Marshall och Wilson 2008). Vid experiment med juvenila kammusslor upptäckte Szostek m.fl. (2013) en hög dödligitet vid övertäckning av 30 mm sediment.	Arten bedömts av Marshall och Wilson (2008) som relativt tolerant mot suspenderat sediment upp emot 100 mg/l i en månad. Dock visade Szostek m.fl. (2013) på en minskad tillväxt hos juvenila individer då dessa exponerades för suspenderat sediment om 50–100 mg/l under en varaktighet på 18 dagar.	Sandbank
Hästräka ( <i>Crangon crangon</i> )	Hästräkor bedöms som toleranta då de stundtals kan gräva sig ner i sedimentet för att undvika predatorer. De är mobila och kan vid omfattande pålagringar gräva sig upp ur sedimentet (Neal 2008).	Hästräkor förekommer ofta i områden med höga halter av suspenderat sediment. Arten bedöms som tolerant vid halter om 100 mg/l (Neal 2008).	Sandbank
Dvärgsjöborre ( <i>Echinocyamus pusillus</i> )	Arten lever ofta nedgrävd i områden med leriga, mjuka sediment och grus och använder sig av sina taggar och tubfötter för att gräva i sediment (Lumbis 2008, Grun m.fl. 2018). Mer specifik information saknas men kan därmed antas vara tolerant för en sedimentation på 50 mm.	Arten lever nedgrävd och antas därför vara tolerant för förhöjda halter av suspenderat sediment (Lumbis 2008). Mer specifik information saknas om artens känslighet för suspenderat sediment.	Sandbank

Liten piprensare ( <i>Virgularia mirabilis</i> )	Bedöms som tolerant men ökad energiförbrukning uppkommer vid pålagringar på 300 mm (Hill och Wilson 2000).	Vid förhöjda halter kan arten avlägsna partiklar genom att producera slem (Hill och Wilson 2000) Bedöms som tolerant för halter om 100 mg/l i en månad.	Sandbank, Djupa mjukbottnar (Sjöpennor och grävande megafauna)
Tångsjöborre ( <i>Psammechinus miliaris</i> )	Bedöms som mättligt känslig för sedimentation på 50 mm. Tångsjöborren är en relativt liten art, vars individer kan överträckas helt vid 50 mm sedimentation. Vid sedimentation under 50 mm kan arten troligtvis gräva sig upp (Jackson 2008b).	Bedöms som tolerant vid halter om 100 mg/l i upp emot en månad. Då arten är algbetare tros inte dess födosök påverkas negativt men en viss ökad energiförbrukning kan uppkomma vid avlägsnande av sedimentpartiklar (Jackson 2008b).	Sandbank
Purpursjömus ( <i>Spatangus purpureus</i> )	Lever nedgrävd bland grövre kornstorlekar och kan antas påverkas negativt av stora mängder pålagringar av finkornigt sediment, samtidigt som den är kapabel att gräva sig upp vid mindre pålagringar (SLU ArtDatabanken 2021e). Mer specifik information saknas.	Arten förväntas inte påverkas av ökade sedimenthalter då dess födostrategi inte utgörs av filtrering samt att den lever nedgrävd i sediment (SLU ArtDatabanken 2021e). Mer specifik information saknas.	Sandbank
Död mans hand ( <i>Alcyonium digitatum</i> )	Vid pålagringar om 50 mm bedöms adulta individer som toleranta medan mindre, juvenila individer kan kvävas (Budd 2008a)	Bedöms som tolerant vid halter om 100 mg/l då arter kan skydda polyperna genom utsöndring av slem (Budd 2008a).	Rev
Tare ( <i>Laminaria</i> spp.)	Fullvuxna exemplar av tare bedöms generellt som toleranta vid pålagringar på cirka 300 mm, men mindre individer bedöms vara känsligare (Stamp 2015, Stamp och Tyler-Walters 2015).	Bedöms som mättligt känsliga vid halter om 100 mg/l under en månad då arternas utbredning kan påverkas negativt av minskad möjlighet till fotosyntetisering (Stamp och Tyler-Walters 2015).	Rev
Hästmussla ( <i>Modiolus modiolus</i> )	Bedöms som mycket känslig för sedimentation på 50 mm (Tyler-Walters 2007). Senare studier har påvisats en hög dödlighet när musslorna placeras 20 mm ner i sediment (Hutchinson m.fl. 2016).	Bedöms som tolerant vid exponering av 100 mg/l i en månad men en tillfälligt ökad energiförbrukning kan förväntas (Tyler-Walters 2007).	Rev, Biogent rev
Strandkrabba ( <i>Carcinus maenas</i> )	Bedöms som tolerant vid en sedimentation på 50 mm då den är mobil och kan gräva ner sig i sediment vid födosök (Neal och Pizzolla 2008).	Bedöms inte vara känslig för förhöjda sedimenthalter ( $\geq 100 \text{ mg/l}$ ) (Neal och Pizzolla 2008).	Rev

Bägarkorall ( <i>Caryophyllum smithii</i> )	Bedöms som måttligt känslig för en sedimentation på 50 mm. Arten blir upp till 25 mm hög och kan påverkas av sedimentering över det. Arten lever på hårdbottnmiljöer med god vattenomsättning vilket leder till att en sedimentation förväntas bli mycket temporär (Gregory 2008).	Bedöms som måttligt känslig för 100 mg/l i en månad. Arten använder sig av filtrering vid födosök och höga halter av suspenderat sediment kan täppa igen dess filtreringsorgan och därmed öka dess energiförbrukning (Gregory 2008).	Rev
Sågtång ( <i>Fucus serratus</i> )	Bedöms som måttligt känslig för sedimentation på 50 mm. Övertäckning av 50 mm sediment kan påverka möjligheten till fotosyntes och tillväxt. När organismen är upprätt täcks inte hela individen utan endast basen. Nyrekrytering kan också påverkas (Jackson 2008c).	Bedöms som tolerant vid temporär påverkan. Halter om 100 mg/l i en månad kan påverka dess fotosyntes och därmed tillväxten. Återhämtningen anses dock som hög (Jackson 2008c).	Rev
Rödvit eremitkräfta ( <i>Pagurus bernhardus</i> )	Troligen inte så känslig för sedimentation då arten är mobil och kan gräva sig upp (Ster 1988). Mer specifik information saknas.	Då arten kan skifta födostrategi till depositionsätare förväntas den inte påverkas negativt av ökade koncentrationer av suspenderat material (Gerlach m.fl. 1967). Mer specifik information om artens känslighet saknas.	Rev
Blåmussla ( <i>Mytilus edulis</i> )	Bedöms som tolerant för en sedimentation på 50 mm av (Tyler-Walters 2008a). Senare studier har visat på att enstaka individer av blåmusslor kan gräva upp sig, men vid en pålagring på 20 mm är dödligheten hög (Hutchinson m.fl. 2016).	Bedöms som tolerant för höga koncentrationer av suspenderat sediment (100 mg/l i en månad) (Tyler-Walters 2008a). Blåmusslor återfinns i områden med mycket suspenderat material och tål höga koncentrationer (Tillin och Mainwaring 2016).	Rev
Nätsjöpong ( <i>Corella parallelogramma</i> )	Sedimentation <50 mm anses inte påverka adulta individer, som blir upp till 50 mm. Däremot kan sedimentation som helt täcker över individer påverka arten negativt (SLU ArtDatabanken 2021f, Readman och Hiscock 2016).	Sjöpongarna bedöms generellt som toleranta för exponering av 100 mg/l suspenderat sediment i en månad. Viss ökad energiförbrukning för att rensa filtreringsapparaten kan dock förväntas uppkomma (Readman och Hiscock 2016). Mer information om den specifika arten saknas.	Rev
Sudare ( <i>Chorda filum</i> )	Bedöms som tolerant för en sedimentation på 50 mm men nyrekrytering kan påverkas negativt (speciellt under vintern) (White 2006, Stamp 2015).	Bedöms som tolerant. Arten återfinns i områden med höga koncentrationer av suspenderat material, och antas vara mycket tolerant mot höga halter	Sandbank, Rev

(100 mg/l i en månad)  
(White 2006, Stamp 2015).

Ektång ( <i>Halidrys siliquosa</i> )	Bedöms som tolerant för en sedimentation på 50 mm. Kan överläcka basen på adulta individer och därmed utgöra en mycket liten påverkan. Yngre individer kan täckas över och förhindra möjligheten att fotosyntetisera och tillväxa, vilket kan påverka nyrekrytering. Artens återhämtning förväntas dock vara hög (Tyler-Walters och Pizzolla 2008).	Bedöms som tolerant för 100 mg/l suspenderat sediment i en månad. Arten förekommer i lugna områden där höga halter av suspenderat material kan förekomma samtidigt som återhämtningen förväntas vara snabb (Tyler-Walters och Pizzolla 2008).	Rev
Karragenalg ( <i>Chondrus crispus</i> )	Bedöms som tolerant för en sedimentation på 50 mm. Arten växer upprätt vilket leder till att vuxna individer inte påverkas men kan påverka yngre individer och därmed nyrekrytering. Återhämtning av arten bedöms dock som hög (Rayment och Pizzolla 2008).	Bedöms som tolerant för 100 mg/l suspenderat sediment i en månad. Arten kan påverkas temporärt genom försämrad fotosyntetisering. Återhämtningen anses dock vara hög (Rayment och Pizzolla 2008).	Rev
Krabbtaska ( <i>Cancer pagurus</i> )	Bedöms som tolerant för en sedimentation på 50 mm. Arten är en mobil och rörlig art som kan röra sig ifrån och undvika områden med hög överlagring. Att överlagring av sediment skulle orsaka dödlighet anses som mycket osannolikt (Neal och Wilson 2008).	Bedöms som tolerant vid 100 mg/l suspenderat sediment i en månad. Arten är mobil och kan undvika områden med höga sedimenthalter (Neal och Wilson 2008).	Rev
Kalkrörmask ( <i>Serpula vermicularis</i> )	Bedöms som mättligt känslig för en sedimentation på 50 mm. Arten är fastsittande på hårt substrat och kan därmed inte förflytta sig från områden med hög sedimentation. Återhämtningen anses dock vara hög (Hill 2006).	Bedöms som tolerant vid halter om 100 mg/l suspenderat sediment i en månad, men viss ökad energiförbrukning kan uppkomma i samband med rensning av filtreringsorgan. Återfinns bland annat i områden med höga halter av suspenderat sediment (Hill 2006).	Rev
Abramussla ( <i>Abra nitida</i> )	Bedöms som tolerant vid en sedimentation på 50 mm, men kan påverkas temporärt genom nedsatt födointag och respiration och således ökad energiförbrukning. Arten förväntas dock kunna gräva sig upp (De-Bastos och Hill 2016).	Bedöms som tolerant då Abra spp. kan skifta födostrategi till depositionsätare vid höga sedimenthalter för att undvika igentäppning av filtreringsorgan (Budd 2007). Arten bedöms som tolerant vid halter om 100	Bubbelrev

mg/l suspenderat sediment (De-Bastos och Hill 2016).			
Lyrsjöborre ( <i>Brissopsis lyrifera</i> )	Bedöms som tolerant för en sedimentation på 50 mm. Lever nedgrävd i sediment ner till 50 mm och antas därmed vara tolerant för sedimentation i samma omfattning (Budd 2004).	Bedöms som vid halter om 100 mg/l i en månad. Är depositionsätare och livnär sig därmed inte på suspenderat material (Budd 2004).	Djupa mjukbottnar (Sjöpennor och grävande megafauna), Bubblerev
Ätlig sjöborre ( <i>Echinus esculentus</i> )	Bedöms som relativt tolerant för en sedimentation på 50 mm men kan påverka mindre individer vid långvarig överläckning. Kan ha en negativ påverkan på larvers utvecklingsförmåga (Tyler-Walters 2008b).	Bedöms som tolerant vid halter om 100 mg/l i en månad (Tyler-Walters 2008b).	Rev, Bubblerev
Större piprensare ( <i>Funiculina quadrangularis</i> )	Bedöms som tolerant vid en sedimentation <300 mm då arten är långsträckt och står ut långt från sedimentbotten (Ager 2003).	Bedöms som tolerant vid halter om 100 mg/l i en månad men filtreringsorgan kan täppas igen. Arten kan då producera slem för att avlägsna oönskade partiklar vilket leder till ökad energiförbrukning (Ager 2003).	Bubblerev
Guldgrävsarmask ( <i>Melinna cristata</i> )	Arten är sessil och lever ofta i mjukbottnen (lera). Då arten kan bli 35 mm anses en sedimentation över denna nivå kunna ge en negativ påverkan. En mindre mängd sedimentation som inte överläcker arten förväntas inte påverka arten negativt (Hutchings 1973, De-Bastos och Hill 2016). Mer specifik information saknas.	Rörbyggande maskar är beroende av suspenderat material för att bygga sina rör och lever därmed ofta i områden med höga koncentrationer av suspenderat sediment (De-Bastos och Hill 2016). Bedöms som tolerant vid halter om 100 mg/l i en månad. Mer specifik information saknas.	Bubblerev
Påfågelsmask ( <i>Sabella pavonina</i> )	Adulta individer bedöms som tolerant för en sedimentation på 50 mm. Dock kan juvenila individer påverkas negativt (Perry 2016a).	Bedöms som tolerant vid halter om 100 mg/l i en månad men filtreringsorganet kan täppa igen vilket leder till en ökad energiförbrukning (Perry 2016a).	Rev, Bubblerev
Fjädersjöpenna ( <i>Pennatula phosphorea</i> )	Bedöms som tolerant för sedimentation vid 300 mm, men kan påverka energiförbrukningen något vid behov av uppgrävning ur sediment (Hill m.fl. 2020)	Bedöms som tolerant vid halter om 100 mg/l i en månad. Arten lever bland fint sediment och är naturligt exponerad för höga koncentrationer. Filtreringsorgan kan täppas igen (Hill m.fl. 2020).	Djupa mjukbottnar (Sjöpennor och grävande megafauna)
Havskräfta ( <i>Nephrops norvegicus</i> )	Bedöms som tolerant vid sedimentation för 50 mm. Havskräftor är aktiva grävare och kan röra sig fritt	Bedöms som tolerant vid halter om 100 mg/l i en månad (Hill m.fl. 2020).	Djupa mjukbottnar (Sjöpennor och grävande megafauna)

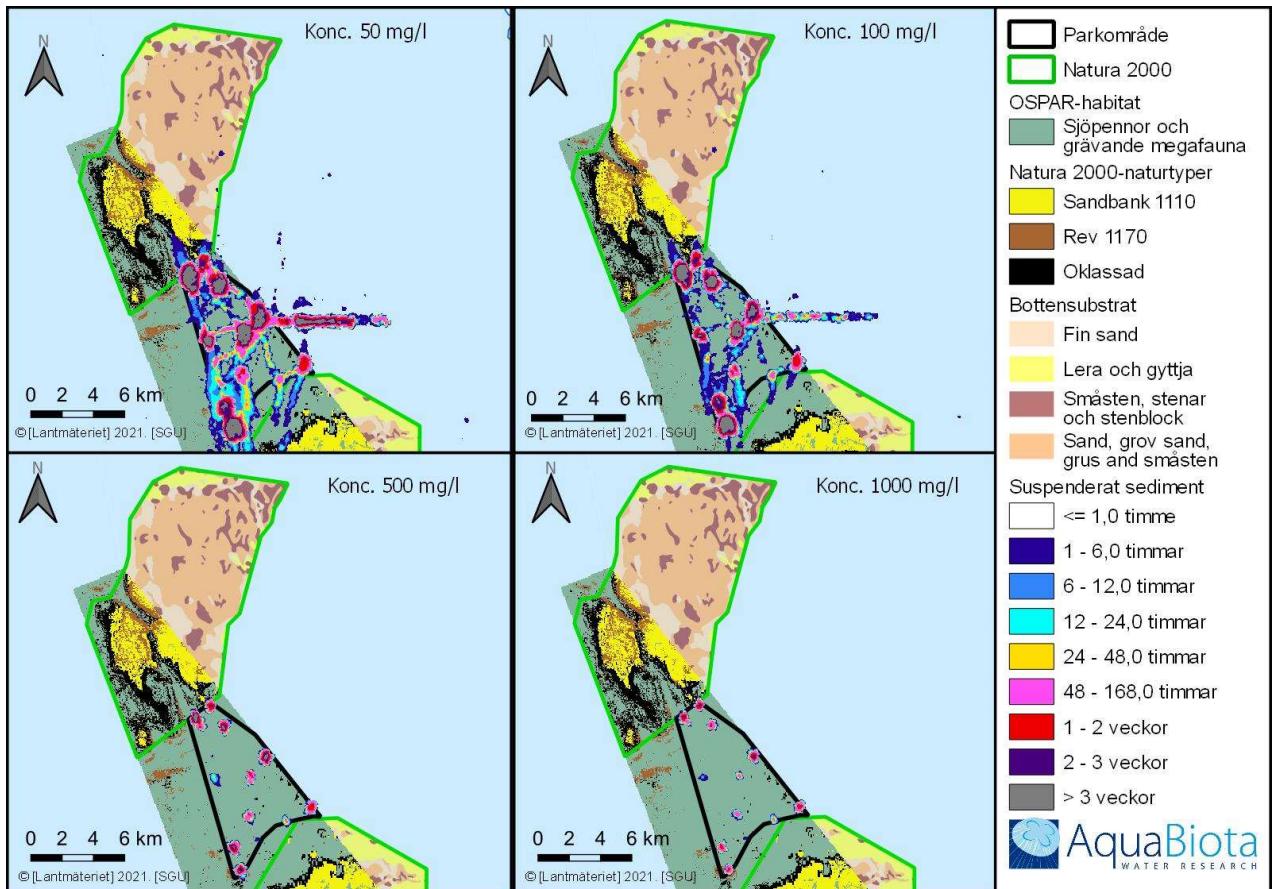
från områden (Hill m.fl.  
2020).

