



Ansøgning om tilladelse til anlæg på søterritoriet

Dette ansøgningsskema benyttes ved ansøgning om tilladelser til etablering, renovering og udvidelse af anlæg på søterritoriet.

Husk at læse vejledningen på side 6, før skemaet udfyldes.

Eventuelle spørgsmål til ansøgningsskema og vejledning rettes til Kystdirektoratet på tlf. 99 63 63 63 eller via e-mail kdi@kyst.dk.

Bemærk: En ansøgning kan først behandles, når alle nødvendige oplysninger foreligger.

Til Kystdirektoratets notater:

Dato for modtagelse:

|

Journal nr.:

|

Projekttype:

|

Sagsbehandler:

|

A. Oplysninger om ejere af den eller de matrikler, hvor anlægget opføres

Navn

| Den Danske Stat, Miljøministeriet – Kystdirektoratet

Adresse

| Nordlige Køge Bugt sydøst for Ishøj Strand i Ishøj Kommune

Lokalt stednavn

|

Postnr.

|

By

|

Telefon nr.

|

Mobil nr.

|

E-mail

|



B. Evt. repræsentant (entreprenør, rådgiver eller lignende)

Navn

WSP Danmark A/S. Projektleder: Louise Kristensen

Adresse

Linnes Allé 2

Lokalt stednavn

Postnr.

By

2630

Taastrup

Telefon nr.

Mobil nr.

E-mail

+45 92 43 85 21

Louise.kristensen@wsp.com

C. Offentliggørelse af oplysninger

Ansøger giver ved underskrift tilladelse til, at ansøgningsmaterialet må offentliggøres på Kystdirektoratets hjemmeside www.kyst.dk. I henhold til persondataloven vil personfølsomme oplysninger, eller andre oplysninger friholdt for aktindsigt, uanset denne accept ikke blive offentliggjort.

Dato

06-12-2023

Underskrift

D. Anlæggets placering

Adresse

Areal på havbunden i nordlige Køge Bugt sydøst for Ishøj Strand i Ishøj Kommune, afgrænset af rette linjer mellem følgende koordinater. Der ansøges om seks lokaliteter (to stenrev, to betonrev og to kontrolområder)

Stenrev 1:

ID	Længde (grader minutter) WGS84	Bredde (grader minutter) WGS84	Østlig længde (m) UTM 33NETRS89	Nordlig bredde (m) UTM 33N ETRS89
A	12°27,040'	55°32,330'	339.134,99	6.157.707,09
B	12°27,090'	55°32,329'	339.187,39	6.157.702,75
C	12°27,089'	55°32,301'	339.184,03	6.157.650,27
D	12°27,039'	55°32,302'	339.131,38	6.157.654,70

Stenrev 2:



ID	Længde (graderminutter) WGS84	Bredde (graderminutter) WGS84	Østlig længde (m) UTM 33N ETRS89	Nordlig bredde (m) UTM 33N ETRS89
A	12°26,755'	55°31,983'	338.811,40	6.157.074,60
B	12°26,805'	55°31,982'	338.863,81	6.157.070,25
C	12°26,804'	55°31,954'	338.860,44	6.157.017,78
D	12°26,753'	55°31,955'	338.807,80	6.157.022,20

Betonrev 1:

ID	Længde (graderminutter) WGS84	Bredde (graderminutter) WGS84	Østlig længde (m) UTM 33N ETRS89	Nordlig bredde (m) UTM 33N ETRS89
A	12°26,432'	55°32,348'	338.496,25	6.157.765,50
B	12°26,482'	55°32,347'	338.548,65	6.157.760,15
C	12°26,480'	55°32,319'	338.545,29	6.157.707,68
D	12°26,430'	55°32,320'	338.492,64	6.157.712,10

Betonrev 2:

ID	Længde (graderminutter) WGS84	Bredde (graderminutter) WGS84	Østlig længde (m) UTM 33N ETRS89	Nordlig bredde (m) UTM 33N ETRS89
A	12°27,156'	55°32,092'	339.240,24	6.157.261,14
B	12°27,206'	55°32,091'	339.292,65	6.157.256,79
C	12°27,205'	55°32,063'	339.289,28	6.157.204,32
D	12°27,154'	55°32,064'	339.236,64	6.157.208,74

Kontrolområde1:

ID	Længde (graderminutter) WGS84	Bredde (graderminutter) WGS84	Østlig længde (m) UTM 33N ETRS89	Nordlig bredde (m) UTM 33N ETRS89
A	12°26,754'	55°32,256'	338.828,93	6.157.580,28
B	12°26,804'	55°32,255'	338.881,34	6.157.575,93
C	12°26,803'	55°32,227'	338.877,97	6.157.523,46
D	12°26,752'	55°32,228'	338.825,33	6.157.527,88

Kontrolområde 2:

ID	Længde (graderminutter) WGS84	Bredde (graderminutter) WGS84	Østlig længde (m) UTM 33N ETRS89	Nordlig bredde (m) UTM 33N ETRS89
A	12°26,429'	55°32,092'	338.476,12	6.157.289,49
B	12°26,479'	55°32,091'	338.528,53	6.157.285,15
C	12°26,477'	55°32,063'	338.525,16	6.157.232,67
D	12°26,428'	55°32,064'	338.472,52	6.157.237,10

Adresse: Ca. 8 km sydøst for følgende adresse: Skovvej 110, 2635 Ishøj

Postnr.	By	Kommune
2635	Ishøj	Ishøj Kommune

Matrikel nr. og ejerlavsbetegnelse

Matrikelnr. 43a, ejerlavsnavn: Tranegilde By, Ishøj.



E. Beskrivelse af anlægget i sin helhed

Kan evt. uddybes i bilag

Bemærk: Nødvendige bilag skal også vedlægges, se rubrik I

Kort beskrivelse af anlægget. Der henvises til Bilag 1 – Kortlægningsrapporten, der beskriver hele undersøgelsesprocessen i det fulde efterforskningsområde samt udvælgelsen af det konkrete efterforskningsområde. Nærværende ansøgning baseres kun på det ansøgte projekt.

Baggrund og formål

Foreningen Køge Bugt Stenrev og samarbejdspartnere ønsker gennem en række marine forsknings- og naturgenopretningsprojekter at arbejde for at støtte og genskabe biodiversiteten, højne kvaliteten af havmiljøet og sikre et fremtidigt sundt økosystem i Køge Bugt. Derfor har foreningen nu taget initiativ til omfattende økosystemgenopretninger i området. Nærværende projekt Circle Reef er et forskningsprojekt og udføres bl.a. i samarbejde med DTU Aqua og DTU Sustain. Projektet omfatter etablering og overvågning af et forskningsrev, hvor formålet er todelt indenfor to forskellige forskningsområder: 1) undersøgelse af den økologiske effekt af betonrev sammenlignet med stenrev og 2) vurdere de samfundsmæssige (inkl. klima) og økonomiske effekt af betonrev sammenlignet med stenrev. Der foreligger pt. ingen tidligere direkte sammenligninger mellem udlagte stenrev og betonrev i danske farvande.

Forskningsrevet er et midlertidig anlæg på søterritoriet og forskningsperioden er tidsbegrænset, hvorfor nærværende ansøgning både omfatter udlægning af natursten og ny-produceret beton ved påbegyndelsen af forskningsprojektet, samt optagning af beton ved afslutningen af forskningsperioden.

Den biologiske del af projektet består af forskningsbaserede undersøgelser og analyse af den biologiske effekt af stenrev sammenlignet med betonrev. For at dokumentere revenes placering og struktur på havbunden vil der ske en kortlægning af området før og efter udlægningen af rev. Der er lagt vægt på, at beton- og stenrevs dybdemæssige placering, areal og udformning er sammenligneligt med rev, der tidligere er blevet etableret bl.a. ved Læsø og Als, så det er muligt at bygge videre på eksisterende viden om stenrevs økologiske betydning i danske farvande. Miljøeffekten af rev vil blive dokumenteret vha. monitoring og analyse af forekomsten og artssammensætningen af lokale fisk før og efter etableringen af begge revtyper. Udover fiskeundersøgelse vil der også blive foretaget monitoring af vegetationens artssammensætning og dækningsgrad for at vurdere successionen og stabiliteten af makroalgensamfund på de nye revtyper. Lokale ilthold vil blive undersøgt før og efter etablering af rev vha. in situ iltmålinger til vurdering af øjeblikksbilleder af iltniveauet i perioder, hvor iltstress kan forekomme (sensommeren).

Det forventes, at både sten- og betonrev vil bidrage til flere hulrum i lokalområdet. Hulrum vil give levesteder til forskellige organismer, heriblandt torsk. Sammenlignet med den bare sandbund forventes begge revtyper at øge havbundens rugositet eller den fysiske/strukturelle kompleksitet. Øget rugositet er ofte forbundet med øget forekomst af fisk og biodiversitet, idet der typisk opstår flere forskellige levesteder (fx hulrum), når havbundens rugositet øges. Baseret på observationer af makroalger på bropiller af beton, forventes makroalger at etablere sig på betonrevet, men det er uvist, om der er forskel i successionstiden og artssammensætningen. Tangskove vil yderligere bidrage til at øge rugositeten på revet og dermed bidrage til øget biodiversitet og abundans af bl.a. fisk.

Danmark har ikke naturligt ret mange sten, så sten til bl.a. stenrev skal oftest købes og importeres fra Norge. Prisen på sten er høj, og CO₂-udledningen ved indvinding og fragt er stor. Ofte udgør prisen på sten den største post i forskningsprojekter vedr. stenrev. En mulig løsning på udfordringerne ift. både pris og bæredygtighed, kunne være at anvende beton i stedet for sten til skabelse af rev. Der vil derfor i projektet blive udført en cost-benefit-analyse med beregning af pris og udledning af CO₂ ved etablering af hhv. stenrev og betonrev. Derudover optager beton CO₂ fra omgivelserne og danner CaCO₃ – en proces, der kaldes karbonatisering, og som bidrager til at gøre betonelementerne mere stabile. Optagelsen af CO₂ fra omgivelserne bidrager dermed til at reducere det samlede klimaaftryk ved betonrev. Derudover kan klimaaftrykket yderligere reduceres ved at erstatte en vis mængde cement med naturlige rengjorte muslingeskaller fra muslingeopdræt i Limfjorden og dermed inkorporere mere CO₂ i betonelementerne.

Forud for udlægningen af betonrev er der foretaget videnskabelige analyser og tests for at skabe den rette opskrift på beton, hvor cementpastaen er reduceret for at mindske klimaaftrykket, men under forudsætning af, at betonen fortsat kan dokumenteres at være stabil ved eksponering for havvand i de danske farvande. Der er ligeledes udført



modellering af betonelementernes form og design for at optimere mængden af hulrum til biodiversiteten, men fortsat være stabile nok til at tåle dumpning fra pram i forbindelse med udlægning af betonrevet. Det er tænkt ind i designet af betonelementer, at de relativt nemt skal kunne fiskes op igen efter projektet er tilendebragt. Der er derudover foretaget nedkastningstests af betonelementer fra forskellige vinkler for at kunne forudsige elementernes endelige placering på havbunden og dermed mængden af hulrum. Efter udlægningen af betonrev vil betonelementerne løbende vil blive undersøgt og analyseret for at vurdere betonens karbonatisering og dermed binding af CO₂. Resultaterne vil indgå i de endelige cost-benefit-analyse af hhv. beton- og stenrev.

DTU Sustain v. Wolfgang Kunther, Associate Professor er ansvarlig for analyser og vurdering af beton-arbejdet. Projektperioden løber kun over 15 år og betonen levetid vurderes at overskride dette. Derfor forventes ingen problemer i forhold til fjernelse af betonelementerne efter endt projektperiode. Betonen anvendt her er baseret på standard DS EN 206 DK NA 2023 og eksponeringsklassen XA3 (ekstra aggressiv kemisk påvirkning), fordi havvand indeholder flere salte samt sulfat ioner, der bidrager til at nedbryde beton. Betontypen har en forventet levetid på 50 år. I projektet er der desuden valgt cementtypen (CEM I). Andre cementtyper er fravalgt grundet udledning af flyveaske som industrielt biprodukt (ved CEM II A-V). I Danmark bruges ikke andre cementtyper med et mindre CO₂-aftryk kombineret med en fornuftig levetid. Der er her lagt vægt på at anvende standardprodukter så vidt muligt, for at kunne overføre resultaterne fra dette projekt til eksisterende betonfundamenter i dansk havmiljø. Der er ligeledes lagt vægt på at anvende lokale produkter for at reducere miljøpåvirkninger gennem transporten.

De samlede resultater fra projektet forventes at bidrage med en mere detaljeret viden om betonrev og de biologiske og samfundsmæssige perspektiver heri. Det er i dag ikke muligt at genanvende betonelementer fra fx vindmølleparker og brofundamenter til kunstige rev, selv om fundamenterne har stået i havet i mange år og allerede fungerer som kunstigt rev. Nogle af disse fundamenter er endda placeret helt tæt på Natura 2000-områder, og fjernelsen af fundamenterne kan derved potentielt have negative konsekvenser for biodiversiteten og de marine samfund i området. Uden selv den mest basale viden om den økologiske effekt af betonrev er det dog svært at argumentere for eller imod fjernelsen af disse fundamenter. Den viden, der opnås i nærværende projekt, kan forhåbentlig bidrage til debatten, så vi ikke mister marine habitater unødigt i en tid med biodiversitetskrise.

Resultaterne af de forskningsbaserede undersøgelser vil blive publiceret i videnskabelige tidsskrifter. Derudover lægges der i projektet stor vægt på formidling af projektets aktiviteter og resultater til den brede befolkning, og Køge Bugt Marine Park-projektet bidrager med undervisningsmateriale til børn og unge i lokalområdet samt formidling via de sociale medier.

Villum Velux har givet tilskud til projektet, og finansieringen løber frem til udgangen af 2028 men med mulighed for udvidelse, så der kan foretages videnskabelige undersøgelser på revet i 15 år. Erfaringen fra bl.a. Blue Reef ved Læsø har vist, at det tager mange år, før et nyetableret rev har opnået et stabilt samfund af flerårige makroalger, invertebrater og fisk. På lavvandede stenrev vil der over en periode på 8-10 år udvikles et klimaks samfund domineret af produktive tangskove af makroalger, hvis lysforholdene er optimale (Videnskatalog. Potentielle natur og miljøvirkemidler, forvaltningsprincipper og overvågning i vindmølleparkområder, DCE, 2022). De seneste undersøgelser af Blue Reef på Læsø Trindel gennemført ca. 12 år efter etableringen tyder stadig på, at der sker en udvikling på revet i forhold til dækningsgraden af flerårige makroalger og dermed også for små krebsdyr, der gemmer sig i vegetationen (pers. kommentar Karsten Dahl, DCE). Saliniteten har stor indflydelse på hvilke arter, herunder også makroalger, der kan etablere sig i et område. Høj salinitet skaber grundlag for at større, flerårige arter kan etablere sig på et rev. I områder med lavere salinitet kan der være ringere forudsætninger for etableringen af flerårige arter, end ved f.eks. Læsø Trindel, og etableringstiden for et stabilt samfund kan derfor være længere i lavsaline områder (Biologisk monitoring – Slutrapport Als Stenrev, WSP 2020). Da der efter 12 år stadig sker en udvikling på revet i det nordlige Kattegat, hvor saliniteten er høj sammenlignet med Køge Bugt må der forventes en langsommere succesionstid på Circle Reef. Der må derfor også forventes at være en etableringstid på +12 år, dvs. 15 år. På den baggrund vurderes det hensigtsmæssigt, at der ansøges om en forskningsperiode på 15 år for nærværende rev, hvorefter betonen kan fjernes. For at undgå tab af levesteder og biodiversitet ved fjernelse af de kunstige rev udgjort af betonen, er det på nuværende tidspunkt hensigten at erstatte betonen med naturlige sten i videst muligt omfang. På den baggrund erstattes levestederne, så økosystemet kan komme sig igen på sigt.

Ansøgningen omfatter kun udlægning ved begyndelsen af forskningsperioden, samt optagning af betonelementer ved afslutning.

Revs udformning

I projektet ansøges samlet om 1.000 m³ stenrev fordelt på to stenrevslokalteter samt 1.000 m³ betonrev fordelt på to betonrevslokalteter. Hver af de fire revslokalteter ansøges på et havbundsareal svarende til ca. 2.750 m² (52,5x52,5m). Arealet af de ansøgte områder er baseret på Kystdirektoratets praksis vedrørende tilladelse til bufferarealer på maksimalt 25% ekstra i forhold til revets udstrækning. Arealet af de to ansøgte kontrolområder er på



samme størrelse. Alle seks lokaliteter ansøges på sandbund med ingen eller meget få sten på havbunden. Gennemsnitsdybden for de ansøgte lokaliteter for både stenrev, betonrev og kontrol er ca. 9,5 til 10,0 m. Revene etableres som spredte toppe med huledannelse.

Designeksempel

Baseret på den samlede ansøgningsmængde planlægges der for hver revlokalitet udlægning af ni toppe af beton eller sten i et gitter på 3x3 med ca. 15 meter mellem hver kant af toppene. Hver top har en højde på 1,8 m. Bredden af stentoppene er 4 m, mens bredden af betontoppene er 5 m. Det forventelige volumen af hver sten- og betontop er henholdsvis 13,75 m³ og 12,76 m³. Samlet for de ni toppe planlægges der udlægning af ca. 123,75 m³ stenrev og 114,84 m³ betonrev. Afhængig af den nøjagtige stenleverance kan antallet af toppe justeres.

Samlet planlægges udlægning af revlokalitet med ni toppe på et havbundsareal svarende til 1.764 m² (42x42 m) for stenrev og 2.025 m² (45x45m) for betonrev. Afstanden mellem de enkelte revlokaliteter og kontrolområder er ca. 350-500 m.

For detaljerede skitsetegninger af designeksempel henvises til ansøgningens Bilag, jf. Punkt I. I Bilag ses desuden oversigtskort samt søkort over de ansøgte områder.

Kumulation med andre projekter og anlæg

Circle Reef ligger ca. 5 km nordøst for den planlagte kabelkorridor for Energiø Bornholm projektet. Anlægsarbejdet for disse kabler er ikke sammenfaldende med etableringsperioden af nærværende forskningsrev.

Foreningen Køge Bugt Stenrev arbejder på at etablere stenrev flere andre steder i Køge Bugt. Alle disse stenrev, inkl. Circle Reef, vil blive anlagt gradvist i 3. og 4. kvartal i 2023 samt evt. 1. og 2. kvartal i 2024 afhængigt af sten- og betonleverancerne. Der vil derfor ikke ske anlægsaktiviteter samtidigt på flere lokaliteter. Der forventes derfor ikke kumulative effekter i den forbindelse.

Øst for de ansøgte områder til udlægning af sten- og betonrev ligger et kabelfelt, som er anført på søkortet. Efter opfordring fra Kystdirektoratet har WSP haft kontakt til Geodatastyrelsen (herefter benævnt GST) for at få bekræftet tilstedeværelsen af kabelfeltet. GST bekræfter, at det er et kabelfeltet, som blev tilføjet tilbage i 1960 af Post- og telegrafvæsenet (kabelingeniørtjenesten). I den forbindelse har GST fremsendt de oprindelige optegnelser af kabelfeltet på søkort tilbage fra 1960'erne samt uddrag af efterretninger for søfarende udgivet af det kongelige søkort-arkiv som dokumentation for det udlagte kabelfelt i Køge Bugt. Kabelfeltet har en bredde på ca. 450 m (200 meters beskyttelseszone på hver side af bækelinie). Kabelfeltet går i land lige syd for Brøndby Havn nord for Circle Reef. Den mindste afstand fra de ansøgte revlokaliteter til kabelfeltet er ca. 60-100 m. Det kan dermed konkluderes, at de ansøgte områder er beliggende uden for beskyttelseszonen til kablerne, hvorved der ikke er restriktioner ift. aktiviteter på havbunden og anlæg på søterritoriet. Der er dermed ikke behov for kontakt til ledningsejer.

Der kendes ikke til andre tilstødende projekter, hvor nærværende projekt vil konflikte.

Anvendelse af naturressourcer

Der anvendes alene natursten til stenrevet med gennemsnitsstørrelse på 50-100 cm med en vægt på ca. 200-1500 kg. Stenene kan variere i størrelse fra 30-250 cm. Der forventes udlagt i alt op til ca. 1.000 m³ stenrev af natursten.

Der anvendes rent beton indeholdende støbemix samt ca. 5% muslingeskaller som tilslag. Muslingeskallerne vil være grundigt rengjorte og stamme fra lineopdræt i Limfjorden. Lineopdrættede muslinger medfører et begrænset aftryk på havbunden og klimaet. For at øge rugositeten og øge antallet af huler til fremme af biodiversiteten vil betonelementerne være designet med struktur og huller. Hullerne i betonen minimerer anvendelse af beton og cement, idet betonelementerne anvendt her vejer 25 % mindre med huller sammenlignet med tilsvarende elementer uden huller. Hullerne er ca. 10 x 10 cm² og er gennemgående. Der vil være i omegnen af fem huller pr. betonelement. Hvert betonelement har en størrelse på 180 x 60 x 60 cm. For at undgå udslip af kemi/miljøfarlige stoffer fra beton, er der valgt ren beton-støbemix til en C20/25. Overfladen af betonelementer vil have en struktur, der er sammenlignelig med sten, hvilket giver det bedste sammenligningsgrundlag i forhold til forskning og overvågning af biodiversiteten.

Affaldsproduktion, forurening og gener

Etableringen af sten- og betonrevet samt optagning af betonelementerne efter forskningsperioden vurderes ikke at medføre affaldsproduktion, forurening eller gener.

Udlægningen af sten og beton foretages på ren, ikke-forurenede sandbund. Beton og sten udlægges næsten samtidigt, men der kan godt være op til to måneders forskel i udlægningsperioden. Udlægningen af sten og beton på



havbunden sker fra gravemaskine på pram på lokaliteten og støjgener på kysten vil være ubetydelig, idet afstanden til bebyggelse på kysten er ca. 7-8 km og perioden, hvor der udlægges sten og beton, er meget kort. Selv hvis der er tale om flere udlægningsperioder vil påvirkningen fortsat være begrænset. Påvirkningerne fra optagningen af beton efter projektets afslutning vil være sammenlignelig med påvirkningerne i forbindelse med udlægningen ved begyndelsen af projektet og vil derfor være ubetydelig.

Betonelementerne transporteres på samme måde som stenene. Der planlægges fragt af beton til Køge Havn og derfra udskibning og udlægning ved Hede Danmark.

Produktionen af betonelementer til betonrevet sker i støbeforme udformet i stål. Støbeformene er standardforme (ligner store legoklodser), der kan anvendes til mange andre betonelementer fremover til fx sikring mod uønsket trafik. Det vurderes, at levetiden på stålformene er +5000 støbninger. Der produceres således ikke affald i forbindelse med støbning af betonelementerne eller etablering af revene generelt.

Risiko for ulykker

Projektet vurderes ikke at medføre særlig risiko for ulykker. Projektet vil blive gennemført af entreprenør med stor erfaring i håndtering af sten og andre tunge elementer ved marine anlæg. Forskningsrevet er beliggende i et område præget af moderat skibstrafik. Omkring forskningsrevet forløber en mindre trafikrute mellem Køge Havn og indsejlingen til København sydfra. Sejladsen i området vurderes både at være relateret til rekreativ sejlads, kommerciel trafik og lokalt fiskeri. Entreprenøren er vidende om disse forhold. Heller ikke i forbindelse med produktionen af beton på land er der risiko for ulykker.

Udlægningen af beton og sten forventes at foregå i 2024, i perioder hvor der er få fritidsbrugere af Køge Bugt. Tilsvarende vil optagningen efter forskningsprojektets afslutning foregå i vinterhalvåret forventeligt 2039/2040. Projektet vil derfor ikke være til gene for den rekreative trafik i området. Det vurderes, at den kommercielle trafik (eksempelvis handels- og fragtskibe) og fiskeriet i området potentielt kan påvirkes. Under anlægsfasen er øvrige sejladsaktører i området orienteret om anlægsarbejdet og risikoen for kollision vurderes at være lav. Anlægsfasen er kortvarig, og eftersom der kun er tale om et enkelt anlægsfartøj ad gangen, vurderes den øvrige trafik at påvirkes i mindre grad. Projektet vil derfor ikke være til betydelig gene for den kommercielle skibsfart i området.

Idet forskningsrevet anlægges på 9-10 meters dybde, vil der efter etableringen være god frihøjde i vandsøjlen over revet, hvorfor der ikke er risiko for grundstødning eller kollision med øvre fartøjer i området. Efter forskningsperiodens ophør vil frihøjden ikke ændres betydeligt.

Miljømæssig sårbarhed

Køge Bugt har igennem tiden været udfordret af stenfiskeri, hvor stenrev er blevet fjernet til byggeri af stenmoler m.fl. Derudover er Køge Bugt påvirket af næringsstoffer fra landbruget og spildevand samt klapning af havbundsmateriale og råstofindvinding fra andre områder. Etablering af rev på sandbunden vil derfor bidrage til at genskabe den marine biodiversitet i området, herunder at skabe gode levevilkår for tang, muslinger, hvirvelløse dyr og fisk. Derudover vil der være en lokal, men positiv effekt for småfisk og yngel, herunder kutlinger, som danner fødegrundlag for flere fiskearter, samt juvenile individer af den kraftigt truede ål.

Det nærmeste Natura 2000 område nr. 143 "Vestamager og havet syd for" (Habitatområde nr. 127 og fuglebeskyttelsesområde nr. 111) er beliggende ca. 4,8 km nordøst for forskningsrevet. Habitatområdet er udpeget for de marine naturtyper vadeblade Sandbanke (1110), Kystlagune (1150) samt Bugter og vige (1160). Grundet afstanden til Natura 2000 samt projektets karakter herunder lokale og kortvarige miljøpåvirkninger ved etablering af forskningsrevet, vurderes det, at der ikke vil forekomme væsentlig skade på Natura 2000 områdets udpegningsgrundlag.

Potentielle påvirkninger

Vurderingen af de potentielle påvirkninger af havmiljøet tager udgangspunkt i en udlægning af sten og beton ved begyndelsen af forskningsprojektet. Tilsvarende vil der, efter endt forskningsperiode, forekomme en eller flere optagningsperioder af beton. Beton og sten udlægges næsten samtidigt, men der kan godt være op til to måneder imellem periode for udlægningen af sten og beton. Vurderingen af de potentielle påvirkninger baseres derfor på flere udlægninger ved påbegyndelsen af projektet samt optagning af beton efter ca. 15 år.

Havbunden i området er veldokumenteret, hvorved vidensgrundlaget er stort. Miljøvurderingerne er dermed baseret på valide data.

Forskningsrevet består delvist af betonrev, ny-produceret til formålet. Der udledes en del CO₂ til atmosfæren i forbindelse med afbrænding af kridt til produktion af cementblanding. I projektet er der gjort forskellige tiltag for at



reducere brugen af cement til betonen, bl.a. er der udviklet og testet en opskrift på beton til formålet, hvor der tilsættes et minimum af cement, mens betonen stadig har den ønskede stabilitet i havvand. I projektet indgår også en analyse af den mængde CO₂ betonen optager, og alle resultaterne vil indgå i en endelig kortlægning af klimaaftrykket af hhv. stenrev og betonrev og der udarbejdes en cost-benefit-analyse for hver revtype udlagt i Køge Bugt Marine Park.

Sten- og betonrevet er beliggende ca. 6 km fra land. Grundet den betydelige afstand til kysten vil anlægsarbejdet ikke påvirke de bebyggede områder eller eventuelle fredede områder langs kysten. Anlægsarbejdet vil desuden heller ikke påvirke de rekreative interesser på havet og fritidsbrugerne i områderne. Dette gælder også i forbindelse med anlægs- og optagningsarbejdet ved projektets afslutning. Idet anlægsarbejdet forventes gennemført i vinterhalvåret forventes antallet af fritidsbrugere at være relativt lavt i området.

Revet er ikke beliggende i nærheden af kulturarv på havbunden og etableringen vil derfor ikke påvirke marinarkæologiske interesser på havet. Det nærmeste fund og fortidsminde er beliggende mere end 400 m sydøst for forskningsrevet.

Under anlægsfasen ved påbegyndelsen af forskningsprojektet forventes støj fra entreprenørmaskiner svarende til kortvarigt almindelig anlægsstøj i stil med vejarbejde. Arbejdet vil blive udført i en kort periode, og det forventes, at det drejer sig om maksimalt tre-fire laster fra pram med sten og maksimalt to laster med beton, der transporteres ud til området og lægges ned på havbunden. Selve udlægningen forventes samlet set at vare ganske få døgn, hvorfor støjpåvirkningen vurderes som ikke væsentlig. Det vurderes, at lydfølsomme fisk og havpattedyr (sæler og marsvin) midlertidigt kan fortrække til tilstødende lokaliteter i den korte periode (få dage), hvor stenene og betonen placeres på havbunden. Der vil tilsvarende være en lokal og kortvarig støjpåvirkning i forbindelse med optagning af beton fra havbunden og op på pram. Tilsvarende vil der i forbindelse med optagningsarbejdet ved forskningsprojektets afslutning være en ubetydelig støjpåvirkning.

Selv baseret på den fulde ansøgte stenmængde på 1.000 m³ natursten er der tale om et begrænset antal leverancer/sejladser af sten og beton fra pram (forventeligt maksimalt fire til fem laster i anlægsfasen). På den baggrund vil der ikke være en betydelig merbelastning af skibstrafikken i området. Der vil kun være en enkelt pram i området ad gangen. Derudover opholder prammen sig meget kortvarigt i området, hvorved der fortsat vil være godt manøvrerum for den marine trafik uden om arbejdsområdet. Påvirkningen af sejladserforhold i området vurderes ikke at være væsentlig – også selvom det måtte være tale om flere udlægningsperioder.

De samlede påvirkninger under anlægs- og optagningsarbejdet vil være kortvarige og forekomme lige omkring arbejdsfartøjet. Desuden vil påvirkningen kun forekomme i de perioder, hvor der rent faktisk udlægges sten og beton på havbunden fra pram – det samme gælder for optagning af beton. Der forventes at blive fragtet sten og beton maksimalt fem gange før forskningsperioden, hvilket vil sige, at den samlede påvirkning vil vare ganske få døgn.

Etableringen af "Circle Reef" i den nordlige del af Køge Bugt vurderes samlet set ikke at medføre negative påvirkninger af havmiljøet i området. Revet forventes derimod at kunne gavne havmiljøet og biodiversiteten ved at bidrage med hulrum og derved levesteder til forskellige organismer, heriblandt torsk. Forskningsrevet forventes ligeledes at blive begroet med tang (makrolager), som hovedsageligt vokser på hårde overflader. Tang har derfor begrænset forekomst på sandbund, mudderbund og lignende bundtyper. Sten- og betonrev vil begge øge den lokale forekomst af hårde overflader. Dette vil efter alt at dømme give bedre mulighed for tangvækst, selv om udviklingen af tangskove er begrænset af de lokale lysforhold, som varierer med bl.a. dybden og koncentrationen af partikler og mikroalger i vandet. Tang vil udvikle områdets fysiske og biologiske kompleksitet yderligere og vil efter alt at dømme bidrage til en øget biodiversitet. Hvis der opstår en tangskov, kan den fremme levestederne til fiskearter som torsk, toplettet kutling og havkarusse, samt en række andre marine organismer. Det vil tage mange år, inden en tangskov er fuldt udviklet. Erfaringer fra bl.a. Blue Reef har vist, at det typisk tager > 10 år fra et rev placeres på havbunden og indtil tangskoven er fuldt udviklet som en naturligt forekommende tangskov. Både sten- og betonrev vurderes derved at have en positiv, men primært lokal effekt på biodiversiteten for både vegetation, invertebrater og fisk. Stenrev udgør essentielle habitater for flere fiskearter, og da arealet med huledannende stenrev er reduceret markant i Danmark som følge af stenfiskeri, vil udlægning af rev bidrage positivt til flere fiskearters gydning, opvækst og overlevelse.

Etableringen af revet vurderes ikke at have nogen væsentlige negative effekter på mennesker og menneskelige aktiviteter. Etableringen af revet forventes tværtimod at have positiv indflydelse på besøgende og brugere af havområdet, idet de kan følge udviklingen på revet dels ved selvstudier, men også via formidling af projektets aktiviteter og resultater i nærområdet og på de sociale medier. Dette forventes at øge bevidstheden om vigtigheden af et sundt havmiljø og højne befolkningens tilknytning til havet og områdets naturværdier.



Som følge af etableringen af forskningsrevet ændres havbunden fra sandbund til stenrev. Ændringen af havbunden er som udgangspunkt permanent, men idet revet etableres som et forskningsprojekt over en periode på 15 år, hvorefter betonrevet forventes fjernes igen, kan den oprindelige havbund genskabes, hvorved påvirkningen anses som reversibel. Stenrevet forventes at være en permanent tilføjelse til havbunden. I forbindelse med udlægning af sten og beton på havbunden kan der forekomme sedimentspredning. Da havbunden primært består af fint til groft sand vil spredningen af finpartikulært sediment (ler, silt og finsand) være meget begrænset og eventuel spredning vil kun forekomme lige omkring anlægsskæret. Køge Bugt er et farvand præget af dynamiske forhold og periodevis stærke strømme, hvorved sedimentspredning i Køge Bugt lokalt og periodevis har et højt naturligt baggrundsniveau. Merbelastningen fra anlægsfasen vil derfor være ubetydelig.

Samlet vurderes indvirkningen af projektet at have en lav intensitet og belastning, idet det vurderes, at der ikke opstår overskridelser af vejledende grænseværdier og miljømål. Indvirkningen vurderes ligeledes at have lav kompleksitet, idet der kun er tale om én simpel anlægs- og optagningsaktivitet (udlægning af sten og beton på havbunden samt efterfølgende optagning af beton). Herudover er havbunden, hvor stenrevet placeres, typisk for Køge Bugt og havbunden ligger uden for ålegræssets hovedudbredelse. Desuden forekommer der ikke sårbare naturtyper lige omkring det ansøgte område. Samlet medfører det en lav betydning og følsomhed både i anlægs- og optagningsfasen.

Mulige konflikter med Danmarks Havplan

Forskningsrevet er ikke i arealmæssig konflikt med øvrige arealanvendelser i den danske havplan – heller ikke set i forhold til Danmarks havplan i høring af 27. november. Sten- og betonrevet er beliggende inden for zone til beskyttelsesforanstaltninger for luftfart relateret til Kastrup Lufthavn. Udlægning i havplanen af områder til zoner for beskyttelsesforanstaltninger for luftfart medfører i sig selv ingen begrænsning i adgangen til eksempelvis sejlads i området, og har ingen betydning i forhold til nærværende projekt og formål.

Ca. 2,2 km syd for de ansøgte områder er der tilføjet et areal med arealanvendelsen "Zone til marinarkæologisk kulturarvsdeponering" benævnt MK8. Hverken denne nye arealanvendelse eller øvrige potentielle ændringer i havplanen har dog direkte eller indirekte betydning i forhold til udlægning af sten og beton på Circle Reef.

