



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

| N/A

Adresse

|

Lokalt stednavn

|

Postnr.

|

By

|

Telefon nr.

|

Mobil nr.

|

E-mail

|



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

Navn

|

Adresse

|

Lokalt stednavn

|

Postnr.

|

By

|

Telefon nr.

|

Mobil nr.

|

E-mail

|

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

12.09.2025

Underskrift

Caroline Bald

D. Anlæggets placering

Adresse

Se vedlagte rapport: "Projektforslag - Anlæggelse af kystnære stenrev" vedlagt denne ansøgning.

Postnr.

3250, 3120, 3100

By

Nakkehoved til Hornbæk

Kommune

Gribskov og Helsingør

Matrikel nr. og ejerlavsbetegnelse

|



E. Beskrivelse af anlægget i sin helhed

Kan evt. uddybes i bilag

Bemærk: Nødvendige bilag skal også vedlægges, se rubrik I

Baggrund

Nordkystens Fremtid er et fælleskommunalt projekt vedrørende kystbeskyttelse i Halsnæs, Helsingør og Gribskov Kommuner. Projektet omhandler kystbeskyttelse af nordkysten af Sjælland ved at strandfodre på i alt 35,7 km kystlinje med sand og ral. Det er vurderet, at projektet vil medføre et permanent arealtab af habitatnaturtypen rev (1170). Da en fravigelse fra habitatdirektivet er nødvendig, skal der iværksættes kompenserende foranstaltninger ved anlæggelse af erstatningsnatur i form af nye stenrev. Det er beregnet, at i kystbeskyttelsesprojektets levetid på 50 år forventes ca. 46 ha stenrev at blive tildækket af sand, hvilket der skal kompenseres for. De nye stenrev, der skal etableres, skal svare til de stenrev, der bliver tildækket af fodringssandet. De kystnære rev, der kompenseres for vurderes, ud fra de marine undersøgelser og det dynamiske forhold, de er udsat for, ikke at være et "klimakssamfund", da et sådant miljø ofte vil tage 8-10 år at opbygge.

Det vurderes, at kompensationen for projektets påvirkning af stenrev kan etableres i forholdet 1:1, fordi:

- den beregnede påvirkning er overestimeret, og de 46 ha dækker hele projektets levetid, og kompensationsfaktor ved initialfodring vil være 1:1,3
- en stor del af de kystnære stenrev, der går tabt, vil være på et tidligt successionsstadium, da de periodevist er dækket af sand
- de kompenserende stenrev vil være i fuld funktion straks eller i god funktion inden for kort tid (6 måneder)

Ovenstående er uddybet i notat sendt til Miljøstyrelsen d. 13/3-2023 vedlagt denne ansøgning.

Anlæggets dimensioner, ressourcer, affald mm.

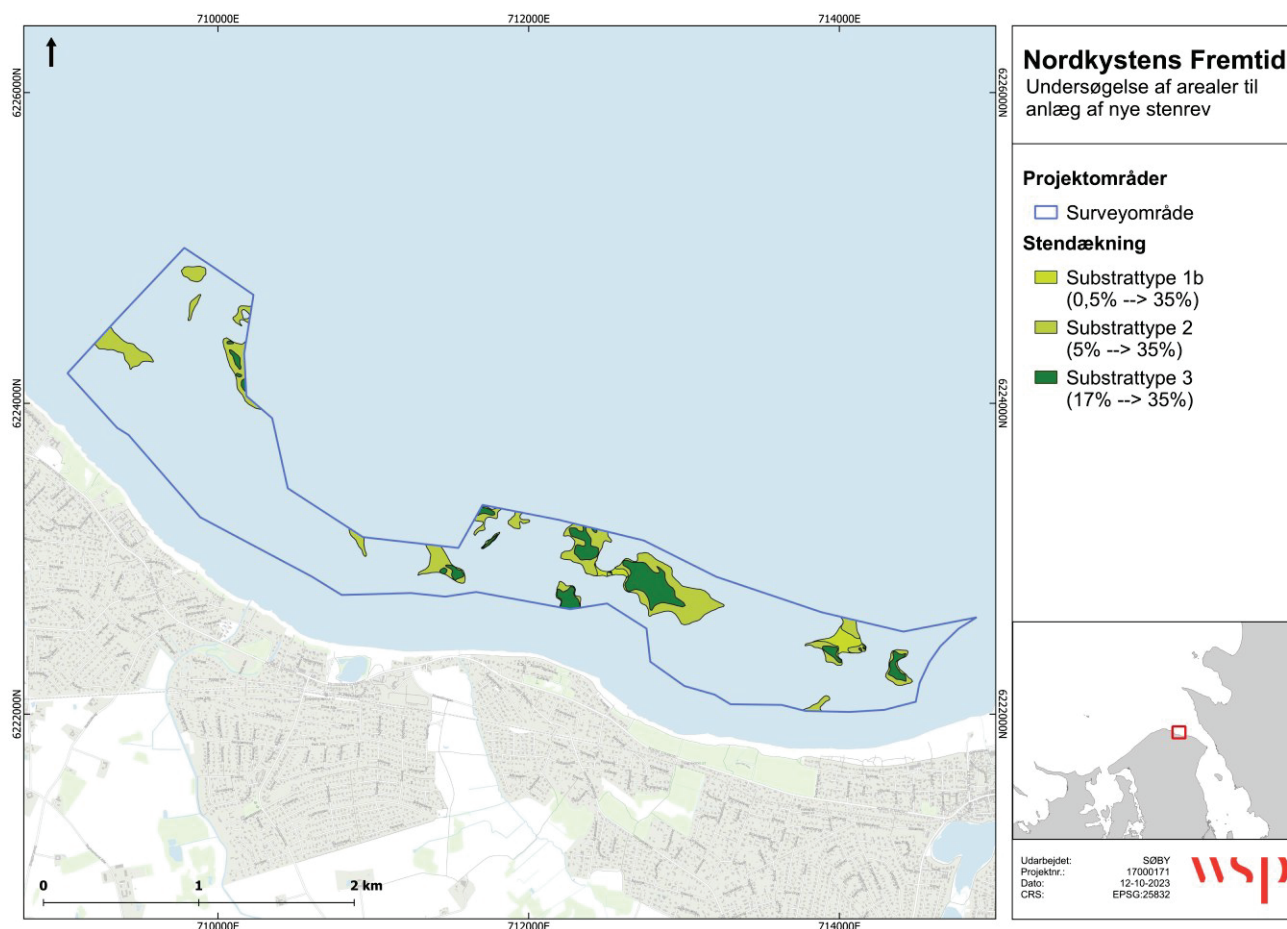
Der søges om tilladelse til anlæg af 46 ha stenrev med en dækningsgrad på 35 % ud for Sjællands nordkyst mellem Gilleleje Havn og Hornbæk Havn. Stenrevene anlægges i et område, der dækker et areal på omkring 378 hektar og strækker sig op til 1 km i nord-sydlig retning og 6 km i øst-vestlig retning.