Långfingrad grävkräfta ( <i>Calocaris macandreae</i> )	Bedöms som tolerant vid en sedimentation på 50 mm som är vanlig bland sjöpennor och grävande megafauna (Hill m.fl. 2020). Vid igeintäppning av deras gångar kan de snabbt öppna upp dem igen (Hughes 1998).	Bedöms som tolerant för 100 mg/l suspenderat sediment i en månad (Hill m.fl. 2020). Då arten är en depositionsätare förväntas den inte påverkas betydligt av 100 mg/l suspenderat sediment (Troost 2001).	Djupa mjukbottnar (Sjöpennor och grävande megafauna)
Hjärtsjöborre ( <i>Echinocardium cordatum</i> )	Bedöms tolerant för sedimentation på 50 mm då arten lever nedgrävd ned till 150 mm i sedimentet (Hill 2008).	Bedöms inte vara känslig för ökade halter av suspenderat sediment då arten är en detritusätare (Hill 2008).	Djupa mjukbottnar (Sjöpennor och grävande megafauna)
Guldsjöborre ( <i>Echinocardium flavescens</i> )	Gräver sig ofta ned djupt i finkorniga sediment (SLU ArtDatabanken 2021g). Mer specifik information saknas men förväntas inte påverkas negativt av en sedimentation på 50 mm.	Arten är en depositionsätare och livnär sig inte på filtrering (SLU ArtDatabanken 2021g). Mer specifik information saknas men arten förväntas inte påverkas negativt av 100 mg/l suspenderat sediment.	Djupa mjukbottnar (Sjöpennor och grävande megafauna)
Maerl ( <i>Lithothamnion glaciale</i> )	Bedöms som känslig för sedimentation på 50 mm. Arter av maerl har visats överleva sedimentation av grovt sediment, men dör efter 2 veckor under 20 mm fint sediment (Wilson m.fl. 2004, Perry m.fl. 2020).	Bedöms som känslig vid halter om 100 mg/l i en månad. Maerl är beroende av ljus för att fotosyntetisera. Vid höga halter av suspenderat sediment begränsas ljustillgången vilket påverkar utbredningen negativt (Perry m.fl. 2020).	Biogent rev

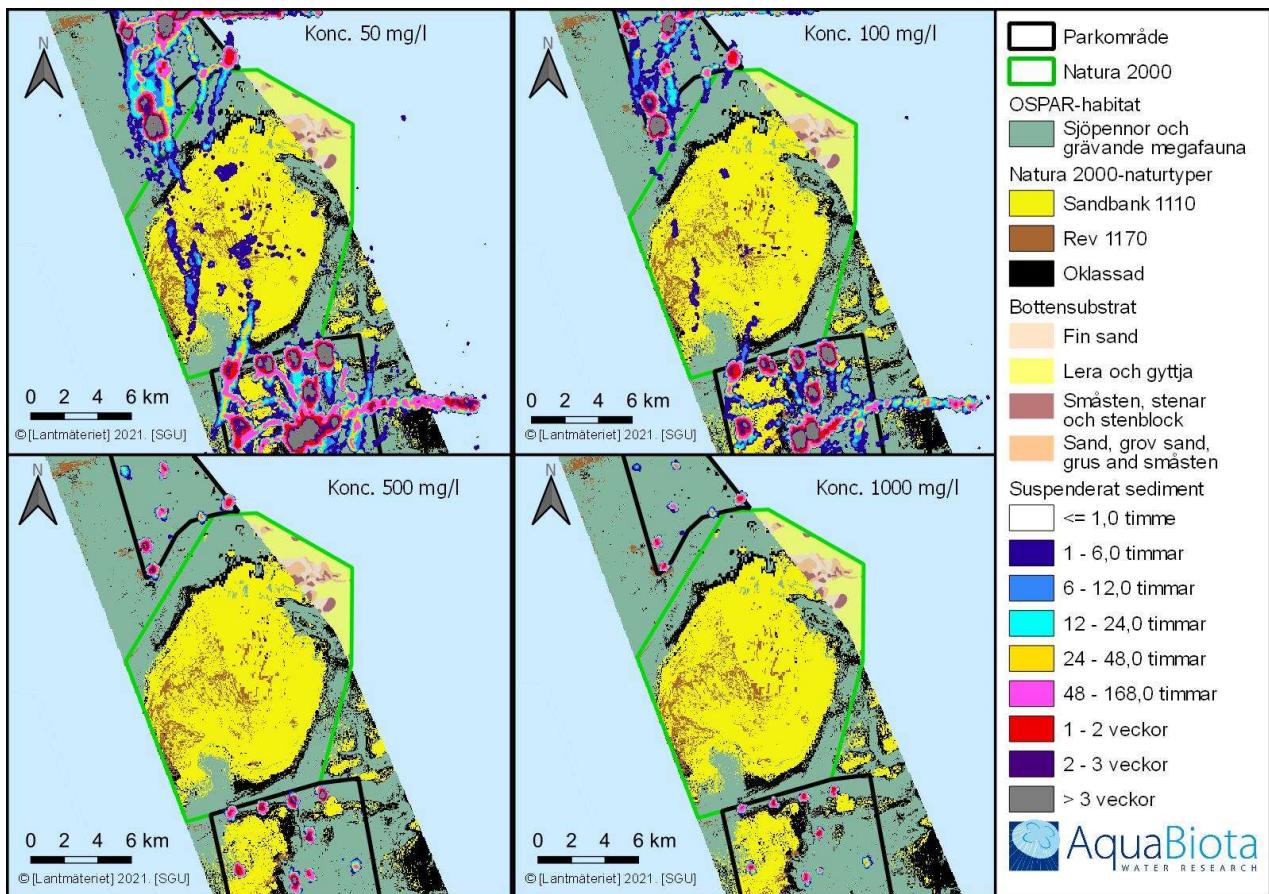
Tabell A6. Riktvärden för känslighet för övertäckning av sediment för övriga förekommande arter inom vindparksområdet samt de angränsande Natura 2000-områdena. Värdena som anges ska ses som ungefärliga riktvärden då det finns skillnader i experimentdesign mellan olika studier. Vissa riktvärden och arters känslighet baseras inte på experiment utan grundar sig på experters sammanvägda bedömningar av arternas känslighet baserat på bland annat kunskaper om arternas ekologi (MarLIN 2021, Tyler-Walters m.fl. 2018). Organismerna har valts ut baserat på att de förekommer inom eller i närheten av vindparken samt där kunskap (studier eller expertbedömningar) har kunnat hittats om hur de påverkas av sedimentation.

Organismgrupp/art	Övertäckningsdjup	Känslighet	Referens
Mobil bottenfauna	100 mm	De flesta arter toleranta.	Hammar m.fl. 2009
<b>Musslor</b>			
Hoppmussla ( <i>Aequipecten opercularis</i> )	20 mm (lera)	Hög dödlighet.	Hendrick m.fl. 2016

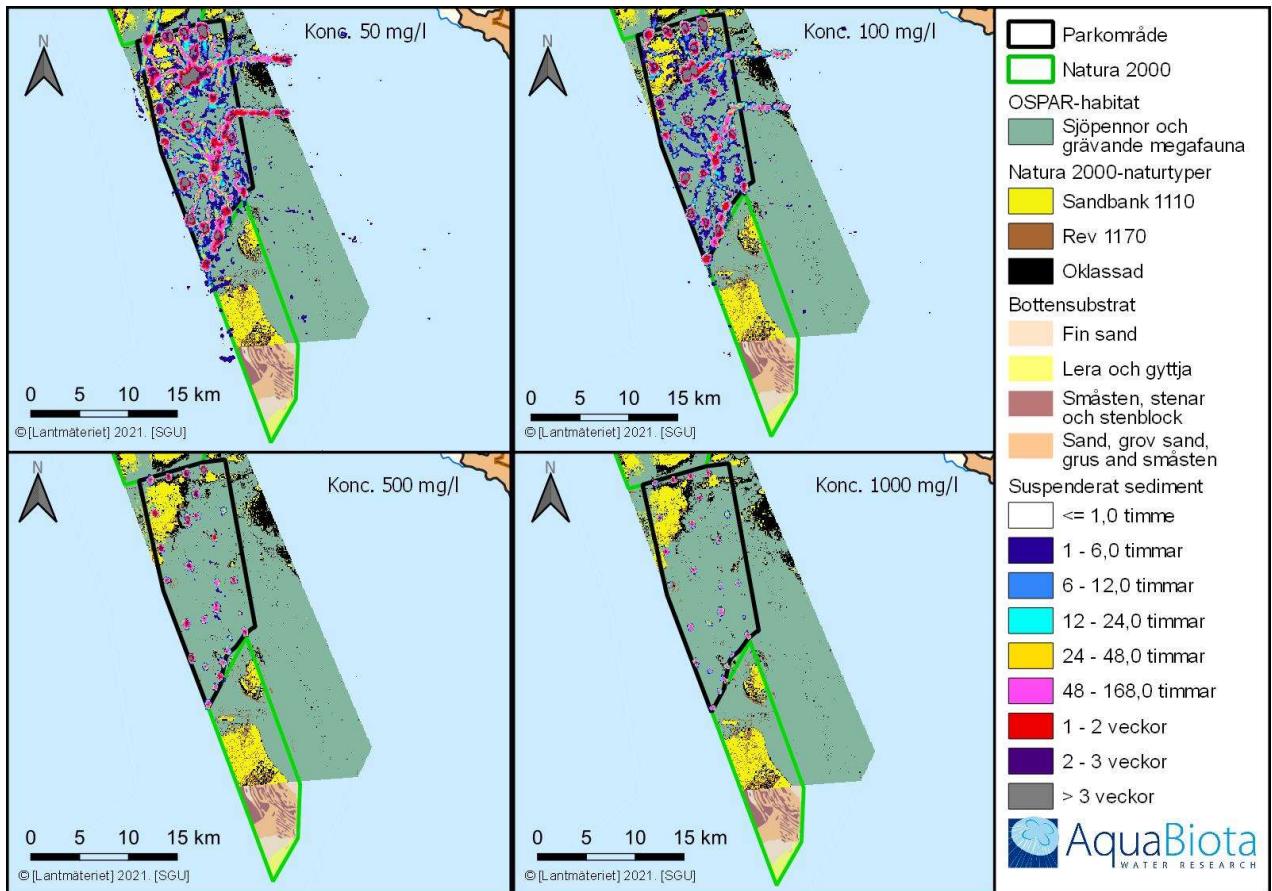
<i>Kurtiella bidentata, Abra spp</i>	50 mm (lera)	Ökad energiförbrukning.	De-Bastos och Hill 2016
Islands mussla ( <i>Arctica islandica</i> ), Östersjö mussla ( <i>Limecola balthica</i> ), Sandmussla ( <i>Mya arenaria</i> )	400 mm (sand/lera)	Toleranta	Powilleit m.fl. 2009
Liten knivmussla ( <i>Phaxas pellucidus</i> )	300 mm (lera)	Ökad energiförbrukning.	De-Bastos 2016
<b>Havsborstmaskar</b>			
<i>Nephtys, Nereis, Scoloplos</i>	500 mm (lera)	Toleranta	Essink 1999
<b>Sjöstjärnor</b>			
Vanlig sjöstjärna ( <i>Asterias rubens</i> )	50 mm	Ökad energiförbrukning.	Budd 2008b
<b>Ormstjärnor</b>			
Brungrå fransormstjärna ( <i>Ophiura ophiura</i> )	50 mm (lera)	Viss dödlighet.	Last m.fl. 2011
Taggormstjärna ( <i>Ophiothrix fragilis</i> )	50 mm (lera)	Hög dödlighet.	Jackson 2008a
<b>Sjögurkor</b>			
Röd lergök ( <i>Psolus phantapus</i> ), Maskeringssjögurka ( <i>Thyone fusus</i> )	300 mm (lera)	Ökad energiförbrukning.	Perry 2016b
<b>Alger</b>			
Ribbeblad ( <i>Delesseria sanguinea</i> )	50 mm (sand/lera)	Nyrekryteringen kan påverkas negativt.	Tyler-Walters 2006,



Figur A 1. Koncentrationer och varaktighet av suspenderat sediment beräknat som ett medelvärde mellan havsbotten och 10 meter ovan havsbotten inom Fladen och Galene under vindparkens anläggningsfas.



Figur A 2. Koncentrationer och varaktighet av suspenderat sediment beräknat som ett medelvärde mellan havsbotten och 10 meter ovan havsbotten inom Lilla Middelgrund och delar av Galatea och Galene under vindparkens anläggningsfas.



Figur A 3. Koncentrationer och varaktighet av suspenderat sediment beräknat som ett medelvärde mellan havsbotten och 10 meter ovan havsbotten inom Stora Middelgrund och Röde bank och Galatea under vindparkens anläggningsfas.

## Appendix B Analysresultat ALS



### Analyscertifikat

Ordernummer	: ST2126328	Sida	: 1 av 19
Kund	: AquaBiota Water Research	Projekt	: Galatea och Galene
Kontaktperson	: Anders Jönsson	Beställningsnummer	: 2021005
Adress	: Ljungsgatan 25 115 50 Stockholm Sverige	Provtagare	: Amanda Östman
E-post	: anders.jonsson@aquabiota.se	Provtagningspunkt	: —
Telefon	: —	Ankomstdatum, prover	: 2021-09-29 14:30
C-O-C-nummer (eller Orderblankett-num mer)	: —	Analys påbörjad	: 2021-09-30
Offernummer	: ST2021SE-AQU-WAT0001 (OF210835)	Uttärdad	: 2021-10-05 16:17
		Antal ankomna prover	: 8
		Antal analyserade prover	: 8

#### Generell kommentar

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Laboratoriet tar inget ansvar för information i denna rapport som har lämnats av kunden, eller resultat som kan ha påverkats av sådan information. Beträffande laboratoriets ansvar i samband med uppdrag, se vår webbplats [www.alsglobal.se](http://www.alsglobal.se)

#### Orderkommentar

Provet för S-TOC1-IR-metoden torkas vid 105 ° C och pulveriseras före analys.

Signatur	Position
Niels-Kristian Terkildsen	Laboratoriechef

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Niels-Kristian Terkildsen".