Vandrammedirektiv & Havstrategi

Se vedlagte Bilag 2 Notat om vurdering ift. Vandrammedirektiv og Havstrategidirektivet

Monitering på forskningsrev og vurdering af påvirkning

Som tidligere nævnt, vil der blive foretaget videnskabelige undersøgelser på revet for at indsamle viden om bl.a. betonrevs egenskaber sammenlignet med identisk rev af naturlige sten. Der vil blive foretaget følgende undersøgelser på revet:

- Fiskeundersøgelser foretaget vha. undervandskameraer placeret på havbunden før og hhv. 1 år, 4 år, 8 år og 14 år efter udlægning af stenrev og betonrev. Fiskeforekomsten sammenlignes med nærliggende kontrolområde med sandbund. Fiskemonitering foretaget med UV-kamera er biologisk skånsomt idet ingen fisk fanges og dræbes. Selve kameraet er placeret på en stang fastgjort til en betonflise, der placeres på havbunden og med reb op til en bøjle ved overfladen. Ved udskiftning af SD-kort med videosekvenser optages kamera til båd og placeres på samme lokalitet igen når nyt kamera er indsat. Moniteringen foretages over nogle uger i sommerhalvåret. Ved endt monitering fjernes kamera, flise og bøjle, og de ubetydelige negative påvirkninger, der måtte være i form af forstyrrelser, er således fuldt reversible.
- Fiskeundersøgelser foretaget vha. snorkling langs transekter før og hhv. 1 år, 4 år, 8 år og 14 år efter udlægning af stenrev og betonrev. Fiskeforekomsten sammenlignes med nærliggende kontrolområde med sandbund. Fiskemonitering foretaget vha. snorkling er biologisk skånsomt idet ingen fisk fanges og dræbes. **Moniteringen foretages over nogle uger i sommerhalvåret. Ved endt monitering forlader snorkleren området igen og medtager alle ejendele, og de ubetydelige negative påvirkninger, der måtte være i form af forstyrrelser, er således fuldt reversible.**
- Vegetationsundersøgelser foretaget vha. dykker eller ROV før og hhv. 1 år, 4 år, 8 år og 14 år efter udlægning af stenrev og betonrev. Monitering foretaget ROV er biologisk skånsom idet der udelukkende foretages visuelle observationer, og ingen makroalger eller ålegræs høstes eller fjernes fra området. **Moniteringen forventes at være en enkelt dag i løbet af sommerhalvåret. Ved endt monitering fjernes alt undervandsudstyr igen, og de ubetydelige negative påvirkninger, der måtte være i form af forstyrrelser, er således fuldt reversible.**



- Iltmålinger foretaget vha. CTDO hhv. 1 år, 4 år, 8 år og 14 år efter udlægning af stenrev og betonrev. Igen er der tale om biologisk skånsom monitoring idet målingerne foretages fra båd og blot har til formål at måle vandets temperatur samt indhold af salt og ilt i varierende dybder på revet. **Monitoringen forventes at vare en enkelt dag i løbet af sommerhalvåret. Ved endt monitoring fjernes alt undervandsudstyr igen, og de ubetydelige negative påvirkninger, der måtte være i form af forstyrrelser, er således fuldt reversible.**

Monitoring af beton ca. 1, 3, 5, 10 og 15 år efter udlægning af betonrev. Ved projektstart placeres et antal mindre klodser (ca. 20 kg på 30x30x30cm) af samme materialer som selve revene. Betonen monitoreres ved at indsamle en af disse klodser ved de forudbestemte tidspunkter og efterfølgende analysere prøverne i laboratoriet. Da klodserne indsamles fra havbunden manuelt vha. dykker vil der ikke forekomme væsentlig påvirkning af vegetation eller lydfølsomme dyr såsom havpattedyr. Indsamling af klodser forventes at tage ca. en dag. Efter endt prøvetagning fjernes alt UV-udstyr, og de ubetydelige negative påvirkninger, der måtte være i form af fysiske forstyrrelser, er fuldt reversible.]

F. Beskrivelse af planlagte arbejdsmetoder

Kan evt. uddybes i bilag



Sten og beton til etablering af stenrevet vil blive sejlet til arbejdsområdet og præcist udlagt med gravemaskine fra pram for korrekt placering. Ved optagningen løftes betonelementerne fra havbunden op med kran på pram og sejles væk fra området.

Stenudlægningen ved påbegyndelsen af forskningsprojektet forventes udført i /2024, mens optagning af beton forventes udført i vinterhalvåret 2039/40.

Udlægningen af sten og beton vil ske efter en detailplan, der udarbejdes sammen med entreprenøren og i overensstemmelse med den skitserede udformning, se kortlægningsrapporten afsnit 6.1 om "design af stenrev samt tegninger i Bilag, jf. Punkt I"

Den endelig detailplan for udlægning af sten efter forskningsperioden afklares i samarbejde med Kystdirektoratet.

G. Uddybning

Skal der i forbindelse med anlægget foretages uddybning?

☐

Ja

☒

Nej

Hvis ja skal mængden for uddybningen angives _____ m³

Beskrivelse af hvordan sedimentet fra uddybningen efterfølgende tænkes behandlet:

|



H. Opfyldning

Skal der i forbindelse med anlægget foretages opfyldning på søterritoriet?

☐

Ja

☒

Nej

Hvis ja skal mængden af opfyldningsmateriale angives _____ m³

Beskrivelse af opfyldningsmaterialets kvalitet:

|

I. Nødvendige bilag

Følgende bilag skal vedlægges:

- Søkort med indtegnet anlæg
- Matrikelkort med indtegnet anlæg
- Plan- og skitsetegning over det samlede anlæg
- Målsatte snittegninger over eventuelle moler, broer mv.
- Målfast oversigtskort med hele anlægget indtegnet
- Samtykkeerklæringer fra berørte grundejere
-

Alle relevante bilag vedhæftes ansøgningsmaterialet i henhold til Punkt IBilag 1.

Evt. andet relevant materiale:

|

J. Erklæring og underskrift

Undertegnede ansøger erklærer, at oplysninger, der står i ansøgningen, er i overensstemmelse med de faktiske forhold.

Dato

06-12-2023

Fulde navn (benyt blokbogstaver)

Louise Kristensen

Underskrift



Ansøgningen sendes med post til:

Kystdirektoratet

Højbovej 1

Postboks 100

7620 Lemvig

Eller via e-mail: kdi@kyst.dk

Vejledning til ansøgningsskema

(vedrørende ansøgning om tilladelse til anlæg på søterritoriet)

Punkt A. Oplysninger om ejere

Her anføres navn, adresse mv. på ejere af den eller de matrikler, hvor anlægget opføres på eller ud for. Er der flere ansøgere, kan det anføres i et vedlagt bilag.

Punkt B. Evt. repræsentant (entreprenør, ingeniør eller lignende)

Her anføres navn, adresse mv. på den person, der fungerer som kontaktperson (projektansvarlig) under sagens behandling, det kan for eksempel være et entreprenør- eller ingeniørfirma.

Punkt C. Offentliggørelse af oplysninger

Kystdirektoratet er forpligtiget til at orientere naboer og andre berørte parter om ansøgninger om tilladelse til anlæg på søterritoriet. Ved orienteringen sker der altid en videregivelse af de oplysninger, som er angivet i skemaet. Endvidere offentliggøres ansøgningen på Kystdirektoratets hjemmeside.

Punkt D. Anlæggets placering

Her anføres projektets adresse, dvs. dets fysiske placering. Det er vigtigt for sagens behandling, at matrikelnumre samt ejerlav angives. Disse oplysninger kan findes i ejendommens skøde eller indhentes fra kommunen eller på internettet, f.eks. på www.miljoportalen.dk.

Punkt E. Beskrivelse af anlægget

Her beskrives anlægget i sin helhed. Beskrivelsen skal bl.a. omfatte formål og baggrund for anlægget, anlæggets udformning, en beskrivelse af hvilke materialer, der anvendes til anlægget og overvejelser over anlæggets indvirkning på strømningsforhold og den nærliggende kyst.

Til anvendelse for en screening for VVM skal beskrivelsen ligeledes belyse nedenstående forhold.
Anlæggets

- dimensioner
- kumulation med andre projekter
- anvendelse af naturressourcer
- affaldsproduktion, forurening og gener
- risiko for ulykker, navnlig under hensyn til de anvendte materialer og teknologier



Anlæggets betydning for den miljømæssige sårbarhed i området særligt i forhold til

- nuværende arealanvendelse
- de tilstedeværende naturressourcers relative rigdom, kvalitet og regenereringskapacitet
- det naturlige miljøes bæreevne med særlig opmærksomhed på kystområder, områder der er fredet eller omfattet af national og international natur- og miljøbeskyttelses lovgivning, tætbefolkede områder, områder der er af særlig betydning ud fra et historisk, kulturelt eller arkæologisk synspunkt

Anlæggets potentielle påvirkninger herunder

- påvirkningernes omfang (geografisk område og antal personer der berøres)
- påvirkningernes grænseoverskridende karakter
- påvirkningers grader og -kompleksitet
- påvirkningens sandsynlighed
- påvirkningens varighed, hyppighed og reversibilitet

Beskrivelsen kan eventuelt suppleres med bilag.

Punkt F. Beskrivelse af arbejdsmetoder

Her angives hvilke arbejdsmetoder, der benyttes ved opførelsen af anlægget, bl.a. hvordan og hvornår arbejdet udføres. Angivelsen af arbejdsmetoder er vigtigt for vurderingen af anlæggets påvirkning på miljøet.

Punkt G. Uddybning

Hvis der i forbindelse med anlægget foretages en uddybning, skal det angives i kubikmeter, hvor stor en mængde sediment uddybningen omfatter, og ligeledes hvad der efterfølgende skal ske med sedimentet, f.eks. om det skal bruges til kystfodring, opfyldning mv.

Punkt H. Opfyldning

Hvis der i forbindelse med projektet foretages en opfyldning, skal omfanget af opfyldningen angives i kubikmeter materiale brugt til opfyldningen. Kvaliteten af materialet til opfyldningen skal belyses, specielt mht. om det er forurenat eller uforurenat materiale, der benyttes.

Punkt I. Nødvendige bilag

Følgende bilag skal foreligge, før en ansøgning om tilladelse til anlæg på søterritoriet kan behandles:

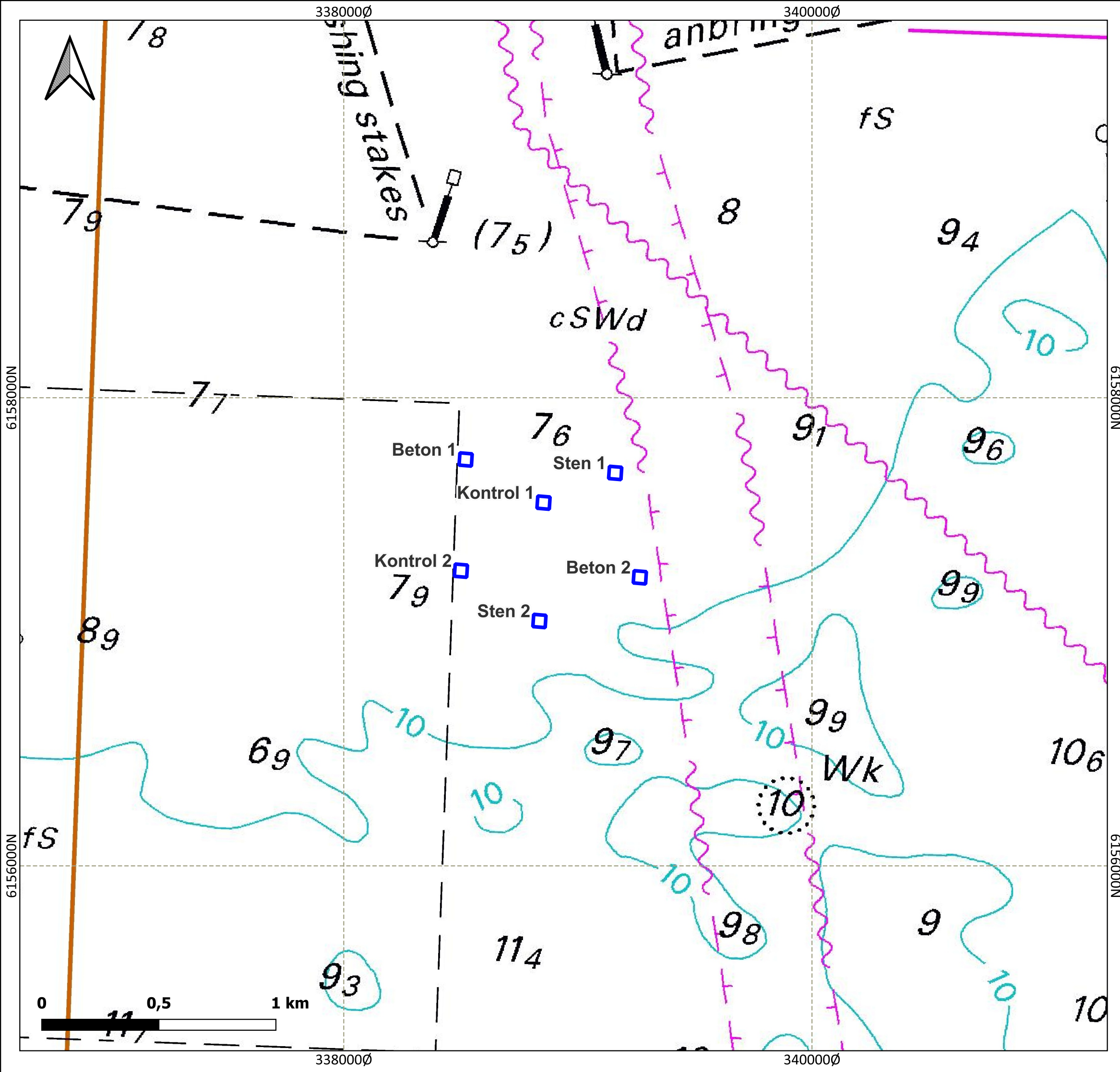
- Søkort med anlægget indtegnet
- Matrikelkort med anlægget indtegnet. Matrikelkort kan findes på www.miljoportalen.dk. Anlæg kan f.eks. indtegnes med tusch på matrikelkortet.
- Plan- og skitsetegning over det samlede anlæg
- Målsatte snittegninger, der gør rede for anlæggets konstruktioner. På snittegningen angives f.eks. konstruktionernes højde, bredde, længde mv.
- Målfast oversigtskort med hele anlægget indtegnet
- Samtykkeerklæringer fra ejerne af alle berørte matrikler skal vedlægges, hvis anlægget strækker sig over mere end ansøger / ejers matrikel. Hvis en repræsentant for ejeren, f.eks. entreprenør- eller ingeniørfirma søger om tilladelse til anlægget på ejerens vegne, skal ansøgningen desuden vedlægges en samtykkeerklæring fra ejeren om, at han er indforstået med dennes repræsentation, samt at han er indforstået med, at anlægget opføres på hans ejendom.



Er der i forbindelse med anlægget lavet en strømningsanalyse eller lignende, er det hensigtsmæssigt at vedlægge den/dem som bilag for at belyse sagen bedst muligt.

Hvis der er spørgsmål til ansøgningsskemaet, kan Kystdirektoratet kontaktes på tlf. 99 63 63 63 eller på email: kdi@kyst.dk.

Kystdirektoratet



Køge Bugt Marine Park

Circle Reef

Dato: 5 - 12 - 2023

Oversigtskort

Placering af ansøgte områder på søkort

Kort Projektion: EPSG 32632 - WGS84 UTM33 N

Ansøgte revlokaliteter



Projekt nr.:
22000954

Produceret af:
DANJ

Vandrammedirektivet og vandområdeplaner

Den 15. juni 2023 offentliggjorde Miljøministeriet vandområdeplanerne for tredje planperiode (2021-2027), som er en samlet plan for at forbedre det danske vandmiljø (Miljøministeriet, 2023). Den samlede økologiske tilstand i kystvandområderne vurderes i vandområdeplanerne på baggrund af en række biologiske kvalitetselementer: Fytoplankton (klorofyl), rodfæstede planter (makrolager og angiospermer som ålegræs og vandaks) og bentiske invertebrater (bundfauna). I tilstandsvurderingen af den økologiske tilstand indgår endvidere fysisk-kemiske kvalitetselementer, herunder forekomsten af nationalt specifikke stoffer, dvs. miljøfarlige forurenende stoffer (MFS). Derudover vurderes også den kemiske tilstand på baggrund af forekomsten af EU-prioriterede stoffer (Miljøministeriet, 2023).

Grænseværdier i forhold til Miljøfarlige forurenende stoffer (MFS)

For at kunne vurdere miljøfarlige stoffer i det marine miljø; vand, sediment og biota (matricer), benyttes forskellige tærskelværdier rundt omkring i verden. I nærværende vil fokus være på matricen sediment, da suspension af sedimentet, ifm. udlægning og fjernelse af sten og betonelementer kan forekomme.

I Danmark har Miljøstyrelsen fastsat miljøkvalitetskriterier (MKK) for forurenende stoffer i vandmiljøet, herunder sedimentkvalitetskriterier (SKK) (Miljøstyrelsen, 2024). EU-kommissionen har også fastsat miljøkvalitetskrav (EQS), som bruges af HELCOM-landene. Både EU's og vores nationale kvalitetskrav er lovpligtige grænseværdier baseret på risikovurderinger. Foruden de danske kvalitetskrav findes der forskellige grænseværdier i andre lande. EAC-grænseværdierne anvendes i OSPAR og er defineret som koncentrationen, hvorunder ingen kroniske effekter forventes at opstå i de mest sensitive marine arter (OSPAR, 2009). Ydermere findes der grænseværdien 'Effekt Range Low' (ERL) som er udviklet af miljøstyrelsen i USA (se (OSPAR, 2009; Nyberg et al., 2013).

Anvendte grænseværdier er prioriteret i rækkefølgen:

- 1) **SKK**: Nationale miljøkvalitetskriterier, her specifikt sedimentkvalitetskriterier (SKK), Miljøstyrelsen (Petersen et al., 2010; Miljøstyrelsen, 2024)
- 2) **EQS**: Environmental Quality Standards, EU's Miljøkvalitetskrav (HELCOM, 2017)
- 3) **EAC**: Environmental Assessment Criteria, OSPARs miljøvurderingskriterier (OSPAR, 2009)
- 4) **ERL**: Effect Range Low, USA's miljøstyrkelse (OSPAR, 2009)

Lovpligtige grænseværdier (1+2). Resten (3-4) er kun vejledende.

Eksisterende forhold/data

De eksisterende forhold er kortlagt på baggrund af vandområdeplanerne 2021-2027 (Miljøministeriet, 2023) og Miljøportalen i forhold til NOVANA overvågningsprogrammet, der indeholder data for de biologiske kvalitetselementer samt kemiske parametre (Miljøportalen, 2024) indenfor og i nærhed til projektområdet. De eksisterende data fra projektområdet er sammenlignet med tilgængelige data, samt for MFS, anvendelige grænseværdier (uddybet ovenfor). Desuden indgår data, som er indsamlet i forbindelse med kortlægningen af de geologiske og biologiske forhold på havbunden i Køgebugt, med henblik på placering af forskningsrevet (WSP DANMARK, 2023).

I vandområdeplanerne 2021-2027 er den samlede økologiske tilstand vurderet som moderat for 201 Køge Bugt på baggrund af kvalitetselementerne fytoplankton, rodfæstede planter og bentiske invertebrater (Tabel 1-1). Nationalt specifikke stoffer er vurderet til at have god økologisk tilstand, mens den kemiske tilstand for vandområdet er vurderet som ikke-god. Årsagen til den manglende målopfyldelse for kemisk tilstand er for høje koncentrationer af bly, kviksølv, cadmium og bromerede flammehæmmere (BDE) målt i biota i 2019 på overvågningsstationer i vandområdet (**Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**) (Vandplandata, 2023).

Circle Reef - Notat om vurdering ift. Vandrammedirektiv og Havstrategidirektivet

Tabel 1-1. Oversigt over økologisk og kemisk tilstand i vandområde 201 og 211. Tilstanden er baseret på tilstandsvurderingerne for vandområdeplaner 2021-2027, som er hentet via Miljøstyrelsens Vandplandata. Kilde: (Vandplandata, 2023).

ID/Vandområde	Rodfæstede planter	Bentiske invertebrater	Fyto-plankton (Klorofyl)	Vandets klarhed	Iltforhold	Nationalt specifikke stoffer	Samlet økologisk tilstand	Kemisk tilstand
201 - Køge Bugt, 1 sømil	Moderat	Moderat	Moderat	Ikke anvendelig	Ikke anvendelig	God	Moderat	Ikke-god

Tabel 1-2. Koncentrationer af miljøfarlige stoffer i biota, der ligger til grund for vandområde 201 Køge Bugts klassificering som ikke-god kemisk tilstand. Kilde: (Vandplandata, 2023).

Stof	Koncentration (µg/kg vådvægt)	Miljøkvalitets-krav	Station ID	År
Bromerede flammehæmmere (sum BDE, CAS 32-04-2)	0,05235	0,0085	97120112	2017
Cadmium (CAS 7440-43-9)	430,4	160	97120116	2019
Bly (CAS 7439-92-1)	501	110	97120116	2019
Kviksølv (CAS 7439-97-6)	441,1	20	97120117	2019

Feltundersøgelser, foretaget i forbindelse med placering af forskningsrevet, har indsamlet data for ålegræsudbredelsen, bundflora, fauna og fisk men ikke fytoplanktonkoncentrationer i området. Dette kvalitetselement er vurderede generelt i miljøpåvirkningsafsnittet nedenfor (WSP DANMARK, 2023).

Iltforholdene

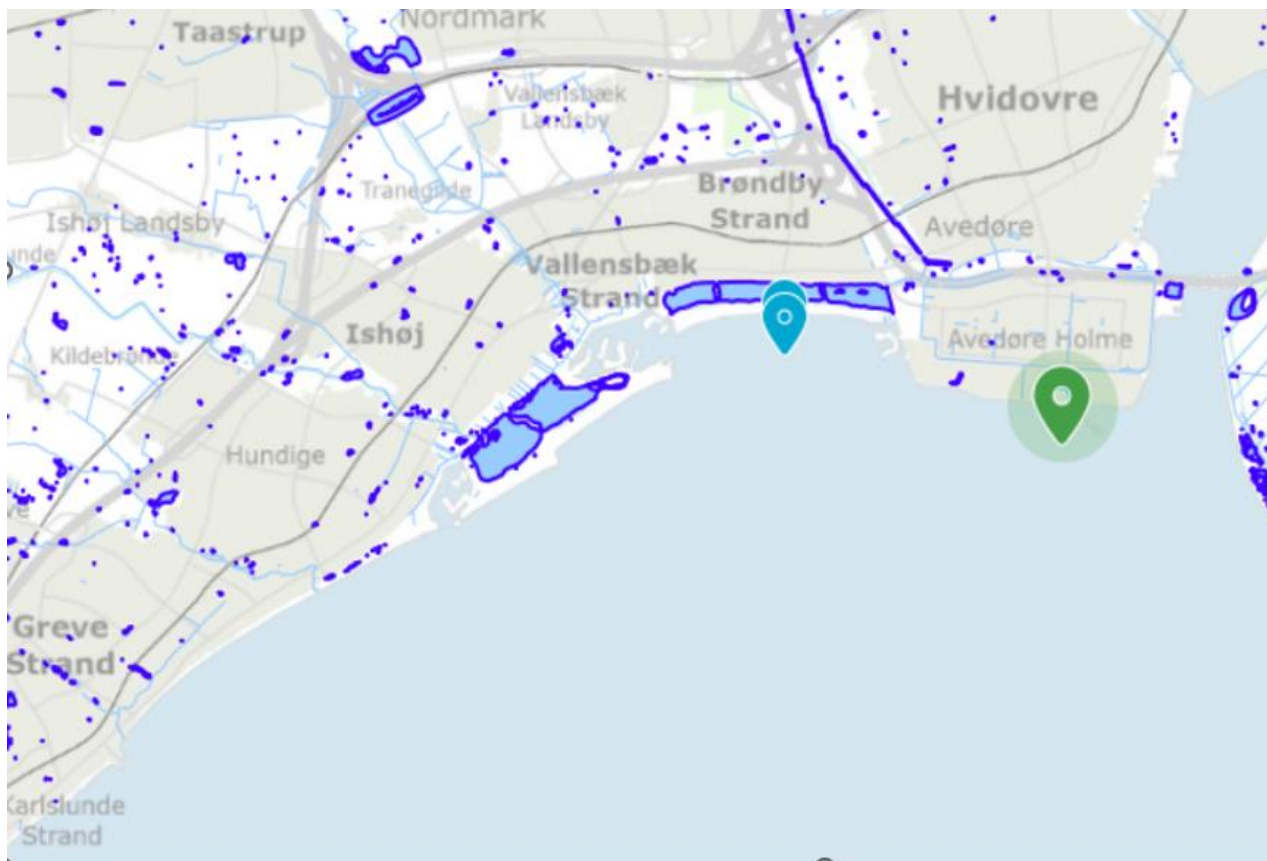
Iltforholdene i ansøgningsområdet er, jf. kortlægningsrapporten kap 4 (WSP DANMARK, 2023), generelt gode. Centralt i Køge Bugt har iltforholdene de seneste 10 år varieret fra ca. 14 mg/L i vinterhalvåret til ca. 8 mg/L i sommermånederne (Miljødata, 2023). Der er registreret et enkelt tilfælde af iltvind i bugten (eller nærvend iltvind) i slutningen af august 2020, hvor iltkoncentrationen faldt til 4 mg/L på vanddybder over 10 m. Dette er markant bedre end mange andre steder i de indre danske farvande, der har perioder med iltvind hver sensommer.

Rodfæstede planter

Analysen viser, at der ikke forekommer ålegræs inden for efterforskningsområdet. Dette vidner om, at vanddybden på 9-13 m er udover ålegræssets maksimale udbredelse i Køge Bugt. Rodfæstede planter, her ålegræs (*Zostera marina*), forekommer langs kysterne i Køge Bugt, samt på lavere vanddybder nord for efterforskningsområdet. Ålegræs overvåges i Køge Bugt gennem det danske NOVANA-program, og dybdefordelingen for to nærliggende stationer nord for efterforskningsområdet er angivet i Tabel 1-3 og på Figur 1-1. Data dækker den seneste 5-årige periode og omfatter hovedudbredelsen og maksimumsdybden angivet som intervaller, for de år hvor de er registreret.

Tabel 1-3. Ålegræs (*Zostera marina*) dybdegrænser (minimum, hovedudbredelse og maksimum dybdegrænse) observeret på NOVANA stationer/transektorer i Køge Bugt nær ansøgningsområdet. Rangen for hovedudbredelsen og den maksimale dybdegrænse observeret i NOVANA-overvågningsprogrammet, som er registreret i nogle år indenfor den seneste 5-årige periode. Hovedudbredelsen svarer til dybden, hvor ålegræssets dækningsgrad er 10 %. Stationernes placering i Køge Bugt se Figur 1-1.

NOVANA-station	Data periode	Hovedudbredelsen (10 %)	Maksimum dybdegrænse
97120088 – Brøndby tr. 8	2018-2023	5,8-6,7	6,4-7,4
97120092 – Avedøre tr.7	2018-2023	6,3-7,6	6,7-8,6



Figur 1-1. Placering af omkringliggende overvågningsstationer (NOVANA) som er anvendt til beskrivelse af eksisterende forhold for ålegræs.

Ålegræs betragtes som en nyttig indikator for vandkvaliteten, da ålegræssets vækst i høj grad reguleres af lystilgængeligheden, som igen påvirkes af næringsstofniveauet. Forhøjede næringsstofkoncentrationer stimulerer algevæksten og reducerer lystilgængeligheden ved havbunden og begrænser dermed ålegræssets vækst. Derfor anvendes bl.a. dybdegrænsen for ålegræs til at vurdere kystvandenes økologiske tilstand i vandrammedirektivet. I den nuværende vandområdeplan for perioden 2021-2027 er dybdegrænsen for ålegræs, i Køge Bugt, målsat til 7 meter (Miljøministeriet, 2023). Den nuværende dybdegrænse for ålegræs i Køge Bugt blev fundet på 6,8 meter i 2019 for overvågningsperioden 2014-2019, og på baggrund af disse data vurderes Køge Bugts økologiske tilstand med hensyn til ålegræs som i moderat tilstand (Vandplandata, 2023).

Måldybden på 7 meter for hovedudbredelsen nås på en af de to NOVANA-stationer, det indikerer altså, at ålegræsset i Køge Bugt er ved at nå målsætningen eller har nået den i nogle områder.

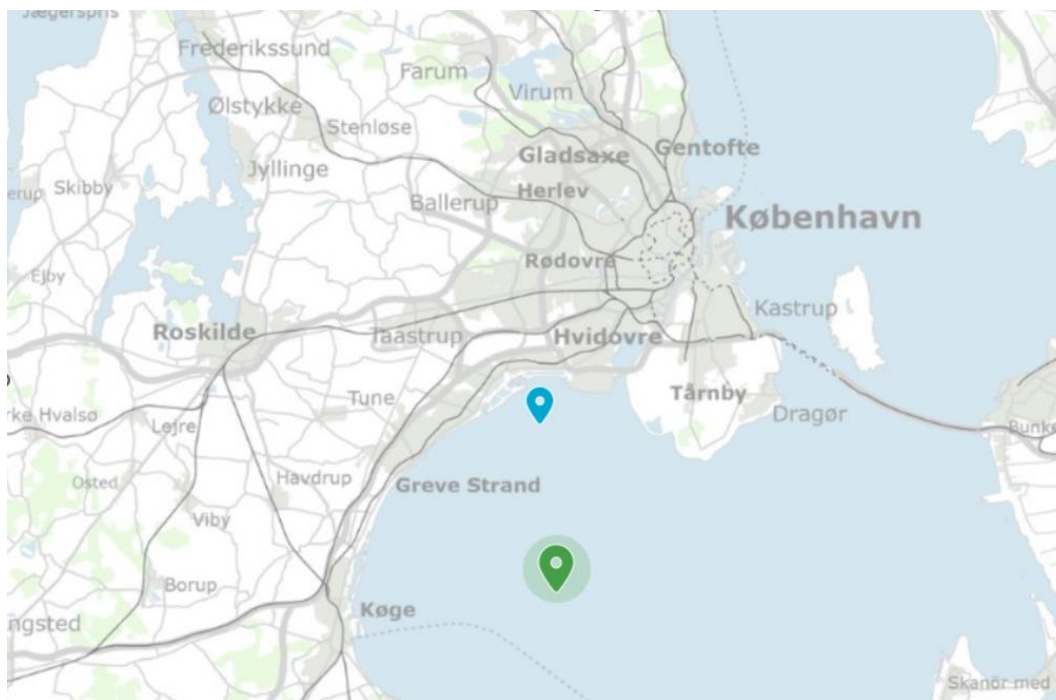
Bentiske invertebrater

Arts sammensætning og tæthed af bentiske invertebrater benyttes samlet som et kvalitetselement i vurderingen af den økologiske tilstand i vandområderne. Den nærmeste NOVANA station til projektområdet, som ligger inde for vandområdet, er station 97120114 – 127 (Vandplandata, 2023), som er placeret ud for Søvang. Stationen har været aktiv i NOVANA overvågningen siden 2010. Bundfaunaen er blevet undersøgt ved stationen ad to omgange i henholdsvis 2014 og 2021. Data viste, at bundfaunaen bestod af 53 arter domineret af Blåmuslinger (*Mytilus edulis*). Alm. nereis (*Hediste diversicolor*), Dyndsnegle (*Hydrobia ulvae*) og havbørsteormen (*Pygospio elegans*). Observationerne på NOVANA stationen stemmer fint overens med de arter som blev fundet i forundersøgelserne i projektområdet (for mere specifik gennemgang se afsnit 4.6 (WSP DANMARK, 2023)).

Alle de fundne arter er almindeligt forekommende i de danske farvande og vurderes generelt ikke at være sårbare arter.

Miljøfarlige forurenende stoffer

Nær ansøgningsområdet er der 2 eksisterende NOVANA stationer (Miljøportalen, 2024), hvor MFS er målt i sedimentet. Der er her tale om stationerne 97120002 (TOC 0,2%) og 97120010 (TOC 0,38%). Begge stationer ligger inden for 1 sm grænsen. Placering af NOVANA stationerne kan ses på Figur 1-2. På de udvalgte stationer blev der ikke fundet overskridelser af de anvendte grænseværdier (se afsnit om grænseværdier) af de NOVANA udvalgte overvågningsstoffer (Miljøportalen, 2024). På baggrund af tilgængelig eksisterende data for området omkring ansøgningsområdet, er det fundet at koncentrationerne af de overvågede miljøfarlige stoffer er under de anvendte grænseværdier for sediment.



Figur 1-2. Placering af omkringliggende overvågningsstationer (NOVANA) som er anvendt til beskrivelse af eksisterende forhold for MFS.

Miljøpåvirkning

I det følgende er placeringen/flytning af sten og beton i forskningsområdets påvirkning i forhold til vandkvalitet og vandområdeplaner vurderet med fokus på frigivelse af miljøfarlige stoffer.

I nærværende ansøgning vedr. etablering af forskningsrev vurderes der både i forhold til vandområdets økologiske tilstand (ud til 1-sømil grænsen) og kemiske tilstand (ud til 12-sømil grænsen). Derudover vurderes det om en eventuel tilstedeværelse af miljøfarlige stoffer (MFS) i ansøgningsområdet kan forventes at medføre tilstandsforringelse og ikke målopfyldelse af berørte vandområder. Denne vurdering baseres på eksisterende data fra tidligere undersøgelser af MFS i området sammenholdt med de anvendte grænseværdier.

Anlæg og demontering af forskningsrev

Forskningsrevet er et midlertidig anlæg på søterritoriet og forskningsperioden er tidsbegrænset, hvorfor projektet både omfatter udlægning af natursten og ny-produceret beton ved påbegyndelsen af forskningsprojektet, samt optagning af beton ved afslutningen af forskningsperioden. Naturstenene vil blive placeret enkeltvist i forbindelse med etablering af stenrevet i Køge Bugt. Placeringen af sten og beton, samt genoptaget af beton ved projektets afslutning, kan forårsage et mindre sedimentspild og suspension og dermed potentiel frigive næringsstoffer og MFS fra sedimentet i projektområdet. Men da sten og beton vil blive håndteret enkeltvis vil dette i høj grad minimere sedimentspild og resuspension i forbindelse med placering og etablering samt delvist fjernelse af forskningsrevet.

Sedimentspildet og suspension ifm. udlægning af sten og betonelementer er meget begrænset og spredes fortrinsvis indenfor ansøgningsområdet. Dette kan medføre kortvarige stigninger i sedimentkoncentrationen i vandet lige omkring forskningsrevet. Sedimentspredningen vil således udelukkende påvirke ansøgningsområdet, men ikke påvirke

vandområde 201 - Køge Bugt og 211 - Østersøen generelt. Køge Bugt er et lavvandet, dynamisk vandområde med naturlig stor ophvirvling af sandbunden i blæsevejr og storm. Sedimentspildet vil således have en ubetydelig negativ påvirkning på vandkvaliteten i vandområde 201 og 211.