Revene placeres uden for, men så tæt på den aktive dybde som muligt, dvs. på 4-11 m vanddybde, da lysgennemtrængningen og andre fysiske forhold dermed svarer bedst muligt til forholdene ved de rev, der tildækkes, samtidig med at de ikke vil blive påvirket af strandfodringen. Stenene spredes ud på havbunden i et lag med en samlet dækningsgrad på 35 % svarende til de rev, der skal kompenseres for. Dermed sikres det også, at bunddyr og fladfisk kan leve mellem stenene på samme måde som ved de rev, der kompenseres for.

Uden for den aktive dybde skal dækstenene have en middelstørrelse på $d_{50} = 0,35$ m svarende til et volumen på $0,043 \text{ m}^3$ og masse på $M_{50} = 114$ kg for at ligge stabilt.

For at konstruere de kompenserende stenrev skal der tilføres omkring 43.000 m^3 sten, der udlægges som et fladt stenrev med ét lag sten svarende til de rev, der skal kompenseres for.

Figuren herunder viser fordelingen af eksisterende substrattyper indenfor de anbefalede 46 ha, samt eksisterende gennemsnitlig dækningsgrad og dækningsgraden efter etablering af kompenserende stenrev.



Figur 1: Fordelingen af eksisterende substrattyper indenfor de anbefalede 46 ha, samt eksisterende gennemsnitlig dækningsgrad og dækningsgraden efter etablering af kompenserende stenrev. Kilde: WSP 2023 Geofysisk og biologisk kortlægning af havbunden ved nordkysten med henblik på placering af stenrev.

Detaljeret anlægsbeskrivelse fremgår af "Projektforslag - Anlæggelse af kystnære stenrev" vedlagt denne ansøgning.

Der vil ikke være affald og forurening eller risiko for ulykker ved etablering af nye stenrev.

Miljøvurdering

Etablering af stenrev er en del af projekt Nordkystens Fremtid, og det er miljøvurderet i en samlet miljøkonsekvensrapport, herunder Natura 2000-konsekvensrapport og fravigelsesredegørelse. Herunder er kumulative effekter også vurderet. I det følgende er samlet relevante dele af miljøvurderingen i forhold til etablering af stenrev.

Natura 2000

Stenrevet anlægges inden for Natura 2000-område nr. 195 Gilleleje Flak og Tragten (N195), som har naturtyperne rev og sandbanke samt arten marsvin på udpegningsgrundlaget.

Det nye stenrev etableres i et område, hvor der ikke er kortlagt habitatnatur. WSP har i 2023 gennemført geologiske og biologiske undersøgelser i et surveyområde indenfor N195, hvor det er dokumenteret, at der ikke forekommer habitatnatur i området. Undersøgelserne er afleveret i rapporten "Geofysisk og biologisk kortlægning af havbunden ved Nordkysten med henblik på placering af stenrev", vedlagt denne ansøgning. Etablering af kompenserende stenrev vil således ikke inddrage areal af eller på anden måde påvirke habitatnaturtyperne rev og sandbanke væsentligt.

Udlægning af sten vil ikke medføre udledning af næringsstoffer til vandområdet og dermed forventes iltf forholdene i området ikke at blive forringet ved anlægsarbejdet med stenrevne.

Undervandsstøj i forbindelse med udlægning af sten (stenkastning) ved etablering af kompenserende stenrev er sammenlignelig med almindelig støj fra større skibe. Derudover vil udlægningen af sten forekomme i et lavvandet område



(4-11 m) tæt på kysten, og dermed vil undervandsstøjen absorberes og dæmpes forholdsvis hurtigt. Det forventes derfor, at de afstande, som marsvin kan påvirkes i (adfærdsforstyrrelser), er meget begrænsede. Det vurderes, at påvirkningen på marsvin vil være ubetydelig, og at etablering af stenrev ikke vil påvirke marsvin væsentligt.

Isoleret set vil etablering af 46 ha nye stenrev i det udpegede område i N195 således ikke være en væsentlig påvirkning af Natura 2000-området.

På baggrund af ovenstående vurderes det, at projektet kan gennemføres uden væsentlig påvirkning på Natura 2000.

Referencer: NIRAS, Miljøkonsekvensrapport for Nordkystens Fremtid kapitel 10 om marint dyre- og planteliv og i afsnit 8.4.2.4.2 i Natura 2000-konsekvensvurderingen, 2024.

Vandområdeplan

Projektets påvirkninger på vandkvalitet og vandområder er vurderet i henhold til lov om vandplanlægning¹ samt indsatsbekendtgørelsen², hvorved det vurderes, om strandfodring i forbindelse med Nordkystens Fremtid kan forringe tilstanden eller forhindre målopfyldelse af vandområde nr. 200 Kattegat.

Der udlægges et kystnært stenrev, hvor der opnås en stendækningsgrad på 35 % inden for et areal på 46 ha.

Der er udpeget et område, der er vurderet at rumme egnede lokaliteter til udlægning af sten og etablering af rev. Området er valgt ud fra en række kriterier, som omfatter en velegnet havbund med høj stabilitet og bæreevne, dybder omkring 4-11 m, og hvor der ikke er udbredelse af flora og fauna. Det udpegede område er ikke sammenfaldende med eksisterende stenrev eller sandbanker.

Anlæg af stenrevet vil ske ved at egnede sten bliver transporteret ind på flåde til arbejdsområdet, hvor stenene dumpes ud over siden af flåden ved hjælp af en gravemaskine.

På grund af sedimentets kornstørrelse med småsten, vil der ikke ske sedimentspredning ved udlægning af sten, som kan reducere vandets klarhed og dermed påvirke fytoplanktonbiomassen. Udlægning vil ske i områder uden udbredte samfund af vegetation og bundfauna. Derfor vurderes det, at der ikke vil ske forringelse af tilstanden for de biologiske kvalitetselementer eller hindring af opfyldelse af miljømål.

Den samlede vurdering af vandområde 200, Kattegat er, at anlægsfasen i forbindelse med anlæggelse af stenrev på nordkysten af Sjælland ikke vil forringe den økologiske og kemiske tilstand eller forhindre målopfyldelse for økologisk og kemisk tilstand for kystvandsområde 200 Kattegat, Nordsjælland. Det vurderes, at projektets driftsfase heller ikke vil forringe tilstanden for de økologiske kvalitetselementer, fytoplankton, rodfæstede planter, benthiske invertebrater og nationalt specifikke stoffer, samt at projektets driftsfase ikke vil forringe den kemiske tilstand eller være til hinder for målopfyldelsen om god økologisk og kemisk tilstand, for hvert af kvalitetselementerne i vandområde 200, Kattegat, Nordsjælland.

Reference: NIRAS, Miljøkonsekvensrapport for Nordkystens Fremtid kapitel 8 afsnit 8.1, 2024.

Havstrategidirektiv

I forhold til projektets påvirkning i forhold til havstrategidirektivet er der taget afsæt i Danmarks Havstrategi II, som implementerer EU's havstrategidirektiv med det overordnede formål at opnå eller opretholde god miljøtilstand i havmiljøet. For hver af de 11 kvantitative deskriptorer til beskrivelse af god miljøtilstand er projektets potentielle påvirkninger vurderet. Det er for alle 11 deskriptorer vurderet, at anlæggelse af stenrev ikke vil forsinke eller være til hinder for opnåelse af god miljøtilstand i Kattegat.