Laboratorium	: ALS Scandinavia AB	hemsida	: <a href="http://www.alsglobal.com">www.alsglobal.com</a>
Adress	: Rinkebyvägen 19C 182 36 Danderyd Sverige	E-post	: <a href="mailto:Info.ta@alsglobal.com">Info.ta@alsglobal.com</a>

Sida : 2 av 19  
 Ordernummer : ST2126328  
 Kund : AquaBiota Water Research



### Analysresultat

Matrix: SEDIMENT	Provbeteckning Laboratoriets provnummer Provtagningsdatum / tid	GG1						
		ST2126328-001 ej specificerad						
		Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analyspaket	Metod
<b>Provberedning</b>								
Siktning/mortering		Ja	---	-	-	-	MS-1	S-PP-slev/grind
Torkning		Ja	---	-	-	-	MS-1	S-PP-dry50
<b>Provberedning</b>								
Extraktion		Ja	---	-	-	-	OJ-19a	S-P46
Uppsuttring		Ja	---	-	-	-	MS-1	S-PMS9-HB
<b>Metaller och grundämnen</b>								
As, arsenik		11.7	± 1.17	mg/kg TS	0.500		MS-1	S-SFMS-59
Ba, barium		44.4	± 4.44	mg/kg TS	1.00		MS-1	S-SFMS-59
Cd, kadmium		<0.1	---	mg/kg TS	0.100		MS-1	S-SFMS-59
Co, kobolt		10.7	± 1.07	mg/kg TS	0.100		MS-1	S-SFMS-59
Cr, krom		35.0	± 3.50	mg/kg TS	0.200		MS-1	S-SFMS-59
Cu, koppar		15.1	± 1.52	mg/kg TS	0.300		MS-1	S-SFMS-59
Hg, kvicksilver		<0.2	---	mg/kg TS	0.200		MS-1	S-SFMS-59
Ni, nickel		23.7	± 2.37	mg/kg TS	0.200		MS-1	S-SFMS-59
Pb, bly		31.4	± 3.14	mg/kg TS	1.00		MS-1	S-SFMS-59
V, vanadin		54.9	± 5.49	mg/kg TS	0.200		MS-1	S-SFMS-59
Zn, zink		85.1	± 8.51	mg/kg TS	1.00		MS-1	S-SFMS-59
<b>Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)</b>								
naphalen		<0.100	---	mg/kg TS	0.100		OJ-1	S-PAHGMS05
acenaphthen		<0.100	---	mg/kg TS	0.100		OJ-1	S-PAHGMS05
acenaphen		<0.100	---	mg/kg TS	0.100		OJ-1	S-PAHGMS05
fluoren		<0.100	---	mg/kg TS	0.100		OJ-1	S-PAHGMS05
fenantren		<0.100	---	mg/kg TS	0.100		OJ-1	S-PAHGMS05
antracen		<0.100	---	mg/kg TS	0.100		OJ-1	S-PAHGMS05
fluoranten		<0.100	---	mg/kg TS	0.100		OJ-1	S-PAHGMS05
pyren		<0.100	---	mg/kg TS	0.100		OJ-1	S-PAHGMS05
bens(a)antracen		<0.050	---	mg/kg TS	0.050		OJ-1	S-PAHGMS05
krysen		<0.050	---	mg/kg TS	0.050		OJ-1	S-PAHGMS05
bens(b)fluoranten		0.051	± 0.015	mg/kg TS	0.050		OJ-1	S-PAHGMS05
bens(k)fluoranten		<0.050	---	mg/kg TS	0.050		OJ-1	S-PAHGMS05
bens(a)pyren		<0.0500	---	mg/kg TS	0.0500		OJ-1	S-PAHGMS05
dibens(a,h)antracen		<0.050	---	mg/kg TS	0.050		OJ-1	S-PAHGMS05
bens(g,h,i)perylene		<0.100	---	mg/kg TS	0.100		OJ-1	S-PAHGMS05
Indeno[1,2,3,cd]pyren		<0.050	---	mg/kg TS	0.050		OJ-1	S-PAHGMS05
summa PAH 16		<1.25	---	mg/kg TS	1.30		OJ-1	S-PAHGMS05
summa cancerogena PAH		0.0510	---	mg/kg TS	0.200		OJ-1	S-PAHGMS05
summa övriga PAH		<0.450	---	mg/kg TS	0.500		OJ-1	S-PAHGMS05
summa PAH L		<0.150	---	mg/kg TS	0.150		OJ-1	S-PAHGMS05
summa PAH M		<0.250	---	mg/kg TS	0.250		OJ-1	S-PAHGMS05
summa PAH H		0.0510	---	mg/kg TS	0.250		OJ-1	S-PAHGMS05
<b>Polyklorerade bifenyler (PCB)</b>								
PCB 28		<0.0020	---	mg/kg TS	0.0020		OJ-2A	S-PCBGMS05
PCB 52		<0.0020	---	mg/kg TS	0.0020		OJ-2A	S-PCBGMS05
PCB 101		<0.0020	---	mg/kg TS	0.0020		OJ-2A	S-PCBGMS05
PCB 118		<0.0020	---	mg/kg TS	0.0020		OJ-2A	S-PCBGMS05
PCB 138		<0.0020	---	mg/kg TS	0.0020		OJ-2A	S-PCBGMS05
PCB 153		<0.0020	---	mg/kg TS	0.0020		OJ-2A	S-PCBGMS05

Parameter	Resultat	Analyspaket				Metod	Utr.	
		MU	Enhet	LOR	GG1			
		ST2126328-001						
<b>Polyklorerade bifenyler (PCB) - Fortsatt</b>								
PCB 180	<0.0020	---	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGMS05	PR	
summa PCB 7	<0.0070	---	mg/kg TS	0.0070	OJ-2A	S-PCBGMS05	PR	
<b>Metallorganiska föreningar</b>								
MBT, monobutyltenn	1.34	± 0.16	µg/kg TS	1	OJ-19a	S-GC-46	LE	
DBT, dibutyltenn	1.86	± 0.20	µg/kg TS	1	OJ-19a	S-GC-46	LE	
TBT, tributyltenn	<1	---	µg/kg TS	1.0	OJ-19a	S-GC-46	LE	
TTBT, tetrabutyltenn	<1	---	µg/kg TS	1	OJ-19a	S-GC-46	LE	
MOT, monoooktyltenn	<1	---	µg/kg TS	1	OJ-19a	S-GC-46	LE	
DOT, dioktyltenn	<1	---	µg/kg TS	1	OJ-19a	S-GC-46	LE	
TCyT, triciklohexyltenn	<1	---	µg/kg TS	1	OJ-19a	S-GC-46	LE	
MPHT, monofenyltenn	<1	---	µg/kg TS	1	OJ-19a	S-GC-46	LE	
DPhT, difenyltenn	<1	---	µg/kg TS	1	OJ-19a	S-GC-46	LE	
TPHT, trifenyltenn	<1	---	µg/kg TS	1	OJ-19a	S-GC-46	LE	
<b>Klororganiska pesticider</b>								
alaklor	<0.010	---	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR	
o,p-DDD	<0.010	---	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR	
o,p-DDE	<0.010	---	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR	
o,p-DDT	<0.010	---	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR	
p,p-DDD	<0.010	---	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR	
p,p-DDE	<0.010	---	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR	
p,p-DDT	<0.010	---	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR	
summa 6 DDD, DDT, DDE	<0.030	---	mg/kg TS	0.030	OJ-3A	S-OCPEC001	PR	
alfa-endosulfan	<0.010	---	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR	
beta-endosulfan	<0.010	---	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR	
aldrin	<0.010	---	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR	
dieldrin	<0.010	---	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR	
endrin	<0.010	---	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR	
isodrin	<0.010	---	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR	
1,2,3,4-tetraklorbensen	<0.010	---	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR	
1,2,3,5 + 1,2,4,5-tetraklorbensen	<0.020	---	mg/kg TS	0.020	OJ-3A	S-OCPEC001	PR	
pentaklorbensen	<0.010	---	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR	
hexaklorbensen (HCB)	<0.0050	---	mg/kg TS	0.0050	OJ-3A	S-OCPEC001	PR	
hexaklorbutadien	<0.010	---	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR	
heptaklor	<0.010	---	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR	
cis-heptaklorepoxyd	<0.010	---	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR	
trans-heptaklorepoxyd	<0.010	---	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR	
alfa-HCH	<0.010	---	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR	
beta-HCH	<0.010	---	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR	
delta-HCH	<0.010	---	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR	
epsilonlon-HCH	<0.010	---	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR	
gamma-HCH (Indan)	<0.0100	---	mg/kg TS	0.0100	OJ-3A	S-OCPEC001	PR	
hexakloretan	<0.010	---	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR	
metoxyklor	<0.010	---	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR	
telodrin	<0.010	---	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR	
trifluralin	<0.010	---	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR	
diklobenil	<0.010	---	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR	
dikotol	<0.030	---	mg/kg TS	0.030	OJ-3A	S-OCPEC001	PR	
kväntozen + pentakloranalin	<0.020	---	mg/kg TS	0.020	OJ-3A	S-OCPEC001	PR	
tetradifon	<0.010	---	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR	
<b>Fytkalitiska parametrar</b>								
TOC	2.56	± 0.38	% TS	0.10	TOC	S-TOC1-IR	CS	

Sida : 4 av 19  
Ordernummer : ST2126328  
Kund : AquaBiota Water Research



Matris: SEDIMENT	Provbezeichning		GG1						
	Laboratoriets provnummer		ST2126328-001						
	Provtagningsdatum / tid		ej specificerad						
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analyspaket	Metod	Utf.		
<b>Fysikaliska parametrar - Fortsatt</b>									
torrsubstans vid 105°C	44.3	± 2.00	%	0.10	TS105	S-DRY-GRCI	PR		
torrsubstans vid 105°C	47.5	± 2.00	%	1.00	MS-1	TS-105	LE		

Matrix: SEDIMENT	Provteterangan Laboratoriets provnummer Provtagningsdatum / tid	GG2							
		ST2126328-002							
		ej specificerad							
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analysaket	Metod	Uf.		
<b>Provberedning</b>									
Siktring/motting	Ja	—	-	-	MS-1	S-PP-slevgrind	LE		
Torkning	Ja	—	-	-	MS-1	S-PP-dry50	LE		
<b>Provberedning</b>									
Extraktion	Ja	—	-	-	P-OTC-S	S-P46	LE		
Uppslutning	Ja	—	-	-	P-7MHNO3+HB	S-PM59+HB	LE		
<b>Metaller och grundämnen</b>									
As, arsenik	10.6	± 1.06	mg/kg TS	0.500	MS-1	S-GFMG-59	LE		
Ba, barium	36.6	± 3.66	mg/kg TS	1.00	MS-1	S-GFMG-59	LE		
Cd, kadmium	<0.1	—	mg/kg TS	0.100	MS-1	S-GFMG-59	LE		
Co, kobolt	8.85	± 0.885	mg/kg TS	0.100	MS-1	S-GFMG-59	LE		
Cr, krom	29.8	± 2.98	mg/kg TS	0.200	MS-1	S-GFMG-59	LE		
Cu, koppar	13.0	± 1.31	mg/kg TS	0.300	MS-1	S-GFMG-59	LE		
Hg, kvicksilver	<0.2	—	mg/kg TS	0.200	MS-1	S-GFMG-59	LE		
Ni, nickel	19.7	± 1.97	mg/kg TS	0.200	MS-1	S-GFMG-59	LE		
Pb, bly	26.0	± 2.60	mg/kg TS	1.00	MS-1	S-GFMG-59	LE		
V, vanadin	45.1	± 4.51	mg/kg TS	0.200	MS-1	S-GFMG-59	LE		
Zn, zink	73.3	± 7.33	mg/kg TS	1.00	MS-1	S-GFMG-59	LE		
<b>Polyzykliska aromatiska kolvillen (PAH)</b>									
heksaten	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
acenatafen	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
acenaten	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
fluoren	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
fenantran	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
antracen	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
fluoranten	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
pyren	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
bens(a)antracen	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
krysen	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
bens(b)fluoranten	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
bens(k)fluoranten	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
bens(a)pyren	<0.0500	—	mg/kg TS	0.0500	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
dibens(a,h)antracen	<0.060	—	mg/kg TS	0.060	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
bens(g,h,i)perilen	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
Indeno(1,2,3,cd)pyren	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
summa PAH 16	<1.25	—	mg/kg TS	1.30	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
summa cancerogena PAH	<0.175	—	mg/kg TS	0.200	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
summa övriga PAH	<0.450	—	mg/kg TS	0.500	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
summa PAH L	<0.150	—	mg/kg TS	0.150	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
summa PAH M	<0.250	—	mg/kg TS	0.250	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
summa PAH H	<0.225	—	mg/kg TS	0.250	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
<b>Polyklorerade bifenyler (PCB)</b>									
PCB 28	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM05	PR		
PCB 52	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM05	PR		
PCB 101	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM05	PR		
PCB 118	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM05	PR		
PCB 138	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM05	PR		
PCB 153	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM05	PR		
PCB 180	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM05	PR		
summa PCB 7	<0.0070	—	mg/kg TS	0.0070	OJ-2A	S-PCBGM05	PR		
<b>Metallorganiska föreningar</b>									
MBT, monobutyltenn	2.46	± 0.26	µg/kg TS	1	OJ-1a	S-GC-46	LE		

Sida : 6 av 19  
 Ordernummer : ST2126328  
 Kund : AquaBiota Water Research



Parameter	Resultat	MU	Enhet	G02		Metod	Uf.		
				Laboratoriets provnummer					
				ST2126328-002					
<b>Metallorganiska föreningar - Fortsatt</b>									
DBT, dibutyltenn	3.49	± 0.36	µg/kg TS	1	OU-19a	S-GC-46	LE		
TBT, tributyltenn	<1	—	µg/kg TS	1.0	OU-19a	S-GC-46	LE		
TTBT, tetrabutyltenn	<1	—	µg/kg TS	1	OU-19a	S-GC-46	LE		
MOT, monooctyltenn	<1	—	µg/kg TS	1	OU-19a	S-GC-46	LE		
DOT, dioktyltenn	<1	—	µg/kg TS	1	OU-19a	S-GC-46	LE		
TO/T, tricyclohexyltenn	<1	—	µg/kg TS	1	OU-19a	S-GC-46	LE		
MPHT, monofenyltenn	<1	—	µg/kg TS	1	OU-19a	S-GC-46	LE		
DPhT, difenyltenn	<1	—	µg/kg TS	1	OU-19a	S-GC-46	LE		
TPHT, trifenyttenn	<1	—	µg/kg TS	1	OU-19a	S-GC-46	LE		
<b>Klororganiska pestider</b>									
alaktor	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
o,p-DDO	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
o,p-DOE	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
o,p-ODT	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
p,p-DDO	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
p,p-DOE	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
p,p-ODT	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
summa 6 DDO, DDT, DOE	<0.030	—	mg/kg TS	0.030	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
alfa-endosulfan	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
beta-endosulfan	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
aldrin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
dieldrin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
endrin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
isodrin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
1,2,3,4-tetraklorbensen	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
1,2,3,5 + 1,2,4,5-tetraklorbensen	<0.030	—	mg/kg TS	0.030	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
pentaklorbensen	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
hexaklorbensen (HCB)	<0.0050	—	mg/kg TS	0.0050	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
hexaklorbutadien	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
heptaklor	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
cis-heptaklorepoxyd	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
trans-heptaklorepoxyd	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
alfa-HCH	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
beta-HCH	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
delta-HCH	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
epsilon-HCH	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
gamma-HCH (Indan)	<0.0100	—	mg/kg TS	0.0100	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
hexakloretan	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
metoxyklor	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
telodrin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
trifurulin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
diklobenil	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
dikofol	<0.030	—	mg/kg TS	0.030	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
kvintozan + pentakloranalin	<0.030	—	mg/kg TS	0.030	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
tetraditon	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
<b>Fysikaliska parametrar</b>									
TOC	2.20	± 0.33	% TS	0.10	TOC	S-TOC1-IR	CS		
torssubstans vid 105°C	46.7	± 2.83	%	0.10	TOC	S-DRY-GRCI	PR		
torssubstans vid 105°C	46.1	± 2.00	%	1.00	OU-19a	TS-105	LE		