Næringsstoffer

Størstedelen af områdets overfladenære geologi består af de hårde glaciale moræneaflejringer enten dækket af et meget tyndt mobilt sandlag (<0,5 m tykkelse) (substrattype 1b) eller tilstede direkte på havbunden, hvor der ses et stenet substrat (substrattype 2 og 3 samt lokal substrattype 4) (se afsnit 4.4 i (WSP DANMARK, 2023)).

Den nordlige del af efterforskningsområdet er karakteriseret ved substrattype 1b og spredt substrattype 2.

Baseret på det faktum, at overfladelaget, hvori det meste organiske stof og den største næringsbelastning findes, er minimal, eller i store dele af ansøgningsområdet ikke findes, vurderes det organiske indhold i sedimentet at være meget begrænset. Som indikation på niveauet er der målt TOC i sedimentet mellem 0,2 og 0,38 % på de omkringliggende to NOVANA stationer.

På den baggrund vurderes næringsindholdet, som er tilknyttet den organiske del af sedimentet, ligeledes at være lavt. Frigivelsen af næringsstoffer som følge af sedimentspredning/suspension ved placering af sten og beton, vil således også være lav, og at ligge indenfor baggrundskoncentrationen for kvælstof i vandområde 201, hvor forskningsrevet skal ligge. Frigivelsen af næringsstoffer vurderes derfor at være yderst begrænset og vil således ikke forringe vandkvaliteten i vandområde 201, 211 eller forhindre opnåelse af god økologiske tilstand for de biologiske kvalitetselementer i de to vandområder.

Klorofyl

Klorofyl vurderes, som følge af overstående vurdering for næringsstoffer, ikke at blive negativt påvirket af forskningsprojektet i vandområde 201 og 211, idet denne ikke vil medføre en merbelastning i forhold til frigivelse af næringsstoffer og dermed heller ikke i forhold til en øget klorofyl koncentration i vandområde 201 og 211. Projektet vil således ikke forringe tilstanden for kvalitetselementet klorofyl i vandområde 201 og 211 eller hindre opnåelse af god økologiske tilstand for vandområderne.

Ålegræs

I den nuværende vandområdeplan for perioden 2021-2027 er dybdegrænsen for ålegræs i Køge Bugt målsat til 7 meter (for hovedfordeling, gennemsnit for NOVANA-stationer) (Miljøministeriet, 2023). Måldybden på 7 meter for hovedudbredelsen nås på én af de to NOVANA-stationer, hvorfra den økologiske tilstand for ålegræs bestemmes. Den nuværende gennemsnitlige dybdegrænse for ålegræs i Køge Bugt blev fundet på 6,8 meter i 2019 for overvågningsperioden 2014-2019, og på baggrund af disse data vurderes Køge Bugts økologiske tilstand med hensyn til ålegræs som i moderat tilstand (Vandplandata, 2023). Dybden i ansøgningsområdet er over 7 m og alene af denne grund vil projektet ikke være til hinder for målopfyldelse for ålegræs i vandområde 201 - Køge Bugt.

Bundfaunaen

Bundfaunaen i ansøgningsområdet består fortrinsvis af sandbundssamfund med lav til middel dækningsgrad af bundfauna 2-3% domineret af sandorme og blåmuslinger og lokalt på de mere stenede substrater op til 20%. Samlet set vurderes de biologiske samfund i undersøgelsesområdet som lavt til normalt for Køge Bugt og almindeligt forekommende i Øresund og den danske del af Østersøen. Der er således et godt genetableringspotentiale for bundfaunasamfundet i ansøgningsområdet. Der blev ligeledes ikke registreret særligt sårbare arter, samt rødlistede bundfaunaarter jf. den danske rødliste (Den danske Rødliste, 2023) eller HELCOMs rødliste (HELCOM, 2023).

Det vurderes samlet for marin fauna at påvirkninger i forbindelse med sedimentspredning vil være af lokal karakter og kun berøre projektområdet. Substratet genskabes igen via den naturlige omfordeling af sediment, der karakteriserer det relativt høj-dynamiske område. Det vurderes på den baggrund, at forudsætninger for biologisk rekolonisering af området vil være mødt. Graden af påvirkning vurderes at være lav, idet de arter, der forgår, hverken udgør truede eller særligt sårbare arter, og tab af individer vurderes ikke at resultere i effekter på økosystem-niveau. Påvirkninger vurderes derfor at være af kort varighed, og det vurderes at områdets iboende arter relativt hurtigt vil genindvandre fra den omkringliggende bund (fuld reversibilitet). Projektet vil således ikke forringe tilstanden for kvalitetselementet bundfauna i hele vandområde 201 og 211 generelt eller forhindre opnåelse af god økologiske tilstand i vandområdet.

Miljøfarlige stoffer

Ved nedlægning og fjernelse af sten og beton til havbunden ophvirvles og spredes sediment, som forventes at medføre frigivelse og spredning af MFS, der kan medføre økotoksikologiske effekter på flora og fauna. Dette kan medføre kortvarige stigninger i sedimentkoncentrationen i vandet lige omkring projektområdet.

Miljøfarlige stoffer er bundet til det organiske stof (TOC) i sedimentet samt ler og silt. Der forekommer ikke oplysninger om det organiske indhold i ansøgningsområdet, men det må generelt antages at være lavt med lokale højere værdier, hvor der forekommer gytje, tørv eller ler i ressourcen. Som indikation på TOC-indholdet er der målt mellem 0,2 og 0,38 % på de omkringliggende NOVANA stationer.

Naturlige forstyrrelser af havbunden såsom bølge- og strømpåvirkning, storme og bioturbation vil naturligt være med til kontinuerligt at opblande de øvre, mobile sedimentlag, og MFS-koncentrationen i det aktive lag afspejler derved formodentligt koncentrationen i den overliggende vandsøjle (Marine Habitat Committee, ICES, 2001).

Der fandtes ingen overskridelser af MFS på de to udvalgte NOVANA stationer (97120002 og 97120010) (se Figur 1-2), og den manglende målopfyldelse for kemisk tilstand i Køge Bugt, skyldes for høje koncentrationer af bromerede flammehæmmer (sum,BDE), bly, kviksølv og cadmium i biota.

Generelt har de fleste MFS – i særdeleshed tungmetallerne – lav opløselighed i vand, hvorfor stofferne adsorberer stærkt til og akkumulerer i sedimenter med højt organisk indhold (Soares et al., 2008; Miljøstyrelsen, 2020; Government of Canada, 2023). Ved ophvirvling af sedimentet i projektområdet i forbindelse med nedlægning af sten og beton samt optagning af beton til forskningsprojektet, forventes en kortvarige stigning i sedimentkoncentrationen i vandet lige omkring forskningsrevet. Sedimentspredningen vil således medføre spredning af MFS, herunder også MFS som bidrager til ikke-god kemisk tilstand. Disse MFSer vil primært sedimentere ud igen, mens de kun i mindre grad forventes at opløses i vandsøjlen og vil, jf. ovenstående, formentligt allerede indgå i baggrundskoncentrationen i vandsøjlen og den samlede belastningen af vandområdet omkring projektområdet.

Økologisk og kemisk tilstand vurderes på baggrund af ovenstående ikke at blive påvirket som følge af etablering/fjernelse af forskningsrevet i ansøgningsområdet, idet nedlægning/fjernelse af sten og beton ikke vurderes at medføre en merbelastning (ekstratilførsel) i forhold til MFS til de omkringliggende vandområder. Derudover, var der ingen overskridelse af MFS i sediment på de to nærliggende NOVANA stationer. Aktiviteterne vurderes således ikke at ville medføre en tilstandsforringelse af og vil ikke hindre målopfyldelse i de berørte vandområder 201 og 211

Samlet vurdering

Samlet vurderes for alle kvalitetsparametre det derfor, at etablering og fjernelse af forskningsrevet i ansøgningsområdet ikke vil forringe den nuværende kemiske og økologiske tilstand for vandområde 201 - Køge Bugt og 211 - Øresund eller de omkringliggende vandområder, eller være til hinder for målopfyldelse i vandområde 201 og 211 eller omkringliggende vandområder.

Havstrategidirektivet

EU's havstrategidirektiv er i Danmark implementeret ved Bekendtgørelse af lov om havstrategi (LBK nr. 1161 af 25/11/2019). Havstrategiloven omfatter de danske havområder, herunder havbund og undergrund, på søterritoriet og i de eksklusive økonomiske zoner (EEZ). EU's havstrategidirektiv skal sørge for, at der opnås eller opretholdes god miljøtilstand i havets økosystemer samtidig med, at bæredygtig udnyttelse af havets ressourcer muliggøres.

En god miljøtilstand beskrives og vurderes ud fra emner, som definerer en række fokusområder. Disse emner kaldes for deskriptorer. De 11 deskriptorer dækker både forhold, der beskriver miljø- og naturtilstanden og påvirkningerne fra menneskelige aktiviteter. Deskriptorerne i Danmarks Havstrategi II med tilhørende relevante miljømål og indikatorer er beskrevet i **Fejl! Henvissningskilde ikke fundet..** Foruden de 11 deskriptorer er der udpeget en række havstrategiområder med fokus på at supplere og skabe synergi med det eksisterende netværk af beskyttede havområder (Natura 2000-områder). Udpegningen har fokus på beskyttelse af en række naturtyper og arter, som enten ikke ligger inden for eksisterende beskyttede områder, eller ikke er omfattet af beskyttelsestiltag inden for et eksisterende beskyttet område.

Miljøvurdering

Der er foretaget en vurdering af, om det ansøgte forskningsrev kan have en påvirkning på hver af de 11 deskriptorer. For de deskriptorer, hvor det vurderes, at der potentielt kan være en påvirkning, er påvirkningen vurderet for de relevante og operationelle miljømål i forhold til en eventuel tilstandsvurdering, som angivet i Basisanalysen for Danmarks Havstrategi II (Miljø- og Fødevarerministeriet, 2019). Nærmeste havstrategiområder ligger ved Bornholm mere end 140 km væk og pga. afstanden vurderes udlægning af stenrev i nærværende ansøgningsområde ikke at påvirke havstrategiområderne, hvorfor de ikke behandles yderligere. Ydermere finder havstrategien ikke anvendelse i havområder, der strækker sig ud til 1 sømil (kystvande), såfremt disse områder er omfattet af lov om vandplanlægning. Denne afgrænsning har til formål at udelukke særlige miljømæssige aspekter, som allerede er omfattet af vandrammedirektivet mfl. De kemiske forhold er således underlagt vandrammedirektivet ud til territorialfarvandene (12 sømil). Således er tilstanden for MFS ud til 12 sømil vurderet på baggrund af Vandrammedirektivet.

Påvirkningen af projektet for hver enkelt deskriptor er vurderet nedenfor og eksisterende forhold er inkluderet i dette afsnit for de deskriptorer, som er vurderet til at have en påvirkning i selve ansøgningsområdet.

D1: Biodiversiteten

Deskriptoren indeholder tilstandsvurderinger af fugle, havpattedyr, fiskearter, der ikke udnyttes erhvervsmæssigt, og pelagiske habitater.

Der forekommer ikke væsentlig fortrængning (evt. kun kortvarig-midlertidig og lokal, se nedenstående vedrørende D11 undervandsstøj) eller direkte dødelighed af fugle og havpattedyr fra dette forskningsprojekt, og dermed vil projektet heller ikke kunne påvirke bestandsstørrelser af disse arter. Samlet set vurderes det, at projektets påvirkninger af fugle og havpattedyr ingen overordnet betydning har for bestandene, idet der kun er potentielle mindre til moderate negative påvirkninger inden for ansøgningsområdet og ubetydelig til ingen i hele Køge Bugt.

Bifangst af fugle og havpattedyr foregår hovedsageligt ved konsum- og industrifiskeri og er ikke relevant for dette projekter. Det vurderes derfor at fiskearter, der ikke udnyttes erhvervsmæssigt, ikke påvirkes af projektet.

Pelagiske habitater i form af tilstand for plante- og dyreplankton i havområdet forventes ikke at blive påvirket.

På det grundlag vurderes det derfor, at projektet ikke vil kunne påvirke havstrategiens miljømål eller hindre opnåelse af god miljøtilstand for denne deskriptor.

D2: Ikke-hjemmehørende arter

Ikke-hjemmehørende arter, er arter der via menneskelige aktiviteter bliver indført til områder, hvor de ikke findes naturligt, og hvortil de ikke naturligt kan spredes. Indførslen kan påvirke eksisterende fødenet og økosystemer negativt. Denne deskriptor vurderes ikke at være relevant for dette projekt, da benyttede skibe udelukkende opererer i danske farvande. På det grundlag vurderes det, at projektet ikke vil kunne påvirke havstrategiens miljømål eller forhindre opnåelsen af god miljøtilstand for denne deskriptor.

D3: Erhvervsmæssigt udnyttede bestande

Fiskeri har betydning for fiskebestandenes størrelse, dødelighed, fiskenes alder og størrelsesfordeling, diversitet og gydebiomassen. Det skal derfor vurderes om projektet kan påvirke fiskeridødeligheden, gydebiomassen og alders- og størrelsesfordelingen af individer i populationerne og den genetiske diversitet for de kommercielt fiskede arter i Østersøen.

Etablering af et forskningsrev på sandbunden i det nordlige Køge Bugt vil bidrage til at genskabe funktionen af den oprindelig stendækning i området herunder at skabe gode levevilkår for tang, muslinger, hvirvelløse dyr og fisk. Derudover vil der være en lokal, men positiv effekt for småfisk og yngel, herunder kutlinger, som danner fødegrundlag for flere fiskearter, samt juvenile individer af den kraftigt truede ål og den sårbare bestand af Østersø-torsk. Også større rovfisk på højere trofiske niveauer kan potentielt anvende revet til at søge føde på. Stenrevet kan potentielt udgøre essentielle habitater for flere fiskearter, og da arealet med huledannende stenrev er reduceret markant i Danmark som følge af stenfiskeri, og udlægning af rev vil bidrage positivt til flere fiskearters gydning, opvækst og overlevelse.

Ydermere forekommer der generelt meget begrænset erhvervsfiskeri i Køge Bugt (EMODnet, 2024). Størst påvirkning kommer blandt andet fra arealinddragelse, som kan forstyrre fisk ved at indskrænke mulige gyde- og opvækstområder samt føre til en reduktion af habitat- og fødegrundlag.

Ansøgte etablering af forskningsrev vurderes derfor ikke at give anledning til væsentlige påvirkninger på havbunden, gyde- og opvækstområder, fødegrundlaget og bestandene af kommercielle fiskearter i Køge Bugt og dermed heller ikke i den danske del af Østersøen. På det grundlag vurderes det derfor, at projektet ikke vil kunne påvirke havstrategiens miljømål eller forhindre opnåelsen af god miljøtilstand for denne deskriptor i Østersøen.

D4: Havets fødenet

Deskriptoren tilstandsvurderes på baggrund af relevante indikatorer fra D1. Det er beskrevet under D1, at forskningsrevet ikke medfører væsentlig påvirkning på bundflora og -fauna, fisk, fugle, havpattedyr eller planktonbiomassen. På det grundlag vurderes det derfor, at projektet ikke vil kunne påvirke havstrategiens miljømål eller forhindre opnåelsen af god miljøtilstand for denne deskriptor.

D5: Eutrofiering

En øget koncentration af næringsstofferne kvælstof og fosfor i havmiljøet kan forårsage øget algevækst. Øget algevækst kan føre til iltvind og dårlige lysforhold i vandet og dermed forringe forholdene for bundplanter, fisk og andre dyr. Endvidere kan det medvirke til opblomstring af giftige alger (i Østersøen primært blågrønalger). Tilstanden for denne deskriptor i Østersøen er i Miljø- og Fødevarerministeriet (2019) vurderet til ikke at være god.

I forbindelse med nedlægningen af sten og beton til forskningsprojektet kan de resulterende sedimentspild og resuspenderet sediment spille en rolle. I sedimentet kan der frigives næringsstoffer, som kan stimulere væksten af planteplankton, især hvis det sker på et tidspunkt af året, hvor væksten af planteplankton er begrænset af mængden af næringsstoffer. Effekten vurderes at være begrænset, idet næringsstofindholdet er lavt, som også sedimenterer relativt hurtigt på et lille område. En eventuel næringsstofftilførsel fortyndes hurtigt med afstanden til kilden.

Sedimentet, er fortrinsvis rent, fint og groft sandet med lavt organisk indhold, og dermed også lav bindingsevne for næringsstoffer. Det er derfor vurderet, at etablering og demontering af forskningsrevet ikke vil medføre frigivelse af næringsstoffer over den naturlige baggrundskoncentration i området og dermed ikke vil medføre øget næringsstofbelastning og afledt eutrofiering i ansøgningsområdet eller i Østersøen generelt. På det grundlag vurderes det derfor, at projektet ikke vil kunne påvirke havstrategiens miljømål eller forhindre opnåelsen af god miljøtilstand for denne deskriptor.

D6: Havbundens integritet

Havbundens kombinationen af forskellige sedimenttyper, dybdeforhold og andre forhold såsom saltkoncentration og næringsstoffer i vandsøjlen, er grundlag for diverse habitattyper og dermed levesteder. Menneskelige aktiviteter kan påvirke havbunden, der kan føre til fysisk tab af den naturlige havbund. Havbundens plante- og dyresamfund er tilpasset de eksisterende fysiske karakteristika, hvorfor ændringer i fordelingen af disse substrattyper og fysiske forhold på havbunden kan have stor betydning (Miljøstyrelsen, 2017).

De påvirkninger, som forskningsprojektet potentielt kan medføre, omfatter:

- 1) Arealinddragelse og fysisk forstyrrelse af havbunden (nedlægning og demontering af forskningsrevet på havbunden)
- 2) sedimentspredning ved nedlægning og demontering af forskningsrev på havbunden

I anlægs- og demontering af forskningsrevet vil der potentielt komme forstyrrelse af havbunden og spild af sediment i forbindelse med placering og flytning af sten og beton. Sedimentspredning vil være kortvarigt og aflejret på havbunden, og vil ikke have indflydelse på substratforholdene i projektområdet.

I afsnittet om miljøpåvirkningerne ift. vandrammedirektivet beskrives det, at de begrænsede mængder af næringsstoffer, der potentielt frigives i forbindelse med etablering og demontering af forskningsrevet, vurderes at medføre ubetydelige påvirkninger af omsætning og iltforhold ved bunden. Den relativt store vandudskiftning i projektområdet betyder desuden, at forhøjede næringsstofkoncentrationer kun vil forekomme kortvarigt og lokalt omkring revet, idet de frigivne næringsstoffer hurtigt vil fortyndes af de naturlige vandbevægelser i området. Det vurderes på den baggrund, at der vil være en ubetydelig grad af påvirkning af vand- og sedimentkvalitet som følge af sedimentspredning og næringsstoffrigivelse i forbindelse med anlægsaktiviteterne.

Påvirkning af fugle, havpattedyr og fisk, som følge af arealinddragelse og sedimentspredning fra anlægs- og demontering af forskningsrevet, vurderes at udgøre en ubetydelig negativ påvirkning. Da der er tale om en lokal påvirkning i en kort periode, vurderes ændringer i havbund og fødegrundlag at udgøre en mindre negativ påvirkning for havpattedyr, fugle og fisk som følge af forstyrrelser af havbunden, i området og i Østersøen udenfor (se også D1).

I ansøgningsområdet vil antallet af bundfauna-arter og artssammensætningen kunne blive påvirket i forbindelse med nedlægning af sten og beton. Forstyrrelsen af bundfaunaen i ansøgningsområdet er reversibel med en kort genetableringstid for bundfaunasamfundet. Ansøgningsområdets lille størrelse og relative lave artsdiversitet taget i betragtning vurderes det, at projektet ikke vil hindre opnåelse og fastholdelse af god miljøtilstand i Østersøen generelt for denne deldeskriptor (se afsnit om bundfauna).

D7: Hydrografiske ændringer

Der er endnu ikke fastsat tærskelværdier i forhold til hydrografiske ændringer, og der er derfor ikke et tilstrækkeligt grundlag for at vurdere, hvornår god miljøtilstand opnås.

D8: Forurenende stoffer

Miljøfarlige stoffer er syntetiske og ikke-syntetiske forbindelser, som kan forårsage negative effekter på dyre- og planteliv og forårsage direkte negative biologiske effekter på marine organismer. Stofferne kan akkumuleres i fødekæden og ende med at forårsage en særlig stor risiko øverst i fødekæden. Miljømålene for deskriptoren er koblet til vandrammedirektivets vandområdeplaner.

Spild af olie eller kemikalier vurderes ikke at være relevante i dette projekt.

Nedlægning af natursten og beton forstyrrer havbunden og kan potentielt føre til frigivelse af miljøfarlige stoffer bundet i sedimentet. Denne påvirkning er beskrevet og vurderet i afsnittet om vandrammedirektivet ovenfor og vurderes ikke at forringe kemisk eller økologisk tilstand i vandområdet eller hindre opnåelse af miljømål om god kemisk og økologisk tilstand for denne deskriptor.

D9: Forurenende stoffer i fisk og skaldyr til konsum

Mange af de forurenende stoffer, der findes i havmiljøet, optages i havets organismer, og nogle af stofferne ophobes gennem fødekæden. Stofferne kan komme fra menneskelige aktiviteter på havet såsom skibsfart, akvakultur og udvinding af olie og gas eller fra landbaserede kilder såsom industri, byer og landbrug.

Deskriptor D9 er tæt knyttet til deskriptor D8, men relaterer specifikt til koncentrationer af miljøfarlige stoffer i fisk og skaldyr til konsum. Da der ikke vurderes at være nogen væsentlig påvirkning fra projektet på deskriptor D8, fremgår det, at der ikke vil være nogen påvirkning på denne deskriptor.

D10: Marint affald

Marint affald efterlades i havet eller stranden, eller som tilføres havet via vandløb, spildevand, fra land eller luften. Omkring 70-90 % af det marine affald består af plast. Det vurderes ikke at være relevant for dette projekt, da etableringen af et forskningsrev ikke medfører tilførsel af affald til det marine miljø.

D11: Undervandsstøj

Undervandslyd kan påvirke havets dyr på mange forskellige måder. Kraftige kortvarige lyde (impulslyd) kan forårsage fysiske skader og påvirke dyrenes hørelse. For havpattedyr som f.eks. sæler og marsvin er hørelsen vigtig både i forbindelse med fødesøgning og for at kunne kommunikere med artsfæller. Den lavfrekvente og mere konstante lyd, der frembringes ved f.eks. skibsfart kan potentielt påvirke dyrenes adfærd, mulighed for at kommunikere med hinanden og lyst til at opholde sig i bestemte områder. Selvom der efterhånden er en del viden om effekten af menneskeskabt støj på enkelte individer og arter, er der ikke tilstrækkelig viden om konsekvenserne på bestandsniveau. Deskriptoren har fokus på menneskeskabte lyde, der frembringes i forbindelse med f.eks. anlægsarbejder på havet, råstofeftersøgning, havbundsundersøgelser, militære øvelser og skibsfart. Indikatoren er opgørelser af varigheder af påvirkninger fra impulslyd, såsom ramning af monopæle eller seismiske undersøgelser.

Der produceres ikke impulsstøj fra nedlægning af sten og beton til forskningsrevet, da stenmateriale skal placeres enkeltvis og kastning af sten/materiale ikke foretages. Den primære kilde til undervandsstøj ved projektet er forårsaget af motorstøj fra fragtfartøjet. Støjpåvirkningen stammer fra skibstrafik ifm. fragt sten og beton til ansøgningsområdet. Der er her tale om et begrænset antal leverancer/sejladser af sten og beton fra pram (forventeligt maksimalt fire til fem laster i anlægsfasen). Lavfrekvent lyd er ikke specifikt vurderet, idet der ikke er data tilgængelige for dette og operationelle tærskelværdier. Det er dog ikke sandsynligt, at anlægs- og demontering af forskningsrevet i ansøgningsområdet på få timer om dagen vil medføre væsentlig merbelastning i forhold til lavfrekvent støj for havets dyr, hverken alene eller kumulativt i forhold til den eksisterende skibstrafik i området. På det grundlag vurderes det derfor, at projektet ikke vil kunne påvirke havstrategiens miljømål eller forhindre opnåelsen af god miljøtilstand for denne deskriptor.

Sammenfattende vurdering

Samlet set vurderes der ikke væsentlige påvirkninger fra etableringen af forskningsrev på vandkvalitet samt tilstanden og målsætningen for vandområdeplanernes kvalitetselementer samt kemisk tilstand. Projektet vil ligeledes ikke påvirke havstrategiens enkelte deskriptorer og disses miljømål.

Referencer

- Armiento et al. (2022). Giovanna Armiento, Mattia Barsanti, Raffaella Caprioli, Salvatore Chiavarini, Fabio Conte...: Heavy metal background levels and pollution temporal trend assessment within the marine sediments facing a brownfield area (Gulf of Pozzuoli, Southern Italy). *Environmental Monitoring and Assessment volume 194, Article number: 814*.
- DCE. (2012). Retrieved from https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Havstrateginotater/1-5_MSFD_notat_Miljoefarlige_stoffer_final.pdf:
https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Havstrateginotater/1-5_MSFD_notat_Miljoefarlige_stoffer_final.pdf
- Den danske Rødliste. (2023). <https://ecos.au.dk/forskningraadgivning/temasider/redlistframe>. Aarhus Universitet, Institut for Ecoscience.
- EMODnet. (2024, marts 15.). *EMODnet Human Activities*. Retrieved from <https://emodnet.ec.europa.eu/geoviewer/>
- EU. (2020). Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2000/60/EF af 23. oktober 2000 om fastlæggelse af en ramme for Fællesskabets vandpolitiske foranstaltninger. Europa-parlamentet og rådet for den europæiske union. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/?uri=CELEX%3A32000L0060>
- Geo. (2022). Øresund FL25 – Cable Route Survey – WP C - Geotechnical and Environmental Investigations.
- Government of Canada. (2023). *Fact sheet: 2-methylnaphthalene*. Retrieved from <https://gost.tpsgc-pwgsc.gc.ca/Contfs.aspx?ID=28&lang=eng>.
- Hansen & Høgslund. (2023). Hansen J.W. & Høgslund S. (2023). *Marine områder 2021*. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 220 s. - Videnskabelig rapport fra DCE nr. 529. <http://dce2.au.dk/pub/SR529.pdf>. Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse.
- HELCOM. (2010). *Hazardous substances in the Baltic Sea – An integrated thematic assessment of hazardous substances in the Baltic Sea*. Balt. Sea Environ. Proc. No. 120B.
- HELCOM. (2017). *The integrated assessment of hazardous substances – supplementary report to the first version of the 'State of the Baltic Sea' report*.
- HELCOM. (2023). Red list of benthic invertebrates. <https://helcom.fi/baltic-sea-trends/biodiversity/red-list-of-baltic-species/red-list-of-benthic-invertebrates/>.
- Marine Habitat Committee, ICES. (2001). *Report Of The Working Group On Marine Sediments In Relation To Pollution*. Lisboa: ICES, Ref.: ACME.
- Miljø- og Fødevareministeriet. (2019). *Danmarks Havstrategi II. Første del. God miljøtilstand. Basisanalyse. Miljømål*. Miljø- og Fødevareministeriet.
- Miljø- og Fødevareministeriet. (2019). *Danmarks Havstrategi II. Første del. God miljøtilstand. Basisanalyse. Miljømål*. Findes her: https://mfvm.dk/fileadmin/user_upload/MFVM/Natur/Havstrategi/HSII_foerste_del_-_endelig_udgave.pdf. Miljø- og Fødevareministeriet.
- MiljøGIS. (2023a). MiljøGIS for Vandområdeplaner 2021-2027. <https://miljoegis.mim.dk/spatialmap?profile=vandrammedirektiv3-2022>. Miljøministeriet, Miljøstyrelsen.
- Miljøministeriet. (2021). Nye beskyttede havstrategiområder i Nordsøen og Østersøen omkring Bornholm. <https://prodstoragehoeringspo.blob.core.windows.net/b32e2dea-6dd1-4184-973f-bf8f23b1d86a/Milj%C3%B8rapport%20for%20beskyttede%20havstrategiomr%C3%A5der%20i%20Nords%C3%B8en%20og%20%C3%98sters%C3%B8en%20omkring%20Bornholm.pdf>.
- Miljøministeriet. (2023). Vandområdeplanerne 2021-2027. <https://mim.dk/media/235166/vandomraadeplanerne-2021-2027-5-7-2023.pdf>. Miljøministeriet, Departementet.

- Miljøministeriet. (2023). Vandområdeplanerne 2021-2027.
<https://mim.dk/media/235166/vandomraadeplanerne-2021-2027-5-7-2023.pdf>.
Miljøministeriet, Departementet.
- Miljøportalen. (2023). *Miljøportalen, miljødata, miljøfremmede stoffer i sediment - marin*. Retrieved from <https://miljoedata.miljoportal.dk/?et=Datamart%20MFS%20Sediment%20Marin>.
- Miljøportalen. (2024). *Miljøportalen, miljødata, miljøfremmede stoffer i sediment - marin*. Retrieved from <https://miljoedata.miljoportal.dk/?et=Datamart%20MFS%20Sediment%20Marin>.
- Miljøportalen. (2024, marts 7). *Miljøportalen*. Retrieved from Miljøportalen, miljødata:
<https://miljoedata.miljoportal.dk/>
- Miljøstyrelsen. (2001). Eva Lund, Jes Kromann Bak og Lone A. Clowes Rambøll: *Bortskaffelse af havnesediment, Miljøprojekt Nr. 633*. Miljøstyrelsen, udarbejdet af Rambøll.
- Miljøstyrelsen. (2008). Vejledning fra By- og Landskabsstyrelsen. Dumpning af optaget havbundsmateriale - klapning. Udkast.
<https://nst.dk/media/nst/Attachments/Klapvejledning.pdf>. By- og Landskabsstyrelsen.
- Miljøstyrelsen. (2017). Danmarks Havstrategi. Indsatsprogram. Miljø- og Fødevareministeriet.
- Miljøstyrelsen. (2020). Fastsættelse af kvalitetskriterier for vandmiljøet - Datablad over 4-tert-nonylphenol. Findes her:.
- Miljøstyrelsen. (2020). Fastsættelse af kvalitetskriterier for vandmiljøet - Datablad over 4-tert-nonylphenol. Findes her: https://edit.mst.dk/media/upziagrx/4-tert-nonylphenol_84852-15-3.pdf.
- Miljøstyrelsen. (2023a). BEK nr 796 af 13/06/2023: *Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand*. Retrieved from <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2023/796>.
- Miljøstyrelsen. (2023a). BEK nr 796 af 13/06/2023: *Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand*. Retrieved from <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2023/796>.
- Miljøstyrelsen. (2023d). *Kvalitetskriterier for miljøfarlige forurenende stoffer i vandmiljøet, liste med alle datablade*. Retrieved from <https://mst.dk/kemi/kemikalier/graensevaerdier-og-kvalitetskriterier/miljoekvalitetskriterier/>.
- Miljøstyrelsen. (2023e). BEK nr 796 af 13/06/2023: *Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand*. Retrieved from <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2023/796>.
- Miljøstyrelsen. (2023f). *Info om Danmarks Havstrategi II*. Retrieved from <https://mst.dk/erhverv/rig-natur/naturen-i-danmark/vandmiljoehavet/danmarks-havstrategi-ii>.
- Miljøstyrelsen. (2024). *Kvalitetskriterier for miljøfarlige forurenende stoffer i vandmiljøet, liste med alle datablade*. Retrieved from <https://mst.dk/kemi/kemikalier/graensevaerdier-og-kvalitetskriterier/miljoekvalitetskriterier/>.
- NIRAS. (2021). Aflandshage Vindmøllepark - Sedimentkvalitet. Baggrundsrapport, sedimentanalyser. Findes her:
https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Vindenergi/baggrundsrapport_-_sedimentanalyser.pdf.
HOFOR VIND A/S, Energistyrelsen.
- Nord Stream 2. (2018). *Environmental Baseline Survey in the Danish EEZ, Northern Route - Seabed sediments report for the Danish EEZ in 2017, Appendix F*. WSP for Rambøll.
- Nord Stream 2. (2018b). *Environmental Baseline Survey in the Danish EEZ, Northern Route - Seabed sediments report for the Danish EEZ in 2017, Appendix F*. WSP for Rambøll.
- Nyberg et al. (2013). Elisabeth Nyberg, Martin M. Larsen, Anders Bignert, Elin Boalt, Sara Danielson and the CORESET expert group for hazardous substances indicators. HELCOM Core Indicator Report. Online. <http://www.helcom.fi/Core%20Indicators/HELCOM-CoreIndicator-Metals.pdf>.
- OSPAR. (2009). Background Document on CEMP Assessment Criteria for QSR 2010 (OSPAR publication number 2009/461).
https://qsr2010.ospar.org/media/assessments/p00390_supplements/09-02e_Agreement_CEMP_Assessment_Criteria.pdf.

- Patel et al. (2020). Patel, AB, Shaikh, S, Jain, KR, Desai, C og Madamwar, D.: Polycyclic Aromatic Hydrocarbons: Sources, Toxicity, and Remediation Approaches. *Front Microbiol*, 11. doi:10.3389/fmicb.2020.562813
- Petersen et al. (2010). Petersen, I. K.; Nielsen, R.D.; Pihl, S.; Clausen, P.; Therkildsen, O.; Christensen, T. K. Kahlert, J.; & Hounisen, J.P . Landsdækkende optælling af vandfugle i Danmark vinteren 2007/2008. Arbejdsrapport fra DMU nr. 261. Danmarks Miljøundersøgelser.
- PubChem. (2023, November). *National Library of Medicine - Notional Center for Biotechnology Information*. Retrieved from <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>.
- Soares et al. (2008). Soares, A.; Guieysse, B.; Jefferson, B.; Cartmell, E.; Lester, J., N.: *Nonylphenol in the environment: A critical review on occurrence, fate, toxicity and treatment in wastewaters*. Environment International, Volume 34, Issue 7, Pp. 1033-1049. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2008.01.004>.
- Strand, J., & Larsen, M. (2013). *Opstilling af vurderingskriterier for miljøfarlige stoffer i vandmiljøet. Notat fra DCE*. Nationalt Center for Miljø og Energi.
- Vandplandata. (2023). *Vandplandata - kystvande. Miljøstyrelsen*. Retrieved from <https://vandplandata.dk/vp3hoering2021/vandomraade>.
- WSP. (2024b). Udskiftning af 400 KV kabelforbindelse under Øresund. Marine miljø- og baselineundersøgelser. Rapport til Energinet Eltransmission A/S.
- WSP DANMARK . (2023). *GEOFYSISK OG BIOLOGISK KORTLÆGNING AF HAVBUNDEN I KØGE BUGT MED HENBLIK PÅ PLACERING AF FORSKNINGSREV MED STEN OG BETON*. Århus: WSP DANMARK A/S.