I forhold til etablering af nye stenrev vurderes det, at der ikke vil ske påvirkning på havstrategiens deskriptorer. Projektet vil dermed ikke være til hinder for eller forsinke opnåelse af god miljøtilstand i havområdet Kattegat.

Reference: NIRAS, Miljøkonsekvensrapport for Nordkystens Fremtid kapitel 8 afsnit 8.2, 2024.

Havplanlægning

Anlæggelse af stenrevet vil være i overensstemmelse med havplanen, og projektet vil dermed ikke påvirke havplanens formål med at sikre, at beskyttelsen af havets natur og miljø sikres i de udpegede natur- og miljøbeskyttelsesområder.

¹ Lovbekendtgørelse nr. 126 af 26. januar 2017 om vandplanlægning

² Bekendtgørelse nr. 449 af 11. april 2019 om indsatsprogrammer for vandområdedistrikter (Indsatsbekendtgørelsen)



Etablering af nye stenrev vil ske i det område i Havplanen, der er udpeget som natur- og miljø-beskyttelsesområde og vurderes at være i overensstemmelse med planen.

På baggrund af ovenstående vurderes det, at projektet kan gennemføres i overensstemmelse med Danmarks Havplan.

Reference: NIRAS, Miljøkonsekvensrapport for Nordkystens Fremtid kapitel 8 afsnit 8.3, 2024.

F. Beskrivelse af planlagte arbejdsmetoder

Kan evt. uddybes i bilag

Stenene transporteres ind på flåde til arbejdsområdet. Flåden bugseres på plads og fastgøres til ankre i kombination med et konstant træk fra slæbebåden. Når gravemaskinerne er i stilling, begynder de at dumpe sten ud over siden af flåden.

De kompenserende stenrev etableres mindst 6 måneder før anlægsstart for strandfodring.

For yderlig information henvises til "Projektforslag - Anlæggelse af kystnære stenrev" vedlagt denne ansøgning. |

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

Alle bilag indgår i rapporten "Projektforslag - Anlæggelse af kystnære stenrev" vedlagt denne ansøgning.

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	Fulde navn (benyt blokbogstaver)	Underskrift
17.09.2025	CAROLINE BALD	

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



Nordkystens Fremtid

Projektforslag Anlæggelse af kystnære stenrev

Date: 10. september 2025

Indhold

1.	Indledning.....	3
2.	Beskrivelse af stenrevet	3
3.	Surveyområde for nyt stenrev i Natura 2000-område nr. 195.....	5
3.1.	Undersøgelser i surveyområdet.....	5
3.2.	Udvælgelse af egnede områder	6
4.	Anlæg af kompenserende stenrev	11
4.1.	Stenstørrelse og skitsedesign	11
4.2.	Placering af kompenserende af stenrev	12
5.	Kort med angivelse af stenrevs placering	14
6.	Anlægsomkostninger	17
7.	References.....	18
Bilag 11A: Dimensionsgivende bølger og vandstand		20
Bilag 11B: Beregning af stenstørrelse		23
	Hudson formelen	23
	Stabilitetstal og konstruktioner med topkote omkring havoverfladen (low-crested structures).....	23
	Stenkonstruktioner nær bunden.....	24
	Anvendte stenstørrelse	24
Bilag 11C: Hjørnekoordinater af survey-område		27
Bilag 11D: Koordinater rundt om stenrevne.....		30

1. Indledning

Nordkystens Fremtid er et fælleskommunalt projekt om kystbeskyttelse i Halsnæs, Helsingør og Gribskov Kommuner. Projektet omhandler kystbeskyttelse af nordkysten af Sjælland ved at strandfodre i alt 35,7 km kystlinje med sand og ral. Projektet har en projekteret levetid på 50 år.

Der er udarbejdet en miljøkonsekvensrapport for Nordkystens Fremtid (NKF) på baggrund af et afgrænsningsnotat fra Halsnæs, Gribskov og Helsingør Kommuner (Gribskov Kommune, 2019). Som del af miljøkonsekvensrapporten indgår en Natura 2000-konsekvensvurdering for projektet, som har afdækket, at projektet påvirker Natura 2000-område nr. 195 Gilleleje Flak og Tragten.

Det er vurderet, at projektet vil medføre et permanent arealtab af habitatnaturtypen rev, som følge af strandfodring med sand og ral i Natura 2000-område nr. 195 og dermed skade Natura 2000-områdets integritet. Dette betyder, at der kun kan meddeles tilladelse til projektet efter fravigelsesbestemmelserne jf. habitatdirektivets art. 6, stk. 4 og kysthabitatbekendtgørelsen § 6. Da en fravigelse er nødvendig, skal der iværksættes kompenserende foranstaltninger i form af anlæggelse af nye stenrev inden for Natura 2000-området nr. 195.

2. Beskrivelse af stenrevet

De nye stenrev, der skal etableres, skal svare til de stenrev, der bliver tildækket af fodringssandet i Nordkystens Fremtid.

Natura 2000-område nr. 195 Gilleleje Flak og Tragten består af habitatområde H171 med to naturtyper på udpegningsgrundlaget: rev (1170) og sandbanke (1110), som vist i Figur 2.1. Revet ligger parallelt med kysten vest for Gilleleje og fylder stort set hele den vestlige del af Natura 2000-området. Langs kysten samt på ydersiden af revets østlige side ligger områdets sandbanker.

Miljøstyrelsen har i 2012 og 2016 kortlagt de marine Natura 2000-områder "rev og sandbanker" i Habitatområde H171, og har fundet frem til følgende arealer:

- 2.827 ha sandbanke (1110)
- 3.513 ha rev (1170)