Matrix: SEDIMENT	Provtetrckning Laboratoriets provnummer Provtagningsdatum / dd	GG3							
		ST2126328-003							
		ej specificerad							
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analys paket	Metod	Utv.		
<b>Provberedning</b>									
Siktning/mortling	Ja	—	—	—	MS-1	S-PP-slevignd	LE		
Torkning	Ja	—	—	—	MS-1	S-PP-dry50	LE		
<b>Provberedning</b>									
Extraktion	Ja	—	—	—	P-OTC-S	S-P46	LE		
Uppslutning	Ja	—	—	—	P-7MHNO3+HB	S-PM59+HB	LE		
<b>Metaller och grundämnen</b>									
As, arsenik	3.91	± 0.391	mg/kg TS	0.500	MS-1	S-GFM5-59	LE		
Ba, barium	12.0	± 1.20	mg/kg TS	1.00	MS-1	S-GFM5-59	LE		
Cd, kadmium	<0.1	—	mg/kg TS	0.100	MS-1	S-GFM5-59	LE		
Co, kobolt	3.35	± 0.336	mg/kg TS	0.100	MS-1	S-GFM5-59	LE		
Cr, krom	8.37	± 0.838	mg/kg TS	0.200	MS-1	S-GFM5-59	LE		
Cu, koppar	3.06	± 0.362	mg/kg TS	0.300	MS-1	S-GFM5-59	LE		
Hg, kvicksilver	<0.2	—	mg/kg TS	0.200	MS-1	S-GFM5-59	LE		
Ni, nickel	5.34	± 0.537	mg/kg TS	0.200	MS-1	S-GFM5-59	LE		
Pb, bly	7.16	± 0.716	mg/kg TS	1.00	MS-1	S-GFM5-59	LE		
V, vanadin	12.8	± 1.38	mg/kg TS	0.200	MS-1	S-GFM5-59	LE		
Zn, zink	19.5	± 1.97	mg/kg TS	1.00	MS-1	S-GFM5-59	LE		
<b>Polyzykliska aromatiska kolvillen (PAH)</b>									
natalet	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
acenätylen	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
acenäten	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
fluoren	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
fenantran	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
antracen	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
fluoranten	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
pyren	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
bens(a)antracen	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
krysen	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
bens(b)fluoranten	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
bens(k)fluoranten	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
bens(a)pyren	<0.0500	—	mg/kg TS	0.0500	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
dibens(a,h)antracen	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
bens(g,h,i)perilen	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
Indeno(1,2,3,cd)pyren	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
summa PAH 16	<1.25	—	mg/kg TS	1.30	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
summa cancerogena PAH	<0.175	—	mg/kg TS	0.200	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
summa övriga PAH	<0.450	—	mg/kg TS	0.500	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
summa PAH L	<0.150	—	mg/kg TS	0.150	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
summa PAH M	<0.250	—	mg/kg TS	0.250	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
summa PAH H	<0.225	—	mg/kg TS	0.250	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
<b>Polyklorerade bifenyler (PCB)</b>									
PCB 28	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM505	PR		
PCB 52	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM505	PR		
PCB 101	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM505	PR		
PCB 118	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM505	PR		
PCB 138	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM505	PR		
PCB 153	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM505	PR		
PCB 180	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM505	PR		
summa PCB 7	<0.0070	—	mg/kg TS	0.0070	OJ-2A	S-PCBGM505	PR		
<b>Metallorganiska föreningar</b>									
MBT, monobutyltenn	<1	—	µg/kg TS	1	OJ-1a	S-GC-46	LE		

Sida : 8 av 19  
 Ordernummer : ST2126328  
 Kund : AquaBiota Water Research



Matrix: SEDIMENT	Provbeteckning Laboratoriets provnummer Provtagningsdatum / dd	GG3							
		ST2126328-003							
		ej specificerad							
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analyspaket	Metod	Uf.		
<b>Metallorganiska föreningar - Fortsätt</b>									
DBT, dibutyltenn	<1	—	µg/kg TS	1	OJ-19a	S-GC-46	LE		
TBT, tributyltenn	<1	—	µg/kg TS	1,0	OJ-19a	S-GC-46	LE		
TTBT, tetrabutyltenn	<1	—	µg/kg TS	1	OJ-19a	S-GC-46	LE		
MOT, monooctyltenn	<1	—	µg/kg TS	1	OJ-19a	S-GC-46	LE		
DOT, dioktyltenn	<1	—	µg/kg TS	1	OJ-19a	S-GC-46	LE		
TCyT, tricyklohexyltenn	<1	—	µg/kg TS	1	OJ-19a	S-GC-46	LE		
MPhT, monofenyltenn	<1	—	µg/kg TS	1	OJ-19a	S-GC-46	LE		
DPhT, difenyltenn	<1	—	µg/kg TS	1	OJ-19a	S-GC-46	LE		
TPHT, trifenyltenn	<1	—	µg/kg TS	1	OJ-19a	S-GC-46	LE		
<b>Klororganiska pestidoler</b>									
alaklor	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
o,p'-DDO	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
o,p'-DDE	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
o,p'-DDT	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
p,p'-DDO	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
p,p'-DDE	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
p,p'-DDT	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
summa 6 DDO, DDT, DDE	<0.030	—	mg/kg TS	0.030	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
alfa-endosulfan	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
beta-endosulfan	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
aldrin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
dieldrin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
endrin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
isodrin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
1,2,3,4-tetraklorbensen	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
1,2,3,5 + 1,2,4,5-tetraklorbensen	<0.020	—	mg/kg TS	0.020	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
pentaklorbensen	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
hexaklorbensen (HCB)	<0.0050	—	mg/kg TS	0.0050	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
hexaklorbutadien	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
heptaklor	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
cis-heptaklorepoxid	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
trans-heptaklorepoxid	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
alfa-HCH	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
beta-HCH	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
delta-HCH	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
epsilon-HCH	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
gamma-HCH (Indan)	<0.0100	—	mg/kg TS	0.0100	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
hexakloroetan	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
metoxyklor	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
telochrin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
trifluralin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
diklobenil	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
dikotol	<0.030	—	mg/kg TS	0.030	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
kvintozan + pentakloranalin	<0.020	—	mg/kg TS	0.020	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
tetrachiton	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
<b>Fysikaliska parametrar</b>									
TOC	0.50	± 0.08	% TS	0.10	TOC	S-TOC1-HR	CS		
torsubstans vid 105°C	71.0	± 4.29	%	0.10	TOC	S-DRY-GRCI	PR		
torsubstans vid 105°C	69.0	± 2.00	%	1.00	OJ-19a	TS-105	LE		

Matrix: SEDIMENT	Proveteknisk Laboratoriets provnummer Provtagningsdatum / dd	G04							
		ST2126328-004							
		ej specificerad							
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analys paket	Metod	Uf.		
<b>Provberedning</b>									
Siktring/mortling	Ja	—	-	-	MS-1	S-PP-slevgrind	LE		
Torkning	Ja	—	-	-	MS-1	S-PP-dry50	LE		
<b>Provberedning</b>									
Extraktion	Ja	—	-	-	P-OTC-S	S-P46	LE		
Uppslutning	Ja	—	-	-	P-7MHNO3+HB	S-PMS9+HB	LE		
<b>Metaller och grundämnen</b>									
As, arsenik	5.58	± 0.558	mg/kg TS	0.500	MS-1	S-GFMS-59	LE		
Ba, barium	21.0	± 2.10	mg/kg TS	1.00	MS-1	S-GFMS-59	LE		
Cd, kadmium	<0.1	—	mg/kg TS	0.100	MS-1	S-GFMS-59	LE		
Co, kobolt	5.17	± 0.518	mg/kg TS	0.100	MS-1	S-GFMS-59	LE		
Cr, krom	13.8	± 1.38	mg/kg TS	0.200	MS-1	S-GFMS-59	LE		
Cu, koppar	6.15	± 0.644	mg/kg TS	0.300	MS-1	S-GFMS-59	LE		
Hg, kvicksilver	<0.2	—	mg/kg TS	0.200	MS-1	S-GFMS-59	LE		
Ni, nickel	10.1	± 1.01	mg/kg TS	0.200	MS-1	S-GFMS-59	LE		
Pb, bly	13.1	± 1.31	mg/kg TS	1.00	MS-1	S-GFMS-59	LE		
V, vanadin	24.8	± 2.48	mg/kg TS	0.200	MS-1	S-GFMS-59	LE		
Zn, zink	38.4	± 3.85	mg/kg TS	1.00	MS-1	S-GFMS-59	LE		
<b>Polyzykliska aromatiska kolväljen (PAH)</b>									
naphalen	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
acenaten	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
acenatten	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
fluoren	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
fenantran	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
antracen	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
fluoranten	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
pyren	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
bens(a)antracen	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
krysen	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
bens(b)fluoranter	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
bens(k)fluoranter	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
bens(a)pyren	<0.0500	—	mg/kg TS	0.0500	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
dibens(a,h)antracen	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
bens(g,h,i)perlen	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
Indeno(1,2,3,cd)pyren	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
summa PAH 16	<1.25	—	mg/kg TS	1.30	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
summa cancerogena PAH	<0.175	—	mg/kg TS	0.200	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
summa övriga PAH	<0.450	—	mg/kg TS	0.500	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
summa PAH L	<0.150	—	mg/kg TS	0.150	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
summa PAH M	<0.250	—	mg/kg TS	0.250	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
summa PAH H	<0.225	—	mg/kg TS	0.250	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
<b>Polyklorerade bitfenyler (PCB)</b>									
PCB 28	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM05	PR		
PCB 52	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM05	PR		
PCB 101	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM05	PR		
PCB 118	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM05	PR		
PCB 138	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM05	PR		
PCB 153	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM05	PR		
PCB 180	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM05	PR		
summa PCB 7	<0.0070	—	mg/kg TS	0.0070	OJ-2A	S-PCBGM05	PR		
<b>Metallorganiska föreningar</b>									
MBT, monobutyltern	1.10	± 0.14	µg/kg TS	1	OJ-19a	S-GC-46	LE		

Sida : 10 av 19  
 Ordernummer : ST2126326  
 Kund : AquaBiota Water Research



Matrix: SEDIMENT	Provbeteckning Laboratoriets provnummer Provtagningsdatum / dd	G04						
		ST2126326-004 ej specificerad						
		Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analyspaket	Metod
<b>Metallorganiska föreningar - Fortsätt</b>								
DBT, dibutyltenn	1.53	± 0.17	µg/kg TS	1		OU-19a	S-GC-46	LE
TBT, tributyltenn	<1	—	µg/kg TS	1.0		OU-19a	S-GC-46	LE
TTBT, tetrabutyltenn	<1	—	µg/kg TS	1		OU-19a	S-GC-46	LE
MOT, monoокtyltenn	<1	—	µg/kg TS	1		OU-19a	S-GC-46	LE
DOT, dioktyltenn	<1	—	µg/kg TS	1		OU-19a	S-GC-46	LE
TCyT, tricyklohexyltenn	<1	—	µg/kg TS	1		OU-19a	S-GC-46	LE
MPHt, monofenyltenn	<1	—	µg/kg TS	1		OU-19a	S-GC-46	LE
DPhT, difenyttenn	<1	—	µg/kg TS	1		OU-19a	S-GC-46	LE
TPHt, triphenyltenn	<1	—	µg/kg TS	1		OU-19a	S-GC-46	LE
<b>Klororganiska pesticider</b>								
aldrin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OU-3A	S-OCPEC001	PR
o,p-DDD	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OU-3A	S-OCPEC001	PR
o,p-DOE	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OU-3A	S-OCPEC001	PR
o,p-DDT	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OU-3A	S-OCPEC001	PR
p,p-DDD	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OU-3A	S-OCPEC001	PR
p,p-DOE	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OU-3A	S-OCPEC001	PR
p,p-DDT	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OU-3A	S-OCPEC001	PR
summa 6 DDD, DDT, DOE	<0.030	—	mg/kg TS	0.030		OU-3A	S-OCPEC001	PR
alfa-endosulfan	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OU-3A	S-OCPEC001	PR
beta-endosulfan	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OU-3A	S-OCPEC001	PR
aldrin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OU-3A	S-OCPEC001	PR
dieldrin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OU-3A	S-OCPEC001	PR
endrin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OU-3A	S-OCPEC001	PR
isodrin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OU-3A	S-OCPEC001	PR
1,2,3,4-tetraokbensen	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OU-3A	S-OCPEC001	PR
1,2,3,5 + 1,2,4,5-tetraokbensen	<0.020	—	mg/kg TS	0.020		OU-3A	S-OCPEC001	PR
pentaklorbensen	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OU-3A	S-OCPEC001	PR
hexaklorbensen (HCB)	<0.0050	—	mg/kg TS	0.0050		OU-3A	S-OCPEC001	PR
hexaklorbutadien	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OU-3A	S-OCPEC001	PR
heptaklor	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OU-3A	S-OCPEC001	PR
cis-heptaklorepoxyd	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OU-3A	S-OCPEC001	PR
trans-heptaklorepoxyd	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OU-3A	S-OCPEC001	PR
alfa-HCH	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OU-3A	S-OCPEC001	PR
beta-HCH	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OU-3A	S-OCPEC001	PR
delta-HCH	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OU-3A	S-OCPEC001	PR
epsilonlon-HCH	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OU-3A	S-OCPEC001	PR
gamma-HCH (Innan)	<0.0100	—	mg/kg TS	0.0100		OU-3A	S-OCPEC001	PR
hexaklorutan	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OU-3A	S-OCPEC001	PR
metakloruklor	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OU-3A	S-OCPEC001	PR
telodrin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OU-3A	S-OCPEC001	PR
trifluralin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OU-3A	S-OCPEC001	PR
diklorbenil	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OU-3A	S-OCPEC001	PR
dikofol	<0.030	—	mg/kg TS	0.030		OU-3A	S-OCPEC001	PR
kvintozon + pentakloranalin	<0.020	—	mg/kg TS	0.020		OU-3A	S-OCPEC001	PR
tetrachiton	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OU-3A	S-OCPEC001	PR
<b>Fysikaliska parametrar</b>								
TOC	0.98	± 0.15	% TS	0.10		TOC	S-TOC1-R	CS
torssubstans vid 105°C	61.2	± 3.70	%	0.10		TOC	S-DRY-GR01	PR
torssubstans vid 105°C	53.9	± 2.00	%	1.00		OU-19a	TS-105	LE

Matrix: SEDIMENT	Provtetrckning Laboratoriets provnummer Provtagningsdatum / dd	GG6							
		ST2126328-006							
		ej specificerad							
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analysaket	Metod	Uf.		
<b>Provberedning</b>									
Siktning/mortring	Ja	—	-	-	MS-1	S-PP-slevgrind	LE		
Torkning	Ja	—	-	-	MS-1	S-PP-dry50	LE		
<b>Provberedning</b>									
Extraktion	Ja	—	-	-	P-OTC-S	S-P46	LE		
Uppslutning	Ja	—	-	-	P-7MHNO3-HB	S-PMS9-HB	LE		
<b>Metaller och grundämnen</b>									
As, arsenik	10.9	± 1.09	mg/kg TS	0.500	MS-1	S-GFMS-59	LE		
Ba, barium	44.0	± 4.40	mg/kg TS	1.00	MS-1	S-GFMS-59	LE		
Cd, kadmium	0.110	± 0.0119	mg/kg TS	0.100	MS-1	S-GFMS-59	LE		
Co, kobolt	8.52	± 0.852	mg/kg TS	0.100	MS-1	S-GFMS-59	LE		
Cr, krom	23.8	± 2.38	mg/kg TS	0.200	MS-1	S-GFMS-59	LE		
Cu, koppar	11.8	± 1.20	mg/kg TS	0.300	MS-1	S-GFMS-59	LE		
Hg, kvicksilver	<0.2	—	mg/kg TS	0.200	MS-1	S-GFMS-59	LE		
Ni, nickel	16.9	± 1.70	mg/kg TS	0.200	MS-1	S-GFMS-59	LE		
Pb, bly	20.1	± 2.01	mg/kg TS	1.00	MS-1	S-GFMS-59	LE		
V, vanadin	45.1	± 4.51	mg/kg TS	0.200	MS-1	S-GFMS-59	LE		
Zn, zink	68.4	± 6.85	mg/kg TS	1.00	MS-1	S-GFMS-59	LE		
<b>Polyzykliska aromatiska kolväten (PAH)</b>									
nataren	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
acenattylen	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
acenaten	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
fluoren	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
fenantren	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
antracen	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
fluoranten	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
pyren	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
bens(a)antracen	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
krysen	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
bens(b)fluoranten	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
bens(k)fluoranten	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
bens(a)pyren	<0.0500	—	mg/kg TS	0.0500	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
dibens(a,h)antracen	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
bens(g,h,i)perlylen	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
Indeno(1,2,3,cd)pyren	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
summa PAH 16	<1.25	—	mg/kg TS	1.30	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
summa cancerogena PAH	<0.175	—	mg/kg TS	0.200	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
summa övriga PAH	<0.450	—	mg/kg TS	0.500	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
summa PAH L	<0.150	—	mg/kg TS	0.150	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
summa PAH M	<0.250	—	mg/kg TS	0.250	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
summa PAH H	<0.225	—	mg/kg TS	0.250	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
<b>Polyklorerade bifenyler (PCB)</b>									
PCB 28	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM05	PR		
PCB 52	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM05	PR		
PCB 101	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM05	PR		
PCB 118	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM05	PR		
PCB 138	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM05	PR		
PCB 153	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM05	PR		
PCB 180	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM05	PR		
summa PCB 7	<0.0070	—	mg/kg TS	0.0070	OJ-2A	S-PCBGM05	PR		
<b>Metallorganiska föreningar</b>									
MBT, monobutyltern	<1	—	µg/kg TS	1	OJ-1a	S-GC-46	LE		