FORENINGEN KØGE BUGT STENREV
GEOFYSISK OG BIOLOGISK KORTLÆGNING
AF HAVBUNDEN I KØGE BUGT MED
HENBLIK PÅ PLACERING AF
FORSKNINGSREV MED STEN OG BETON

14-12-2023



Eksemplet er fra den nordlige del af efterforskningsområdet ved ROV station ROV_AP1_06.



GEOFYSISK OG BIOLOGISK KORTLÆGNING AF HAVBUNDEN I KØGE BUGT MED HENBLIK PÅ PLACERING AF FORSKNINGSREV MED STEN OG BETON

FORENINGEN KØGE BUGT STENREV

PROJEKTNUMMER.: 22000954
DATO: 14-12-2023
RÅDGIVER: WSP DANMARK
PROJEKTLEDER: LOUISE KRISTENSEN

WSP DANMARK A/S

WSP.COM

INDHOLD

1	INDLEDNING OG FORMÅL.....	1
1.1	Beskrivelse af projektet	2
1.2	Stenfiskeri i Køge Bugt.....	4
2	OMRÅDEBESKRIVELSE	6
3	METODEBESKRIVELSE	10
3.1	Surveyfartøj.....	10
3.2	Surveyudstyr.....	11
3.2.1	Single beam ekkolod	11
3.2.2	Side scan sonar	12
3.2.3	Seismisk opmåling	14
3.3	ROV undersøgelser	14
4	RESULTATER	16
4.1	Udførte undersøgelser	16
4.2	Dybdeforhold	17
4.3	Substratforhold.....	18
4.4	Overfladegeologi	27
4.5	Abiotiske forhold	29
4.5.1	Strømforhold	29
4.5.2	Iltforhold	30
4.5.3	Salinitet	31
4.5.4	Temperatur	32
4.6	Biologiske forhold	33
4.7	Menneskelig aktivitet og andre observationer	35
5	VURDERING AF EFTERFORSKNINGSOMRÅDETS EGNETHED TIL ETABLERING AF REV	38
6	ANBEFALET OMRÅDE TIL REVUDLÆGNING	40
6.1	Design af rev	40

7	KONKLUSION	43
8	REFERENCER	44
9	BILAG	45

1 INDLEDNING OG FORMÅL

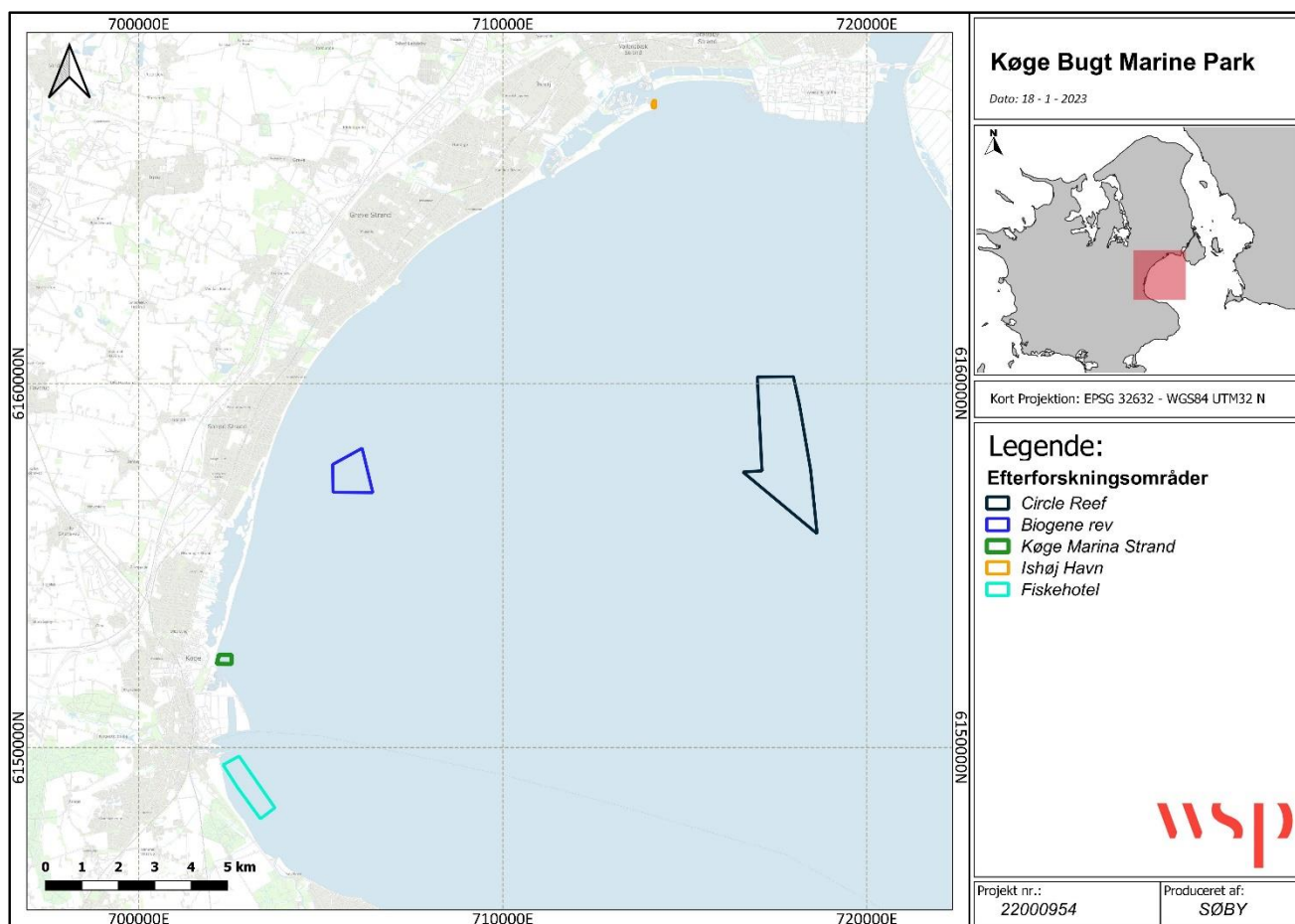
Køge Bugt er gennem mange år blevet udsat for udledning af kvælstof, spildevand, stenfiskeri og råstofindvinding, hvorved der er sket en markant forringelse af biodiversiteten og det marine økosystem i Køge Bugt. Antallet af arter og forekomsten af marint liv er generelt gået tilbage gennem flere år. Der er således brug for en helhedsorienteret og økosystembaseret løsning for at forbedre den økologiske tilstand i Køge Bugt. Foreningen Køge Bugt Stenrev og samarbejdspartnere ønsker på den baggrund gennem en række marine forsknings- og naturgenopretningsprojekter at arbejde for at støtte og genskabe biodiversiteten, højne kvaliteten af havmiljøet og sikre et fremtidigt sundt økosystem i Køge Bugt.

For at skabe et sundere økosystem med højere biodiversitet i Køge Bugt, har Foreningen Køge Bugt Stenrev nu taget initiativ til omfattende økosystemgenopretninger i området. Disse ændringer vil øge biodiversiteten og skabe bedre levevilkår for fisk og fiskeyngel ved opførsel af stenrev, forsknings- og formidlingsrev, betonrev, fiskehoteller og biohuts, mens biogene rev bestående af blåmuslinger vil øge filtrationen af mikroalger, og derved sikre klarere vand og bedre lysforhold for tang og vandplanter, såsom ålegræs. Herudover vil formidlingsrev øge opmærksomheden på vores havmiljø.

Disse miljøforbedringer kan derved bidrage til at Køge Bugt kan opnå målene i EU's vandrammedirektiv og at der opnås god økologisk tilstand i området. Naturgenopretningen og de forbedrende tiltag er delt op i flere mindre projekter og arbejdsplaner. Nærværende projekt er betegnet arbejdsplan 1 (AP1).

WSP Danmarks opgave er blandt andet at gennemføre geologiske og biologiske undersøgelser i fem efterforskningsområder i Køge Bugt, hvorved der opnås et tilstrækkeligt vidensgrundlag, der kan lægge til grund for udpegning af gunstige områder for udlægning af sten og etablering af rev på egnet og stabil bund, hvor der tages hensyn til de eksisterende fysiske og biologiske forhold på havbunden. De fem områder skal kortlægges og monitoreres før og efter udlægning af rev. Beliggenheden af de fem efterforskningsområder i Køge Bugt kan ses på Figur 1.1.

Kortlægningen af de geologiske og biologiske forhold på havbunden vil ske mhp. udpegning af optimal placering af revlokalitet i henhold til eksisterende fysiske og biologiske forhold på havbunden og afstanden til omkringliggende stenrev. Dette er for at sikre, at havbunden kan bære et rev samt at beskyttede habitattyper ikke ændres. Kortlægning foregår vha. sidescan sonar (SSS), seismik ved sub-bottom profiler (SBP) og ROV-verifikation.



Figur 1.1. Oversigtskort over de fem kortlagte efterforskningsområder i Køge Bugt.

1.1 BESKRIVELSE AF PROJEKTET

Nærværende kortlægningsrapport er et teknisk bilag til ansøgningen om placerings- og udlægningsstilladelse for "Circle Reef", som skal fremsendes til Kystdirektoratet. Kortlægningsrapporten omhandler udelukkende kortlægningen af efterforskningsområdet, som er beliggende i den nordlige del af Køge Bugt sydøst for Ishøj Strand. Nærværende kortlægningsrapport vedhæftes ansøgningen som Bilag 1.

Projektet "Circle Reef" er et forskningsprojekt og udføres bl.a. i samarbejde med DTU Aqua og DTU Sustain. Projektet omfatter etablering og overvågning af et forskningsrev, hvor formålet er todelt indenfor to forskellige forskningsområder: 1) undersøgelse af den økologiske effekt af betonrev sammenlignet med stenrev og 2) vurdere de samfundsmæssige (inkl. klima) og økonomiske effekt af betonrev sammenlignet med stenrev. Der foreligger pt. ingen tidligere direkte sammenligninger mellem udlagte stenrev og betonrev i danske farvande.

Forskningsrevet er et midlertidig anlæg på søterritoriet og forskningsperioden er tidsbegrænset, hvorfor projektet både omfatter udlægning af natursten og ny-produceret beton ved påbegyndelsen af forskningsprojektet, samt optagning af beton ved afslutningen af forskningsperioden.

Projektet giver en unik mulighed for at sammenligne det biologiske liv ved rev lavet af sten og beton i Køge Bugt. Sammenligningen er aldrig blevet lavet tidligere og kan muligvis åbne for helt nye perspektiver for udlægning af rev i danske farvande. Det forventes, at både sten- og betonrev vil bidrage til flere hulrum i

lokalområdet. Hulrum vil give levesteder til forskellige organismer, heriblandt torsk. Sammenlignet med den bare sandbund forventes begge revtyper at øge havbundens rugositet eller den fysiske/strukturelle kompleksitet. Øget rugositet er ofte forbundet med øget forekomst af fisk og biodiversitet, idet der typisk opstår flere forskellige levesteder (fx hulrum), når havbundens rugositet øges. Baseret på observationer af makroalger på bropiller af beton, forventes makroalger at etablere sig på betonrevet, men det er uvist, om der er forskel i succesionstiden og artssammensætningen. Tangskove vil yderligere bidrage til at øge rugositeten på revet og dermed bidrage til øget biodiversitet og abundans af bl.a. fisk.

De samlede resultater fra projektet forventes at bidrage med en mere detaljeret viden om betonrev og de biologiske og samfundsmæssige perspektiver heri. Det er i dag ikke muligt at genanvende betonelementer fra fx vindmølleparker og brofundamenter til kunstige rev, selv om fundamenterne har stået i havet i mange år og allerede fungerer som kunstigt rev. Nogle af disse fundamenter er endda placeret helt tæt på Natura 2000-områder, og fjernelsen af fundamenterne kan derved potentielt have negative konsekvenser for biodiversiteten og de marine samfund i området. Uden selv den mest basale viden om den økologiske effekt af betonrev er det dog svært at argumentere for eller imod fjernelsen af disse fundamenter. Den viden, der opnås i nærværende projekt, kan forhåbentlig bidrage til debatten, så vi ikke mister marine habitater unødigt i en tid med biodiversitetskrise.

Før udlægningen af sten vil Kystdirektoratet blive ansøgt om udlægningstilladelse. I den forbindelse vil der ske en kortlægning og vurdering af, om havbunden i det udvalgte område kan bære rev bestående af sten og beton. For at dokumentere revenes placering og struktur på havbunden vil der ske en kortlægning af området før og efter udlægningen af rev. Der er lagt vægt på, at beton- og stenrevets dybdemæssige placering, areal og udformning er sammenligneligt med rev, der tidligere er blevet etableret bl.a. ved Læsø og Als, så det er muligt at bygge videre på eksisterende viden om stenrevs økologiske betydning i danske farvande. Miljøeffekten af rev vil blive dokumenteret vha. monitoring og analyse af forekomsten og artssammensætningen af lokale fisk før og efter etableringen af begge revtyper. Udover fiskeundersøgelse vil der også blive foretaget monitoring af vegetationens artssammensætning og dækningsgrad for at vurdere successionen og stabiliteten af makroalgensamfund på de nye revtyper.

I projektet ansøges samlet om 1.000 m³ stenrev fordelt på to stenrevslokaliteter og 1.000 m³ betonrev fordelt på to betonrevslokaliteter. Hver af de fire revlokaliteter ansøges på et havbundsareal svarende til ca. 2.750 m² (52,5x52,5m). Arealet af de ansøgte områder er baseret på Kystdirektoratets praksis vedrørende tilladelse til bufferarealer på maksimalt 25% ekstra i forhold til revets udstrækning. Arealet af de to ansøgte kontrolområder er på samme størrelse. Alle seks lokaliteter ansøges på sandbund med ingen eller meget få sten på havbunden. Gennemsnitsdybden for de ansøgte lokaliteter for både stenrev, betonrev og kontrol er ca. 9,5 til 10,0 m. Revene etableres som spredte toppe med huledannelse. Den gennemsnitlige stenstørrelse vil være 50-100 cm og hvert betonelement har en størrelse på 180x60x60 cm. Idet forskningsrevet anlægges på 9-10 meters dybde, vil der efter etableringen være god frihøjde i vandsøjlen over revet.

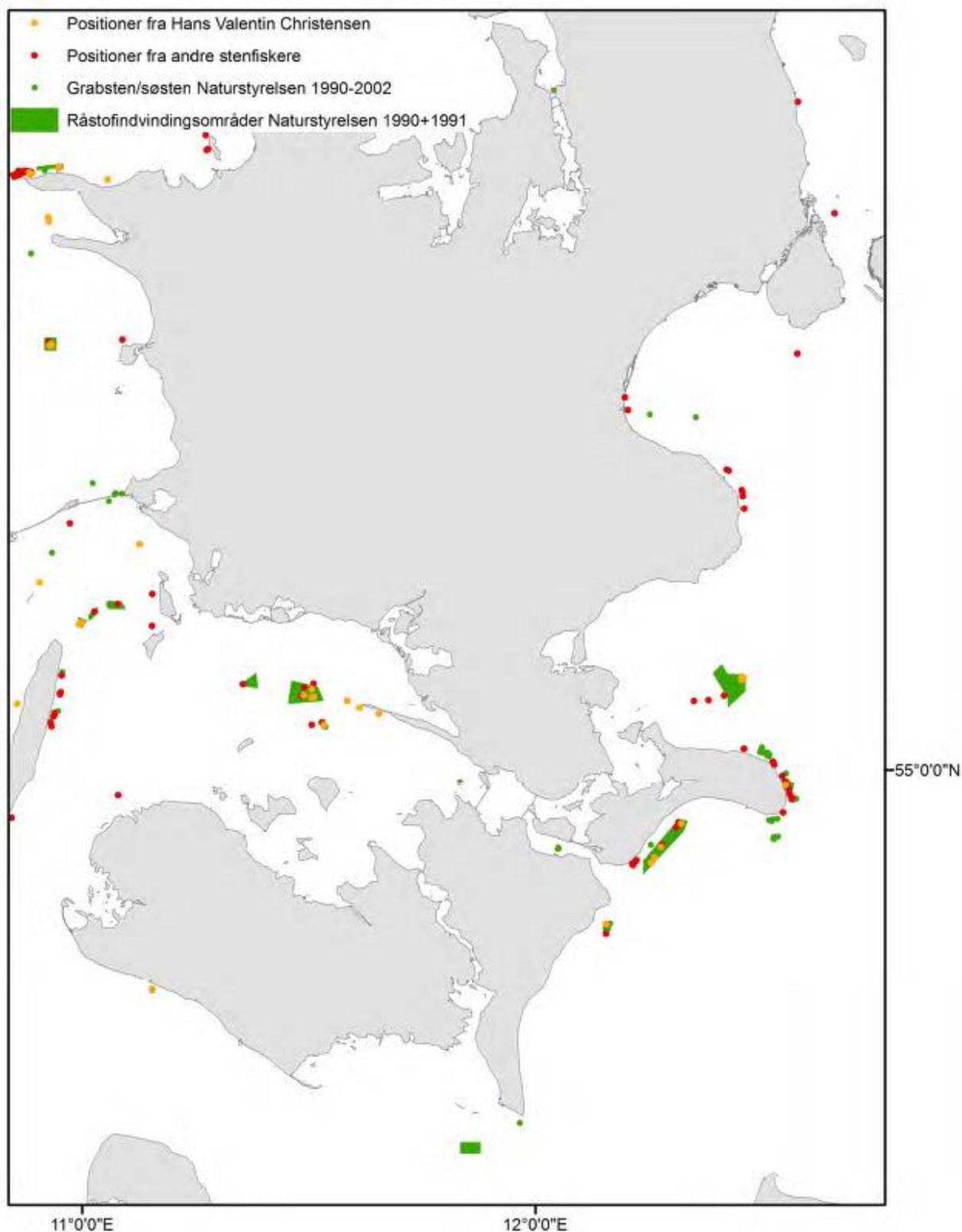
Baseret på den samlede ansøgningsmængde planlægges der for hver revlokalitet udlægning af ni toppe af beton eller sten i et gitter på 3x3 med ca. 15 meter mellem hver kant af toppene. Hver top har en højde på 1,8 m. Bredden af stentoppene er 4 m, mens bredden af betontoppene er 5 m. Det forventelige volumen af hver sten- og betontop er henholdsvis 13,75 m³ og 12,76 m³. Samlet for de ni toppe planlægges der udlægning af ca. 123,75 m³ stenrev og 114,84 m³ betonrev. Afhængig af den nøjagtige stenleverance kan antallet af toppe justeres. Samlet planlægges udlægning af revlokalitet med ni toppe på et havbundsareal svarende til 1.764 m² (42x42 m) for stenrev og 2.025 m² (45x45m) for betonrev. Afstanden mellem de enkelte revlokaliteter og kontrolområder er ca. 350-500 m.

For detaljerede skitsetegninger af designeksempel for henholdsvis stenrev og betonrev henvises til ansøgningens Bilag, jf. Punkt I. For oversigtskort og søkort henvises ligeledes til ansøgningens bilag.

1.2 STENFISKERI I KØGE BUGT

Igennem mange år har man fisket søsten op fra kystnære områder i Danmark for at anvende dem til konstruktion af havnemoler m.m. I Køge Bugt har der tidligere foregået stenfiskeri ved Aflandshage syd for Amager, omkring Køge Havn, Juels Grund, ved Køge Sønakke og syd herfor (Figur 1.2). Det er uvist, hvor mange sten, der er fjernet fra området, da der ikke eksisterer et officielt register over lokaliteter og stenmængder. Den viden, der er indsamlet i dag består hovedsageligt af interviews med tidligere stenfiskere samt deres logbøger (Stenberg & Kristensen, 2015). Der forekommer i dag stadig eksisterende stenrev i Køge Bugt, men deres udbredelse vurderes at være væsentlig mindre sammenlignet med tidligere. De stenrev, der er tilbageværende, er negativt påvirket, idet de største og øverste sten er fjernet, hvorved bl.a. den økologisk vigtige huledannende effekt er forringet.

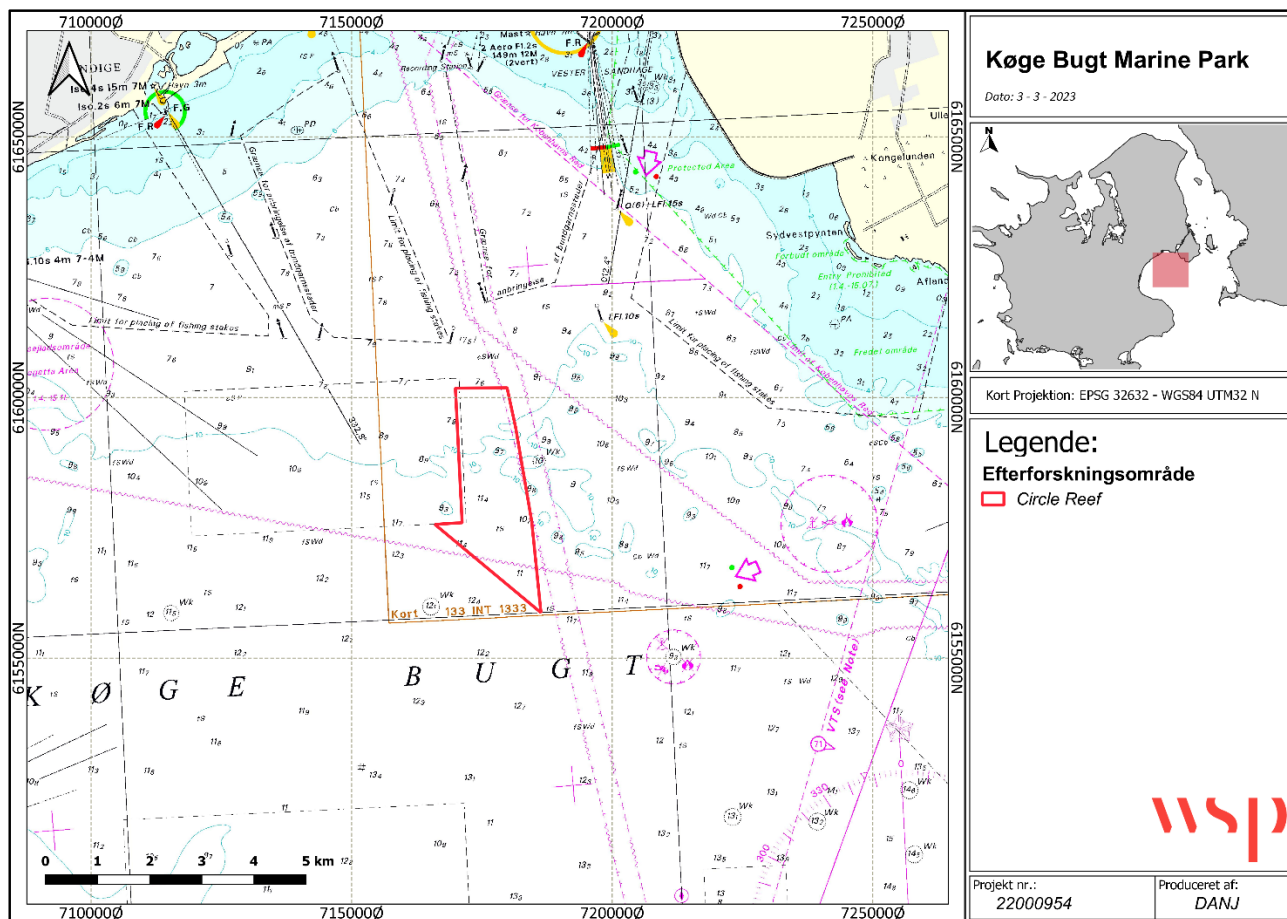
Etablering af et forskningsrev på sandbunden i det nordlige Køge Bugt vil bidrage til at genskabe funktionen af den oprindelig stendækning i området herunder at skabe gode levevilkår for tang, muslinger, hvirvelløse dyr og fisk. Derudover vil der være en lokal, men positiv effekt for småfisk og yngel, herunder kutlinger, som danner fødegrundlag for flere fiskearter, samt juvenile individer af den kraftigt truede ål og den sårbare bestand af Østersø-torsk. Stenrev udgør essentielle habitater for flere fiskearter, og da arealet med huledannende stenrev er reduceret markant i Danmark som følge af stenfiskeri, vil udlægning af rev bidrage positivt til flere fiskearters gydning, opvækst og overlevelse.



Figur 1.2. Oversigt over områder med tidligere stenfiskeri ud for det sydlige Sjælland og Lolland-Falster. De orange punkter er stenfiskeri foretaget af én stenfisker, H.V. Christensen på fartøjet "Asta", fra 1967-1999. De røde punkter er stenfiskeri foretaget af andre stenfiskere. De grønne punkter er indrapporteret stenfiskeri til Naturstyrelsen. De grønne arealer er indvindingsområder for stenfiskeri 1990-1991. Kilde (Stenberg & Kristensen, 2015).

2 OMRÅDEBESKRIVELSE

Efterforskningsområdet for Circle Reef er beliggende i den nordlige del af Køge Bugt ca. 7 km syd for Avedøre Holme. Efterforskningsområdet har et areal på ca. 4,7 km². I nord-syd retning udgør området en maksimal længde på ca. 4,4 km og i øst-vest retning udgør området en maksimal bredde på ca. 1,8 km. Placeringen og afgrænsningen af efterforskningsområdet for Circle Reef kan ses på Figur 2.1. Baseret på søkortet er efterforskningsområdet beliggende på ca. 8 til 12 meters dybde. Hjørnekoordinater for efterforskningsområdet kan ses i nedenstående Tabel 2.1.



Figur 2.1. Oversigtskort, der viser afgrænsningen af efterforskningsområdet beliggende i den nordlige del af Køge Bugt syd for Avedøre Holme. Baggrundskortet er et søkort fra Geodatastyrelsen (Geodatastyrelsen, 2016).

Tabel 2.1. Hjørnekoordinater for efterforskningsområdet.

ID	Længde (decimalgrader) WGS84	Bredde (decimalgrader) WGS84	Østlig Længde (m) UTM 32N ETRS89	Nordlig bredde (m) UTM 32N ETRS89
A	12,43° 916'	55,53° 929'	716.990,51	6.160.177,62
B	12,45° 484'	55,53° 893'	717.981,79	6.160.186,93
C	12,45° 685'	55,53° 200'	718.146,54	6.159.423,16

D	12,43°918'	55,51°609'	718.454,56	6.157.623,60
E	12,43°087'	55,51°604'	718.632,41	6.155.871,79
F	12,43°030'	55,51°573'	716.595,51	6.157.565,87
G	12,46°173'	55,49°993'	717.119,77	6.157.597,94

Den konkrete placering af efterforskningsområdet er udvalgt i samarbejde med Foreningen Køge Bugt Stenrev (kunden) og dens samarbejdspartnere. Hovedformålet med udpegningen er at finde en placering, der undgår øvrige arealanvendelser i forhold til den danske havplan (havplan.dk, 2023) og undgår områder med dækning af ålegræs. Desuden ønskes der udpeget en havbund til sten- og betonudlægning, som er fast og sandet uden større sten. Derudover er det valgt, at efterforskningsområdet bør placeres uden for områder med tilladt bundgarnsfiskeri, hvis afgrænsning kan ses på søkortet. Ovenstående kriterier har ført til den konkrete placering og afgrænsning af efterforskningsområdet for Circle Reef (Figur 2.2). I forhold til Danmarks havplan er inddraget ændringer baseret på høring af 27. november.

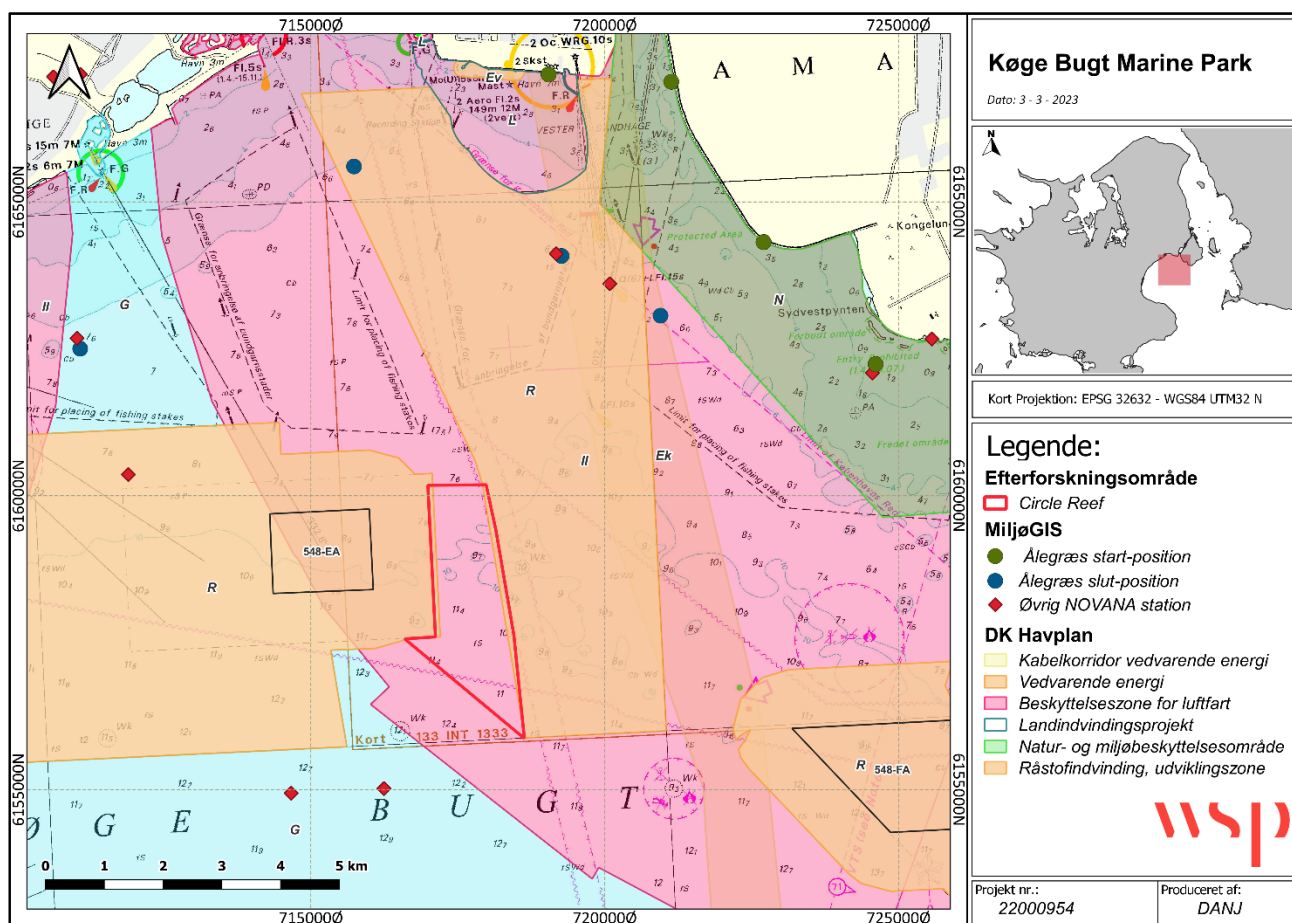
Oprindeligt var ønsket, at Circle Reef skulle placeres længere mod nord i Køge Bugt på lavere vanddybde (omkring 6-8 meter), hvilket er for at sikre de bedste betingelser for flora og fauna. Den nordlige del af Køge Bugt er udbredt reserveret til bundgarnsfiskeri og desuden forekommer der udbredt ålegræs på denne vanddybde i Køge Bugt, hvilket bekræftes af flere nærliggende NOVANA stationer (Figur 2.2). På den baggrund er efterforskningsområdet flyttet længere mod syd til større vanddybde. Den større vanddybde på ca. 8-12 meter sikrer, at området ligger uden for den maksimale udbredelse for ålegræs (den største dybde, hvor ålegræs dækker 1% af havbunden). I henhold til den danske havplan er efterforskningsområdet placeret mellem to udviklingszoner for råstofindvinding, se Figur 2.2. Det er stadig muligt at sammenligne resultaterne fra nærværende projekt med de andre stenrevsprojekter, der er udført i dansk farvand, da de fleste er udført på både lavt og dybt vand (Blue Reef ved Læsø og Als Stenrev). Biologisk set er de større vanddybder en fordel, idet der ofte findes større biodiversitet på 8-12 m dybde sammenlignet med på lavt vand. Ved at udlægge rev på dybt vand, er der givet plads til at kombinere makroalger og fastsiddende invertebrater efterhånden som lysintensiteten aftager på dybere vand og dermed gavne biodiversiteten.

Nedenstående efterforskningsresultater baseres udelukkende på de gennemførte undersøgelser inden for det konkrete efterforskningsområde.

Indenfor selve efterforskningsområdet er det eksisterende geofysiske og biologiske datagrundlag meget begrænset. Vidensgrundlaget er hovedsageligt begrænset til GEUS' havbundssedimentkort (GEUS, 2022). Efterforskningsområdet og det omkringliggende område er generelt præget af sandbund oven på højtliggende moræneaflejringer. Flere steder er moræneaflejringer blottet på havbunden, hvor substratet er stenet, hvilket typisk ses i den nordlige del af efterforskningsområdet. I den sydlige del af efterforskningsområdet findes en række kanalsystemer, der gennemskærer området i øst-vestlig retning. Disse geologiske forhold dominerer havbunden i store dele af Køge Bugt.

Inden for selve efterforskningsområdet findes kun en enkelt tilgængelig arkivboring (jf. GEUS' Marta-database). Denne boring (DGU nr. 551214.11) ligger i den sydlige del af efterforskningsområdet og viser sand ned til 8 meter under havbunden. Boringen bekræfter tykke aflejringer af sand, som er det mest dominerende substrat i området. Øst for efterforskningsområdet ligger boring (DGU nr. 551214.9), som viser moræneler 0,2 m under havbunden overlejret af sand. Dette bekræfter, at moræneaflejringerne flere steder ligger på eller lige under havbunden. Syd for efterforskningsområdet ligger boring (DGU nr. 551214.29), som viser tykke aflejringer af fint siltet sand med organisk indhold. Dette vidner om, at sediment bliver mere dyndet og blødt med stigende vanddybden mod syd.

Langs kysten i Køge Bugt er der flere NOVANA stationer, der måler ålegræsudbredelsen. Nord for efterforskningsområdet ligger NOVANA stationerne TR_7#839 Avedøre og TR_8#847, Brøndby, som begge måler dækningen af ålegræs langs sydgående transekter vinkelret på kysten ned mod efterforskningsområdet. De to transekter måler den maksimale udbredelse (dækning <1%) ud til henholdsvis 8,6 m og 7,4 m. Desuden viser data, at hovedudbredelsen (dækning ca. 10%) ligger ved 5,5 til 7,5 m (Miljøstyrelsen, 2023). Den kortlagte udbredelse af ålegræs viser, at vanddybden i den nordlige del af Køge Bugt skal være større end ca. 8 m før ålegræs udbredelsen er meget begrænset. Målepunkterne for den nærliggende ålegræsovervågning ligger ca. 3,5 km nordøst for efterforskningsområdet. Ca. 2-4 km sydvest for efterforskningsområdet findes øvrige NOVANA stationer, der blandt andet måler miljøfarlige stoffer i sedimentet og fauna på blød bund.