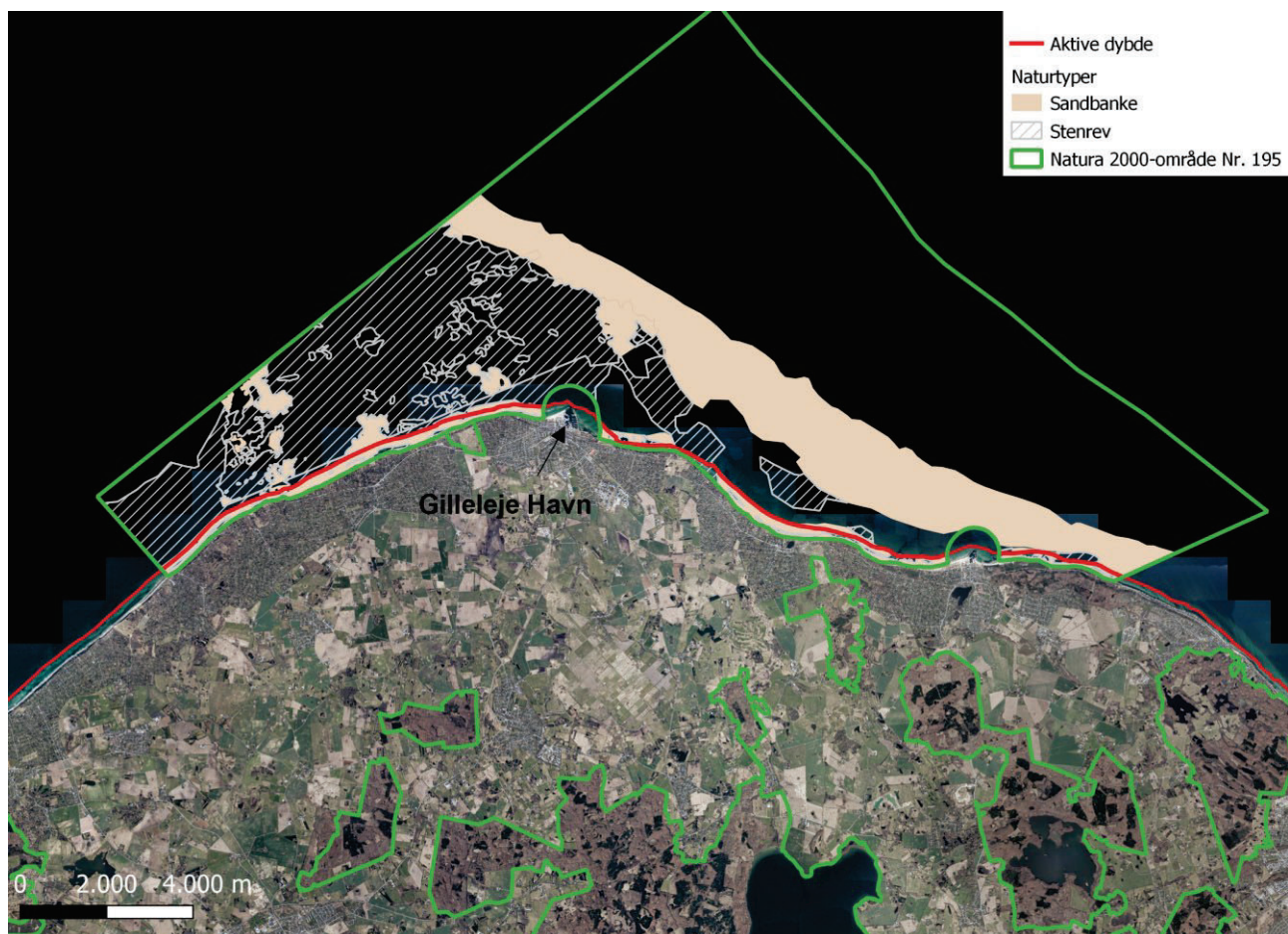
Natura 2000-område nr. 195 rummer ingen prioriterede arter eller naturtyper. Revet i Natura 2000-området nr. 195 indgår i en mosaik af hård bund og sandbund. Områdets rev består hovedsagelig af substrat type 4 med en stendækning på omkring 35 % større sten og resten består af mindre sten. Dog findes der også mindre lokale indslag af substrattype 3, hvor bunden består af større sten, små sten mellem 2-10 cm, grus og sand. Der er ikke kendskab til huledannende revelementer (Orbicon, 2013). Størrelsen på stenene i områderne med substrattype 4 og de større sten i områderne med substrattype 3 er ikke oplyst af Orbicon, men for substrattype 3 og 4 gælder generelt, at stenene skal være større end 10 cm jf. Råstofbekendtgørelsen (BEK nr. 1680 af 17/12/2018, Fase IB).

Tilstanden af de marine habitatnaturtyper er ikke vurderet i Natura 2000-basistilstandsrapporten 2016-2021 eller 2022-2027, men i forbindelse med de marine undersøgelser, der er foretaget i forbindelse med kortlægning af vegetation i indeværende projekt, herunder makroalger tilknyttet hårbundsområde, fremstår de kystnære stenrev som værende dækket med brune og røde makroalger på en stor del af revene i området både langt ind på det lavvandede område, der kan betegnes som et flakområde, og som består af stenet bund (stenrev) og på dybere vand (DHI, 2019).

Generelt gælder det, at rev karakteriseret ved områder med spredte sten byder på en høj variation af habitater, som kan resultere i en høj artsdiversitet af både makroalger, bunddyr og fisk. I områderne mellem stenene lever fladfisk, som også lever af bundfaunaen på stenene eller de makroalger, der vokser på stenene (DTU Aqua, 2013).

I den kystnære del af Natura 2000-område nr. 195 er miljøet meget dynamisk. Ifølge Orbicon (2013) findes der langs med den dynamiske kystzone dynamiske kystrevler, som vandrer langs med kysten. GEUS beskriver også i Geoviden nr. 02 (Geocenter Danmark, 2016), hvordan bølger i kystnære områder er med til at omlejre sediment langs kysten. Langs kyster med bølgepåvirkning og tilstrækkeligt sediment sker der derfor kontinuerligt ændringer i områder med aflejringer og erosion (Leth & Larsen, 2014). Pga. den eksponerede kystlinje, revlevandring og den langsgående sedimenttransport sker der over tid ændringer i forholdet mellem rev og sandbanke inden for Natura 2000-område nr. 195. Dvs. områder med rev vil til tider være dækket med sand, og områder med sandbanke vil til tider være blotlagt med hård stenbund. De kystnære rev vurderes ud fra de marine undersøgelser og det dynamiske forhold, de er udsat for, ikke at være et "klimakssamfund", da et sådant miljø ofte vil tage 8-10 år at opbygge (DTU Aqua, 2013).

Baseret fra ovenstående vurderinger af revene der påvirkes, anlægges de nye stenrev derfor som et lag dæksten med dækningsgrad på 35 %.