Sida : 12 av 19  
 Ordernummer : ST2126328  
 Kund : AquaBiota Water Research



Parameter	Resultat	MU	Enhet	G06		Metod	Utv.		
				Laboratoriets provnummer					
				ST2126328-006					
Metallorganiska föreningar - Fortsätt									
DBT, dibutyltenn	1.51	± 0.17	µg/kg TS	1	OJ-19a	S-GC-46	LE		
TBT, tributyltenn	<1	—	µg/kg TS	1.0	OJ-19a	S-GC-46	LE		
TTBT, tetrabutyltenn	<1	—	µg/kg TS	1	OJ-19a	S-GC-46	LE		
MOT, monoooktyltenn	<1	—	µg/kg TS	1	OJ-19a	S-GC-46	LE		
DOT, dioktyltenn	<1	—	µg/kg TS	1	OJ-19a	S-GC-46	LE		
TCyT, tricyklohexyltenn	<1	—	µg/kg TS	1	OJ-19a	S-GC-46	LE		
MPHT, monofenylytten	<1	—	µg/kg TS	1	OJ-19a	S-GC-46	LE		
DPHT, difenylytten	<1	—	µg/kg TS	1	OJ-19a	S-GC-46	LE		
TPHT, trifenylytten	<1	—	µg/kg TS	1	OJ-19a	S-GC-46	LE		
Klororganiska pestisider									
alaklor	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
o,p-DDD	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
o,p-DOE	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
o,p-DOT	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
p,p-DDD	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
p,p-DOE	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
p,p-DOT	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
summa 6 DDD, DOT, DOE	<0.030	—	mg/kg TS	0.030	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
alfa-endosulfan	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
beta-endosulfan	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
aldrin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
dieldrin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
endrin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
Isodrin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
1,2,3,4-tetraklorbensen	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
1,2,3,5 + 1,2,4,5-tetraklorbensen	<0.020	—	mg/kg TS	0.020	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
pentaklorbensen	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
hexaklorbensen (HCB)	<0.0050	—	mg/kg TS	0.0050	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
hexaklorbutadien	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
heptaklor	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
cis-heptaklorepoxyd	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
trans-heptaklorepoxyd	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
alfa-HCH	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
beta-HCH	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
delta-HCH	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
epsilon-HCH	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
gamma-HCH (Indan)	<0.0100	—	mg/kg TS	0.0100	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
hexaklorutan	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
metoxyklor	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
telodrin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
trifurulin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
diklobenil	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
dikofol	<0.030	—	mg/kg TS	0.030	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
kvintozan + pentakloranalin	<0.020	—	mg/kg TS	0.020	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
tetradifon	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OJ-3A	S-OCPEC001	PR		
Fysikaliska parametrar									
TOC	2.02	± 0.30	% TS	0.10	TOC	S-TOC1-HR	CS		
torssubstans vid 105°C	43.2	± 2.62	%	0.10	TOC	S-DRY-GR01	PR		
torssubstans vid 105°C	37.2	± 2.00	%	1.00	OJ-19a	TS-105	LE		

Matrix: SEDIMENT	Provtäckning Laboratoriets provnummer Provtagningsdatum / dd	GG8							
		ST2126326-006							
		ej specificerad							
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analys paket	Metod	Utv.		
<b>Provberedning</b>									
Siktring/mortring	Ja	—	-	-	MS-1	S-PP-slevighrd	LE		
Torkning	Ja	—	-	-	MS-1	S-PP-dry50	LE		
<b>Provberedning</b>									
Extraktion	Ja	—	-	-	P-OTC-S	S-P46	LE		
Uppslutning	Ja	—	-	-	P-7MHNO3+HB	S-PMS9+HB	LE		
<b>Metaller och grundämnen</b>									
As, arsenik	6.36	± 0.86	mg/kg TS	0.500	MS-1	S-GFMS-59	LE		
Ba, barium	43.9	± 4.39	mg/kg TS	1.00	MS-1	S-GFMS-59	LE		
Cd, kadmium	<0.1	—	mg/kg TS	0.100	MS-1	S-GFMS-59	LE		
Co, kobolt	9.80	± 0.98	mg/kg TS	0.100	MS-1	S-GFMS-59	LE		
Cr, krom	33.5	± 3.35	mg/kg TS	0.200	MS-1	S-GFMS-59	LE		
Cu, koppar	14.3	± 1.44	mg/kg TS	0.300	MS-1	S-GFMS-59	LE		
Hg, kvicksilver	<0.2	—	mg/kg TS	0.200	MS-1	S-GFMS-59	LE		
Ni, nickel	22.8	± 2.28	mg/kg TS	0.200	MS-1	S-GFMS-59	LE		
Pb, bly	28.4	± 2.84	mg/kg TS	1.00	MS-1	S-GFMS-59	LE		
V, vanadin	53.5	± 5.35	mg/kg TS	0.200	MS-1	S-GFMS-59	LE		
Zn, zink	80.0	± 8.00	mg/kg TS	1.00	MS-1	S-GFMS-59	LE		
<b>Polyzykliska aromatiska kolvälven (PAH)</b>									
nataren	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
acenattylen	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
acenatten	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
fluoren	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
fenantran	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
antracen	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
fluoranten	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
pyren	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
bens(a)antracen	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
krysen	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
bens(b)fluoranten	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
bens(k)fluoranten	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
bens(a)pyren	<0.0500	—	mg/kg TS	0.0500	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
dibens(a,h)antracen	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
bens(g,h,i)perilen	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
Indeno(1,2,3,cd)pyren	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
summa PAH 16	<1.25	—	mg/kg TS	1.30	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
summa cancerogena PAH	<0.175	—	mg/kg TS	0.200	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
summa övriga PAH	<0.450	—	mg/kg TS	0.500	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
summa PAH L	<0.150	—	mg/kg TS	0.150	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
summa PAH M	<0.250	—	mg/kg TS	0.250	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
summa PAH H	<0.225	—	mg/kg TS	0.250	OJ-1	S-PAHGM05	PR		
<b>Polyklorerade bitenyljer (PCB)</b>									
PCB 28	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM05	PR		
PCB 52	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM05	PR		
PCB 101	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM05	PR		
PCB 118	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM05	PR		
PCB 138	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM05	PR		
PCB 153	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM05	PR		
PCB 180	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM05	PR		
summa PCB 7	<0.0070	—	mg/kg TS	0.0070	OJ-2A	S-PCBGM05	PR		
<b>Metallorganiska föreningar</b>									
MBT, monobutyltinn	2.02	± 0.22	µg/kg TS	1	OJ-19a	S-GC-46	LE		

Sida : 14 av 19  
 Ordernummer : ST2126326  
 Kund : AquaBiota Water Research



Matrix: SEDIMENT	Provbeteckning Laboratoriets provnummer Provtagningsdatum / dd	GG8							
		ST2126326-006							
		ej specificerad							
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analys paket	Metod	Utv.		
<b>Metallorganiska föreningar - Fortsätt</b>									
DBT, dibutyltenn	2.22	± 0.24	µg/kg TS	1	OU-19a	S-GC-46	LE		
TBT, tributyltenn	<1	—	µg/kg TS	1.0	OU-19a	S-GC-46	LE		
TTBT, tetrabutyltenn	<1	—	µg/kg TS	1	OU-19a	S-GC-46	LE		
MOT, monooctyltenn	<1	—	µg/kg TS	1	OU-19a	S-GC-46	LE		
DOT, dioctyltenn	<1	—	µg/kg TS	1	OU-19a	S-GC-46	LE		
TCyT, tricyclohexyltenn	<1	—	µg/kg TS	1	OU-19a	S-GC-46	LE		
MPhT, monophenyltenn	<1	—	µg/kg TS	1	OU-19a	S-GC-46	LE		
DPhT, difenyttenn	<1	—	µg/kg TS	1	OU-19a	S-GC-46	LE		
TPHT, triphenyltenn	<1	—	µg/kg TS	1	OU-19a	S-GC-46	LE		
<b>Klororganiska pestisider</b>									
aliklor	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
o,p'-DDO	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
o,p'-DDE	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
o,p'-DDT	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
p,p'-DDO	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
p,p'-DDE	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
p,p'-DDT	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
summa 6 DDO, DDT, DDE	<0.030	—	mg/kg TS	0.030	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
alfa-endosulfan	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
beta-endosulfan	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
aldrin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
dieldrin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
endrin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
isodrin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
1,2,3,4-tetraklorbensen	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
1,2,3,5 + 1,2,4,5-tetraklorbensen	<0.020	—	mg/kg TS	0.020	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
pentaklorbensen	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
hexaklorbensen (HCB)	<0.0050	—	mg/kg TS	0.0050	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
hexaklorbutadien	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
heptaklor	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
cis-heptaklorepoxyd	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
trans-heptaklorepoxyd	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
alfa-HCH	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
beta-HCH	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
delta-HCH	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
epsilon-HCH	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
gamma-HCH (Indan)	<0.0100	—	mg/kg TS	0.0100	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
hexakloretan	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
metoxyklor	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
telodrin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
trifluralin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
diklobenil	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
dikofol	<0.030	—	mg/kg TS	0.030	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
kvintozen + pentakloranalin	<0.020	—	mg/kg TS	0.020	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
tetrachin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
<b>Fysikalika parametrar</b>									
TOC	1.96	± 0.29	% TS	0.10	TOC	S-TOC1-R	CS		
torrsubstans vid 105°C	43.9	± 2.66	%	0.10	TOC	S-DRY-GR1	PR		
torrsubstans vid 105°C	45.6	± 2.00	%	1.00	OU-19a	TS-105	LE		

Matrix: SEDIMENT	Provtetrckning Laboratoriets provnummer Provtagningsdatum / dd	G07					
		ST2126326-007					
		ej specificerad					
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analysaket	Metod	Utv.
<b>Proveredning</b>							
Siktring/mortling	Ja	—	-	-	MS-1	S-PP-slevgrind	LE
Torkning	Ja	—	-	-	MS-1	S-PP-dry50	LE
<b>Proveredning</b>							
Extraktion	Ja	—	-	-	P-OTC-S	S-P46	LE
Uppslutning	Ja	—	-	-	P-7MHNO3+HB	S-PMS9+HB	LE
<b>Metaller och grundämnen</b>							
As, arsenik	9.68	± 0.968	mg/kg TS	0.500	MS-1	S-GFMS-59	LE
Ba, banum	42.3	± 4.23	mg/kg TS	1.00	MS-1	S-GFMS-59	LE
Cd, kadmium	<0.1	—	mg/kg TS	0.100	MS-1	S-GFMS-59	LE
Co, kobolt	10.1	± 1.01	mg/kg TS	0.100	MS-1	S-GFMS-59	LE
Cr, krom	33.6	± 3.36	mg/kg TS	0.200	MS-1	S-GFMS-59	LE
Cu, koppar	14.5	± 1.47	mg/kg TS	0.300	MS-1	S-GFMS-59	LE
Hg, kvicksilver	<0.2	—	mg/kg TS	0.200	MS-1	S-GFMS-59	LE
Ni, nickel	22.3	± 2.24	mg/kg TS	0.200	MS-1	S-GFMS-59	LE
Pb, bly	28.6	± 2.86	mg/kg TS	1.00	MS-1	S-GFMS-59	LE
V, vanadin	51.9	± 5.19	mg/kg TS	0.200	MS-1	S-GFMS-59	LE
Zn, zink	77.8	± 7.78	mg/kg TS	1.00	MS-1	S-GFMS-59	LE
<b>Polyzykliska aromatiska kolvälven (PAH)</b>							
nataisen	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM505	PR
acenattylen	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM505	PR
acenatten	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM505	PR
fluoren	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM505	PR
fenantran	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM505	PR
antracen	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM505	PR
fluoranten	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM505	PR
pyren	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM505	PR
bens(a)antracen	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM505	PR
krysen	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM505	PR
bens(b)fluoranten	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM505	PR
bens(k)fluoranten	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM505	PR
bens(a)pyren	<0.0500	—	mg/kg TS	0.0500	OJ-1	S-PAHGM505	PR
dibens(a,h)antracen	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM505	PR
bens(g,h,i)perylene	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM505	PR
Indeno(1,2,3,cd)pyren	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM505	PR
summa PAH 16	<1.25	—	mg/kg TS	1.30	OJ-1	S-PAHGM505	PR
summa cancerogena PAH	<0.175	—	mg/kg TS	0.200	OJ-1	S-PAHGM505	PR
summa övriga PAH	<0.450	—	mg/kg TS	0.500	OJ-1	S-PAHGM505	PR
summa PAH L	<0.150	—	mg/kg TS	0.150	OJ-1	S-PAHGM505	PR
summa PAH M	<0.250	—	mg/kg TS	0.250	OJ-1	S-PAHGM505	PR
summa PAH H	<0.225	—	mg/kg TS	0.250	OJ-1	S-PAHGM505	PR
<b>Polyklorerade bitfenyler (PCB)</b>							
PCB 28	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM505	PR
PCB 52	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM505	PR
PCB 101	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM505	PR
PCB 118	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM505	PR
PCB 138	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM505	PR
PCB 153	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM505	PR
PCB 180	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM505	PR
summa PCB 7	<0.0070	—	mg/kg TS	0.0070	OJ-2A	S-PCBGM505	PR
<b>Metallorganiska föreningar</b>							
MBT, monobutyltenn	2.42	± 0.25	µg/kg TS	1	OJ-19a	S-GC-46	LE