Figur 2.2. Udpegning af efterforskningsområdet er blandt andet baseret på arealanvendelse på havbunden (havplan.dk, 2023), MiljøGIS-data af bl.a. NOVANA stationer (Miljøstyrelsen, 2023) samt tilladt område for bundgarnsfiskeri. Baggrundskortet er et søkort fra Geodatastyrelsen (Geodatastyrelsen, 2016). Der er ikke væsentlige ændringer i forhold til Danmarks havplan i høring af 27. november.

3 METODEBESKRIVELSE

Undersøgelsesprogrammet omfattede et geofysisk survey med indsamling af sidescan-sonar (SSS), shallow seismik med pinger udstyr (SBP) og singlebeam ekkolodsdata (SBES). Desuden omfattede undersøgelsesprogrammet et biologisk survey med indsamling visuelle verifikationer med ROV. De geologiske undersøgelser blev gennemført d. 4. oktober 2022, mens de biologiske undersøgelser blev gennemført d. 6. december 2022. Dertil kommer indhentelse af eksisterende viden baseret på dataudtræk fra Miljøportalen.dk, samt information om strømforhold fra DHI-rapport.

Ovenstående metodik og dataindsamling danner tilsammen grundlag for:

- Vurdering af overordnede substrat- og dybdemæssige forhold i efterforskningsområdet
- Kortlægning af den overfladenære geologi i efterforskningsområdet
- Kortlægning af eksisterende stendækning på havbunden
- Kortlægning af overordnet bundflora og -fauna i efterforskningsområdet
- Vurdering af havbundens stabilitet og styrke til at bære de pågældende rev
- Udpegning af det eller de mest egnede steder at etablere revlokaliteter
- Konkret forslag til placering af revlokaliteter (sten- og betonudlægning)
- Beskrivelse af abiotiske forhold med betydning for biotaen

De geologiske og biologiske undersøgelser blev generelt gennemført under gode vejrforhold med en typisk bølgehøjde på ca. 0,3 m eller mindre og vindhastighed på mindre end 5 m/s. Dette afspejles ved, at de indsamlede SSS, SBP og SBES-data generelt er af god kvalitet. Da alt data for henholdsvis det geofysiske og biologiske survey er indsamlet med samme udstyr og inden for samme korte tidsperiode, fremstår data kvaliteten ensartet.

Overordnet er opgaven inddelt i tre hovedkomponenter:

1. Gennemgang af metodikken for de geologiske og biologiske undersøgelser (se kapitel 3)
2. Præsentation af de væsentligste resultater fra de gennemførte surveys med illustrative eksempler (se kapitel 4)
3. Afsluttende vurdering af områdets egnethed til etablering af rev og udpegning af specifikke områder til etablering af revlokaliteter med egnet bæreevne (se kapitel 5 og 6)

3.1 SURVEYFARTØJ

Både det geologiske og biologiske survey blev foretaget fra WSPs egen surveybåd "Sephia" (Quicksilver Pilothouse 675) (Figur 3.1). Opmålingen blev varetaget af forskellige eksperter fra WSP med speciale i geologiske undersøgelser, marin kortlægning og marinbiologi. Nedenfor er listet en række tekniske specifikationer om Sephia. Sephia er forsynet med kraftige bomme og fastgørelser til montage af selv tunge instrumenter såsom Innomar sedimentekkolod.

Datasheet for Quicksilver 675 Pilot House

Description	Quicksilver 675 Pilot House
Length	6,55 m
Width	2,54 m
Weight w.o. engine	app. 1585 Kg
Freeboard	80 cm
Draught	40 cm
Engine	150hk Evinrude E-tech
EEC class	C.



Category	Wind Force Beaufort Scale (knots)	Significant Wave Height in meters
C - "Inshore"	up to and including 6 (22-27 kts.)	up to and including 2 m

Figur 3.1. Foto af WSPs egen surveybåd, Sephia. På billedet rigget til med SSS og Innomars Pinger.

3.2 SURVEYUDSYR

3.2.1 SINGLE BEAM EKKOLOD

Til dybdeopmåling af efterforskningsområdet blev et single beam ekkolod (SBES), DeepVision P66 anvendt. Der er indsamlet i alt ca. 56 km SBES data langs de sejlede surveylinier (Figur 4.1). Ekkoloddet har en dataopløsning på helt ned til 1 cm nøjagtighed og har stor stabilitet i måledata. Data fra denne opmåling er benyttet til at kortlægge dybdeforholdene i efterforskningsområdet.

- Vertikal datum er angivet i forhold til DVR90
- Dybdedata indsamlet ved surveyet er vandstands- og tidevandskorrigeret, og inkluderer tidspunkt for indsamling. Ved start og slut af survey blev dybdemålingerne kalibreret, som en del af kvalitetssikringen.
- Fejldybder er korrigeret, og der er fremsendt både et korrigeret og et ukorrigeret dataset (XYZ data, ASCII-filer).
- Alle positioner er optaget og præsenteret i ETRS89/EUREF89.

Navigationen blev gennemført vha. surveyfartøjets navigationssystem af mærket Lowrance HDS Gen 2.

Dybdmodellen for efterforskningsområdet er præsenteret og beskrevet i afsnit 4.2 om dybdeforhold.

3.2.2 SIDE SCAN SONAR

Overfladesedimentet er beskrevet ved brug af en sidescan-sonar (SSS). For nærværende geologiske kortlægning er anvendt instrumentet Deep Vision – DE 340/680D, som er med til at kortlægge havbundssedimenterne med stor nøjagtighed. Denne SSS model er et to-frekvent instrument med henholdsvis 340 og 680 kHz. Instrumentet kan dermed optage med enten lavfrekvent 340 kHz eller højfrekvent 680 kHz.

SSS instrumentet er specielt anvendelig til beskrivelse af havbundens ruhed og dermed indirekte bundens substratsammensætning. På SSS billederne er det således forskellen i ruhed på havbunden, som gør det muligt at identificere og adskille forskellige substrattyper ved deres specielle karakteristika såsom sand- og grusbund, eller derudover identificere større objekter som sten, boblerv, vrug m.m.

På baggrund af de indsamlede SSS data er der, udover selve substrattypetolkningen, foretaget en detaljeret tolkning af menneskabte objekter på havbunden og andre karakteristiske bundforhold – herunder eventuelle kulturhistoriske objekter.

SSS instrumentet blev trukket fra skibet styrbordsside agterud. Kabellængden på SSS instrumentet blev løbende justeret for at opretholde en regelmæssig højde på ca. 5 - 10 m over havbunden (ca. 10% af bredde på SSS data), hvilket sikrer den bedste datakvalitet.

Som en del af SSS data processeringen er der udført:

- Bottom-tracking: Fjerner akustiske data fra vandsøjlen
- Gain correction: Ændrer på signalet via automatiske filtreringsalgoritmer for at sikre et ensartet/udjævnet signal på tværs af båndbredden
- Lay-back correction: Tilføjer kabellængden til positionen, så den er korrekt i forhold til skibets position. Kabellængden blev noteret under survey, og information blev efterfølgende brugt i korrektionen i post-processeringen

GeoTIFF & XTF export er det endelige produkt i form af processerede SSS datafiler, ved eksportering af datafiler enkeltvis i XTF-fil format, og som samlede georefererede billede-filer (GeoTIFF-fil format), der ligger til grund for substrattypetolkningen.

Generelt er de indsamlede SSS data for efterforskningsområdet af rigtig fin kvalitet. SSS data blev samlet under gode vejrforhold og uden fejl på udstyr.

Resultatet af SSS kortlægningen er en række SSS baner, som giver information om substrattyper langs sejllinjerne. Hver SSS-bane har en bredde på ca. 150 m og overlapper hinanden med 50 m på hver side af SSS-banen. De enkelte baner sættes sammen til én samlet detaljeret mosaik med en høj dataopløsning. Ud fra SSS mosaikken er der udarbejdet et substrattypekort, som anvendes til at fastlægge grænser mellem de forskellige substrattyper og områder med stendækning.

De indsamlede sidescan data er blevet processeret, tolket og bearbejdet til kort, og resultaterne er præsenteret i GIS-programmet QGIS. Til processing af de indsamlede Sidescan Sonar data er benyttet Sonarwiz 7, mens tolkningen af substratet er foretaget i QGIS.

Substrattypeklassifikationen følger guideline for Natura 2000-kortlægning gennemført for Miljøstyrelsen og udviklet af Orbicon (nu WSP). Klassifikation af substrattyper tager udgangspunkt i de substrattypeklassifikationer, som tidligere er anvendt i danske råstof-, substrat- og habitatnaturtype-kortlægninger f.eks. (Geo og Orbicon, 2011), og som er defineret og fastlagt i samarbejde med Miljøstyrelsen.

Klassifikationen forudsætter en geofysisk kortlægning med sidescan sonar mosaik. Tolkningen af substrattyper samt deres afgrænsning er baseret på ekspertvurdering.

Tolkningen af substrattyperne i efterforskningsområdet er baseret på nedenstående substrattypeklassifikation:

Substrattype 1: Sand, silt og dynd: Områder bestående af finkornet blød bund eller fast sandbund (evt. med dynamiske bundformer) med varierende indslag af skaller og grus. Sand er defineret som kornstørrelser i intervallet 0,06-2,0 mm.

Typisk underinddeles substrattype 1 i substrattype 1a (siltede, bløde bunde), 1b (faste sandbunde) og 1c (lerede bunde), hvilket ikke fremgår af bekendtgørelsen. Det er en standard substrattypeinddeling, der er anvendt ved en lang række marinegeofysiske kortlægninger med tilhørende afrapporteringer. Underinddelingen er anerkendt af MST.

Substrattype 2: Sand, grus og småsten: Områder, som består af en blanding af groft sand og grus med en kornstørrelse på ca. 2-20 mm og småsten med størrelser på ca. 2-10 cm. Substrattypen indeholder også enkelte større sten fra ca. 10 cm og større, der dækker op til 10% af havbunden.

Substrattype 3: Sand, grus og småsten samt stenbestrøning med større sten: Områder bestående af blandede substrater med sand, grus og småsten med en varierende mængde af større sten fra ca. 10 cm dækkende 10-25% af havbunden. Substrattypen adskiller sig fra substrattype 2 ved at indeholde et større antal sten fra ca. 10 cm og opefter. Stenene ligger oftest spredt (bestrøning) og kun i ét lag.

Substrattype 4: Stenede områder og stenrev med 25-100% af større sten: Områder domineret af sten fra ca. 10 cm fra tæt bestrøning (sten i ét lag) til stenrev med relief (sten i flere lag) med eller uden huledannende elementer. Der kan også forekomme varierende mængder af sand, grus og småsten, samt biogene rev/eller kalkrev i denne sub-strattype. Stenene kan ligge i ét lag eller ligge i flere lag, hvor der kan være huledannende stenrev.

Miljøstyrelsen vil i en kortlægning med ovennævnte substrattype betragte stenrev (dækning af sten >10 cm på over 25%) i områder kortlagt som substrattype 4, samt substrattype 3 (dækning af sten >10 cm på 10-25%) i direkte arealmæssig kontakt med substrattype 4. Hvis substrattype 3 forekommer isoleret uden arealmæssig forbindelse til substrattype 4 betragtes det ikke som stenrev.

Resultaterne af SSS-kortlægningen og substrattypetolkningen for efterforskningsområdet er præsenteret i afsnit 4.3 om substratforhold.

3.2.3 SEISMISK OPMÅLING

De overfladenære geologiske lag er udover SSS beskrevet ved brug af SBP (Sub-bottom-profiling) af typen Innomar SES-2000 Standard. Innomar SES-2000 (pinger) er monteret med stang på bagbordsside på båden Sephia og data er indsamlet ved 8-10 kHz. De seismiske data er korrigeret for roll, pitch og heave ift. højdesystem DVR90 ved dataindsamlingen via fartøjets motion sensor - IMU. De seismiske metoder anvendes til at detektere seismiske sub-horisontale refleksioner i undergrunden. Refleksionerne kan relateres til overgange i geologiske aflejringer, eksempelvis en overgang fra et sandlag til et lerlag.

Pingeren er et godt instrument til kortlægning og vurdering af de mest overfladenære sedimenter – og er den type instrument, der benyttes ved de fleste kystnære, marine kortlægningsopgaver i Danmark. Pinger data giver en god opløsning af de overfladenære geologiske lag, hvorved der opnås kendskab til de overfladenære sedimenters lagtykkelse. På baggrund af pingerens høje dataopløsning af de overfladenære lag, er metoden ideel til identifikation og vurdering af sedimentære strukturer i en dybde af 0-5 m, og stedvist op til 10-12 m under havbundsoverfladen, afhængig af beskaffenheden af sedimentet. For sandede og grusede sedimenter er penetrationen op til ca. 5-8 m, mens den er betydeligt mindre ved hårdt substrat på havbunden. Penetrationsdybden øges ved tættere pakning og finere kornstørrelser i sedimentet.

Langs hver linje er der indsamlet både et lav- og højfrekvent dataprofil. De indsamlede seismiske data er tolket i Sonarwiz 7, hvor der er foretaget en detaljeret gennemgang af alle de seismiske linjedata. På hver seismisk linje er der foretaget en tolkning af relevante horisonter og strukturer i sedimentet. Derudover er der foretaget en karakteristik af havbunden, hvor der er fokus på udbredelsen af sten, havbundens hårdhed, vegetation og stenrev med relief (huledannelse). De højfrekvente data er særlig velegnet til kortlægning af makroalger og ålegræs på havbunden, mens de lavfrekvente data er særlig velegnet til kortlægning af relevante horisonten og strukturer i sedimentet.

Resultaterne af den seismiske tolkning for efterforskningsområdet er præsenteret i afsnit 0 om overfladegeologien.

3.3 ROV UNDERSØGELSER

De visuelle verifikationer blev gennemført i forbindelse med den biologiske kortlægning og blev udført med ROV, som er et fjernstyret undervandsfartøj, der optager detaljerede videosekvenser fra havbunden. Der blev indsamlet videodata på i alt 13 stationer (ROV_AP1_01 til -13). ROV-optagelserne blev foretaget af ROV-piloter med marinbiologisk ekspertise, og alle visuelle verifikationer er blevet gennemgået og kvalitetssikret af marinbiologer og/eller maringeologer.

Formålet med den visuelle verifikation er at verificere overfladesediments sammensætning og udbredelsen af bundflora og fauna på udvalgte lokaliteter. De udvalgte ROV stationer udpeget i samarbejde med Foreningen Køge Bugt Stenrev og dens samarbejdspartnere og er baseret på den indledende tolkning af SSS data og dybdedata.

ROV-stationerne er nummereret med henholdsvis indeks ROV_AP1 efterfulgt af fortløbende ID nummer f.eks. 01. Det endelige ID er eksempelvis ROV_AP1_01. Hver visuel verifikation er registreret i en logbog, hvori information om bundsubstratets beskaffenhed, artssammensætning af biologiske samfund og dækningsgrader af flora og fauna blev noteret (se Bilag A ROV logbog).

Der kan være registreret flere forskellige substrattyper på de enkelte ROV-stationer, da udpegning af verifikationsstationer bl.a. udpeges på baggrund af synlige ændringer i overfladesubstrat eller svært identificerbare strukturer observeret på dybde og/eller SSS-data.

4 RESULTATER

I nedenstående præsenteres resultaterne fra den geofysiske og biologiske kortlægning af efterforskningsområdet med kortmateriale og eksempler fra dybdeopmålingen, sidescan sonderen, den seismiske opmåling og ROV undersøgelserne.

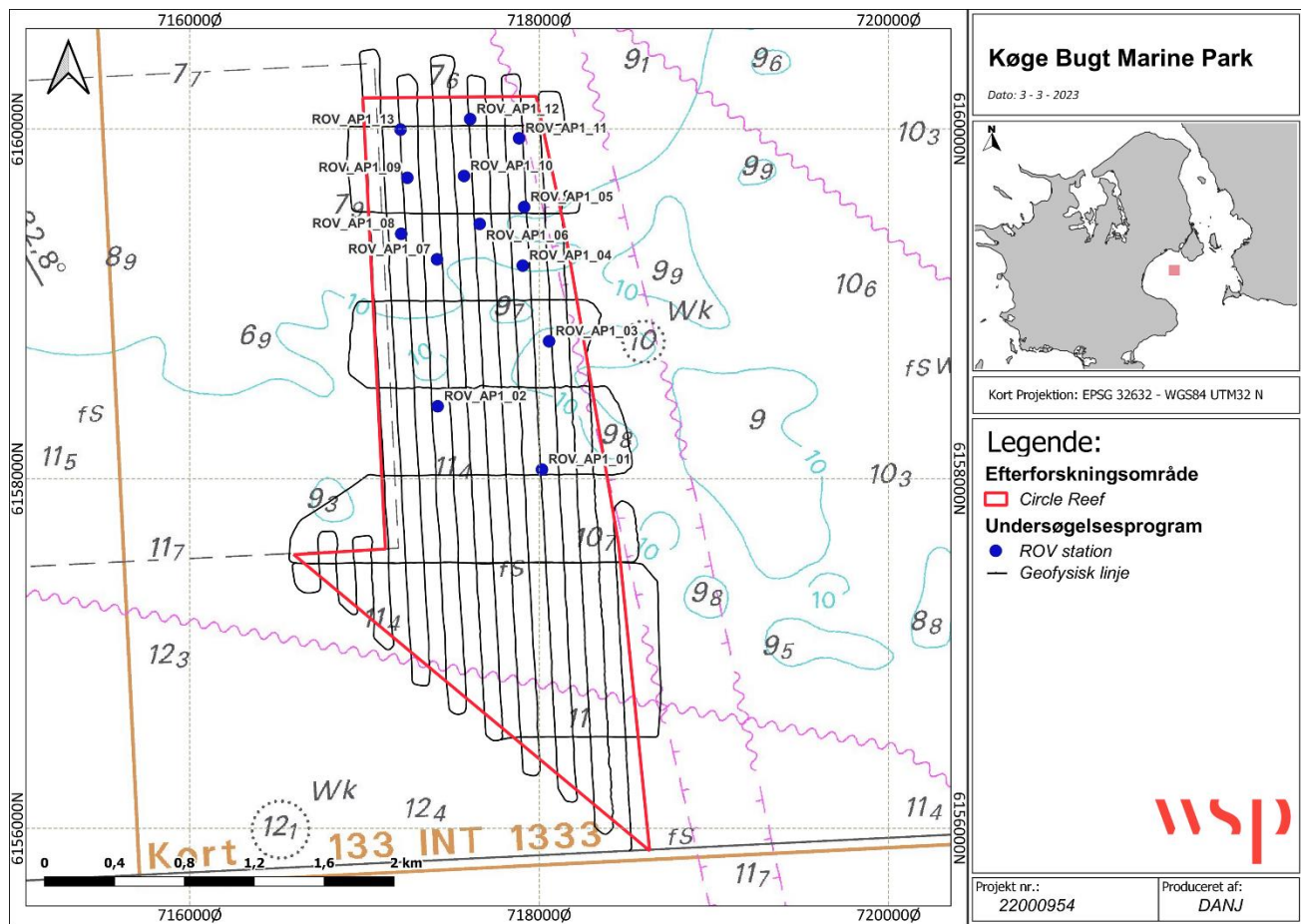
4.1 UDFØRTE UNDERSØGELSER

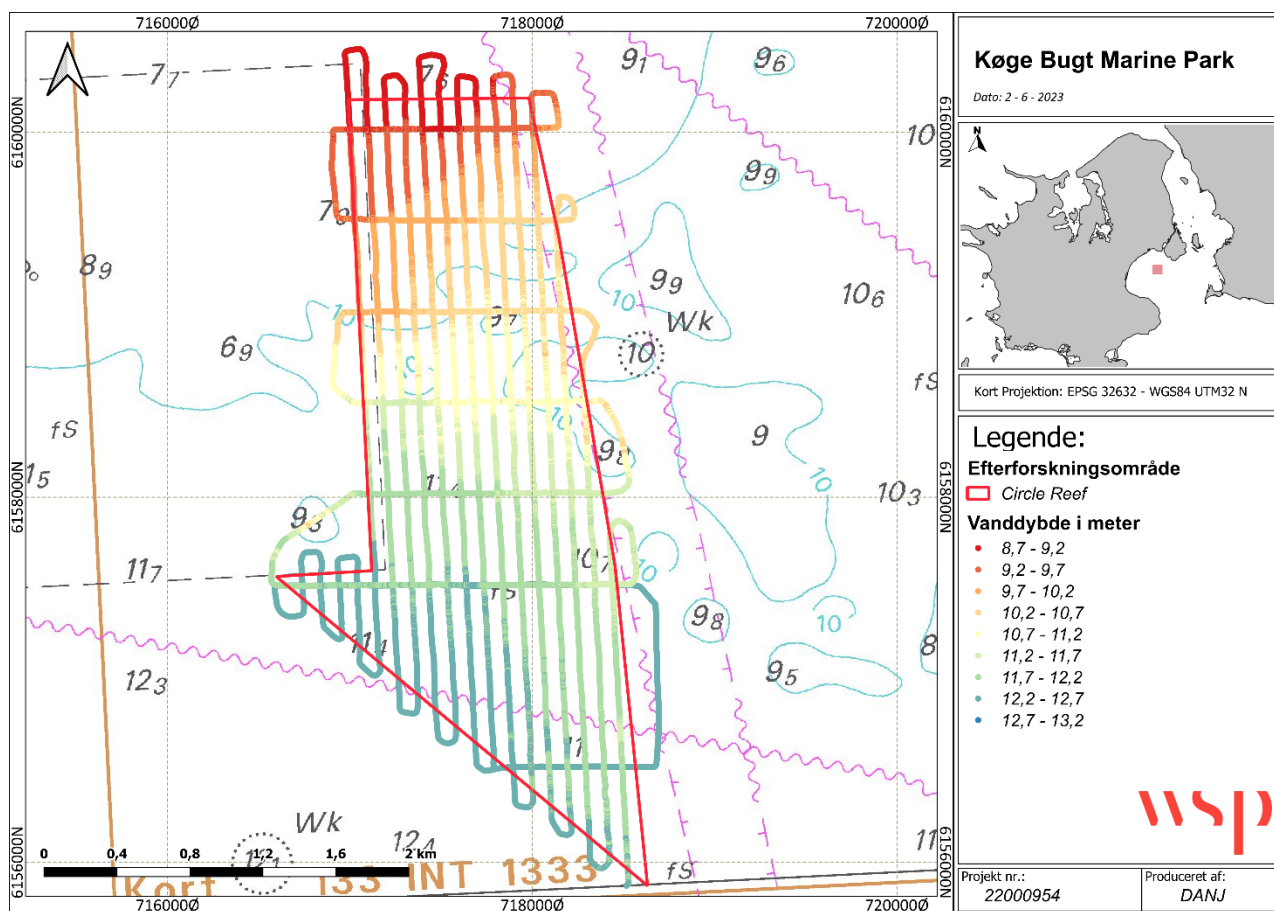
I forbindelse med den geologiske og biologiske kortlægning er der gennemført en fulddækkende sidescan opmåling, tæt opmåling med single beam data og shallow seismiske data samt indsamling af visuelle verifikationer med ROV i efterforskningsområdet, som er fundet fyldestgørende til nærværende formål.

Der er i alt indsamlet ca. 56 km geofysik af typen single beam data, sub-bottom profiling og sidescan sonar, fordelt på 25 surveylinjer. 18 linjer er orienteret N-S, mens 7 linjer er orienteret V-Ø. De geofysiske data er indsamlet med en indbyrdes sejllinjeafstand på ca. 100 m imellem de N-S gående linjer og 500 m for de tværgående linjer (Figur 4.1).

Datagrundlaget for de biologiske undersøgelser omfatter indsamling af 13 ROV stationer (ROV_AP1_01-13) beliggende spredt i den nordlige del af efterforskningsområdet (Figur 4.1). Lokaliteterne for ROV stationerne er udvalgt på baggrund af en indledende screening af de geofysiske data samt dialog med kunden og dets samarbejdspartnere.

Den indledende tolkning af de geofysiske data viser, at den nordlige del af efterforskningsområdet er mest velegnet til formålet vedrørende etablering af revlokaliteter. På den baggrund er der gennemført ROV verifikationer med fokus på sandbunden i den nordlige del af efterforskningsområdet, samt spredte stenrev for at sammenligne de fysiske og biologiske forhold.



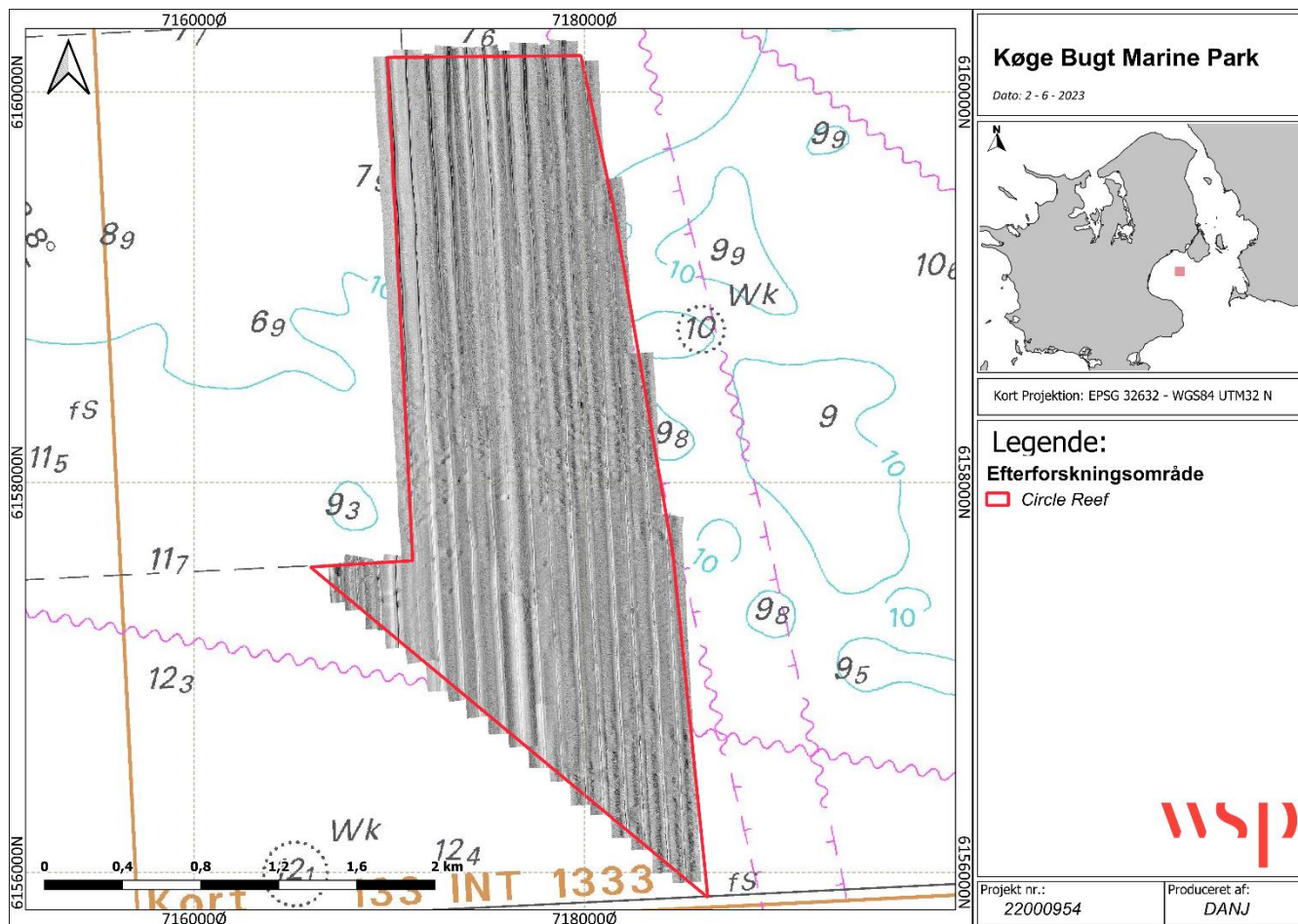


Figur 4.2. Dybdemodel baseret på singlebeam (SBES) opmåling med dybdegraduering på 0,5 m.

De indsamlede single beam data er jævnfør "Lov om stedbemt information paragraf 7, stk. 2" fremsendt til Geodatastyrelsen.

4.3 SUBSTRATFORHOLD

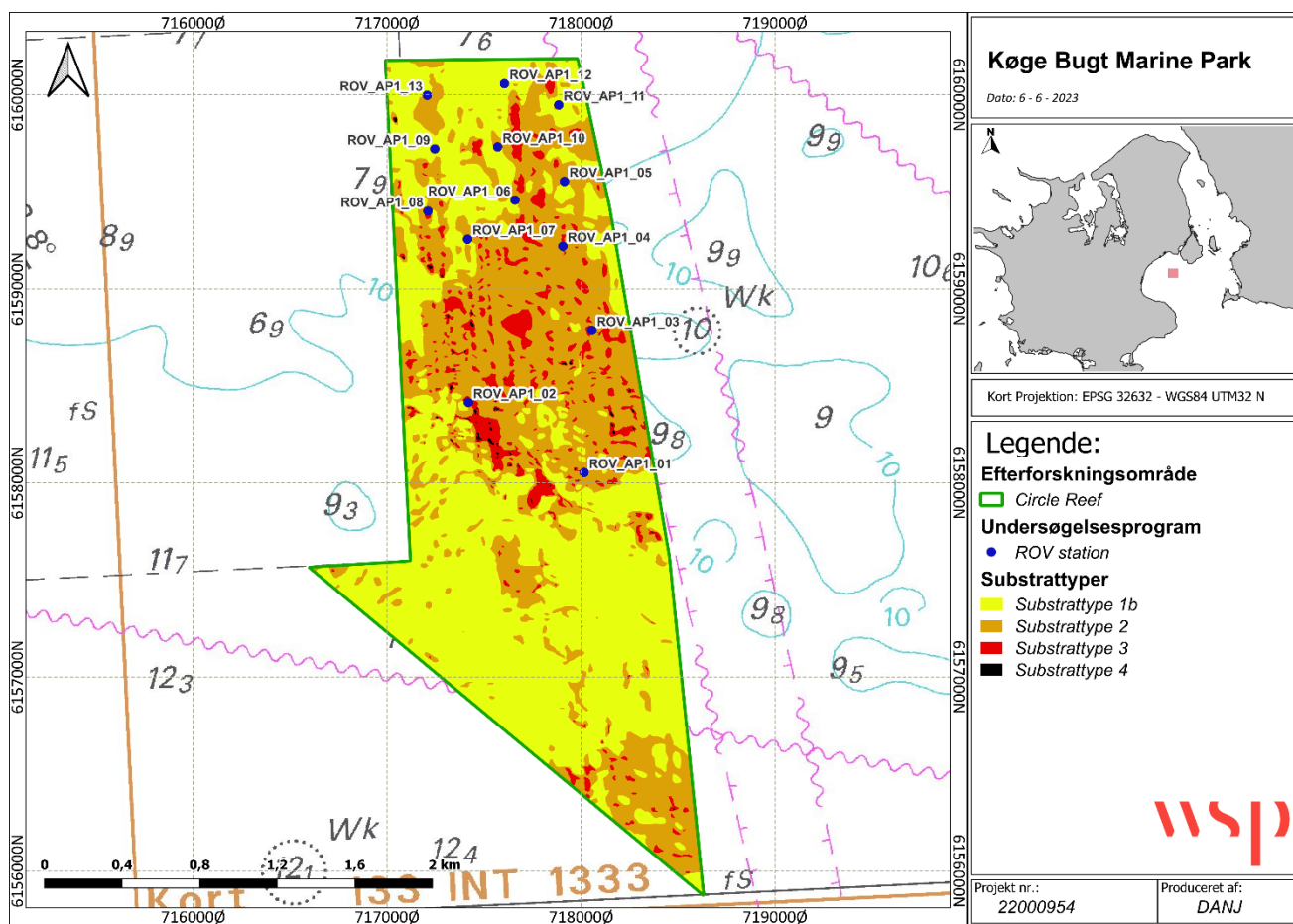
Den udarbejdede SSS-mosaik for efterforskningsområdet, baseret på de indsamlede N-S gående linjer, kan ses herunder (Figur 4.3)



Figur 4.3. SSS-mosaik med N-S linjerne for efterforskningsområdet.

Havbunden i efterforskningsområdet kan på baggrund af SSS-mosaikkerne og tolkningen heraf inddeles i fire forskellige substrattyper: Type 1b, 2, 3 og 4. For klassifikation af de enkelte substrattyper henvises til afsnit 3.2.2, hvor der foreligger en detaljeret beskrivelse af metode og definition af substrattyper.

Fordelingen af de kortlagte substrattyper i efterforskningsområdet kan ses på nedenstående substrattypekort, Figur 4.4, og er verificeret ved ROV undersøgelserne (se i øvrigt ROV logbog i Bilag A).



Figur 4.4. Substrattypekort for efterforskningsområdet, der viser fordelingen af de tolkede substrat typer med angivelse af ROV-stationer.