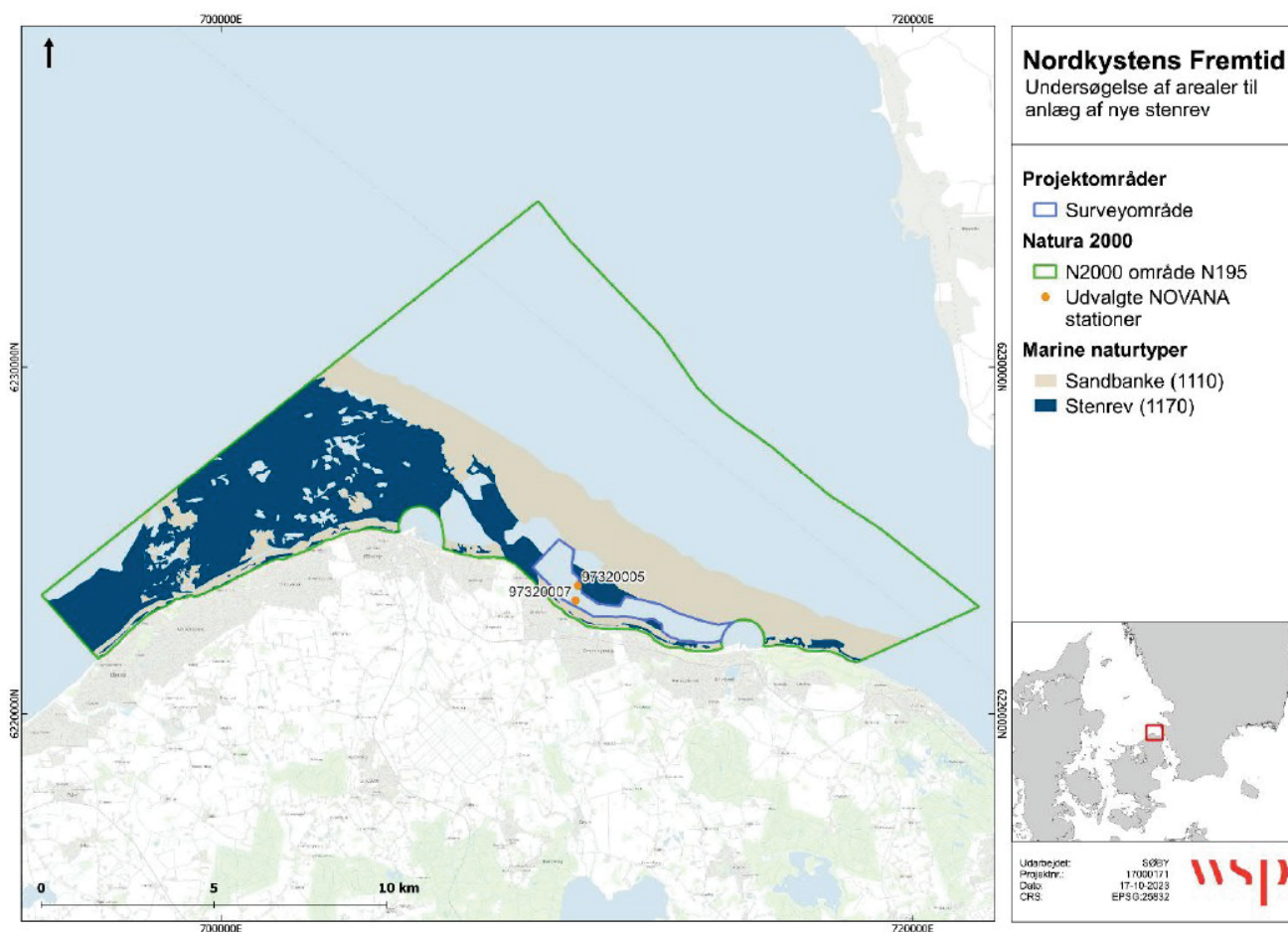
Figur 2.1: Kortlagte habitatnaturtyper i Natura 2000-område N195 (Miljøstyrelsen, 2020). I figuren er den aktive dybde også angivet.

3. Surveyområde for nyt stenrev i Natura 2000-område nr. 195

3.1. Undersøgelser i surveyområdet

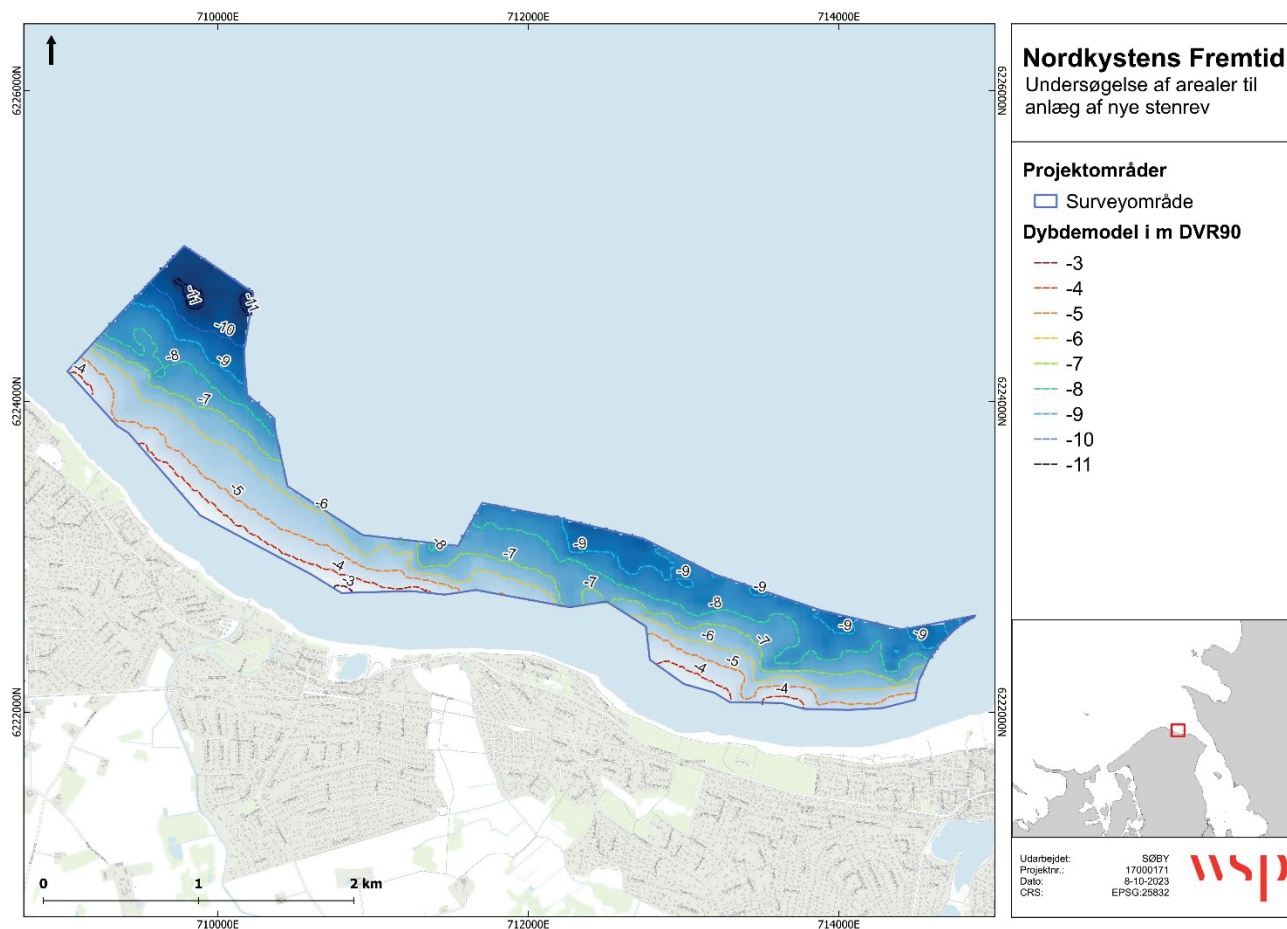
Der er i 2023 udført geologiske og biologiske undersøgelser i surveyområdet, beliggende indenfor Natura 2000-område nr. 195 (WSP, 2023a). På baggrund af undersøgelserne er der udpeget gunstige områder for udlægning af sten og etablering af rev. Figur 3.1 viser placeringen af surveyområdet i N195. Surveyområdet ligger ved nordkysten af Sjælland, cirka 3,2 km øst for Gilleleje Havn og 500 meter vest for Hornbæk Havn. Området dækker et areal på omkring 378 hektar og strækker sig op til 1 km i nord-sydlig retning og 6 km i øst-vestlig retning (WSP, 2023a). Se hjørnekoordinater i Bilag 11C.