Sida : 16 av 19  
 Ordernummer : ST2126328  
 Kund : AquaBiota Water Research



Matrix: SEDIMENT	Provbezeichning Laboratoriets provnummer Provtagningsdatum / dd	GG7						
		ST2126328-007 ej specificerad						
		Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analyspaket	Metod
<b>Metallorganiska föreningar - Fortsätt</b>								
DBT, dibutyltenn	4.44	± 0.45	µg/kg TS	1		OJ-19a	S-GC-46	LE
TBT, tributyltenn	<1	—	µg/kg TS	1.0		OJ-19a	S-GC-46	LE
TTBT, tetrabutyltenn	<1	—	µg/kg TS	1		OJ-19a	S-GC-46	LE
MOT, monoooktyltenn	<1	—	µg/kg TS	1		OJ-19a	S-GC-46	LE
DOT, dioktyltenn	<1	—	µg/kg TS	1		OJ-19a	S-GC-46	LE
TCyT, tricyklohexyltenn	<1	—	µg/kg TS	1		OJ-19a	S-GC-46	LE
MPHT, monofenyltenn	<1	—	µg/kg TS	1		OJ-19a	S-GC-46	LE
DPHT, difenyltenn	<1	—	µg/kg TS	1		OJ-19a	S-GC-46	LE
TPHT, trifenyltenn	<1	—	µg/kg TS	1		OJ-19a	S-GC-46	LE
<b>Klororganiska pestolder</b>								
alaklor	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OJ-3A	S-OCPEC001	PR
o,p-DDO	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OJ-3A	S-OCPEC001	PR
o,p-DDE	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OJ-3A	S-OCPEC001	PR
o,p-DDT	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OJ-3A	S-OCPEC001	PR
p,p-DDO	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OJ-3A	S-OCPEC001	PR
p,p-DDE	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OJ-3A	S-OCPEC001	PR
p,p-DDT	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OJ-3A	S-OCPEC001	PR
summa 6 DDO, DDT, DDE	<0.030	—	mg/kg TS	0.030		OJ-3A	S-OCPEC001	PR
alfa-endosulfan	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OJ-3A	S-OCPEC001	PR
beta-endosulfan	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OJ-3A	S-OCPEC001	PR
aldrin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OJ-3A	S-OCPEC001	PR
dieldrin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OJ-3A	S-OCPEC001	PR
endrin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OJ-3A	S-OCPEC001	PR
isodrin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OJ-3A	S-OCPEC001	PR
1,2,3,4-tetraekorbenen	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OJ-3A	S-OCPEC001	PR
1,2,3,5 + 1,2,4,5-tetraekorbenen	<0.020	—	mg/kg TS	0.020		OJ-3A	S-OCPEC001	PR
pentakorbenen	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OJ-3A	S-OCPEC001	PR
hexakorbenen (HCB)	<0.0050	—	mg/kg TS	0.0050		OJ-3A	S-OCPEC001	PR
hexakorbutadien	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OJ-3A	S-OCPEC001	PR
heptaklor	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OJ-3A	S-OCPEC001	PR
cis-heptaklorexoxid	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OJ-3A	S-OCPEC001	PR
trans-heptaklorexoxid	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OJ-3A	S-OCPEC001	PR
alfa-HCH	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OJ-3A	S-OCPEC001	PR
beta-HCH	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OJ-3A	S-OCPEC001	PR
delta-HCH	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OJ-3A	S-OCPEC001	PR
epsilon-HCH	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OJ-3A	S-OCPEC001	PR
gamma-HCH (Indan)	<0.0100	—	mg/kg TS	0.0100		OJ-3A	S-OCPEC001	PR
hexaklorutan	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OJ-3A	S-OCPEC001	PR
metoxyklor	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OJ-3A	S-OCPEC001	PR
telodrin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OJ-3A	S-OCPEC001	PR
trifluralin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OJ-3A	S-OCPEC001	PR
dikobenil	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OJ-3A	S-OCPEC001	PR
dikofol	<0.030	—	mg/kg TS	0.030		OJ-3A	S-OCPEC001	PR
kvintozon + pentakloranalin	<0.020	—	mg/kg TS	0.020		OJ-3A	S-OCPEC001	PR
tetraditon	<0.010	—	mg/kg TS	0.010		OJ-3A	S-OCPEC001	PR
<b>Fysikaliska parametrar</b>								
TOC	2.02	± 0.30	% TS	0.10		TOC	S-TOC1-IR	CS
torsubstans vid 105°C	46.0	± 2.79	%	0.10		TOC	S-DRY-GR01	PR
torsubstans vid 105°C	43.2	± 2.00	%	1.00		OJ-19a	TS-105	LE

Matrix: SEDIMENT	Provbeteckning Laboratoriets provnummer Provtagningsdatum / dd	GG8							
		ST2126328-008							
		ej specificerad							
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analyspaket	Metod	Uf.		
<b>Provberedning</b>									
Skriving/mörning	J3	—	-	-	MS-1	S-PP-slevgrind	LE		
Torkning	J3	—	-	-	MS-1	S-PP-dry50	LE		
<b>Provberedning</b>									
Extraktion	J3	—	-	-	P-OTC-S	S-P45	LE		
Uppslutning	J3	—	-	-	P-7MHNO3-HB	S-PMS9-HB	LE		
<b>Metaller och grundämnen</b>									
As, arsenik	12.4	± 1.24	mg/kg TS	0.500	MS-1	S-GFMS-59	LE		
Ba, barium	36.3	± 3.63	mg/kg TS	1.00	MS-1	S-GFMS-59	LE		
Cd, kadmium	<0.1	—	mg/kg TS	0.100	MS-1	S-GFMS-59	LE		
Co, kobolt	8.24	± 0.825	mg/kg TS	0.100	MS-1	S-GFMS-59	LE		
Cr, krom	25.0	± 2.50	mg/kg TS	0.200	MS-1	S-GFMS-59	LE		
Cu, koppar	11.7	± 1.19	mg/kg TS	0.300	MS-1	S-GFMS-59	LE		
Hg, kvicksilver	<0.2	—	mg/kg TS	0.200	MS-1	S-GFMS-59	LE		
Ni, nickel	17.2	± 1.72	mg/kg TS	0.200	MS-1	S-GFMS-59	LE		
Pb, bly	21.9	± 2.19	mg/kg TS	1.00	MS-1	S-GFMS-59	LE		
V, vanadin	42.9	± 4.29	mg/kg TS	0.200	MS-1	S-GFMS-59	LE		
Zn, zink	61.8	± 6.19	mg/kg TS	1.00	MS-1	S-GFMS-59	LE		
<b>Polyoyktiska aromatiska kolväljen (PAH)</b>									
nattalen	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
acenattylen	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
acenaten	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
fluoren	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
fenantren	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
antracen	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
fluoranten	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
pyren	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
bens(a)antracen	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
krysen	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
bens(b)fluoranten	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
bens(x)fluoranten	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
bens(a)pyren	<0.0500	—	mg/kg TS	0.0500	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
dibens(a,h)antracen	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
bens(g,h)perlylen	<0.100	—	mg/kg TS	0.100	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
Indeno(1,2,3,cd)pyren	<0.050	—	mg/kg TS	0.050	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
summa PAH 16	<1.25	—	mg/kg TS	1.30	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
summa cancerogena PAH	<0.175	—	mg/kg TS	0.200	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
summa övriga PAH	<0.450	—	mg/kg TS	0.500	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
summa PAH L	<0.150	—	mg/kg TS	0.150	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
summa PAH M	<0.250	—	mg/kg TS	0.250	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
summa PAH H	<0.225	—	mg/kg TS	0.250	OJ-1	S-PAHGM505	PR		
<b>Polyklorerade bifenyler (PCB)</b>									
PCB 28	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM505	PR		
PCB 52	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM505	PR		
PCB 101	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM505	PR		
PCB 118	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM505	PR		
PCB 138	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM505	PR		
PCB 153	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM505	PR		
PCB 180	<0.0020	—	mg/kg TS	0.0020	OJ-2A	S-PCBGM505	PR		
summa PCB 7	<0.0070	—	mg/kg TS	0.0070	OJ-2A	S-PCBGM505	PR		
<b>Metallorganiska föreningar</b>									
MBT, monobutyltenn	2.22	± 0.24	µg/kg TS	1	OJ-1a	S-GC-46	LE		



Sida : 18 av 19  
 Ordernummer : ST2126328  
 Kund : AquaBiota Water Research

Matrix: SEDIMENT	Provbezeichning Laboratoriets provnummer Provtagningsdatum / ad	GG8							
		ST2126328-008 ej specificerad							
		MU	Enhet	LOR	Analyspaket				
<b>Metallorganiska föreningar - Fortsätt</b>									
DBT, dibutyltenn	2.13	± 0.23	µg/kg TS	1	OU-19a	S-GC-46	LE		
TBT, tributyltenn	<1	—	µg/kg TS	1.0	OU-19a	S-GC-46	LE		
TTBT, tetrabutyltenn	<1	—	µg/kg TS	1	OU-19a	S-GC-46	LE		
MOT, monooktytenn	<1	—	µg/kg TS	1	OU-19a	S-GC-46	LE		
DOT, dioktytenn	<1	—	µg/kg TS	1	OU-19a	S-GC-46	LE		
TCyT, tricyclohexyltenn	<1	—	µg/kg TS	1	OU-19a	S-GC-46	LE		
MPHT, monoferitylenn	<1	—	µg/kg TS	1	OU-19a	S-GC-46	LE		
DPhT, difenyttenn	<1	—	µg/kg TS	1	OU-19a	S-GC-46	LE		
TPHT, terfenyltenn	<1	—	µg/kg TS	1	OU-19a	S-GC-46	LE		
<b>Klororganiska pestider</b>									
alaklor	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
o,p'-DDO	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
o,p'-DOE	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
o,p'-DOD	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
p,p'-DDO	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
p,p'-DOE	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
p,p'-DOD	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
summa 6 DDO, DDT, DOE	<0.030	—	mg/kg TS	0.030	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
alfa-endosulfan	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
beta-endosulfan	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
aldrin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
dieldrin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
endrin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
isodrin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
1,2,3,4-tetraoktobensen	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
1,2,3,5 + 1,2,4,5-tetraoktobensen	<0.020	—	mg/kg TS	0.020	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
pentaklorbensen	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
hexaklorbensen (HCB)	<0.0050	—	mg/kg TS	0.0050	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
hexaklorbutadien	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
heptaklor	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
cis-heptaklorepoxyd	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
trans-heptaklorepoxyd	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
alfa-HCH	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
beta-HCH	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
delta-HCH	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
epsilon-HCH	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
gamma-HCH (lindan)	<0.0100	—	mg/kg TS	0.0100	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
hexaklorutan	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
metakloriklor	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
telodrin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
trifluralin	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
diklobenil	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
diklofol	<0.030	—	mg/kg TS	0.030	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
kvintozan + pentakloranalin	<0.020	—	mg/kg TS	0.020	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
tetraditon	<0.010	—	mg/kg TS	0.010	OU-3A	S-OCPEC001	PR		
<b>Fysikaliska parametrar</b>									
TOC	1.70	± 0.26	% TS	0.10	TOC	S-TOC1-IR	CG		
torssubstans vid 105°C	47.7	± 2.89	%	0.10	TOC	S-DRY-GRCI	PR		
torssubstans vid 105°C	48.5	± 2.00	%	1.00	OU-19a	TS-105	LE		

## Metodsammanfattningar

Analysmetoder	Metod
S-GO-45	Analys av tennorganiska föreningar (OTC) i jord, slam och sediment med GC-ICP-MS enligt SE-SOP-0036 (SS-EN ISO 23161:2018).
S-P45	Prep metod- OTC enligt SE-SOP-0036 (SS-EN ISO 23161:2018).
S-PP-dry50	Torkning av prov vid 50°C.
S-PP-slev/grind	Jord siktas <2mm enligt ISO 11464:2006. Slam och sediment homogeniseras genom mortering.
S-SFMS-59	Analys av metaller i jord, slam, sediment och byggnadsmaterial med ICP-SFMS enligt SS-EN ISO 17294-2:2016 och US EPA Method 200.8:1994 efter uppslutning av prov enligt S-PMS9-HB.
TS-105	Bestämning av torrsubstans (TS) enligt SS-EN 15934-2012 utg 1.
S-TOC-1HR	Bestämning av TOC enligt direkt metod, CSN ISO 10694, CSN EN 13137-2002, CSN EN 15936.
S-DRY-GRCI	Bestämning av torrsubstans (TS) enligt metod baserad på CSN ISO 11465, CSN EN 12880 och CSN EN 14346:2007.
S-OCPEC001	Bestämning av klorerade pesticider enligt metod baserad på US EPA 8081 och ISO 10382. Mätning utförs med GC-ECD.
S-PAHGM05	Bestämning av polycikiska aromatiska kolväten, PAH (16 föreningar enligt EPA) enligt US EPA 8270D, US EPA 8082A, CSN EN 15527, ISO 18287, ISO 10382 och CSN EN 15308. Mätning utförs med GC-MS. PAH cancerogena upptäcks av bens(a)antracen, krysken, bens(b)fluoranten, bens(k)fluoranten, bens(a)pyren, dibens(ah)antracen och Indeno(1,2,3-c,d)pyren. Summa PAH L: naphalen, acenaten och acenaten. Summa PAH M: fluor, fenantren, antracen, fluoranten och pyren. Summa PAH H: bens(a)antracen, krysken, bens(b)fluoranten, bens(k)fluoranten, bens(a)pyren, Indeno(1,2,3-c,d)pyren, dibens(a,h)antracen och bens(g,h,i)perpyren). PAH summorna är definierade enligt direktiv från Naturvårdsverket utgivna i oktober 2008.
S-PCBGM05	Bestämning av polyklorerade bifenyler PCB (7 st) enligt metod baserad på US EPA 8270D, US EPA 8082A, CSN EN 15527, ISO 18287, ISO 10382 och CSN EN 15308. Mätning utförs med GC-MS eller GC-MS/MS.

Beregningsmetoder	Metod
S-PMS9-HB	Uppösning i 7M salpetersyra i hotblock enligt SE-SOP-0021.
S-PPHOM.07*	Torkning, siktning och malning av prov till partikelstorlek < 0.07 mm.
S-PPHOM.0,3*	Torkning, siktning och malning av prov till partikelstorlek < 0,3 mm.
S-PPHOM4*	Siktning och krossning av prov till partikelstorlek < 4 mm.

Nyckel: LOR = Den rapporteringsgränsen (LOR) som anges är standard för respektive parameter i metoden. Rapporteringsgränsen kan påverkas vid t.ex. spädning p.g.a. matröstörningar, begränsad provmängd eller låg torrsubstanshalt.

MU = Måtosäkerhet

\* = Asterisk efter resultatet visar på ej ackrediterat test, gäller både egna lab och underleverantör

### Måtosäkerhet:

Måtosäkerheten anges som en utvidgad osäkerhet (enligt definitionen i "Evaluation of measurement data- Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beräknad med täckningsfaktor lika med 2 vilket ger en konfidensnivå på ungefär 95%.

Måtosäkerhet anges endast för detekterade ämnen med halter över rapporteringsgränsen.

Måtosäkerhet från underleverantör anges oftast som en utvidgad osäkerhet beräknad med täckningsfaktor 2. För ytterligare information kontakta laboratoriet.

Utförande laboratorium (teknisk enhet inom ALS Scandinavia eller anlitat laboratorium (underleverantör)).

	Utf.
CS	Analys utförd av ALS Czech Republic s.r.o Česká Lípa, Bendova 1687/7 Česká Lípa Tjeckien 470 01 Ackrediterad av: CAI Ackrediteringsnummer: 1163
LE	Analys utförd av ALS Scandinavia AB, Aurorum 10 Luleå Sverige 977 75 Ackrediterad av: SWEDAC Ackrediteringsnummer: 2030
PR	Analys utförd av ALS Czech Republic s.r.o Prag, Na Horce 336/9 Prag Tjeckien 190 00 Ackrediterad av: CAI Ackrediteringsnummer: 1163

## REFERENSER

- Ager OED. (2003). *Funiculina quadrangularis* The tall sea pen. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom.
- Andrulewicz E, Otremba Z. (2011). Disturbances of Natural Physical Fields by Technical Activities and their Implications for Marine Life: the case of the Baltic Sea.
- Anyakora C, Ogbeme A, Palmer P, Coker H, Ukpo G, Ogah C. (2005). GC/MS analysis of polynuclear aromatic hydrocarbons in sediment samples from the Niger Delta region. *Chemosphere*, 60(7), 990-997.
- Apler A, Josefsson S. (2016). Chemical contaminants in offshore sediments 2003-2014. Swedish status and trend monitoring programme. SGU-rapport 2016:04. Sveriges geologiska undersökning.
- Aronson RB. (1992). Biology of a scale-independent predator-prey interaction. *Marine ecology progress series*. Oldendorf, 89(1), 1-13.
- Baumard P, Budzinski H, Garrigues PH, Sorbe JC, Burgeot T, Bellocq J. (1998a). Concentrations of PAHs (polycyclic aromatic hydrocarbons) in various marine organisms in relation to those in sediments and to trophic level. *Marine pollution bulletin*, 36(12), 951-960.
- Baumard P, Budzinski H, Garrigues P. (1998b). PAHs in Arcachon Bay, France: origin and biomonitoring with caged organisms. *Marine Pollution Bulletin*, 36(8), 577-586.
- Baumard P, Budzinski H, Garrigues P, Narbonne JF, Burgeot T, Michel X, Bellocq J. (1999). Polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) burden of mussels (*Mytilus* sp.) in different marine environments in relation with sediment PAH contamination, and bioavailability. *Marine Environmental Research*, 47(5), 415-439.
- BEAM (2014). Baltic Ecosystem Adaptive Management. Research for sustainable management of the Baltic Sea. Report November 2014.
- Bellas J, Ekelund R, Halldórsson HP, Berggren M, Granmo Å. (2007). Monitoring of organic compounds and trace metals during a dredging episode in the Göta Älv Estuary (SW Sweden) using caged mussels. *Water, Air, and Soil Pollution*, 181(1), 265-279.
- Berger RE, Henriksson Kautsky L, Malm T. (2003). Effects of filamentous algae and deposited matter on the survival of *Fucus vesiculosus* L. germlings in the Baltic Sea. *Aquatic Ecology* 37(1): 1-11.
- Bergland F, Karlsson, M., Staveley, T., van der Meijs, F., Andersson-Li, M. (2021). Yrkeshandbok för fritidsfiske kring Galatea - Galene. AquaBiota Report 2021:03.