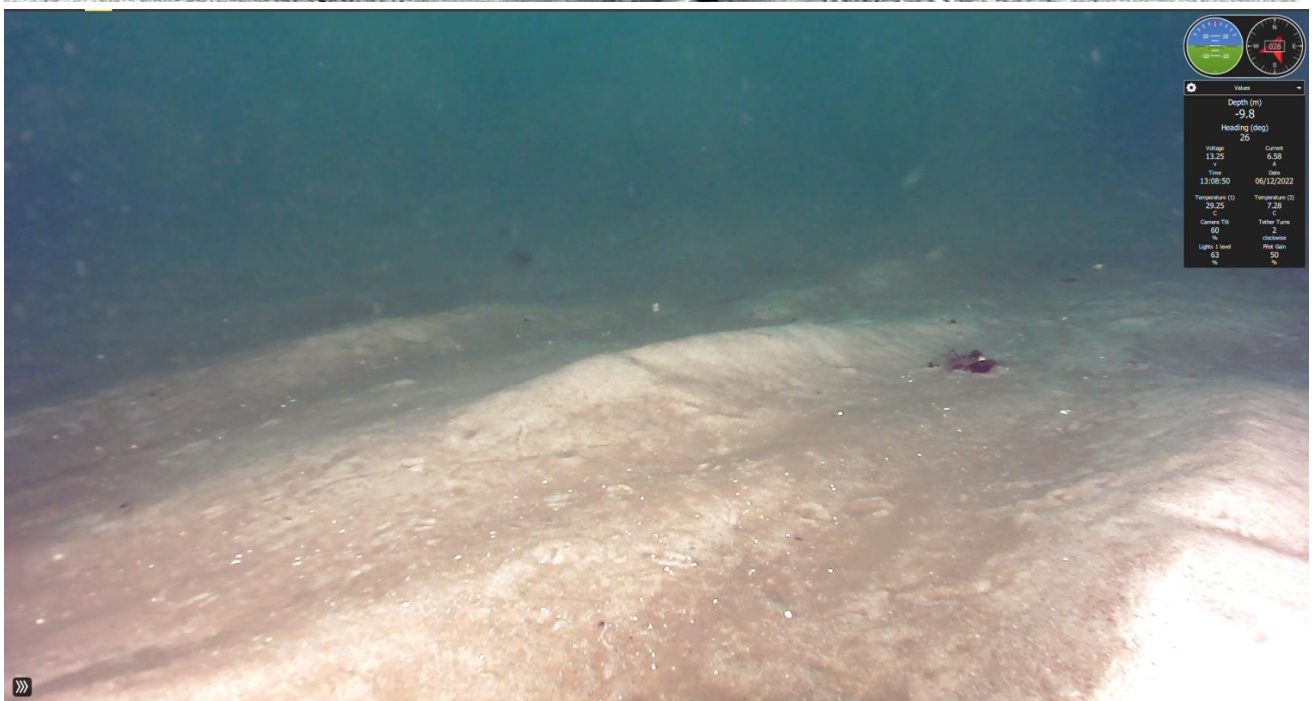
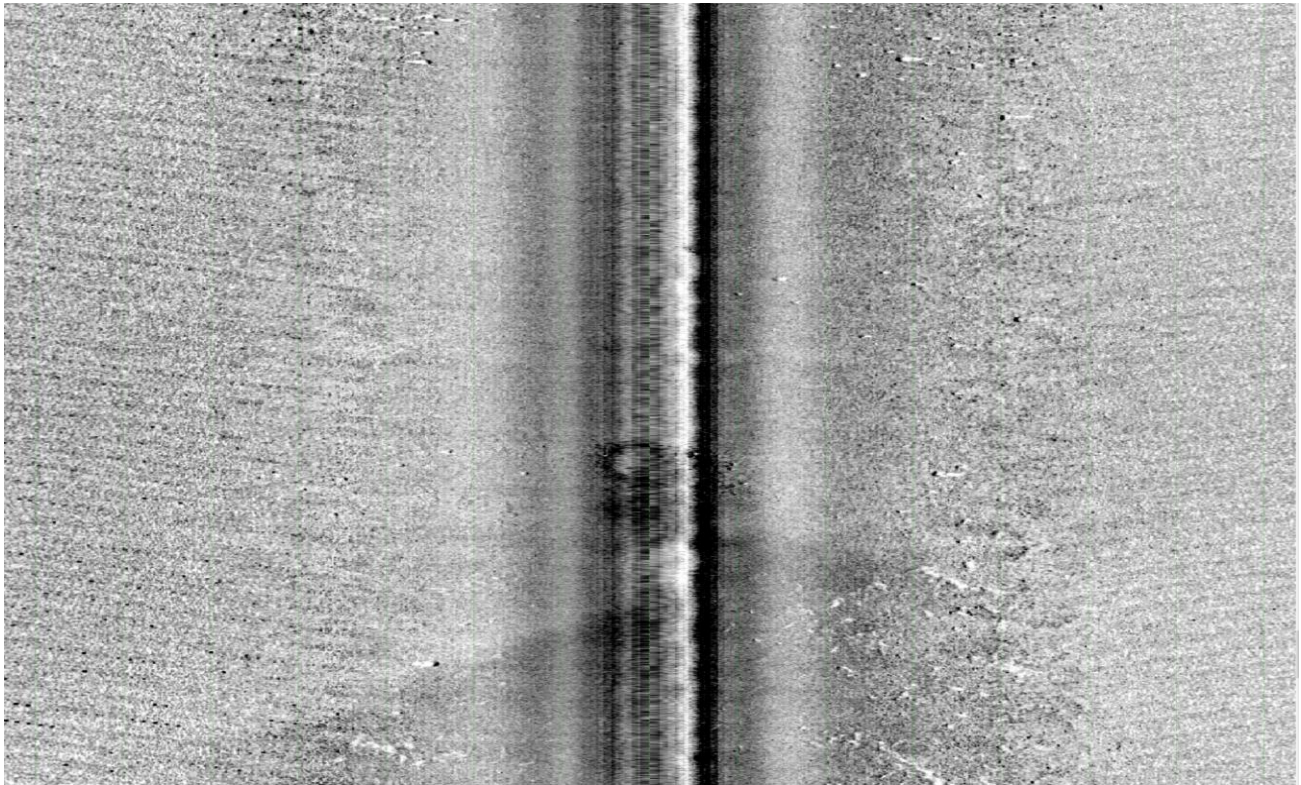
I nedenstående beskrivelse af de enkelte substrat typer vises konkrete SSS-eksempler, som er udtaget fra de indsamlede SSS-data og et foto af bundforholdene fra ROV videodata. Disse eksempler illustrerer de forskellige substrat typer identificeret i efterforskningsområdet.

Substrattype 1b

Substrattype 1b er en fast sandbund bestående af fint til groft sand med et lavt varierende indhold af skaller, grus og småsten. Bundtypen ses typisk med bølgeribber og bundformer af varierende udtryk. På SSS data fremstår bundtypen med en relativ lavere refleksivitet, og er forholdsvis homogen og grynet i udtrykket (Figur 4.5).

På ROV fotos ses det, at bunden er domineret af fint-mellem-groft sand med bølgeribber og sandormehobe (Figur 4.5).

Substrattype 1b er den mest dominerende i efterforskningsområdet registreret på alle dybder, og bundtypen dækker ca. 55% af havbunden i efterforskningsområdet (Tabel 4.1). Substrattype 1b dominerer havbunden i den sydlige del af efterforskningsområdet samt den nordvestlige del (Figur 4.4).



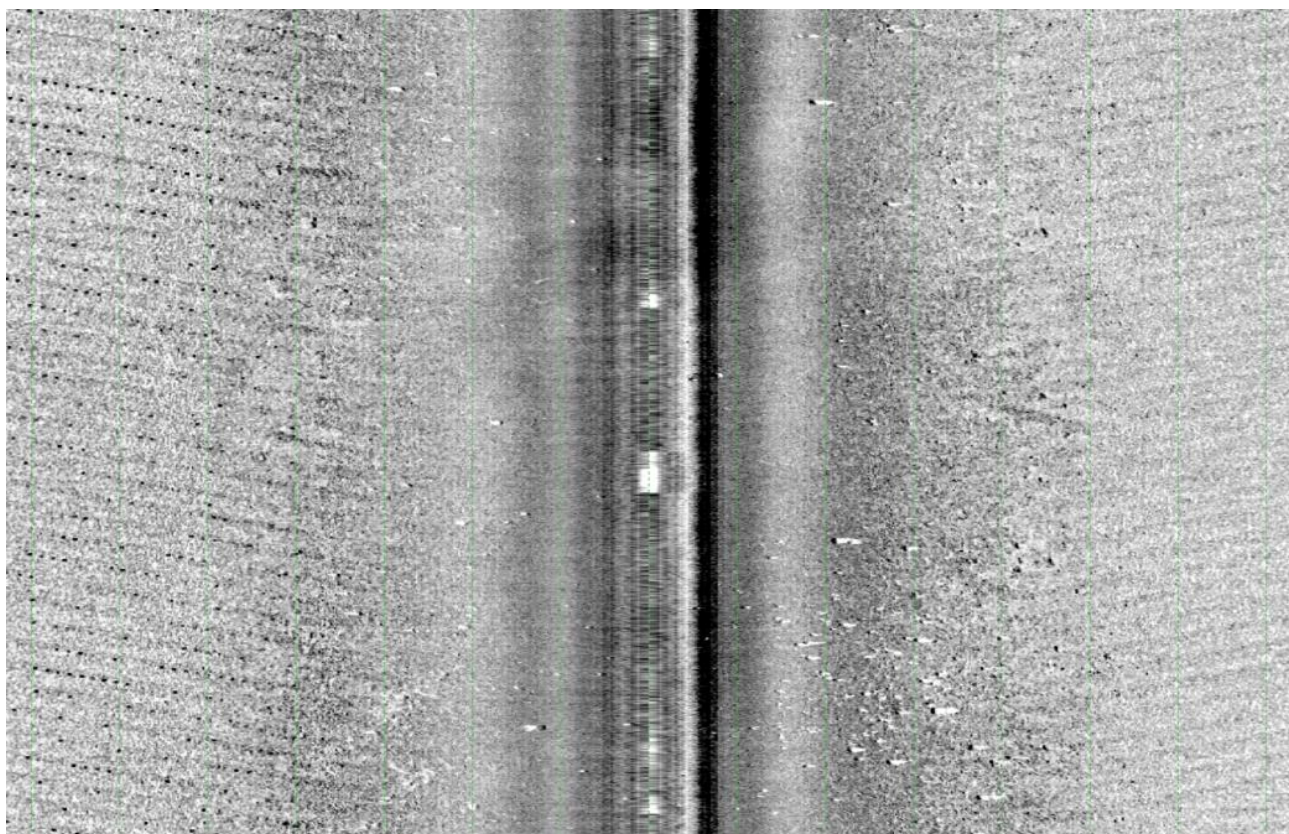
Figur 4.5. SSS-eksempel af en substrattype 1b fast sandbund (øverst) med enkelte spredte større og mindre sten, med tilsvarende video screenshot (nederst) af en sandbund med bølgeribber med enkelte blåmuslinger. Eksemplet er fra den nordvestlige del af efterforskningsområdet ved ROV station "ROV_AP1_09". Den samlede bredde af SSS-eksemplet er ca. 75 m.

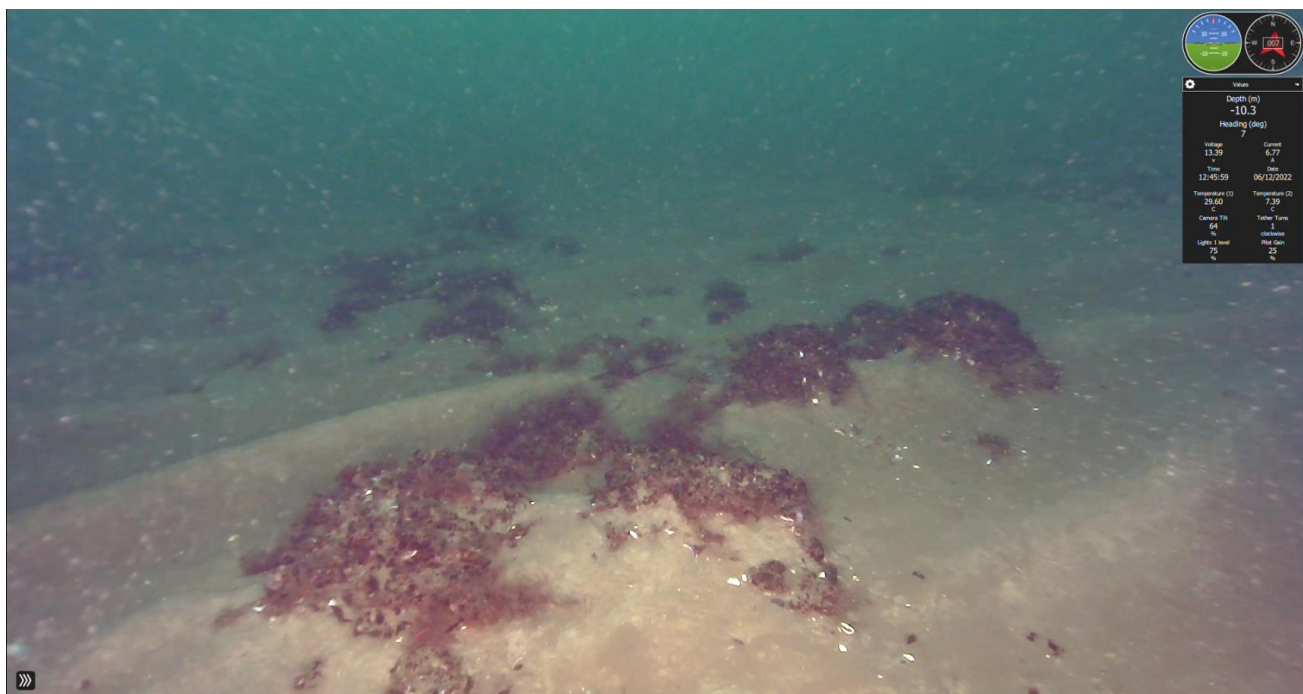
Substrattype 2

Substrattype 2 består primært af sand med varierende dækning af større sten (1-10%). På SSS-data ses bundtypen med grynet struktur og moderat reflektivitet med få spredte høj-reflektive sten (Figur 4.6). På ROV data ses spredte skaller på havbunden samt tydelige bølgeribber. Det ses, at sandet vandrer ind over stenene (Figur 4.6).

Substrattype 1b er den mest dominerende i efterforskningsområdet registreret på alle dybder, og bundtypen dækker ca. 55% af havbunden i efterforskningsområdet (Tabel 4.1). Substrattype 1b dominerer havbunden i den sydlige del af efterforskningsområdet samt den nordvestlige del.

Substrattype 2 er den næstmest dominerende substrattype i efterforskningsområdet og er registreret på alle vanddybder. Substrattypen dækker ca. 39% af havbunden i efterforskningsområdet (Tabel 4.1). Substrattype 2 dominerer havbunden i den centrale og nordlige del af efterforskningsområdet (Figur 4.4).



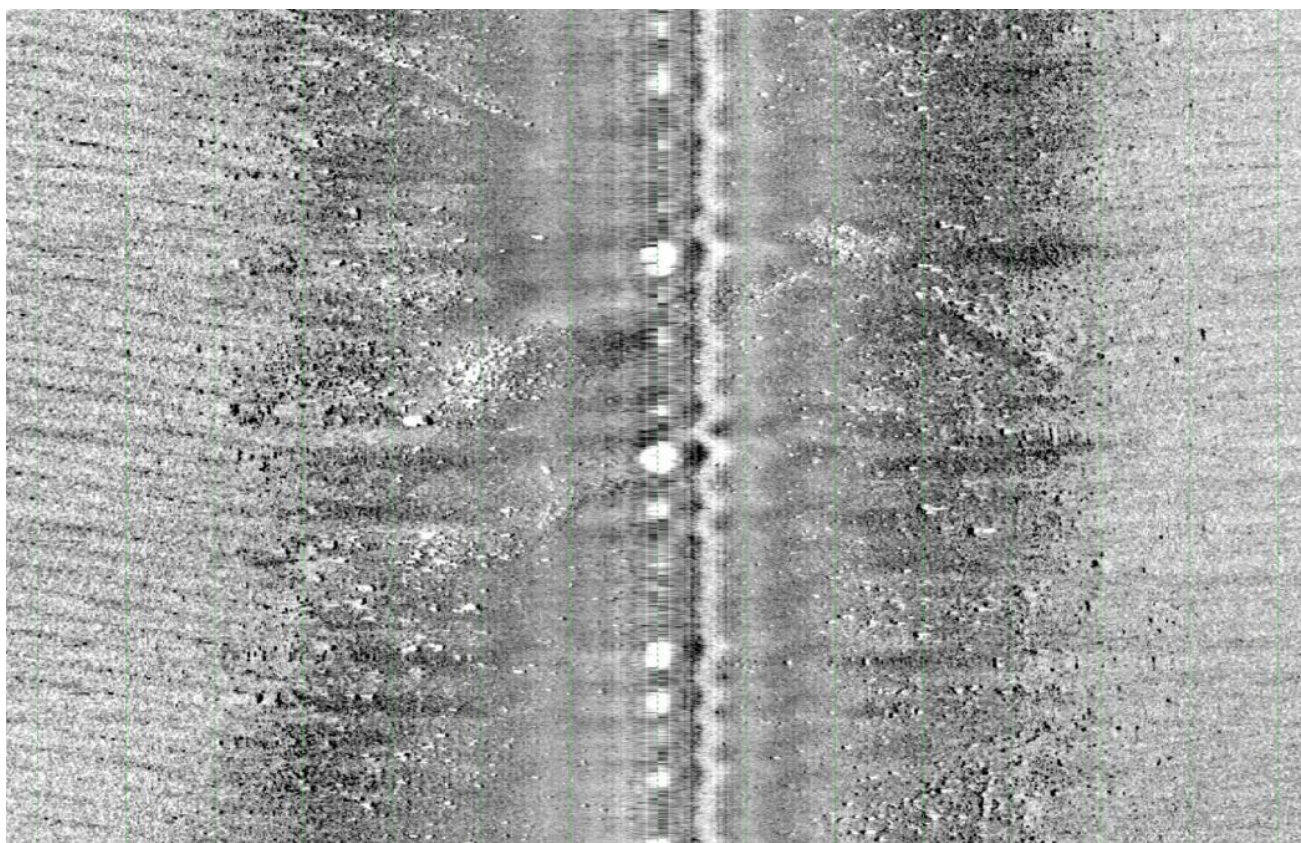


Figur 4.6. SSS-eksempel af en substrattype 2 bund, med varierende stendækning typisk med 1-10% spredte større sten på >10 cm størrelse oven på en fast sandbund. Eksemplet er fra den nordlige del af efterforskningsområdet ved ROV station "ROV_AP1_07". På ROV-eksemplet ses bølgeribber. Den samlede bredde af SSS-eksemplet er ca. 75 m.

Substrattype 3

Substrattype 3 er en bestrøningsbund med en dækningsgrad på 10-25% af større sten oven på sandbund. Bundforholdene i disse stenede områder er meget heterogene, og stendækningen er stærkt varierende. På SSS-data ses bundtypen med et grynet høj-reflektivt udseende med mange spredte høj-reflektive sten (Figur 4.7).

Substrattype 3 findes primært som mindre afgrænsede områder inden for de sammenhængende stenede områder i efterforskningsområdet. Substrattype 3 findes udbredt i den centrale del af efterforskningsområdet (Figur 4.4). Substrattypen dækker ca. 6% af havbunden i efterforskningsområdet (Tabel 4.1).

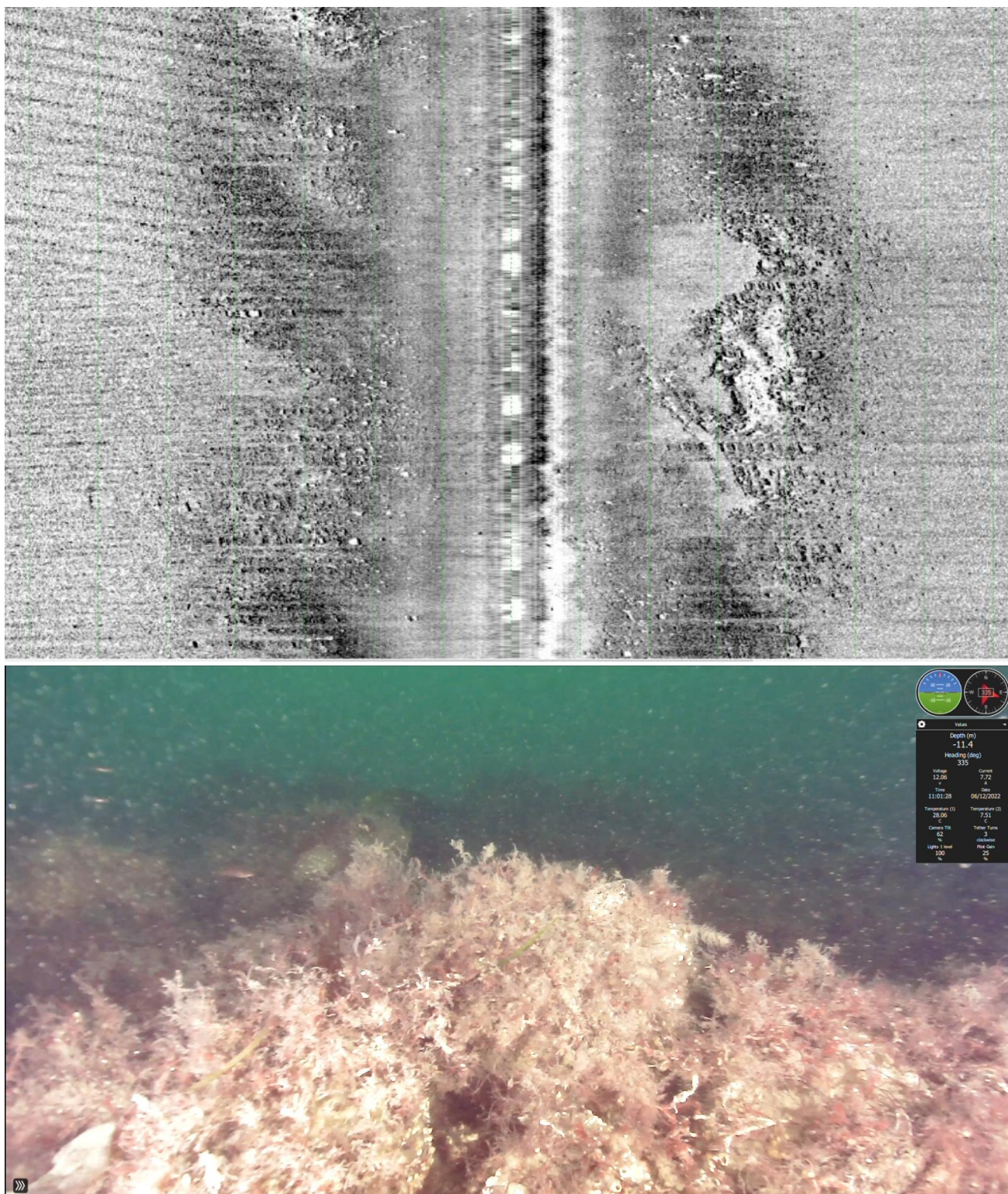


Figur 4.7. SSS-eksempel af en substrattype 3 bund, med 10-25% spredte sten på >10 cm størrelse oven på en sandbund med bølgeribber. Eksemplet er fra den østlige del af efterforskningsområdet ved ROV station "ROV_AP1_04". Den samlede bredde af SSS-eksemplet er ca. 75 m.

Substrattype 4

Substrattype 4 er en tæt bestrøningsbund med et-lags stenrev eller lokalt flere-lags stenrev med huledannelse med en dækningsgrad >25% af større sten oven på sandbund. Bundforholdene i disse stenede områder er meget heterogene, og stendækningen er stærkt varierende. Lokalt ses fuld dækning af store sten på havbunden. På SSS-data ses bundtypen med et gynet høj-reflektivt udseende med mange spredte høj-reflektive sten (Figur 4.8).

Substrattype 4 findes primært som mindre afgrænsede områder inden for de sammenhængende stenede områder i efterforskningsområdet. Substrattype 4 findes primært i den centrale del af efterforskningsområdet (Figur 4.4). Substrattypen dækker ca. 0,2% af havbunden i efterforskningsområdet og er derfor den mindst forekommende substrattype (Tabel 4.1). På ROV-data er der flere steder observeret huledannende elementer på stenrev i området eksempelvis på ROV_AP1_01 (Figur 4.8).



Figur 4.8. SSS-eksempel af en substrattype 4 bund (stenrev), med >25% spredte sten på >10 cm størrelse. Eksemplet er fra den centrale del af efterforskningsområdet ved ROV station ROV_AP1_01", hvor der lokalt ses tæt på 100% dækning af store sten på havbunden. Den samlede bredde af SSS-eksemplet er ca. 75 m.

Den overordnede arealfordeling af substrattyperne inden for efterforskningsområdet kan ses i nedenstående Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Arealfordeling af substrattyper inden for efterforskningsområdet.

Efterforskningsområdet		
Substrattype	km ²	%
Type 1b	2,6	55
Type 2	1,8	39
Type 3	0,3	6
Type 4	0,01	0,2
Total	4,7	100

4.4 OVERFLADEGEOLOGI

Baseret på de indsamlede seismiske data er der foretaget en tolkning af de overfladenære geologiske lag. Tolkningen af de seismiske data har fokus på tilstedeværelsen af sedimentære strukturer i undergrunden, mobile sandforekomster og toppen af de glacielle aflejringer kaldet morænen, som typisk bærende geologi i forhold til stenrev og hårdt substrat i Danmark. Dette er illustreret ved et kort over den overfladenære geologi tolket ud fra de seismiske data og øvrige geofysiske data, se Figur 4.9.

For at illustrere de overordnede tolkninger af de overfladenære geologiske lag, er der præsenteret et par seismiske profiler. Disse seismiske eksempler illustrerer de væsentlige overfladegeologiske forhold og strukturer i undergrunden og på havbunden, der er identificeret ved nærværende seismiske tolkning (se Figur 4.10 til Figur 4.11).

Fra den seismiske kortlægning er der undersøgt tre overordnede geologiske og sedimentære enheder, listet fra yngst til ældst:

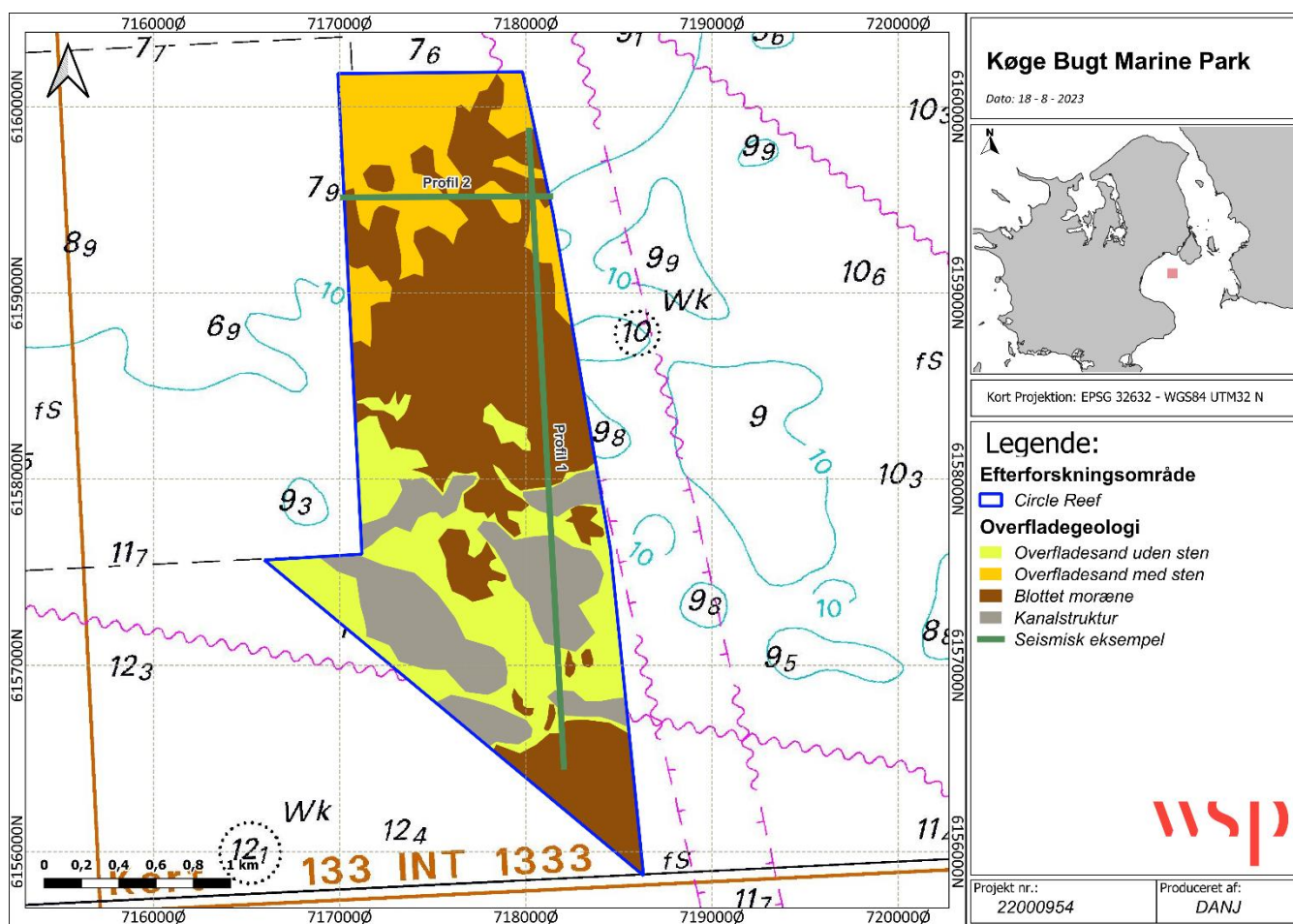
- Postglacialt (holocænt) overfladesand (flere steder dynamisk)
- Udfyldt kanal sen/postglacial (<20.000 år)
- Glacial moræne (>20.000 år)

I den sydlige del af efterforskningsområdet er der stedvist tykke sedimentære aflejringer i en række gennemgående kanalsystemer, se seismiske eksempler på Figur 4.10. Sediment i kanaler er typisk blødere og består af varierende sedimentfraktioner af finsand, silt og ler, men kan også stamme fra smeltevandsfloder med udfyld af sand og grus. Idet der ikke forekommer boringer i kanalerne i efterforskningsområdet, kendes sedimentindholdet ikke med sikkerhed. Forventeligt vil sedimentet i kanalerne være usorteret og heterogent, hvilket medvirker til usikkerhed i bæreevnen. Tykkelsen af de udfyldte kanaler i efterforskningsområdet er op til 3 m, og udbredelsen er vist på Figur 4.9 baseret på tykkelser >1 m. Nærliggende boring DGU-nr. 551214.28 beliggende vest for efterforskningsområdet viser smeltevandsaflejringer af ler, silt og grus oven på glacialt moræneler. Smeltevandsaflejringerne overlejres typisk af holocænt fint sand. Denne type overfladegeologien vurderes at være typisk for hele den sydlige del af efterforskningsområdet.

I den sydlige del af efterforskningsområdet overlejres kanalerne udbredt af overfladesand uden sten (substrattype 1b).

Størstedelen af områdets overfladenære geologi består af de hårde glaciale moræneaflejringer (Figur 4.9), enten dækket af et meget tyndt mobil sandlag (<0,5 m tykkelse) (substrattype 1b) eller tilstede direkte på havbunden, hvor der ses et stenet substrat (substrattype 2 og 3 samt lokal substrattype 4). Morænen består typisk af et hårdt og kompakt blandet sediment (diamikt) bestående af ler, silt, sand, grus og sten, som typisk kan ses på havbunden som et residuelt lag (erosionslag) af spredte sten. Denne sedimenttype og geologi er stabil og bærende for naturligt forekommende stenrev og udgør et fast, hårdt substrat. Glacialt moræneler blottet på havbunden er udbredt i den centrale/nordlige del af efterforskningsområdet, samt i den sydøstligste del, jf. Figur 4.11.

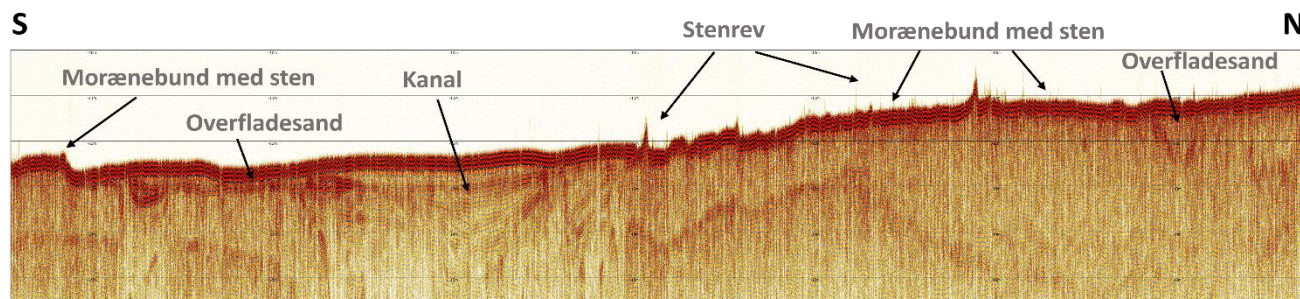
Den nordlige del af efterforskningsområdet er præget af højtliggende moræne, som overlejres af et tyndt lag mobil postglacialt overfladesand (overfladesand med sten). På havbunden forekommer få spredte større sten, som vidner om, at morænefladen ligger tæt under havbunden (Figur 4.9). Samlet er havbunden i den nordlige del af efterforskningsområdet karakteriseret ved substrattype 1b og spredt substrattype 2. Sandbunden er fast og bærende. Denne type overfladegeologi er bekræftet af den nærliggende boring DGU-nr. 221514.9, som ligger nordøst for efterforskningsområdet. Denne boring viser 0,2 m holocænt sand oven på moræneler.



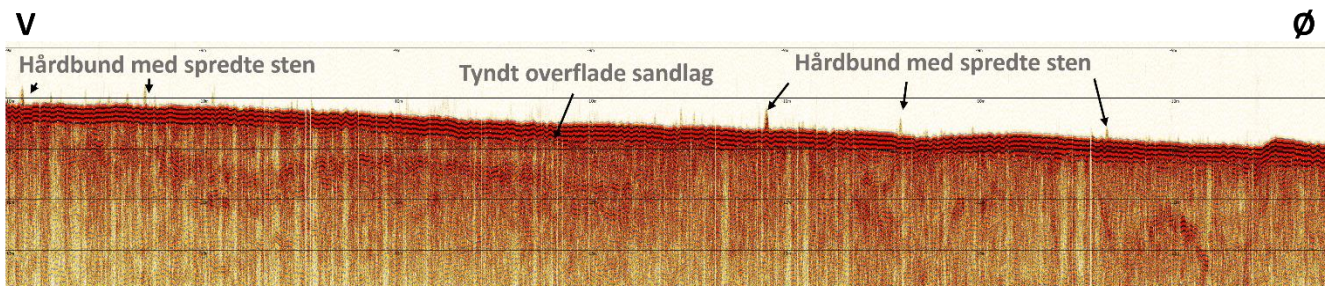
Figur 4.9. Oversigt over den overfladenære geologi i efterforskningsområdet. På kortet er indtegnet lokation af seismiske profileksempler vist på Figur 4.10 til Figur 4.11.

Baseret på ovenstående analyse af overfladefladegeologien i området karakteriseres bæreevnen inden for efterforskningsområdet at varierer fra lav til høj bæreevne. Generelt karakteriseres havbunden som værende mindre bærende og uegnet i relation til etablering af sten- og betonrev i områder med udfyldte kanalstrukturer sammenlignet med den øvrige havbund i efterforskningsområdet. Dette begrundes med, at der er risiko for at det etablerede rev synker ned i et potentielt blødt sediment.

Disse betragtninger medtages i vurderingen vedrørende efterforskningsområdets egnethed i forhold til udlægningen af sten- og betonrev på havbunden (se kapitel 5 og 6).



Figur 4.10. Seismisk profil 1 (lavfrekvent data) beliggende i den østlige del af efterforskningsområdet orienteret S-N. Eksemplet viser forekomsten af hård morænebund med spredte stenrev, spredte forekomster af overfladesand mod nord og et stort kanalsystem mod syd.