Inden for surveyområdet er der indsamlet singlebeam dybde data (SBES), side scan sonar data (SSS) og sub bottom profiler (SBP).



Figur 3.1: Afgrænsning og placering af surveyområdet og Natura 2000-område N195 "Gilleleje Flak og Tragten" beliggende på nordkysten af Sjælland. De kortlagte marine naturtyper indenfor N195 og udvalgte NOVANA stationer er også vist. Kilde: (WSP, 2023a)

Dybden blev målt med single beam ekkolod (SBES) langs 42 surveylinjer inden for surveyområdet. Der blev opmålt en gennemsnitlig dybde på omkring 7 m med varierende dybder mellem 3-11 m DVR90. På baggrund af opmålingerne er der udarbejdet en dybdemodel, vist i Figur 3.2.



Figur 3.2: Dybde model baseret på singlebeam (SBES) opmåling med dybdekurver (1 m). Kilde: (WSP, 2023a)

3.2. Udvælgelse af egnede områder

Baseret på de indsamlede data er der udpeget områder, der vil være egnede til udlægning af sten og etablering af rev, ud fra følgende kriterier for nye stenrevslokaliteter:

- En havbund med høj stabilitet og bæreevne
- Dybder omkring 4-11 m
- Ingen udbredelse af flora og fauna

Analysen af SSS-data viste, at havbunden i surveyområdet består af sand med varierende dækning af større sten. Analysen af de seismiske data (SSS, SBP, og SBES-data) viste, at havbunden består af hårdt substrat og at overflader af morænelerafleveringer flere steder er blotlagte eller dækket af et relativt tyndt sandlag. I vurderinger af havbunden blev der anvendt fire substrattyper:

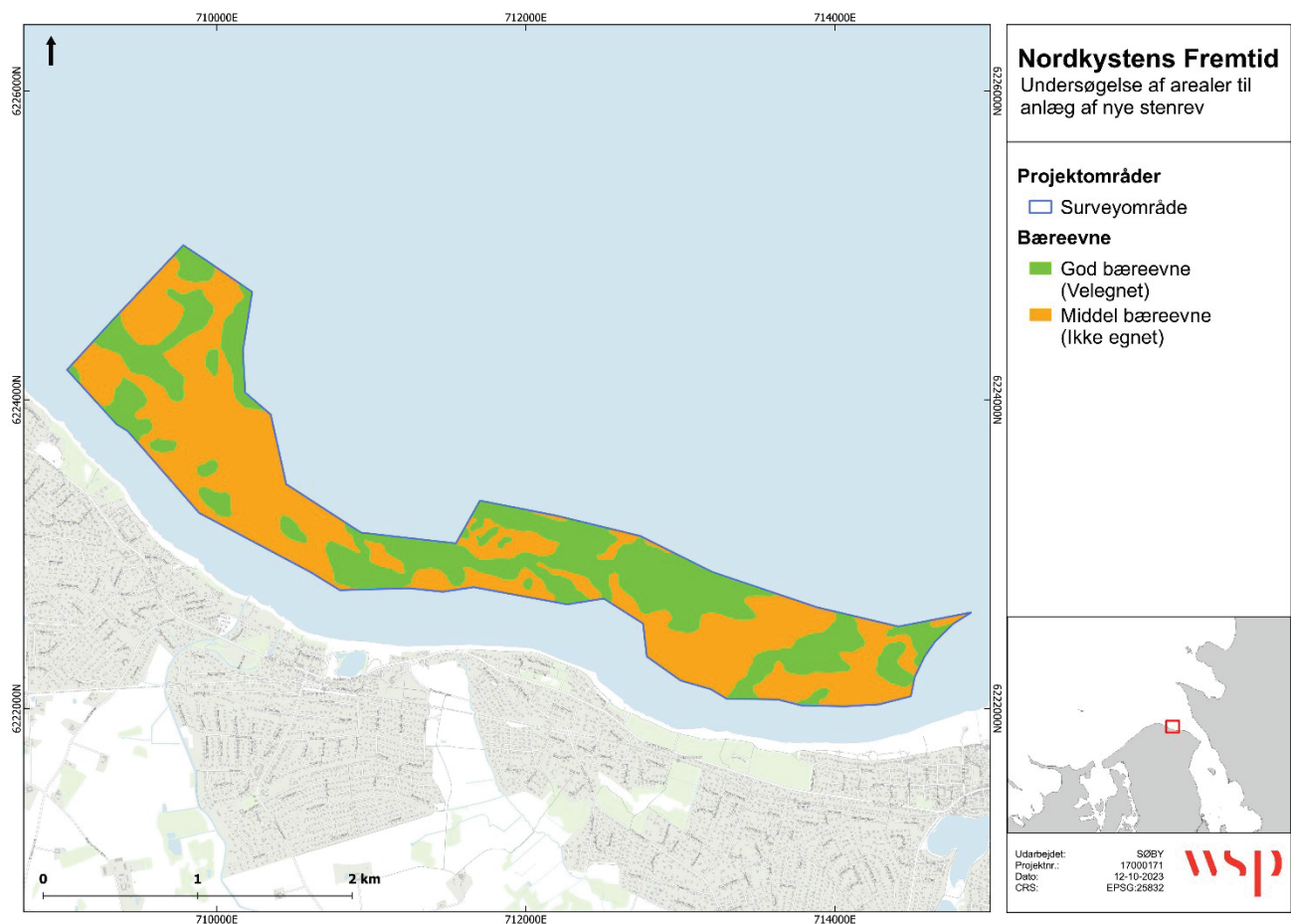
- Substrattype 1b (fast sandbund af fint groft sand, med lavt indhold af skaller, grus og småsten),
- Substrattype 2 (primært sand med varierende mængder grus og småsten, samt enkelte spredte større sten),
- Substrattype 3 (bestrøningsbund med dækningsgrad på 10-25% af større sten i matrix af grus eller sand),
- Substrattype 4 (tæt bestrøningsbund med et-lags eller to-lags stenrev med huledannelse, samt en dækningsgrad > 25% af større sten).

Undersøgelserne viser, at der på det blottede moræneler er observeret en varierende grad af store sten spredt ud på havbunden, hvilket tyder på, at havbundens stabilitet og bæreevne er egnet til etablering af nye stenrev.

I områder med meter tykke sandaflejringer er sandet kompakt, og det er vurderet, at udlagte sten ikke vil synke ned i denne bundtype. Dog er risikoen for, at et nyetableret stenrev vil blive begravet pga. sandvandring relativt høj. Derfor er bæreevnen her kun vurderet til at være middel.

Der er ikke fundet større kanalstrukturer eller områder med bløde sedimenter (såsom dynd, silt og gytje), der kan påvirke havbundens bæreevne negativt.

Figur 3.3 viser den overordnede tolkning og vurdering af havbundens stabilitet og bæreevne inden for efterforskningsområdet.