Bergström L, Kautsky L, Malm T, Ohlsson H, Wahlberg M, Rosenberg R, Åstrand Capetillo N. (2012). Vindkraftens effekter på marint liv. Naturvårdsverkets rapport 6488 från Vindval

Birchenoug, SNR, Reiss, H, Degraer, S, Mieszkowska, N, Borja, A, Buhl-Mortensen, L, Braeckman, U, Craeymeersch, J, De Mesel, I, Kerckhof, F, Kröncke, I, Parra, S, Rabaut, M, Schröder, A, Van Colen, C, Van Hoey, G, Vincx, M, Wätjen, K. (2015). Climate change and marine benthos: a review of existing research and future directions in the North Atlantic. *WIREs Clim Change* 2015, 6:203–223.

Breiman L. (2001). Random forests. *Machine learning* 45, 5–32.

Breiman L, Cutler A. (2012). Classification and regression based on a forest of trees using random inputs. 4.6-7. R-package.

Bryhn A, Sundelöf A, Lingman A, Florin AB, Petersson E, Vitale F, Pekcan Hekim Z. (2020). Fisk-och skaldjursbestånd i hav och sötvatten 2019: Resursöversikt.

BSH och BMU. (2014). Ecological Research at the Offshore Windfarm alpha ventus – Challenges, Results and Perspectives. Federal Maritime and Hydrographic Agency (BSH), Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU). Springer Spektrum. 201 sid. Rapid increase of benthic structural and functional diversity at the alpha ventus offshore test site. Lars Gutow, Katharina Teschke, Andreas Schmidt, Jennifer Dannheim, Roland Krone, Manuela Gusky. Rapid increase of benthic structural and functional diversity at the alpha ventus offshore test site.

Budd GC. (2004). *Brisopsis lyrifera* Spiny mudlark. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom.

Budd GC. (2007). *Abra alba* White furrow shell. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom. Available from: <http://www.marlin.ac.uk/species/detail/1722>

Budd GC. (2008a) *Alcyonium digitatum* Dead man's fingers. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom.

Budd GC. (2008b). *Asterias rubens* Common starfish. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom.

Christie H, Norderhaug KM, Fredriksen S. (2009). Macrophytes as habitat for fauna. *Marine ecology progress series*, 396, 221-233.

Coalition Clean Baltic. (2020). Management briefing: Gravel beds. Coalition Clean Baltic. Protecting the Baltic Sea Environment –[wwwccb.se](http://wwwccb.se)

- Coates D, Vanaverbeke J, Vincx M. (2012). Enrichment of the soft sediment macrobenthos around a gravity based foundation on the Thorntonbank. In: Degraer S, Rabant R, Rumes B (eds.) Offshore windfarms in the Belgian part of the North Sea: heading for an understanding of environmental impacts. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models, Marine Ecosystem Management Unit, Brussels, sid. 41–54.
- Cottrell RS, Black KD, Hutchison ZL, Last KS. (2016). The Influence of Organic Material and Temperature on the Burial Tolerance of the Blue Mussel, *Mytilus edulis*: Considerations for the Management of Marine Aggregate Dredging. PLoS ONE 11(1): e0147534. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0147534>.
- Cutler DR, TC, Edwards KH, Beard A, KT Hess J, Gibson, Lawler JJ. (2007). Random forests for classification in ecology. *Ecology* 88:2783-2792.
- Dauvin JC. (1982). Impact of Amoco Cadiz oil spill on the muddy fine sand *Abra alba* and *Melinna palmata* community from the Bay of Morlaix. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 14(5), 517-531.
- Davoult D, Gounin F. (1995). Suspension-feeding activity of a dense *Ophiothrix fragilis* (Abildgaard) population at the water-sediment interface: time coupling of food availability and feeding behaviour of the species. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 41(5), 567-577.
- De-Bastos ESR. (2016a). [Lagis koreni] and [Phaxas pellucidus] in circalittoral sandy mud. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) *Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews*, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom.
- De-Bastos ESR. (2016b). [Acrocnida brachiata] with [Astropecten irregularis] and other echinoderms in circalittoral muddy sand. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) *Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews*, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom.
- De-Bastos ESR och Hill J (2016). [Amphiura filiformis], [Kurtiella bidentata] and [Abra nitida] in circalittoral sandy mud. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) *Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews*, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom.
- De-Bastos, E.S.R., Hill, J., och Garrard, S. L. (2020). [Ophiothrix fragilis] and/or [Ophiocomina nigra] brittlestar beds on sublittoral mixed sediment. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) *Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews*, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom.
- De Mesel I, Kerckhof F, Norro A, Rumes B, Degraer S. (2014). Succession and seasonal dynamics of the epifauna community on offshore wind farm foundations and their

role as stepping stones for non-indigenous species. *Hydrobiologia*. DOI 10.1007/s10750-014-2157-1

Dinmore TA, Duplisea DE, Rackam BD, Maxwell DL, Jennings S. (2003). Impact of a largescale area closure on patterns of fishing disturbance and the consequences for benthic communities. *ICES Journal of Marine Science* 60(2): 371-380.

Dong Energy, Vattenfall, Danish Energy Authority, The Danish Forest och Nature Agency (2006). Danish offshore wind- key environmental issues. Prinfo Holbæk-Hedehusene, Denmark. 244 sid.

Edelvang K., Møller A.L., Hansen E.A. (2001). DHI. Lillgrund Vindkraftpark, Environmental impact assessment of hydrography and sediment spill. Final Report

Elmgren R, Hansson S, Larsson U, Sundelin B, Boehm PD. (1983). The "Tsesis" oil spill: acute and long-term impact on the benthos. *Marine Biology*, 73(1), 51-65.

Eriksson BK och Johansson G. (2003). Sedimentation reduces recruitment success of *Fucus vesiculosus* (*Phaeophyceae*) in the Baltic Sea, *European Journal of Phycology*, 38:3, 217-222, DOI: 10.1080/0967026031000121688

Essink K. (1999). Ecological effects of dumping of dredged sediments, options for management. *Journal of Coastal Conservation*, 5, 69-80.

Feder HM och Blanchard A. (1998). The deep benthos of Prince William Sound, Alaska, 16 months after the Exxon Valdez oil spill. *Marine Pollution Bulletin*, 36(2), 118-130.

García-Souto, D., Qarkaxhija, V., & Pasantes, J. J. (2017). Resolving the taxonomic status of Chamelea gallina and C. striatula (Veneridae, Bivalvia): A combined molecular cytogenetic and phylogenetic approach. *BioMed research international*, 2017.

Gerlach SA, Ekstrøm DK., Eckardt PB. (1976). Filter feeding in the hermit crab. *Oecologia*, 24(3), 257-264.

Gregory, P. (2008). *Caryophyllia (Caryophyllia) smithii* Devonshire cup coral. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) *Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews*, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United

Grun, T. B., von Scheven, M., Bischoff, M., & Nebelsick, J. H. (2018). Structural stress response of segmented natural shells: a numerical case study on the clypeasteroid echinoid *Echinocyamus pusillus*. *Journal of The Royal Society Interface*, 15(143), 20180164.

Göransson P. (2017). Changes of benthic fauna in the Kattegat. An indication of climatechange at mid-latitudes? *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 194, 276-285.

Hammar L, Magnusson M, Rosenberg R, Granmo Å. (2009). Miljöeffekter vid muddring och dumpning - En litteratursammanställning. Naturvårdsverket. Rapport 5999. 71 sid.

Havsmiljöinstitutet. (2016). HAVET 2015/2016. Om miljötillståndet i svenska havsområden. Havsmiljöinstitutet, Havs- och vattenmyndigheten, Naturvårdsverket.

Havs- och vattenmyndigheten. (2016). Handledning för miljöövervakning: Mjukbottenlevande makrofauna, trend- och områdesövervakning. Undersökningstyp. Version 1:2 2016-12-08.

Havs- och vattenmyndigheten (2019). Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten. HVMFS 2019:25.

Havs- och vattenmyndigheten. (2021). Vrak – Miljöfarliga vrak. [Vrak - Miljöfarliga vrak - Miljöpåverkan - Havs- och vattenmyndigheten \(havochvatten.se\)](#) [Hämtad: 2021-01-18].

HELCOM. (2007). Biotope Information Sheet. Submarine structures made by leaking gases. HELCOM Red List Biotope Expert Group 2013.

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

HELCOM. (2013b). Species information sheet. *Solaster endeca*. Red List Benthic Invertebrate Expert Group 2013.

HELCOM, H. (2013e). Technical Report on the HELCOM Underwater Biotope and habitat classification. In *Balt. Sea Environ. Proc* (Vol. 139).

HELCOM. (2013f). Biotope information sheet. Submarine structures made by leaking gas. Red List Biotope Expert Group 2013.

HELCOM. (2020a). AB.H2T1 Baltic aphotic muddy sediment dominated by sea pens. HELCOM RED LIST Biotope Expert Team.

HELCOM. (2020b). AB.H1V Baltic aphotic muddy sediment characterized by mixed epibenthic macrocommunity, HELCOM RED LIST Biotope Expert Team.

HELCOM. (2020c). AB.I1V Baltic aphotic coarse sediment characterized by mixed epibenthic macrocommunity. HELCOM RED LIST Biotope Expert Team.

HELCOM. (2020d). AB.J1V Baltic aphotic sand characterized by mixed epibenthic macrocommunity. HELCOM RED LIST Biotope Expert Team.

HELCOM. (2020e). AB.E1V Baltic aphotic shell gravel characterized by mixed epibenthic macrocommunity. HELCOM RED LIST Biotope Expert Team.

Hendrick VJ, Hutchison ZL, Last KS (2016). Sediment Burial Intolerance of Marine Macroinvertebrates. *PLoS ONE* 11(2): e0149114.

Hill JM. (2006). *Serpula vermicularis* A tubeworm. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) *Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information*

Reviews, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom. [cited 31-05-2021]. Available from: [www.marlin.ac.uk/species/detail/1546](http://www.marlin.ac.uk/species/detail/1546)

Hill JM. (2008). *Echinocardium cordatum* Sea potato. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) *Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews*, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom. Available from: [www.marlin.ac.uk/species/detail/1417](http://www.marlin.ac.uk/species/detail/1417)

Hill AA, Brand AR, Veale LO, Hawkins SJ. (1997). Assessment of the effects of scallop dredging on benthic communities. Final Report to MAFF, Contract CSA 2332, Liverpool: University of Liverpool

Hill JM och Wilson, E. (2000). *Virgularia mirabilis* Slender sea pen. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) *Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews*, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom.

Hill JM, Tyler-Walters H och Garrard SL. (2020). Seapens and burrowing megafauna in circalittoral fine mud. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) *Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews*, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom.

Hiscock K. (1983). Water movement. In *Sublittoral ecology. The ecology of shallow sublittoral benthos* (ed. R. Earll och D.G. Erwin), sid. 58-96. Oxford: Clarendon Press.

Hughes DJ. (1998). Sea pens och burrowing megafauna (volume III). An overview of dynamics and sensitivity characteristics for conservation management of marine SACs. Natura 2000 report prepared for Scottish Association of Marine Science (SAMS) for the UK Marine SACs Project, Scottish Association for Marine Science. (UK Marine SACs Project). [www.ukmarinesac.org.uk/publications.htm](http://www.ukmarinesac.org.uk/publications.htm)

Hutchings PH. (1973). Age structure and spawning of a Northumberland population of *Melinna cristata* (Polychaeta: Ampharetidae). *Marine Biology*, 18(3), 218-227.

Hutchison ZL, Hendrick VJ, Burrows MT, Wilson B, Last KS. (2016). Buried Alive: The Behavioural Response of the Mussels, *Modiolus modiolus* and *Mytilus edulis* to Sudden Burial by Sediment. PLoS ONE 11(3): e0151471.

ICES. (2020). Zoobenthos data set. Biological communities. International Council for the Exploration of the Sea (ICES).

Jackson A. (2008a). *Ophiothrix fragilis* Common brittlestar. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) *Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews*, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom.

Jackson A. (2008b). *Psammechinus miliaris* Green sea urchin. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) *Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews*, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom.

- Jackson A. (2008c). *Fucus serratus* Toothed wrack. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) *Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews*, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom.
- Joschko T, Buck B, Gutow L, Schröder A (2008). Colonization of an artificial hard substrate by *Mytilus edulis* in the German Bight. *Marine Biology Research* 4:350–360.
- Josefsson S. (2017). Klasser av halter av organiska förureningar i sediment. SGU rapport 2017:12. November 2017. Sveriges geologiska undersökning.
- Judd. (2005). The distribution and extent of methane-derived authigenic carbonate (MDAC) in the SEA6 area. UK Department of Trade and Industry's offshore energy Strategic Environmental Assessment programme, Area 6 (DTI SEA6).
- Judd A, Croker P, Tizzard L, Voisey C. (2007). Extensive methane-derived authigenic carbonates in the Irish Sea. *Geo-Marine Letters*, 27(2-4), 259.
- Karlsson. (1997). Inventering av marina makroalger i Halland 1997: Lilla Middelgrund. Tjärnö marinbiologiska laboratorium. Strömstad.
- Karlsson M, Kraufvelin P, Östman Ö. (2020). Kunskaps sammanställning om effekter på fisk och skaldjur av muddring och dumpning i akvatiska miljöer. En synes av grumlingens dos och varaktighet. Aqua reports 2020:1. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser, Drottningholm Lysekil Öregrund. 73 s.
- Kerckhof F, Degraer S, Norro A, Rumes B. (2015). Offshore intertidal hard substrata: a new habitat promoting non-indigenous species in the Southern North Sea: an exploratory study. *Hydrobiologia*
- Kinnear JAM, Barkel PJ, Mojseiwicz WR, Chapman CJ, Holbrow AJ, Barnes, Greathead CFF (1996). Effects of Nephrops creels on the environment. *Fisheries Research Services Report No. 2/96*, 24 pp.
- Last KS, Hendrick VJ, Beveridge CM, Davies AJ. (2011). Measuring the effects of suspended particulate matter and smothering on the behaviour, growth and survival of key species found in areas associated with aggregate dredging. Report for the Marine Aggregate Levy Sustainability Fund.
- Leonardsson K. (2004). Metodbeskrivning för provtagning och analys av mjukbottenlevande makrovertebrater i marin miljö. Institutionen för ekologi och geovetenskap. Umeå universitet.
- Lisbjerg D, Petersen JK, Dahl K. (2002). Biologiske effekter af råstofindvinding på epifauna. Danmarks Miljøundersøgelser. 56 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 391
- Lumbis R. (2008). *Echinocymus pusillus* A pea urchin. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) *Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews*, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom.

*Reviews*, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom.

Länsstyrelsen i Hallands län. (2005a). Bevarandeplan för Fladen. Natura 2000 bevarandeplan D.nr. 511-12264-05.

Länsstyrelsen i Hallands län. (2005b). Bevarandeplan för Lilla Middelgrund. Natura 2000 bevarandeplan. D.nr. 511-12265-05.

Länsstyrelsen i Hallands län. (2016). Bevarandeplan för Natura 2000-området samt marin förvaltningsplan för HELCOM och OSPAR MPA-området - Stora Middelgrund och Röde Bank. Natura 2000 bevarandeplan.

Länsstyrelsen i Hallands län. (2017a). Videoundersökningar av epifuana i Kattegatt 2016. Del 2 av 3: Djupområden vid Fladen. Naturvårdsenheten. Meddelande 2017:8.

Länsstyrelsen i Hallands län. (2017b). Bottenfaunaundersökningar i djupare delar av Natura 2000-området Fladen 2013. Naturvårdsenheten. Meddelande 2017:18.

Länsstyrelsen i Hallands län. (2017c). Videoundersökningar av epifauna i Kattegatt 2016. Del 1 av 3: Stora Middelgrund och Röde Bank. Naturvårdsenheten. Meddelande 2017:7.

Länsstyrelsen i Hallands län. (2018a). Videoundersökningar av epifauna i Kattegatt 2017. Del 1 av 2: Djupare delar av mellersta Kattegatt. Naturvårdsenheten. Meddelande 2018:8.

Länsstyrelsen i Hallands län. (2018b). Videoundersökningar av epifauna i Kattegatt 2017. Del 2 av 2: Djupare delar av Lilla Middelgrund. Naturvårdsenheten. Meddelande 2018:9.