Figur 4.11. Seismisk profil 2 (lavfrekvent data) beliggende i den nordlige del af efterforskningsområdet orienteret V-Ø. Eksemplet viser forekomsten af et højtliggende glacialt landskab med spredte sten på havbunden. Der forekommer kun et tyndt overfladesandlag med stedvist spredte større sten.

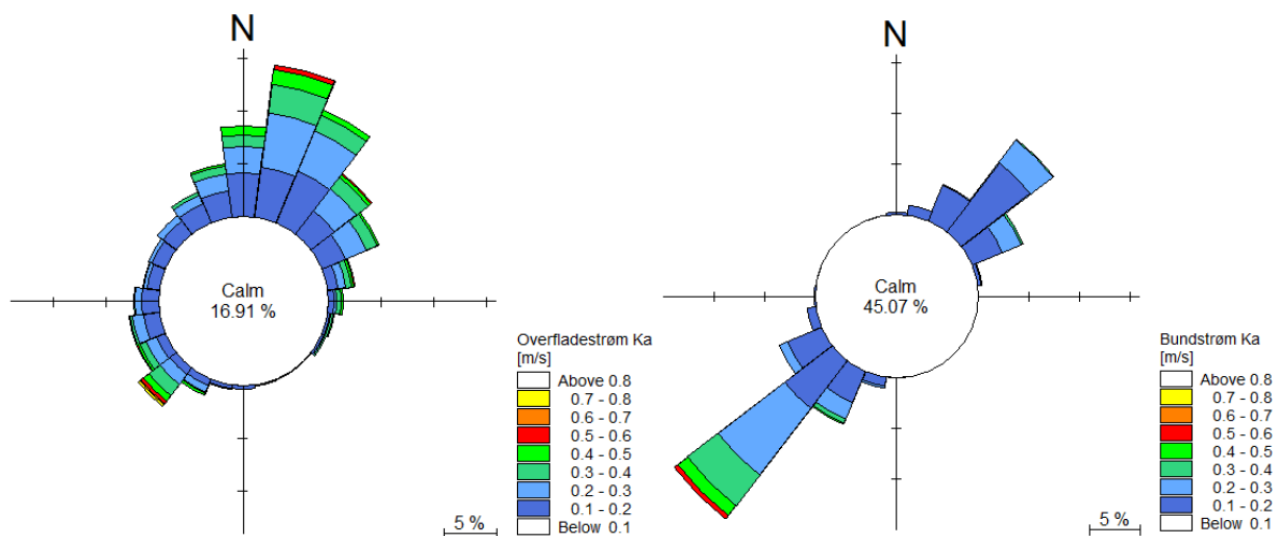
4.5 ABIOTISKE FORHOLD

I det følgende er de overordnede forhold for hhv. strøm, ilt, salinitet og temperatur beskrevet for den centrale del af Køge Bugt nær efterforskningsområdet.

4.5.1 STRØMFORHOLD

Køge Bugt er et farvand med god gennemstrømning fra Øresund. Her transporteres brak- og ferskvand i de øverste vandlag mod nord fra Østersøen og op mod Kattegat. Langs havbunden strømmer koldt og saltholdigt

vand mod syd fra Kattegat og ind i Østersøen. Dette ses også af Figur 4.12, som angiver modellering af de dominerende strømrøretninger for hhv. overfladevand og bundvand. Den dominerende strømrøretning ved overfladen er mod nord-nordøst, mens der i mindre grad er strømme mod syd-sydvest. Ved havbunden er den dominerende strømrøretning mod sydvest, og det er også her, der ses de højeste strømhastigheder på godt 0,5 m/s. Disse strømninger med saltvandsinfluks fra Kattegat forårsager med jævne mellemrum lagdeling i vandsøjlen.



Figur 4.12 Strømrøretninger for vinterhalvåret i Køge Bugt for hhv. overfladenært vand samt bundnært vand. Kilde: (DHI, 2020).

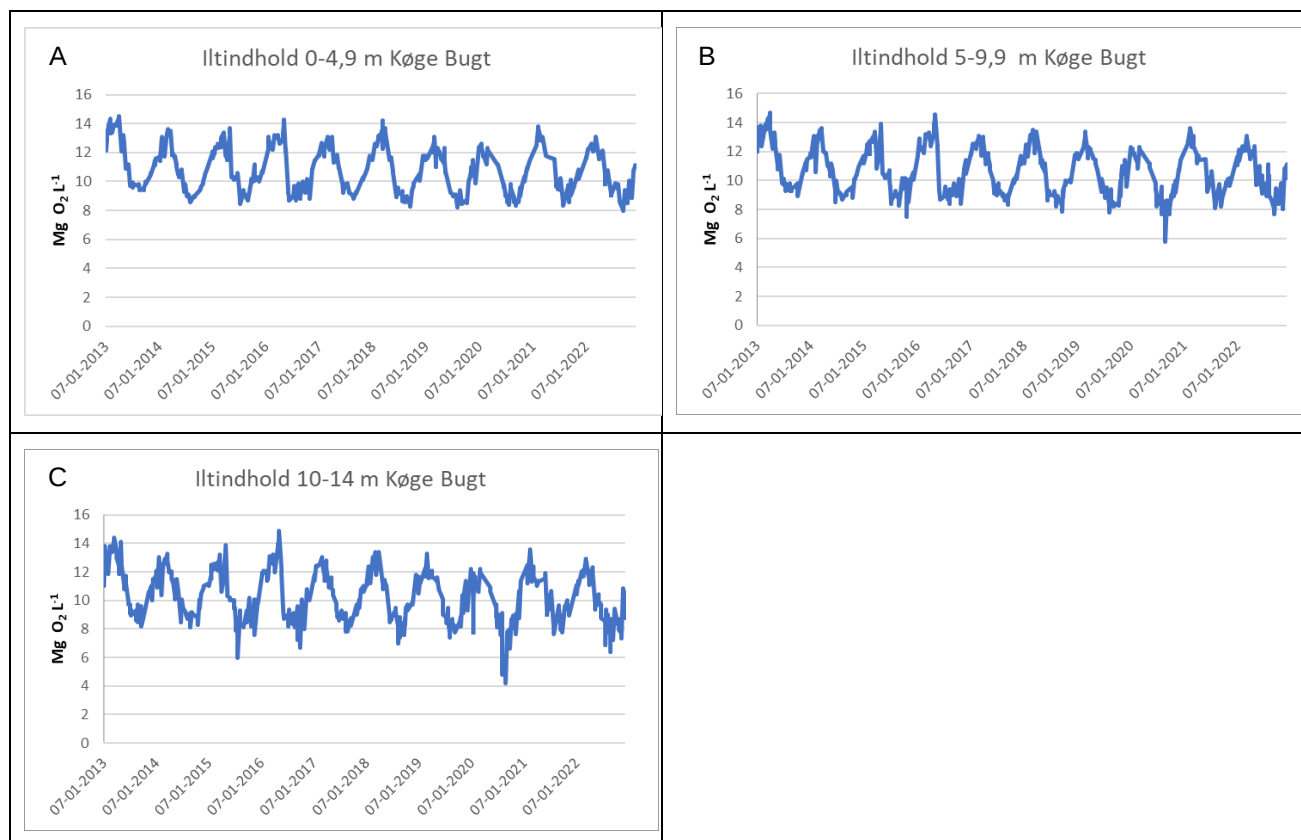
Langs havbunden styres strømforholdene primært af bundtopografien, mens den ved vandoverfladen også er påvirket af vindretning og styrke. Havbunden i Køge Bugt er relativt ensartet hvad angår dybde, og der er således ikke kanaler eller huller, hvor vandet enten transporteres hurtigere eller har tendens til at stå stille. Den ensartede vandtransport er positivt i forhold til etablering af stenrev, idet der således ikke er risiko for at placere revet i et hul med stillestående vand og dårlige iltforhold.

4.5.2 ILTFORHOLD

Iltindholdet i vandet centralt i Køge Bugt har de seneste 10 år varieret fra ca. 14 mg/L i vinterhalvåret til ca. 8 mg/L i sommermånederne (Figur 4.13) (Miljødata, 2023). Iltkoncentrationen er lavest om sommeren, hvor der sker en stor biologisk nedbrydning af dødt organisk materiale på havbunden. Den biologiske nedbrydning forbruger ilt, og kan hvis omsætningen er høj, skabe lokale iltfattige eller -frie forhold på havbunden. I Køge Bugt har der de seneste 10 år ikke været den store variation i iltindholdet på hhv. 0-5 m dybde og ned til 10-14 m dybde, hvilket formentlig skyldes den gode gennemstrømning af området. Der er registreret et enkelt tilfælde af iltvind (eller nærvend iltvind) i slutningen af august 2020, hvor iltkoncentrationen faldt til 4 mg/L på vanddybder over 10 m. Dette er markant bedre end mange andre steder i de indre danske farvande, der har perioder med iltvind hver sensommer. Der har dog de seneste 10 år været en tendens til faldende iltindhold i vandet centralt i Køge Bugt på 1,5-2 mg/L. Dette kan formentlig skyldes at antallet af influks med koldt saltholdigt vand fra Kattegat er reduceret i antal. Derudover er de danske farvande også generelt påvirket af

eutrofiering pga. næringsstofftilførslen fra landbruget på land, hvilket forårsager algeopblomstringer, der senere skal nedbrydes på havbunden under omsætning af ilt.

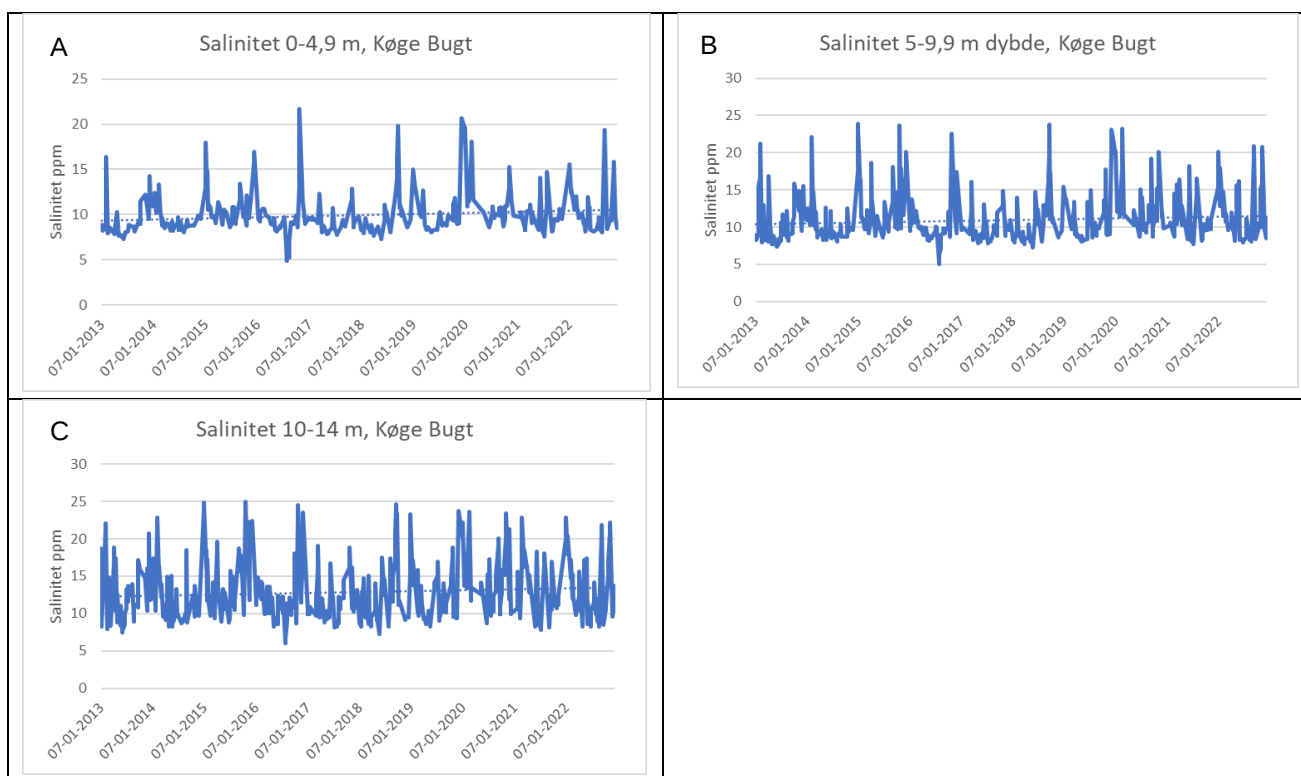
Da Køge Bugt er et område med gode strømforhold, fin vandudskiftning og ikke har problemer med tilbagevendende iltsvind vurderes det ikke at være et problem i forhold til iltforhold at placere stenrev og betonrev på 9-10 m dybde.



Figur 4.13 Udviklingen af iltkoncentrationen i den centrale del af Køge Bugt nær efterforskningsområdet i perioden 2013-2022. A viser iltkoncentrationen på 0-4,9 m dybde, B viser iltkoncentrationen på 5-9,9 m dybde og C viser iltkoncentrationen på 10-14 m dybde. Bemærk perioden med iltsvind i sommeren 2020 især på dybt vand samt tendensen til lavere iltindhold over de sidste 10 år. (Miljødata, 2023)

4.5.3 SALINITET

Saliniteten centralt i Køge Bugt i nærheden af efterforskningsområdet fluktuerede mellem 5 og 25 ppm i perioden 2013-2022. I overfladevandet på 0-4,9 m dybde er gennemsnitssaliniteten på ca. 10 ppm, mens den var lidt højere på knap 13 ppm på 10-14 m dybde. Den højere salinitet nær bunden skyldes influks af saltvand fra Kattegat (Figur 4.14) (Miljødata, 2023).

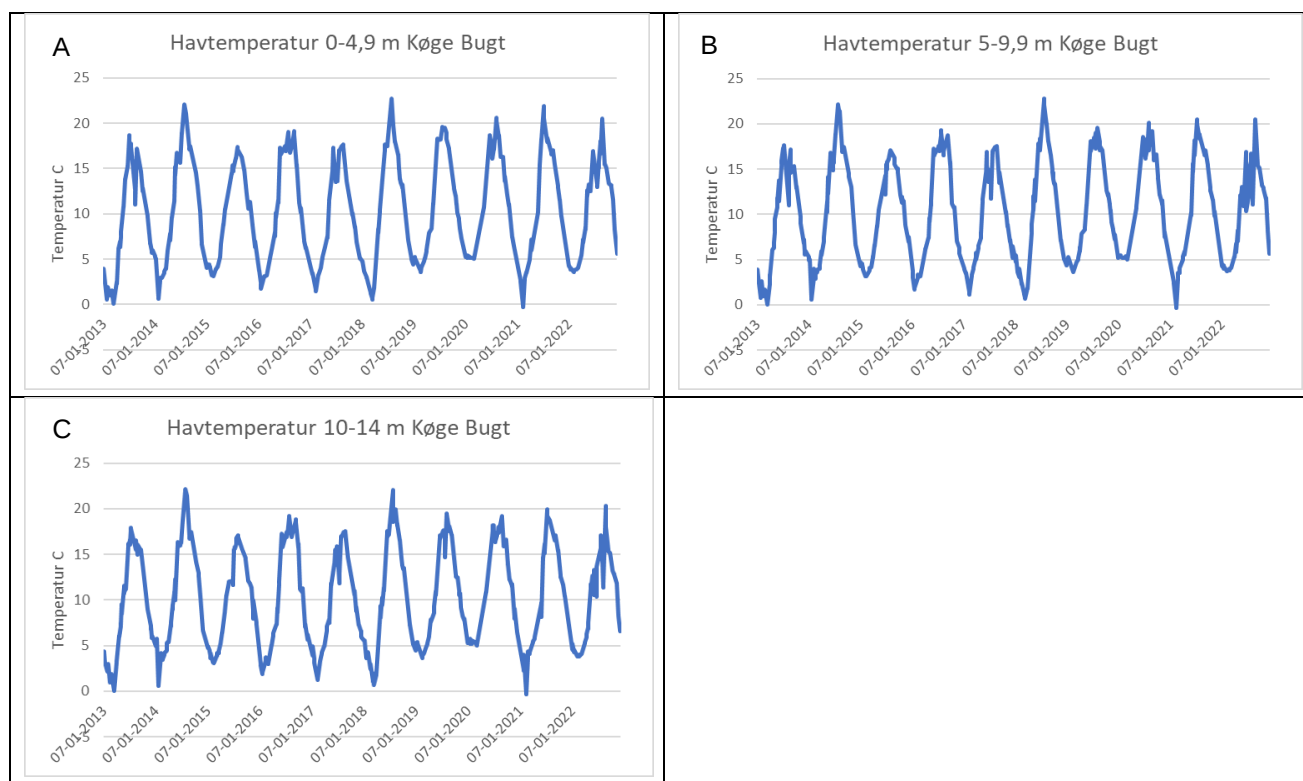


Figur 4.14 Udviklingen af saliniteten i den centrale del af Køge Bugt nær efterforskningsområdet i perioden 2013-2022. A viser saliniteten på 0-4,9 m dybde, B viser saliniteten på 5-9,9 m dybde og C viser saliniteten på 10-14 m dybde. Bemærk der er flere perioder med influks af saltholdigt vand på 10-14 m dybde sammenlignet med overfladevandet på 0-4,9 m. Kilde: (Miljødata, 2023)

4.5.4 TEMPERATUR

Temperaturen har fluktueret med årstiden med højere temperaturer om sommeren sammenlignet med vinterhalvåret. Den maksimale temperatur målt i Køge Bugt var i juli 2014 samt august 2018, hvor temperaturen begge år oversteg 22 grader (Figur 4.15) (Miljødata, 2023). I 2014 nåede den varme havtemperatur helt ned på havbunden på 10-14 m vand, mens den i 2018 var forbeholdt vanddybder under 10 m. Den koldeste temperatur er målt i februar 2021, hvor havtemperaturen var lige under frysepunktet fra overfladen og ned til 14 m dybde. I vinteren 2021 var flere områder i de danske farvande frosset til.

Grundet den relativt gode opblanding, der sker i Køge Bugt (og som også sås for iltkoncentrationen ovenfor), så er havtemperaturen relativt ensartet ved overfladen og ved havbunden. Dette gælder både for både sommer og vinter.



Figur 4.15 Udviklingen af temperaturen i den centrale del af Køge Bugt nær efterforskningsområdet i perioden 2013-2022. A viser temperaturen på 0-4,9 m dybde, B viser temperaturen på 5-9,9 m dybde og C viser temperaturen på 10-14 m dybde. Kilde: (Miljødata, 2023)

4.6 BIOLOGISKE FORHOLD

Baseret på de 13 indsamlede ROV stationer er der foretaget en analyse af de biologiske forhold i efterforskningsområdet herunder primært bundflora og -fauna samt fisk.

Generelt er den overordnede dækningsgrad af flora tæt relateret til dækningsgraden af større sten. I efterforskningsområdet blev der på undersøgelsestidspunktet generelt observeret floradækningsgrader på 1-3%, som primært er relateret til substrattype 1b og 2 (jf. ROV_AP1_05 til _13). På ROV_AP1_01 til _04 blev der observeret højere floradækninger på 10-20% og lokalt op til 80%. Observationer af >10% floradækning er relateret til substrattype 3 og 4. De substratspecifikke dækningsgrader for flora er generelt lidt højere på de stenede substrater. Floraen i efterforskningsområdet blev både observeret på stenene samt oven på klaser af blåmuslinger.

Flora på stenene og som vedhæftet på blåmuslinger omfattede primært buskede rødalger, ribbeglad, sukkertang, brunalge, skorpealger, *delesseria*. Derudover blev der registreret enkelte løse ålegræsstrø og løse eller drivende makroalger. For flere detaljer om bundflora i efterforskningsområdet henvises til ROV logbog i Bilag A.

Generelt blev der observeret dækningsgrader af fauna på 2-20%. Udbredt blev der observeret lave dækningsgrader (typisk 2-3%) på sandbunden (substrattype 1b og til dels substrattype 2). Der blev generelt observeret højere dækningsgrader på de stenede substrattyper (primært substrattype 3 og 4), hvor

dækningsgraden udbredt er >5% og lokalt op til 15-20%. De substratspecifikke dækningsgrader for flora er generelt lidt højere på de stenede substrater.

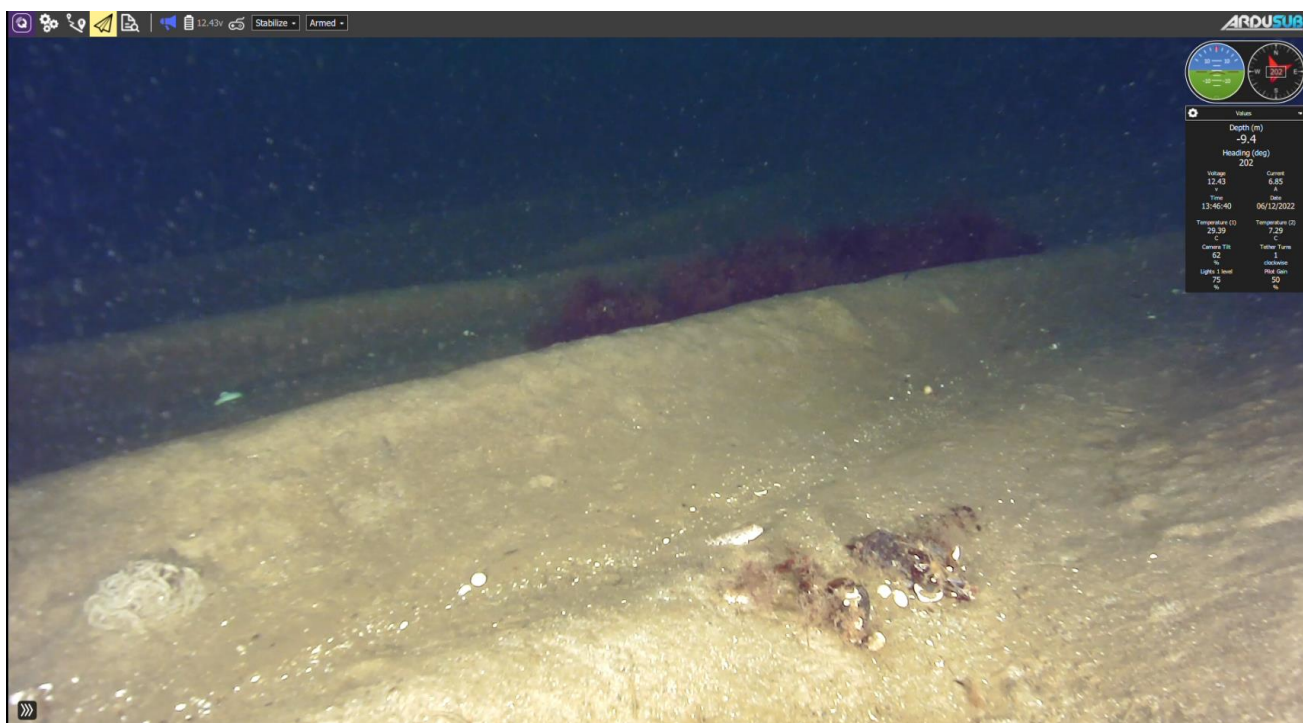
Faunaen omfattede primært hydroider, kalkrørsorme, blåmuslinger, rurer, børsteormerør, som primært er fasthæftet på stenene. På sandbunden blev der registreret sandormehobe og spredte muslingeskaller. Ude på sandbunden blev der typisk observeret klaser af blåmuslinger, hvorpå der var fasthæftet rurer og kalkormebørster. Der blev desuden observeret hindemosdyr. For flere detaljer om faunaen i efterforskningsområdet henvises til ROV logbog i Bilag A.

Af fisk blev der primært observeret forskellige kutlingearter, havkarusser, savgylte, jf. ROV logbog i Bilag A.

På nedenstående Figur 4.16 og Figur 4.17 er præsenteret et par eksempler, der viser de overordnede biologiske forhold og ovenstående registrerede arter af flora og fauna.



Figur 4.16. Eksempel på stor sten oven på fast sandbund med bølgeribber. Blåmuslinger, hydroider, rurer, kalkrørsorme, buskede rødalger, blodrød ribbeblad. På sandbunden ses enkelte sandormehobe og børsteormerør. Eksemplet er fra den nordlige del af efterforskningsområdet ved ROV station ROV_AP1_06.

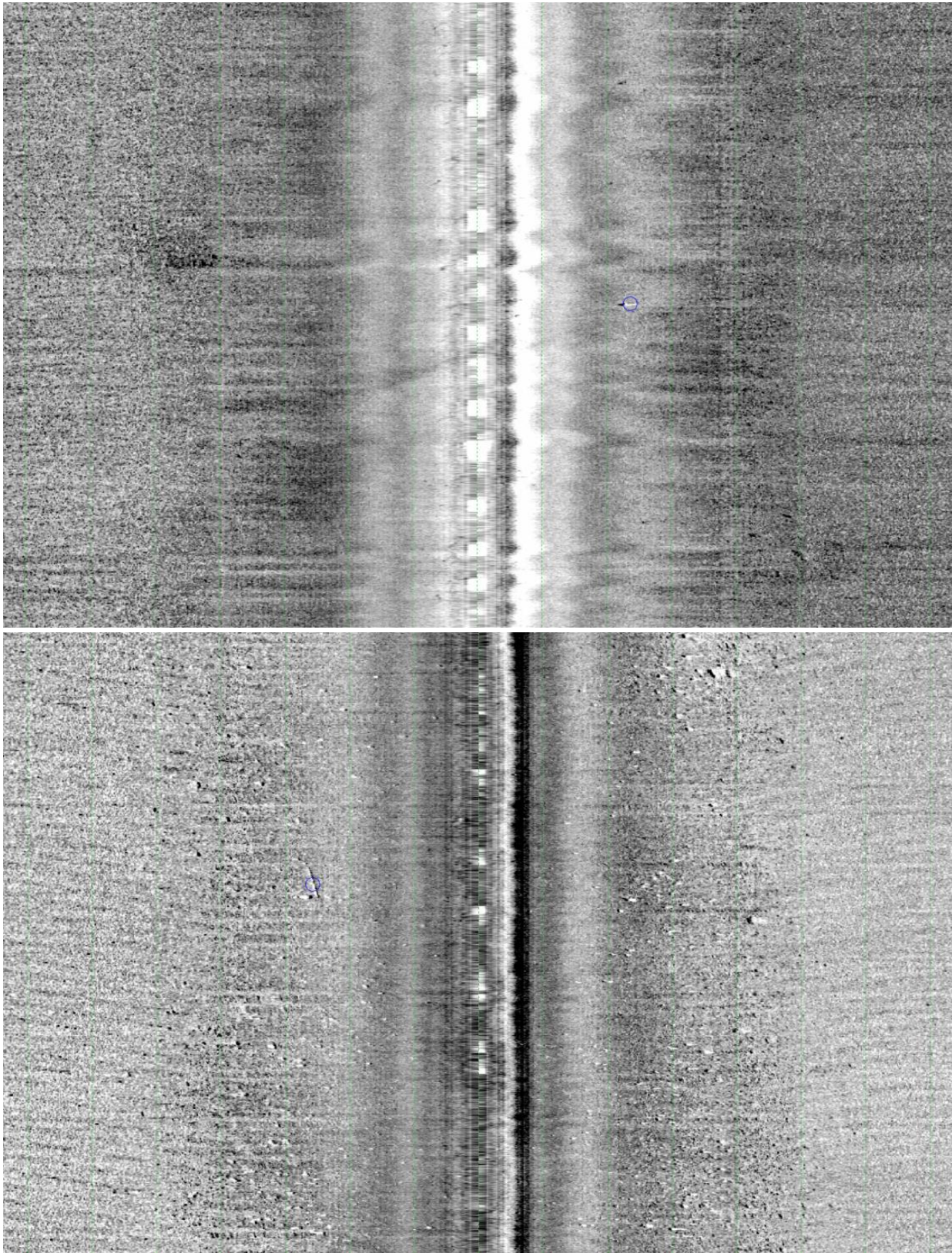


Figur 4.17. Eksempel på sandbund med bølgeribber (substrattyper). Der ses sandormehobe, klase af blåmuslinger, som er bevokset og sammenskyl af løse eller drivende røde buske. Eksemplet er fra den nordlige del af efterforskningsområdet ved ROV station ROV_AP1_12.

Analysen viser, at der ikke forekommer ålegræs inden for efterforskningsområdet. Dette vidner om, at vanddybden på 9-13 m er udover ålegræssets maksimale udbredelse i Køge Bugt. Der forekommer udbredte flerårige ålegræsbede på lavere vanddybde nord for efterforskningsområdet.

4.7 MENNESKELIG AKTIVITET OG ANDRE OBSERVATIONER

I følge Kulturstyrelsens database "Fund og Fortidsminder" findes der inden for efterforskningsområdet ingen registreringer af fund og fortidsminder. Umiddelbart øst for efterforskningsområdet er der dog registreret tre vrage (Figur 4.18). I forbindelse med de geofysiske og biologiske undersøgelser blev der ikke registreret entydige spor efter menneskelig aktivitet. På SSS-data blev der dog observeret enkelte ukendte strukturer på havbunden (Figur 4.19). Objekterne kan være efterladenskaber fra fiskeri som f.eks. gamle bundgarnspæle, men dette er ikke verificeret.



Figur 4.19. Eksempler på potentielle genstande registreret på havbunden på SSS-data. Det første eksempel (øverst) er fra den sydvestlige del af efterforskningsområdet, mens det andet eksempel (nederst) er fra den nordøstlige del.

5 VURDERING AF EFTERFORSKNINGSOMRÅDETS EGNETHED TIL ETABLERING AF REV

Den geologiske kortlægning viser entydigt, at efterforskningsområdet udbredt er karakteriseret ved fast, hårdt substrat. Inden for efterforskningsområdet består havbunden udelukkende af sandbund (substrattype 1b) eller morænebund (substrattype 2, 3 og 4). I den nordlige del af efterforskningsområdet er sandbunden (overfladesandet) mere grovkornet og fast sammenlignet med den sydlige del, som generelt gør den nordlige del mere egnet i forhold til etableringen af sten- og betonrev. I store dele af efterforskningsområdet forekommer der i varierende grad store spredte sten på havbunden (>10 cm) og der forekommer ikke tegn på bløde sedimenter (dynd, silt og gytje m.fl.) på havbunden. I den sydlige del af efterforskningsområdet forekommer der flere kanaler, som sammen med mere finkornet sand og større vanddybde forventeligt gør havbunden mindre bærende og mindre egnet til formålet.

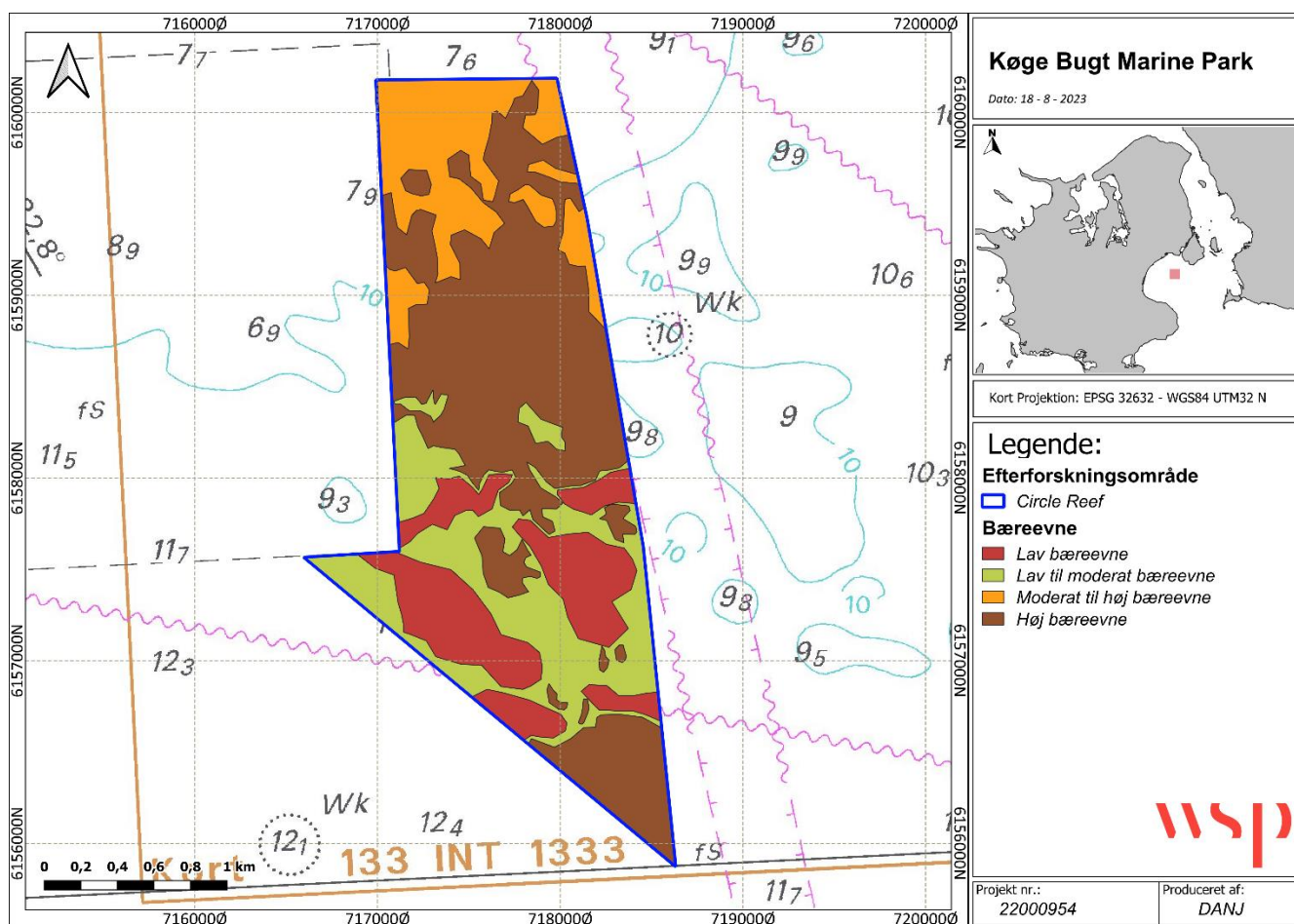
Samlet betyder det, at havbundens stabilitet og bæreevne i store dele af efterforskningsområdet er velegnet til etablering af sten- og betonrev. Som beskrevet i nærværende rapport forekommer der inden for efterforskningsområdet dog variationer i stabiliteten og bæreevnen af havbunden, hvilket er relateret til lokale variationer i de overfladenære geologiske lag. Grundet sandets bevægelse vil de nederste dele af revet periodevis dækkes af vandrende sand, ligesom det er observeret, at de nuværende sten på havbunden er delvist begravet af sand.

Baseret på ovenstående behandling af de geofysiske data er der foretaget en overordnet tolkning og vurdering af havbundens stabilitet og bæreevne inden for efterforskningsområdet, som kan ses på nedenstående oversigtskort (Figur 5.1).