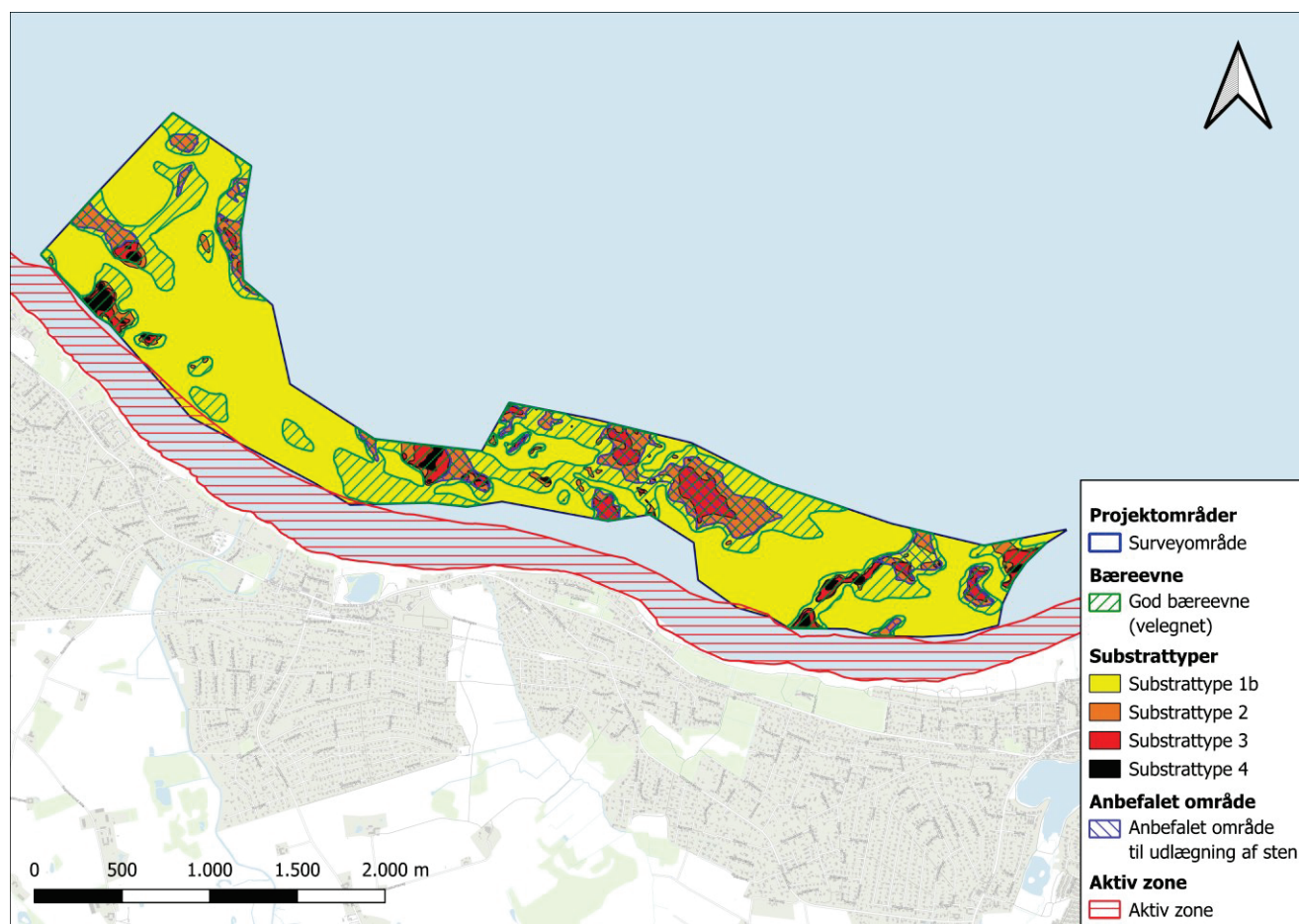
Figur 3.3: Kort over bæreevnen af havbunden, baseret på substrattypenkortlægningen og den seismiske analyse. Kilde: (WSP, 2023a)

Områderne med god bæreevne er vurderet egnede til udlægning af sten og etablering af rev, hvis de er placeret med god afstand til områder med tykke sandaflejringer. Derudover skal de ikke være sammenfaldende med eksisterende stenrev eller sandbanker, men primært være domineret af områder med overfladegeologi af substrattype 2 eller substrattype 3, hvor det vil være muligt at øge stendækningen betydeligt. Områder med substrattype 4 eller med substrattype 3, som ligger i forlængelse af områder med substrattype 4, er vurderet ikke

egnet, da de områder med sådanne substrattyper i forvejen er klassificeret som rev. Derfor fokuseres udpegnin-gen på områder med substrattype 2 eller 3, hvor havbunden er både stabil og bærende.

Disse områder giver mulighed for en betydelig forøgelse af stendækningen. Substrattype 1b er kun egnet i de områder, hvor havbunden har en god bæreevne (områder med et tyndt lag af mobilt sand, der ligger oven på stabil moræne) og kan binde flere mindre stenrev sammen til et større sammenhængende stenrev. Vanddybden for de udpegede områder er mellem 4-11 m, hvilket betyder at de nye stenrev vil ligge uden for den kystnære aktive zone, hvor der sker sedimenttransport, men på lavt nok vand til at tilstrækkeligt lys trænger igennem vandsøjlen.

Figur 3.4 viser de udpegede områder, som er velegnede til udlægning af nye stenrev, hvor den aktive zone også er angivet. Områderne udgør i alt 50,3 ha.



Figur 3.4: Afgrænsning af de anbefalede områder til placering af stenrev angivet i forhold til udbredelsen af de tolkede substrattyper og bæreevne. Kilde: (WSP, 2023a). På figuren er den aktive zone også angivet.

Havbunden i de anbefalede områder er fast og bærende med varierende stendækning. Stenene er dækket af fastsiddende makroalger, og det forventes, at de sten, der placeres i de anbefalede områder, også vil blive dækket af makroalger i fremtiden. Studier af tilførsel af nyt materiale til etablering af stenrev viser, at arter af epifauna først vil kolonisere det nye habitat (Møhlenberg et al. 2008), hvorefter makroalger (grønalger, rødalger og brunalger) samt fastsiddende dyr, der lever i tilknytning til rev, vil etablere sig (DTU Aqua, 2013). Overvågning af det nyetablerede Hunderev ved Hundested samt Als stenrev og Poseidon stenrev ved Middelgrund har

vist, at der allerede ca. 6 måneder efter etableringen ses god etablering af makrolager og et rigt dyreliv (Hunderevet, 2021) og (Als Stenrev, 2022) svarerende til de stenrev, som der skal kompenseres for. Hermed, er der evidens for, at makroalger og dyreliv hurtigt etablerer sig på nyetablerede stenrev.

På de nye kompenserende stenrev vil dyr og planter fra de nærliggende stenrevssamfund, hvor rekrutteringsgrundlaget for makroalge- og epifauna er til stede, hurtigt kunne etablere sig. De kompenserende stenrev etableres udenfor den aktive zone, og de vil derfor i løbet af de følgende år udvikle sig mod et klimakssamfund.