Länsstyrelsen i Hallands län. (2020a). Kunskaps sammanställning om Fladens bubbelrev. Rapport från undersökningar 2005b och 2018. Naturvårdsenheten. Meddelande 2020:4.

Länsstyrelsen i Hallands län (2020b). Inledande studier av bubbelrev på Lilla Middelgrund. Rapport från undersökningar 2019. Naturvårdsenheten. Meddelande 2020:6.

Länsstyrelsen i Hallands län. (2020c). Inledande studier av bubbelrev på Stora Middelgrund. Rapport från undersökningar 2019. Naturvårdsenheten. Meddelande 2020:5.

MarLIN (2021). Marine Evidence based Sensitivity Assessment (MarESA). MarLIN. The Marine Life Information Network. The Marine Biological Association. [https://www.marlin.ac.uk/sensitivity/sensitivity\\_rationale](https://www.marlin.ac.uk/sensitivity/sensitivity_rationale)

Marshall CE & Wilson E. (2008). *Pecten maximus* Great scallop. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) *Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews*, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom. [cited 31-05-2021]. Available from: <https://www.marlin.ac.uk/species/detail/1398>

- Moore PG. (1977). Inorganic particulate suspensions in the sea and their effects on marine animals. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 15, 225-363
- Naturvårdsverket. (2006). Inventering av marina naturtyper på utsjöbankar. Rapport 5576. Juni 2006.
- Naturvårdsverket. (2010a). Skyddad natur. Stora Middelgrund och Röde bank (SE0510186). [Skyddad natur \(naturvardsverket.se\)](http://www.naturvardsverket.se)
- Naturvårdsverket. (2010b). Undersökning av Utsjöbankar. Inventering, modellering och naturvärdesbedömning. Rapport 8365. December 2010.
- Naturvårdsverket. (2011a). Gemensam text för vägledningarna för de svenska naturtyperna i habitatdirektivets bilaga 1. NV-04493-11.
- Naturvårdsverket. (2011b). Vägledning för svenska naturtyper i habitatsdirektivets bilaga 1: Vägledning för 1170 Rev.
- Naturvårdsverket (2012). Utbredning av marina arter och naturtyper i Kattegatt – en modelleringsstudie. Rapport 6489. ISBN 978-91-620-6489-1. ISSN 0282-7298.
- Naturvårdsverket (2014). Biogena rev. Beskrivning och vägledning för biotopen Biogena rev i bilaga 3 till förordningen (1998:1252) om områdesskydd enligt miljöbalken m.m. 2014-04-15.
- Naturvårdsverket. (2017). Datablad för Polycykiska aromatiska kolväten (PAH). November 2011. Reviderad maj 2017. Kemakta konsult AB. Institutet för Miljömedicin, Karolinska institutet.
- Naturvårdsverket. (2020). Organiska miljögifter i sediment. Tabell som beskriver fördelningen av uppmätta halter av organiska miljögifter i marina sediment. [Hämtad: 2021-01-18].
- Neal KJ. (2008). *Crangon crangon* Brown shrimp. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) *Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews*, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom.
- Neal KJ & Pizzolla PF. (2008). *Carcinus maenas* Common shore crab. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) *Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews*, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom.
- Neal KJ & Wilson E. (2008). *Cancer pagurus* Edible crab. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) *Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews*, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom. [cited 31-05-2021]. Available from: <https://www.marlin.ac.uk/species/detail/1179>

NIRAS. (2021a). Galatea-Galene, Sweden. Sediment spill. Iteration 2. 9 june 2021. [www.niras.dk](http://www.niras.dk)

NIRAS. (2021b). Galatea-Galene. Hydrodynamic Pressure. 2 June 2021. [www.niras.dk](http://www.niras.dk)

Nordiska Ministerrådet. (2001). Kustbiotoper i Norden: hotade och representativa biotoper. TemaNord 2001:536. 345. Nordiska Ministerrådet och Nordiska Rådet. Köpenhamn.

Näslund J, Nyström A, Sandman CEB, Hernvall P. (2019). Typiska arter för naturtypen sublittorala sandbankar.

Ohiozebau E, Tendler B, Hill A, Codling G, Kelly E, Giesy JP, Jones PD. (2016). Products of biotransformation of polycyclic aromatic hydrocarbons in fishes of the Athabasca/Slave river system, Canada. *Environmental geochemistry and health*, 38(2), 577-591.

O'Neill FG & Summerbell K. (2011). The mobilization of sediment by otter trawls. Mar. Poll. Bull. 62, 1088-1097.

OSPAR Commission. (2008a). OSPAR List of Threatened and/or Declining Species and Habitats.

OSPAR Commission. (2008b). Case Reports for the OSPAR List of Threatened and/or Declining Species and Habitats. Nomination *Arctica Islandica*, Ocean Quahog.

OSPAR Commission. (2009a). Background document for Ocean quahog *arctica islandica*. OSPAR Commission.

OSPAR Commission. (2009b). Background document for *Modiolus modiolus* beds. OSPAR Commission Biodiversity Series. OSPAR Commission: London.

OSPAR Commission. (2010a). Background Document for Seapen and Burrowing megafauna communities. ISBN 978-1-907390-22-7 Publication Number: 481/2010.

OSPAR Commision. (2010b). Background Document for Maerl beds. OSPAR Commission Biodiversity Series. OSPAR Commission: London.

PAG Miljöundersökningar. (2016). Rapport nummer 2: Epibenthisk fauna i Västerhavet. Länsstyrelsen i Västra Götalands län.

PAG Miljöundersökningar (2018). Norra Mellersta Halland Rådata Ekonomisk zon. Videodata.

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(5), 1100-1110.

Pedersen M, Björk M, Larsson C, Söderlund S. (1990). Ett marint ekosystem i obalans-dramatiska förändringar av hårdbottnarnas växtsamhällen. *Fauna och Flora*, 85, 3-4.

- Perry F (2016a.) [Sabella pavonina] with sponges and anemones on infralittoral mixed sediment. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) *Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews*, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom. [cited 22-01-2021]. Available from: [www.marlin.ac.uk/habitat/detail/1088](http://www.marlin.ac.uk/habitat/detail/1088).
- Perry F. (2016b). Sparse [Modiolus modiolus], dense [Cerianthus lloydii] and burrowing holothurians on sheltered circalittoral stones and mixed sediment. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) *Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews*, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom.
- Perry F, Jackson A, Garrard SL. (2020). [Lithothamnion glaciale] maerl beds in tide-swept variable salinity infralittoral gravel. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) *Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews*, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom. [cited 28-05-2021]. Available from: <https://www.marlin.ac.uk/habitat/detail/7>
- Peterson CH. (2001). The “Exxon Valdez” oil spill in Alaska: acute, indirect and chronic effects on the ecosystem. Peterson, C. H., Rice, S. D., Short, J. W., Esler, D., Bodkin, J. L., Ballachey, B. E., & Irons, D. B. (2003). Long-term ecosystem response to the Exxon Valdez oil spill. *Science*, 302(5653), 2082-2086.
- Peterson CH, Kennicutt II MC, Green RH, Montagna P, Harper Jr D. E, Powell EN, Roscigno PF. (1996). Ecological consequences of environmental perturbations associated with offshore hydrocarbon production: a perspective on long-term exposures in the Gulf of Mexico. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 53(11), 2637-2654.
- Peterson CH, Rice SD, Short JW, Esler D, Bodkin J. L., Ballachey, B. E., & Irons, D. B. (2003). Long-term ecosystem response to the Exxon Valdez oil spill. *Science*, 302(5653), 2082-2086.
- Powilleit M, Graf G, Kleine J, Riethmüller R, Stockmann K, Wetzel MA, Koop JHE. (2009). Experiments on the survival of six brackish macro-invertebrates from the Baltic Sea after dredged spoil coverage and its implications for the field. *Journal of Marine Systems*, 75 (3-4), 441-451.
- Rayment WJ & Pizzolla PF. (2008). Chondrus crispus Carrageen. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) *Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews*, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom. [cited 31-05-2021]. Available from: <https://www.marlin.ac.uk/species/detail/1444>
- R Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL [www.R-project.org](http://www.R-project.org)

Readman JAJ & Hiscock K (2016). [Styela gelatinosa], [Pseudamussium peslutrae] and solitary ascidians on sheltered deep circalittoral muddy sediment. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom.

Schuster H S. (2013). *Asphyxiation by sedimentation?-a sponge's perspective* (Doctoral dissertation, University of Southampton).

Schröder A, Orejas C, Joschko T. (2006) Benthos in the vicinity of the piles: FINO 1 (North Sea)". In: Offshore Wind Energy. Research on Environmental Impacts (Köller J, Köppel P, eds). Springer Verlag Berlin sid. 185-19.

Seffel. (2010). Habitat 1180. Submarine structures made by leaking gases. Present knowledge of *Submarine structures made by leaking gases* in European waters, and steps towards a monitoring strategy for the habitat. Ekologigruppen AB.

Serrano, A., Sánchez, F., Preciado, I., Parra, S., & Frutos, I. (2006). Spatial and temporal changes in benthic communities of the Galician continental shelf after the Prestige oil spill. *Marine Pollution Bulletin*, 53(5-7), 315-331.

Sjöfartsverket. (2021). Miljöfarliga vrak.

<https://www.arcgis.com/apps/MapJournal/index.html?appid=6b9a3da1b9464551ae731427c20ac4ad> [Hämtad: 2020-01-19].

SLU Aqua 2018. Uttag ur trålstudie från 2018.

SLU ArtDatabanken. (2020a). Rödlistade arter i Sverige 2020. SLU, Uppsala.

SLU ArtDatabanken. (2020b). [Gul solsjöstjärna - Artbestämning från SLU ArtDatabanken \(artfakta.se\)](#) [Hämtad: 2020-12-23]

SLU ArtDatabanken. (2020c). [Hästsjöstjärna - Artbestämning från SLU ArtDatabanken \(artfakta.se\)](#) [Hämtad: 2020-12-23].

SLU ArtDatabanken. (2021a). Fyndkarta. SLU ArtDatabanken [Hämtad: 2021-01-04].  
<https://fyndkarta.artfakta.se/searchresults?searchParameters=eyJpZCI6MTYwOTc1NzI2ODAwQcviaW52YXNpdmUiOmZhHNILCJzdGFydERhdGUiOilyMDE1LTEyLTMyVDIzOjAwOjAwLjAwMFoiLCJlbmREYXRlIjoiMjAyMS0wMS0wM1QyMzowMDowMC4wMDBaliwidGF4YSI6WzIxNzy5NF19>

SLU ArtDatabanken. (2021b). Tsengia (*Tsengia bairdii*).

<https://artfakta.se/artbestamning/taxon/tsengia-bairdii-232584> [Hämtad: 2021-01-13].

SLU ArtDatabanken. (2021c). Europeisk hummer. *Homarus Gammarus*.

<https://artfakta.se/artbestamning/taxon/homarus-gammarus-217764> [Hämtad: 2021-01-21].

SLU ArtDatabanken (2021d). Typiska arter. <https://artfakta.se/naturvard/lists/1-typiska-arter> [Hämtat: 2021-05-11].

SLU ArtDatabanken (2021e). Purpursjömus. *Spatangus purpureus*. [Purpursjömus - Artbestämning från SLU Artdatabanken \(artfakta.se\)](#) [Hämtad: 2021-05-27].

SLU ArtDatabanken (2021f). Nätsjöbung. *Corella parallelogramma*. [Nätsjöbung - Artbestämning från SLU Artdatabanken \(artfakta.se\)](#) [Hämtat: 2021-05-27].

SLU ArtDatabanken (2021g). Guldsjöborre. *Echinocardium flavesrens*. [Guldsjöborre - Artbestämning från SLU Artdatabanken \(artfakta.se\)](#) [Hämtat: 2021-06-18].

SMHI Shark (2020). Zoobenthos. <https://www.smhi.se/data/oceanografi/datavardskap-oceanografi-och-marinbiologi/sharkweb> [Hämtad: 2020-12-21].

Stamp TE. (2015). [Saccharina latissima] with red and brown seaweeds on lower infralittoral muddy mixed sediment. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom.

Stamp TE. & Tyler-Walters H. (2015). [Laminaria hyperborea] with dense foliose red seaweeds on exposed infralittoral rock. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom.

Ster I. (1988). *Pagurus bernhardus* (L.)—an introduction to the natural history of hermit crabs. *Field Studies*, 7, 189–238.

Sveriges Geologiska Undersökning (2019). Miljöförändringar i utsjösediment – geografiska mönster och tidstrender av S. Josefsson och A. Apler. SGU-rapport 2019:06. Diarie-nr: 35-778/2017 och 35-1141/2018. SGU, Uppsala.

Sveriges Geologiska Undersökning (2020). Maringeologi – Kartvisare. <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-maringeologi.html>

Szostek CL, Davies AJ, Hinz H, (2013). Effects of elevated levels of suspended particulate matter and burial on juvenile king scallops *Pecten maximus*. *Marine Ecology Progress Series*, 474, 155–165.

Tillin HM & Mainwaring K, (2018). [Mytilus edulis] beds on littoral sand. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom. [cited 31-05-2021]. Available from: <https://www.marlin.ac.uk/habitat/detail/1166>

Troost K. (2001). How to link a burrow to its inhabitant: A classification model for thalassinidean shrimps using the morphology of their burrows (Doctoral dissertation, Faculty of Science and Engineering).

Tyler-Walters H. (2006). *Delesseria sanguinea* Sea beech. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) *Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews*, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom.

Tyler-Walters H, (2007). *Modiolus modiolus* Horse mussel. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) *Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews*, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom. [cited 31-05-2021].

Tyler-Walters H, (2008a). *Mytilus edulis* Common mussel. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) *Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews*, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom. [cited 31-05-2021].

Tyler-Walters, H., (2008b). *Echinus esculentus* Edible sea urchin. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) *Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews*, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom.

Tyler-Walters H. (2018a) Bubbling reefs in the aphotic zone. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) *Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews*, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom.

Tyler-Walters, H. (2018b). Seeps and vents in sublittoral sediments. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) *Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews*, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom.

Tyler-Walters, H., Tillin, H.M., d'Avack, E.A.S., Perry, F., Stamp, T. (2018). Marine Evidence-based Sensitivity Assessment (MarESA) – A Guide. Marine Life Information Network (MarLIN). Marine Biological Association of the UK, Plymouth, pp. 91. Available from [www.marlin.ac.uk/publications](http://www.marlin.ac.uk/publications)

Tyler-Walters H & Pizzolla P. (2008). *Halidrys siliquosa* Sea oak. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) *Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews*, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom.

Valeur JR och Jensen A. (2001). Sedimentological research as a basis for environmental management: The Øresund fixed Link. *The Science of the Total Environment* 266:281-289.

Vanagt T och Faasse M. (2014). Development of hard substratum fauna in the Princess Amalia Wind Farm. Monitoring six years after construction. eCOAST report 2013009.

Vaselli, S, Bertocci I. Maggi E, Benedetti-Cecchi L. (2008). Effects of mean intensity and temporal variance of sediment scouring events on assemblages of rocky shores. *Marine Ecology Progress Series*. 364:57-66.

- Velasco LV, Navarro JM. (2002). Feeding physiology of infaunal (*Mulinia edulis*) and epifaunal (*Mytilus chilensis*) bivalves under a wide range of concentrations and qualities of seston. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. 240: 143–155.
- Whomersley P, Wilson C, Clements A, Brown C, Long D, Leslie A, Limpenny D. (2010). Understanding the marine environment-seabed habitat investigations of submarine structures in the mid Irish Sea and Solan Bank Area of Search (AoS). *JNCC report*, (430).
- Wilber DH och 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.
- Wilson S, Blake C, Berges JA och Maggs CA. (2004). Environmental tolerances of free-living coralline algae (maerl): implications for European marine conservation. *Biological Conservation*, 120(2), 279-289.
- White N (2006). Chorda filum Sea lace or Dead man's rope. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) *Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews*, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom. [cited 31-05-2021]. Available from: [www.marlin.ac.uk/species/detail/1366](http://www.marlin.ac.uk/species/detail/1366)
- Öhman MC, Karlsson M, Staveley T (2021). Fisk och havsbaserad vindkraft i Kattegatt - Vindparken Galatea-Galene. *AquaBiota Report 2021:06*.
- Øresundskonsortiet. (2000). Environmental impact of the construction of the Øresund fixed link. Copenhagen 96 pp.

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