Overordnet viser tolkningen af de geofysiske data, at stabiliteten og bæreevnen af havbunden er størst i den centrale del af efterforskningsområdet samt i den sydøstligste del. I dette område forekommer der udbredt moræneaflejringer lige under havbunden eller direkte blottet på havbunden (Figur 4.9), hvor der er observeret stenet substrat (substrattype 2 og 3 samt lokalt 4) (Figur 4.4). I hele dette område vurderes havbunden at være velegnet til etablering af sten- og betonrev, idet bæreevnen vurderes at være høj (Figur 5.1).

I den nordlige del af efterforskningsområdet består havbunden af fast overfladesand med enkelte spredte sten oven på glacialt moræneler (Figur 4.9). I dette område vurderes havbunden at være egnet til etablering af sten- og betonrev, idet bæreevnen vurderes at være moderat til høj (Figur 5.1). Vanddybden i dette område er typisk 9-10 m (Figur 4.2).

Til sammenligning er stabiliteten og bæreevnen af havbunden ringere i den sydlige del af efterforskningsområdet, idet området gennemskæres af flere kanaler (Figur 4.9). Vanddybden i dette område er desuden større (typisk >11 m) (Figur 4.2). Havbunden oven på kanalen kan formodentlig indeholde stedvise løse sedimenter, hvor stabiliteten og bæreevnen forventes at være mindre god. Samlet betyder det, at havbunden omkring kanalstrukturen vurderes at være mindre egnet til etablering af rev samt udlægning af sten og beton til forskningsrev på havbunden, hvor bæreevnen vurderes til lav-moderat (Figur 5.1).



Figur 5.1. Kort over bæreevnen af havbunden, baseret på substrattypenkortlægningen og den seismiske analyse. Baggrundskortet er søkort fra GST.

Idet formålet med nærværende projekt er at udpege egnede områder på sandbund uden forekomst af større sten og i god afstand til eksisterende stenrev, vurderes det derfor hensigtsmæssigt at udpege et område til udlægning af sten og beton på havbunden i den nordlige del af efterforskningsområdet. Dette område overholder krav og ønsker til bæreevne, dybde og substrat m.fl. Dette behandles nærmere i kapitel 6.

6 ANBEFALET OMRÅDE TIL REVUDLÆGNING

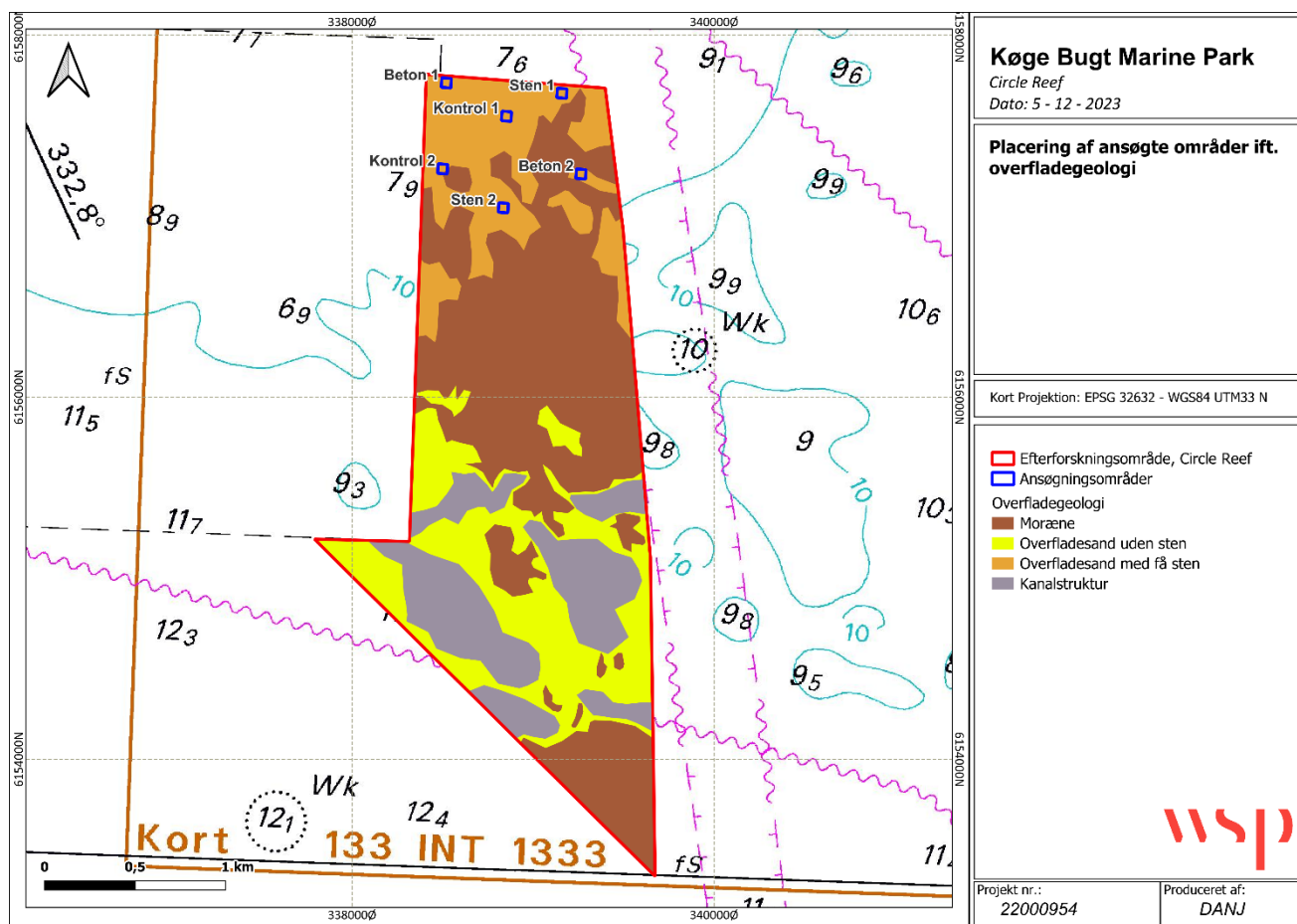
Den geologiske og biologiske kortlægning viser, at havbunden er særlig egnet til udlægning af sten og beton på havbunden i den centrale og nordlige del af efterforskningsområdet (Figur 5.1). Udpegningen af en anbefalet placering til revet er i høj grad styret af parametre som vanddybde, substrat, stendækning og havbundens bæreevne. Desuden tages der også højde for afstand til eksisterende stenrev og potentielle menneskeskabte objekter og aktiviteter.

Det vurderes mest hensigtsmæssigt at placere sten- og betonrevet oven på fast sandbund uden eller meget få spredte store sten (substrattype 1b), hvorved effekten på biodiversiteten forventeligt vil være størst. På den baggrund fokuseres udpegningen af velegnede områder til revlokaliteter i områder, hvor der er tolket substrattype 1b (Figur 4.4). Derudover vil udpegningen tage udgangspunkt i områder, hvor havbunden er vurderet tilstrækkelig stabil og bærende til formålet. Desuden inddrages afstanden til eksisterende stenrev (substrattype 4 og substrattype 3 i direkte kontakt med substrattype 4), som primært er observeret i den centrale del af efterforskningsområdet. Baseret på den biologiske analyse, er der ikke registreret biologiske forhold, der har betydning for udpegningen af egnede revlokaliteter. Der forekommer ikke ålegræsbevoksning i efterforskningsområdet, og eftersom der sikres god afstand til eksisterende stenrev og stenede områder generelt, forekommer der ikke stor dækningsgrad af makroalger i de udpegede områder. Se yderligere detaljer om den konkrete udpegning af rev nedenfor.

Baseret på resultaterne af de geologiske undersøgelser vurderes det anbefalede område entydigt at være velegnet til formålet og dokumentationen for stabiliteten og bæreevnen af havbunden vurderes fyldestgørende. Dette er blandt andet dokumenteret ved seismisk profil 2, jf. Figur 4.11, som gennemskærer de udpegede lokaliteter i den nordlige del af efterforskningsområdet (Figur 4.9).

6.1 DESIGN AF REV

På baggrund af nærværende geofysiske og biologiske kortlægning og analyse af havbunden i efterforskningsområdet er der i den nordlige del af efterforskningsområdet samlet udpeget seks lokaliteter som er vurderet egnet til formålet – to stenrevslokaliteter, to betonrevslokaliteter og to kontrolområder (Figur 6.1).



udlægning af revlokalitet med ni toppe på et havbundsareal svarende til 1.764 m² (42x42 m) for stenrev og 2.025 m² (45x45m) for betonrev. Afstanden mellem de enkelte revlokaliteter og kontrolområder er ca. 350-500 m.

Der er desuden sikret god sikkerhedsafstand til det ukendte menneskeskabte objekt beliggende i den nordøstlige del af efterforskningsområdet, som blev registeret i forbindelse med tolkningen af de geofysiske data.

For flere detaljer om designet af revet og hjørnekoordinater for de anbefalede områder til revudlægning henvises til ansøgningsmaterialet. For detaljerede skitsetegninger af designeksempel henvises til ansøgningens Bilag 1 og i Bilag 2 er angivet oversigtskort og søkort.

7 KONKLUSION

De indsamlede feltdata bestående af singlebeam dybde data (SBES), side scan sonar data (SSS) og sub bottom profiler (SBP) er af god kvalitet, og har dannet grundlag for udarbejdelsen af en bathymetrisk model og sidescan mosaik for efterforskningsområdet af ligeledes høj kvalitet.

Inden for efterforskningsområdet er der gennemført en fulddækkende seismisk kortlægning. Analysen af de seismiske data bekræfter, at havbunden udbredt består af hårdt, fast substrat og at de overfladenære geologiske lag mange steder består af moræneaflejringer, som de fleste steder direkte er blotlagt på havbunden eller med et tyndt fast sandlag ovenpå.

Baseret på de geofysiske resultater og tolkningsanalyser er der foretaget udpegning af seks lokaliteter til forskningsrev – to lokaliteter til stenudlægning, to lokaliteter til betonudlægning og to kontrolområder, som er vurderet egnet til formålet. De udpegede lokaliteter er alle beliggende i den nordlige del af efterforskningsområdet, hvor bæreevnen er vurderet som moderat til høj og hvor havbunden er domineret af overfladesand med få spredte sten (substrattype 1b og lokal substrattype 2). De anbefalede områder til revudlægning er beliggende i god afstand til de kortlagte kanalsystemer i den sydlige del af efterforskningsområdet, hvor bæreevnen er vurderet mindre egnet.

Disse seks lokaliteter udgør hver et havbundsareal på $100 \times 100 \text{ m} = 10.000 \text{ m}^2$, som samlet udgør ansøgningsområdet. De anbefalede områder opfylder overordnet følgende kriterier 1) en velegnet havbund med høj stabilitet og bæreevne, 2) dybder omkring 9-10 m, 3) ingen udbredelse af ålegræs, 4) fast sandbund uden væsentlige stenforekomster. Baseret på ovenstående kortlægning og analyser anses de fire udpegede revlokaliteter som værende lige velegnet til formålet og de to kontrolområder har samme fysiske forhold på havbunden som revlokaliteterne.

Afgrænsning og placering af de anbefalede områder til etablering og udlægning af sten og beton til forskningsrev er derfor et resultat af et komplekst samspil mellem havbundens stabilitet og bæreevne, udbredelsen af substratyper og de overordnede dybdeforhold i efterforskningsområdet. Derudover er der taget hensyn til potentielle menneskeskabte objekter, som er registreret på havbunden.

8 REFERENCER

- DHI. (2020). *ATR11-Klapning Køge Bugt. Spredningsberegninger*. By og Havn.
- Geo og Orbicon. (2011). Efterforskning og kortlægning af sandressourcer. Fase 1B - detailområde 3-2. GEO projekt nr. 33776. Rapport 4, 2011-11-28. Udarbejdet for Kystdirektoratet.
- Geodatastyrelsen. (2016). Marint søkort. Geodatastyrelsen.
- GEUS. (2022). *Kort over Danmark. En samling af de væsentligste af GEUS' kover over Danmark. Havbundssedimenter*. Retrieved from <https://data.geus.dk/geusmap/?lang=da&mapname=denmark#baslay=baseMapDa&optlay=&extent=-220795.4549611339,5853282.847812833,1335795.454961134,6596717.152187167&layers=havbundssediment>
- havplan.dk. (2023). *Danmarks havplan*.
- Miljødata. (2023, november 27). *Miljødata. Danmarks Miljøportal*. Retrieved from <https://miljoedata.miljoeportal.dk>: https://miljoedata.miljoeportal.dk/?cp=1008_319
- Miljøstyrelsen. (2023). *MiljøGIS*. Retrieved from MiljøGIS - N2000, Vandområdeplan, Novana mm.: <https://mst.dk/service/miljoegis/>
- Stenberg, C., & Kristensen, L. (2015). *Stenrev som gyde- og opvækstområde for fisk (Revfisk). DTU Aqua-rapport nr. 294-2015*. Charlottenlund: DTU Aqua.

9 BILAG

BILAG A. ROV LOGBOG

Kunde: Foreningen Køge Bugt Stenrev			Dato: 06-12-2022	Område: Circle Reef		
Opgave: ROV undersøgelse			Tid: 10:59:00	Lokalitet: ROV_AP1_01		
Pos. N	Pos. E	Dybde m	Bølgehøjde m	Metode	Pilot/Dykker	Speak
55°31,186	12°27,222	-12,0 m	0,3	ROV	MILS	FGAI
55°31,190	12°27,222	-11 m	Foto/Video	Skib	Tender	Assistent
Kurs 353°	Afst. 8 m	1 m	Video	Warrior	MILS	SØBY
Prioritet:	1	Udpegning:	Stenrev med relief. Omgivet af stenet havbund.			
Bundtype	% mudder/silt	% sand	% grus	% sten <10 cm	% sten >10 cm	% rest:
4	0	0	0	10	90	0
Substrat:	Stenet bund, består af 90% store sten, 10% mindre sten, huledannende elementer, da stenene ligger i flere lag. Lommer af sandbund rundt om stenrevet.					
Flora/Ålegræs:	Brunalger: Sukkertang, Fingertang og/eller laminaria. Blodrød ribbeblad der er ved at forgå? Rødbusk og bugtet ribbeblad. 90% substrat specifik flora (på stenene).	Overordnet dækning				Substratspecifik dækning
		80%				
Invertebrater/Blåmuslinger:	Hydroider, kalkrørsorme og store blåmuslinger på stenene. Rurer og kalkrørsorme på blåmuslingerne.	Overordnet dækning				Overordnet dækning
		15%				
Fisk:	Sortmundede kutlinger, savgylte, havkarusser, toplettet kutlinger, flere fisk (muligvis kutlinger).	Overordnet dækning				Overordnet dækning
		5%				
Klik for at se Sidescan						
Slutposition:	-	-	Sluttid:	-	Videonavn	Dybdelog
Transekt	#VÆRDI!	#VÆRDI!	Middelhastighed	#VÆRDI!	ROV_AP1_01	

Kunde: Foreningen Køge Bugt Stenrev			Dato: 06-12-2022	Område: Circle Reef		
Opgave: ROV undersøgelse			Tid: 11:15:00	Lokalitet: ROV_AP1_02		
Pos. N	Pos. E	Dybde m	Bølgehøjde m	Metode	Pilot/Dykker	Speak
55°31,397	12°26,673	-11,5 m	0,3	ROV	MILS	FGAI
55°31,399	12°26,673	-11 m	Foto/Video	Skib	Tender	Assistent
Kurs 2°	Afst. 3 m	1 m	Video	Warrior	MILS	SØBY
Prioritet:	1	Udpegning:	Stenrev med relief			
Bundtype	% mudder/silt	% sand	% grus	% sten <10 cm	% sten >10 cm	% rest:
4	0	45	0	15	40	0
Substrat:	Større sten dækket med blåmuslinger, og sedimention ovenpå. En større sten står på en lokal sandbund. Ellers stendække.					
Flora/Ålegræs:	Meget små rødblad. Flere rødalger på stenene, som er delvist dækket af sediment. Rødblad arter, busket rødalger. Brunalge, muligvis sukekrtang. Ribbeblad.	Overordnet dækning				Substratspecifik dækning
		20%				
Invertebrater/Blåmuslinger:	Hydroider, rurer, kalkrørsorme. Substratspecifikt for fauna: 75%.	Overordnet dækning				Overordnet dækning
		5%				
Fisk:	Toplettet kutlinger. Havkarusser.	Overordnet dækning				Overordnet dækning
		1%				
- Klik for at se Video						
Slutposition:	-	-	Sluttid:	-	Videonavn	Dybdelog
Transekt	#VÆRDI!	#VÆRDI!	Middelhastighed	#VÆRDI!	ROV_AP1_02	

Kunde: Foreningen Køge Bugt Stenrev			Dato:	06-12-2022	Område:	Circle Reef
Opgave: ROV undersøgelse			Tid:	11:37:00	Lokalitet:	ROV_AP1_03
Pos. N	Pos. E	Dybde m	Bølgehøjde m	Metode	Pilot/Dykker	Speak
55°31,580	12°27,295	-11,0 m	0,3	ROV	MILS	FGAI
55°31,582	12°27,296	-10 m	Foto/Video	Skib	Tender	Assistent
Kurs 16°	Afst. 4 m	1 m	Video	Warrior	MILS	SØBY
Prioritet:	1	Udpegning:	Stenrev med relief. Omgivet af stenet havbund.			
Bundtype	% mudder/silt	% sand	% grus	% sten <10 cm	% sten >10 cm	% rest:
4	0	50	10	10	30	0
Substrat:	Spreddt dække af sten på en sandbund. På grænsen til en type 3 bund.					
Flora/Ålegræs:	Skorpealger, brun skorpealge og rød skorpealge? Substratspecifik dækning: 40%. Stor brunalge, måske sukkertang, med hindemosdyr på. Buskede rørdalger. Blodrørd ribbelbad.	Overordnet dækning			Substratspecifik dækning	
		10%				
Invertebrater/Blåmuslinger:	Blåmuslinger, kalkrørsorme, rurer, hydroider på stenene. Hindemosdyr på makroalger.	Overordnet dækning			Overordnet dækning	
		20%				
Fisk:	Toplettet kutling og sortmundet kutling.	Overordnet dækning			Overordnet dækning	
		<1%				
Klik for at se Sidescan						
Klik for at se Video						
Slutposition:	-	-	Sluttid:	-	Videonavn	Dybdelog
Transekt	#VÆRDI!	#VÆRDI!	Middelhastighed	#VÆRDI!	ROV_AP1_03	
Andet						

Kunde: Foreningen Køge Bugt Stenrev			Dato: 06-12-2022	Område: Circle Reef		
Opgave: ROV undersøgelse			Tid: 12:02:00	Lokalitet: ROV_AP1_04		
Pos. N	Pos. E	Dybde m	Bølgehøjde m	Metode	Pilot/Dykker	Speak
55°31,817	12°27,173	-9,0 m	0,3	ROV	MILS	FGAI
55°31,818	12°27,172	-10 m	Foto/Video	Skib	Tender	Assistent
Kurs 307°	Afst. 2 m	1 m	Video	Warrior	MILS	SØBY
Prioritet:	1	Udpegning:	Stenet bund. Områder med sand.			
Bundtype	% mudder/silt	% sand	% grus	% sten <10 cm	% sten >10 cm	% rest:
3	0	75	0	10	15	0
Substrat:	Sandbund med spredt stendække, primært store sten. På sandbunden er der spredte småsten med lidt bevoksning.					
Flora/Ålegræs:	Blodrød ribbeblad og buskede rødalger på stenene.	Overordnet dækning				Substratspecifik dækning
		10%				
Invertebrater/Blåmuslinger:	Rurer, blåmuslinger, kalkrørsorme på stenene. Hydrodier. En vandmand. Sandormehobe.	Overordnet dækning				Overordnet dækning
		5%				
Fisk:	Sandkutling. En kutling, muligvis sortmundet kutling.	Overordnet dækning				Overordnet dækning
		<1%				
Klik for at se Sidescan						
Slutposition:	-	-	Sluttid:	-	Videonavn	Dybdelog
Transekt	#VÆRDI!	#VÆRDI!	Middelhastighed	#VÆRDI!	ROV_AP1_04	

Kunde: Foreningen Køge Bugt Stenrev			Dato: 06-12-2022	Område: Circle Reef		
Opgave: ROV undersøgelse			Tid: 12:15:00	Lokalitet: ROV_AP1_05		
Pos. N	Pos. E	Dybde m	Bølgehøjde m	Metode	Pilot/Dykker	Speak
55°31,997	12°27,196	-10,6 m	0,3	ROV	MILS	FGAI
55°31,999	12°27,197	-10 m	Foto/Video	Skib	Tender	Assistent
Kurs 33°	Afst. 4 m	1 m	Video	Warrior	MILS	SØBY
Prioritet:	1	Udpegning:	Sandbund med sten.			
Bundtype	% mudder/silt	% sand	% grus	% sten <10 cm	% sten >10 cm	% rest:
2	0	87	0	10	3	0
Substrat:	Lidt blødere sandbund med spredte mindre sten og bølgeribber. Lidt uregelmæssig bund, tyder på sand der ligger ovenpå sten.					
Flora/Ålegræs:	Blodrød ribbeblad og buskede rødalger på sten. Brunalge. Delesseria.	Overordnet dækning				Substratspecifik dækning
		3%				
Invertebrater/Blåmuslinger:	Børsteormørør. Aflange spor. En reje. Blåmuslinger og hydroider på sten. Substrat specifik dækning 30%.	Overordnet dækning				Overordnet dækning
		5%				
Fisk:	Kutling	Overordnet dækning				Overordnet dækning
		<1%				
Klik for at se Sidescan				Klik for at se Video		
Slutposition:	-	-	Sluttid:	-	Videonavn	Dybdelog
Transekt	#VÆRDI!	#VÆRDI!	Middelhastighed	#VÆRDI!	ROV_AP1_05	

Kunde: Foreningen Køge Bugt Stenrev			Dato: 06-12-2022	Område: Circle Reef		
Opgave: ROV undersøgelse			Tid: 12:26:00	Lokalitet: ROV_AP1_06		
Pos. N	Pos. E	Dybde m	Bølgehøjde m	Metode	Pilot/Dykker	Speak
55°31,952	12°26,950	-10,5 m	0,3	ROV	MILS	FGAI
55°31,956	12°26,943	-10 m	Foto/Video	Skib	Tender	Assistent
Kurs 296°	Afst. 10 m	1 m	Video	Warrior	MILS	SØBY
Prioritet:	1	Udpegning:	Spredte sten på sandbund.			
Bundtype	% mudder/silt	% sand	% grus	% sten <10 cm	% sten >10 cm	% rest:
2	0	94	0	4	2	0
Substrat:	Sandbund med spredte sten.					
Flora/Ålegræs:	Buskede rødalger og blodrød ribbeblad. Løst drivende alger og ålegræsstrå.	Overordnet dækning				Substratspecifik dækning
		2%				
Invertebrater/Blåmuslinger:	Blåmuslinger, hydrodier, rurer, kalkkrørsorme på sten. Enkelte sandormehåbe og børsteormerør.	Overordnet dækning				Overordnet dækning
		2%				
Fisk:	Sandkutling.	Overordnet dækning				Overordnet dækning
		<1%				
Klik for at se Sidescan						
Klik for at se Video						
Slutposition:	-	-	Sluttid:	-	Videonavn	Dybdelog
Transekt	#VÆRDI!	#VÆRDI!	Middelhastighed	#VÆRDI!	ROV_AP1_06	

Kunde: Foreningen Køge Bugt Stenrev			Dato: 06-12-2022	Område: Circle Reef		
Opgave: ROV undersøgelse			Tid: 12:43:00	Lokalitet: ROV_AP1_07		
Pos. N	Pos. E	Dybde m	Bølgehøjde m	Metode	Pilot/Dykker	Speak
55°31,849	12°26,709	-10,5 m	0,3	ROV	MILS	FGAI
55°31,845	12°26,709	-10 m	Foto/Video	Skib	Tender	Assistent
Kurs 184°	Afst. 8 m	1 m	Video	Warrior	MILS	SØBY
Prioritet:	1	Udpegning:	Stenet bund. Områder med sand. OBS på muslingedækning.			
Bundtype	% mudder/silt	% sand	% grus	% sten <10 cm	% sten >10 cm	% rest:
2	0	92	0	5	3	0
Substrat:	Spredte sten på finkornet sandbund med markante bølgeribber					
Flora/Ålegræs:	Blodrød ribbeblad på sten	Overordnet dækning				Substratspecifik dækning
		2%				
Invertebrater/Blåmuslinger:	Blåmuslinger (mange forskellige stadier), hydroider, rurer, hindemosdyr på blåmuslingerne på sten. Sandormehobe.	Overordnet dækning				Overordnet dækning
		2%				
Fisk:	Sandkutling	Overordnet dækning				Overordnet dækning
		<1%				
Klik for at se Sidescan						
Klik for at se Video						
Slutposition:	-	-	Sluttid:	-	Videonavn	Dybdelog
Transekt	#VÆRDI!	#VÆRDI!	Middelhastighed	#VÆRDI!	ROV_AP1_07	

Kunde: Foreningen Køge Bugt Stenrev			Dato: 06-12-2022	Område: Circle Reef		
Opgave: ROV undersøgelse			Tid: 12:55:00	Lokalitet: ROV_AP1_08		
Pos. N	Pos. E	Dybde m	Bølgehøjde m	Metode	Pilot/Dykker	Speak
55°31,933	12°26,521	-10,3 m	0,2	ROV	MILS	FGAI
55°31,933	12°26,517	-10 m	Foto/Video	Skib	Tender	Assistent
Kurs 273°	Afst. 4 m	1 m	Video	Warrior	MILS	SØBY
Prioritet:	1	Udpegning:	Stenet bund. Områder med sand.			
Bundtype	% mudder/silt	% sand	% grus	% sten <10 cm	% sten >10 cm	% rest:
3	0	85	0	5	10	0
Substrat:	Sten med sediment ovenpå - Få sten der stikker op over sandet, men blåmuslinger på dem stikker lidt op.					
Flora/Ålegræs:	Busket rødalger ved bunden af større sten. Løst spredt dække af buskede rødalger.	Overordnet dækning				Substratspecifik dækning
		3%				
Invertebrater/Blåmuslinger:	Blåmuslinger på sten, rurer på blåmuslingerne. Hydroider. Flere spor efter dyr der er kravlet rundt/spist? Børsteormerør og sandormehobe.	Overordnet dækning				Overordnet dækning
		6%				
Fisk:	Sandkutlinger	Overordnet dækning				Overordnet dækning
		<1%				
Klik for at se Sidescan Klik for at se Video						
Slutposition:	-	-	Sluttid:	-	Videonavn	Dybdelog
Transekt	#VÆRDI!	#VÆRDI!	Middelhastighed	#VÆRDI!	ROV_AP1_08	

Kunde: Foreningen Køge Bugt Stenrev			Dato:	06-12-2022	Område:	Circle Reef
Opgave: ROV undersøgelse			Tid:	13:08:00	Lokalitet:	ROV_AP1_09
Pos. N	Pos. E	Dybde m	Bølgehøjde m	Metode	Pilot/Dykker	Speak
55°32,105	12°26,570	-9,8 m	0,2	ROV	MILS	FGAI
55°32,102	12°26,575	-9 m	Foto/Video	Skib	Tender	Assistent
Kurs 119°	Afst. 7 m	1 m	Video	Warrior	MILS	SØBY
Prioritet:	1	Udpegning:	Sandbund. Enkelte spredte sten.			
Bundtype	% mudder/silt	% sand	% grus	% sten <10 cm	% sten >10 cm	% rest:
1b	0	99	0	1	0	0
Substrat:	Sandbund, finkornet, med spredte klumper af blåmuslinger					
Flora/Ålegræs:	Buskede rødalger på blåmuslingerne	Overordnet dækning			Substratspecifik dækning	
		<1%				
Invertebrater/Blåmuslinger:	Klaser af blåmuslinger. Spredte sandormehobe. Børsteormerør	Overordnet dækning			Overordnet dækning	
		2%				
Fisk:	Sandkutlinger	Overordnet dækning			Overordnet dækning	
		<1%				
Klik for at se Sidescan						
Slutposition:	-	-	Sluttid:	-	Videonavn	Dybdelog
Transekt	#VÆRDI!	#VÆRDI!	Middelhastighed	#VÆRDI!	ROV_AP1_09	
Andet						

Kunde: Foreningen Køge Bugt Stenrev			Dato: 06-12-2022	Område: Circle Reef		
Opgave: ROV undersøgelse			Tid: 13:19:00	Lokalitet: ROV_AP1_10		
Pos. N	Pos. E	Dybde m	Bølgehøjde m	Metode	Pilot/Dykker	Speak
55°32,102	12°26,878	-10,2 m	0,3	ROV	MILS	FGAI
55°32,102	12°26,880	-9 m	Foto/Video	Skib	Tender	Assistent
Kurs 87°	Afst. 2 m	1 m	Video	Warrior	MILS	SØBY
Prioritet:	1	Udpegning:	Sandbund. Enkelte spredte sten.			
Bundtype	% mudder/silt	% sand	% grus	% sten <10 cm	% sten >10 cm	% rest:
1b	0	97	0	2	1	0
Substrat:	Sandbund med få spredte sten. Reb eller kæde som er overgroet med blåmuslinger, hydroider m.m. med stort gammelt stokanker for enden. På grænsen til type 2 bund.					
Flora/Ålegræs:	Drivende makroalger, rødalger, som ligger i læ fra rebet til ankeret. Blodrød ribbeblad på stenene.	Overordnet dækning				Substratspecifik dækning
		2%				
Invertebrater/Blåmuslinger:	Sandormehobe, spredte muslingeskaller. Blåmuslinger og hydroider på stenene	Overordnet dækning				Overordnet dækning
		2%				
Fisk:	Sandkutlinger.	Overordnet dækning				Overordnet dækning
		<1%				
Klik for at se Sidescan						
Slutposition:	-	-	Sluttid:	-	Videonavn	Dybdelog
Transekt	#VÆRDI!	#VÆRDI!	Middelhastighed	#VÆRDI!	ROV_AP1_10	

Kunde: Foreningen Køge Bugt Stenrev			Dato: 06-12-2022	Område: Circle Reef		
Opgave: ROV undersøgelse			Tid: 13:35:00	Lokalitet: ROV_AP1_11		
Pos. N	Pos. E	Dybde m	Bølgehøjde m	Metode	Pilot/Dykker	Speak
55°32,209	12°27,187	-10,1 m	0,2	ROV	MILS	FGAI
55°32,207	12°27,188	-9 m	Foto/Video	Skib	Tender	Assistent
Kurs 144°	Afst. 4 m	1 m	Video	Warrior	MILS	SØBY
Prioritet:	1	Udpegning:	Sandbund. Enkelte sten. OBS på muslingedækning.			
Bundtype	% mudder/silt	% sand	% grus	% sten <10 cm	% sten >10 cm	% rest:
1b	0	96	0	3	1	0
Substrat:	Fin sandbund med bølgeribber og enkelte store sten. Sammenskyl af rødalger for foden af stenen.					
Flora/Ålegræs:	Enkelte løse ålegræsstrå og blodrød ribbeblad.	Overordnet dækning				Substratspecifik dækning
		2%				
Invertebrater/Blåmuslinger:	Klaser af blåmuslinger mellem bølgeribberne. Blåmuslinger, hydroider, rurer og kalkrørsorme på sten. Sandormehobe	Overordnet dækning				Overordnet dækning
		2%				
Fisk:	Kutling	Overordnet dækning				Overordnet dækning
		<1%				
Klik for at se Sidescan						
Klik for at se Video						
Slutposition:	-	-	Sluttid:	-	Videonavn	Dybdelog
Transekt	#VÆRDI!	#VÆRDI!	Middelhastighed	#VÆRDI!	ROV_AP1_11	

Kunde: Foreningen Køge Bugt Stenrev			Dato: 06-12-2022	Område: Circle Reef		
Opgave: ROV undersøgelse			Tid: 13:46:00	Lokalitet: ROV_AP1_12		
Pos. N	Pos. E	Dybde m	Bølgehøjde m	Metode	Pilot/Dykker	Speak
55°32,276	12°26,927	-9,5 m	0,2	ROV	MILS	FGAI
55°32,275	12°26,933	-9 m	Foto/Video	Skib	Tender	Assistent
Kurs 96°	Afst. 7 m	1 m	Video	Warrior	MILS	SØBY
Prioritet:	1	Udpegning:	Sandbund. Enkelte sten. OBS på muslingedækning.			
Bundtype	% mudder/silt	% sand	% grus	% sten <10 cm	% sten >10 cm	% rest:
1b	0	99	0	0	1	0
Substrat:	Sandbund med bølgeribber. To store sten.					
Flora/Ålegræs:	Rødalger der sidder fast på klaser af blåmuslinger i trugene af bølgeribberne. Løse alger	Overordnet dækning				Substratspecifik dækning
		2%				
Invertebrater/Blåmuslinger:	Klase af hjertemuslinger. Klase med blåmuslinger. Blåmuslinger på de store sten.	Overordnet dækning				Overordnet dækning
		3%				
Fisk:	Kutlinger	Overordnet dækning				Overordnet dækning
		<1%				
Klik for at se Sidescan Klik for at se Video						
Slutposition:	-	-	Sluttid:	-	Videonavn	Dybdelog
Transekt	#VÆRDI!	#VÆRDI!	Middelhastighed	#VÆRDI!	ROV_AP1_12	

Kunde: Foreningen Køge Bugt Stenrev			Dato: 06-12-2022	Område: Circle Reef		
Opgave: ROV undersøgelse			Tid: 13:57:00	Lokalitet: ROV_AP1_13		
Pos. N	Pos. E	Dybde m	Bølgehøjde m	Metode	Pilot/Dykker	Speak
55°32,254	12°26,546	-9,8 m	0,3	ROV	MILS	FGAI
55°32,253	12°26,549	-9 m	Foto/Video	Skib	Tender	Assistent
Kurs 115°	Afst. 4 m	1 m	Video	Warrior	MILS	SØBY
Prioritet:	1	Udpegning:	Sandbund. Enkelte spredte sten. OBS på muslinger.			
Bundtype	% mudder/silt	% sand	% grus	% sten <10 cm	% sten >10 cm	% rest:
1b	0	100	0	0	<1%	0
Substrat:	Sandbund med sjove spor? Nogle evt. fra kutlinger. Bølgeribber. En stor sten					
Flora/Ålegræs:	Busket rødalge på blåmuslingerne. Løse drivende rødalger, blodrød ribbeblad.	Overordnet dækning			Substratspecifik dækning	
		3%				
Invertebrater/Blåmuslinger:	Spredte muslinger (3%) i klaser med busket rødalge på. Sandormehobe	Overordnet dækning			Overordnet dækning	
		3%				
Fisk:	En fisk	Overordnet dækning			Overordnet dækning	
		<1%				
Klik for at se Sidescan				Klik for at se Video		
Slutposition:	-	-	Sluttid:	-	Videonavn	Dybdelog
Transekt	#VÆRDI!	#VÆRDI!	Middelhastighed	#VÆRDI!	ROV_AP1_13	