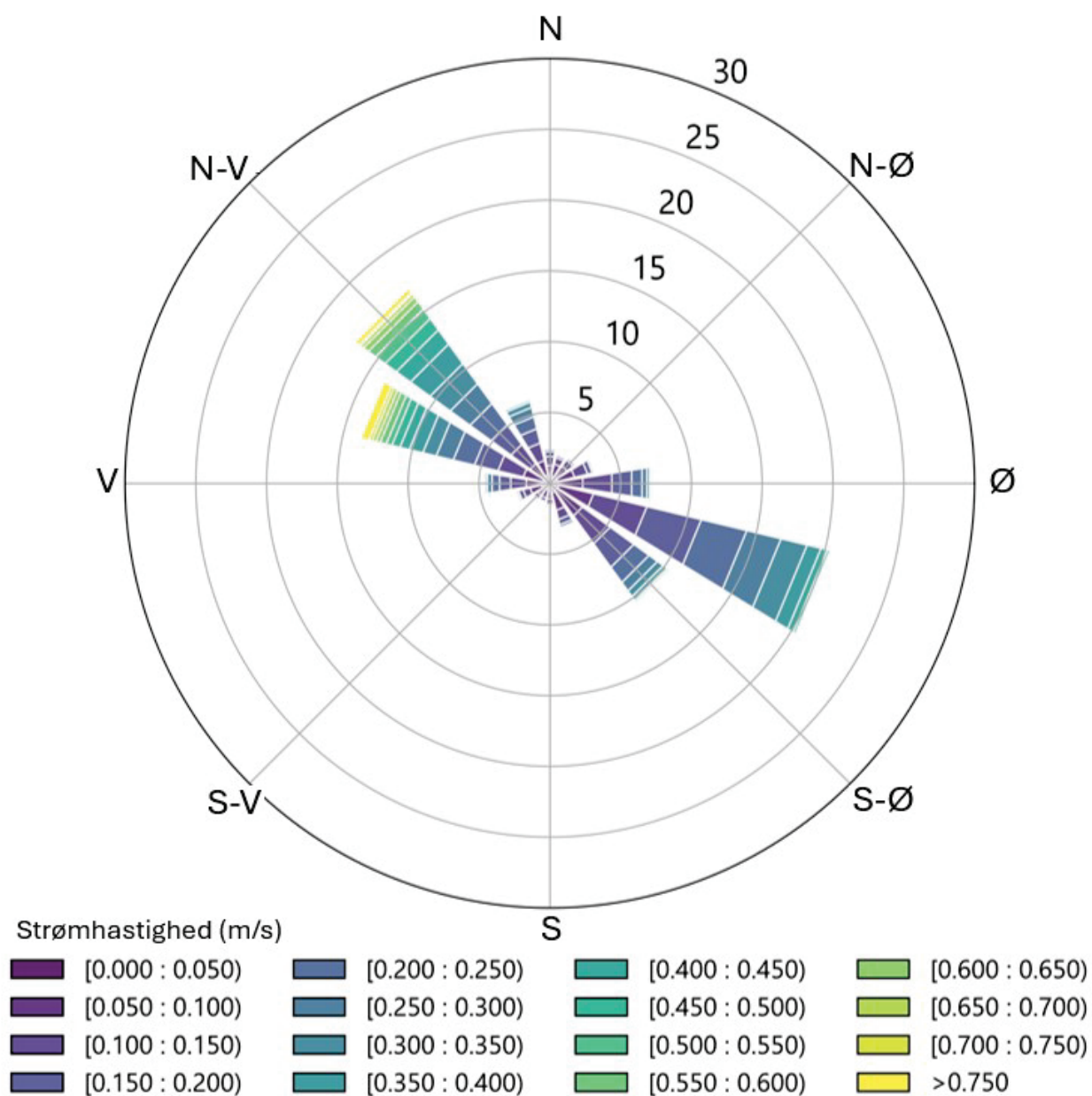
Området er allerede udpeget til Natura 2000-område, hvor rev er en del af udpegningsgrundlaget. Derfor vurderes området overordnet set velegnet til at anlægge stenrev, da der er tilstrækkeligt lys igennem vandsøjlen også på 11 m dybde (WSP, 2023a).

En strømrose fra området (Figur 3.5) viser, at der er tilstrækkelig strøm i området til at sikre omskiftning i vandet. Derved sikres det, at der tilføres frisk vand til området, og at der ikke sker iltvind ved bunden.

I Kattegat mødes Østersøens brakvand og Nordsøens saltvand, hvilket skaber et overgangsområde med skiftende salinitet og temperatur. Disse forhold påvirker både dyre- og plantelivet, da artsdiversiteten falder i brakvandsmiljøet i Østersøen (Orbicon, 2013).

Målinger fra målestationen Hesselø Bugt øst nr. 9310005, som ligger 5-10 km nordøst for Gilleleje, for de sidste 10 år viser, at saliniteten varierer mellem 11- 35 promille, og der er en tydelig lagdeling, som opstår i dybder varierende fra 5 m til 15 m alt efter årstid og årstal (Aarhus Universitet. DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi., 2024). I projektområdet, hvor vanddybden maksimalt er 11 m, overstiger saliniteten derfor ikke 25 promille.

Udlægning af sten vil ikke medføre udledning af næringsstoffer til vandområdet og dermed forventes iltforholdene i området ikke at blive forringet pga. stenrevne.



Figur 3.5: Strømrøse i projektområdet, som viser retningen og styrken af strømmen. Data er fra november 2021 til oktober 2024. Strømhastighederne er udtrukket fra SMHI's Baltic Sea Physics Analysis and Forecast 3D model¹, med en rumlig opløsning på 2x2km. Rosen er baseret på data fra november 2021 til oktober 2024. Kilde: (Copernicus, 2024), hentet d. 11. november 2024.

¹ https://resources.marine.copernicus.eu/product-detail/BALTICSEA_ANALYSISFORECAST_PHY_003_006/INFORMATION

4. Anlæg af kompenserende stenrev

4.1. Stenstørrelse og skitsedesign

De eksisterende kystnære rev, som der skal kompenseres for, er ikke nødvendigvis stabile, og består af forskellige stenstørrelser fra ralbund til ansamlinger af større sten.

Stenrev kan opbygges som større sammenhængende områder med stendække, men behøver ikke være sammenhængende jf. kriterierne for udpegning af stenrev indenfor Natura 2000-områder (Miljøstyrelsen, 2016). Revene skal dog rage op fra den omkringliggende havbund. Stenrevene placeres uden for, men så tæt på den aktive dybde som muligt, dvs. på 4-11 m vanddybde, da lysgennemtrængningen og andre fysiske forhold dermed svarer bedst mulig til forholdene ved de rev, der tildækkes, men samtidig vil de ikke blive påvirket af strandfodringen. Stenene spredes ud på havbunden i et lag med en samlet dækningsgrad på 35 % svarende til de rev, der skal kompenseres for. Dermed sikres det også, at bunddyr og fladfisk kan leve mellem stenene på samme måde som ved de rev, der kompenseres for. Stenrevene vil ikke blive udsat for samme dynamiske påvirkning, som de rev der dækkes til, da sedimenttransporten er meget mindre på vanddybder af 4-11 m, og revet vil derfor blive mere permanent end revene inden for den aktive dybde.

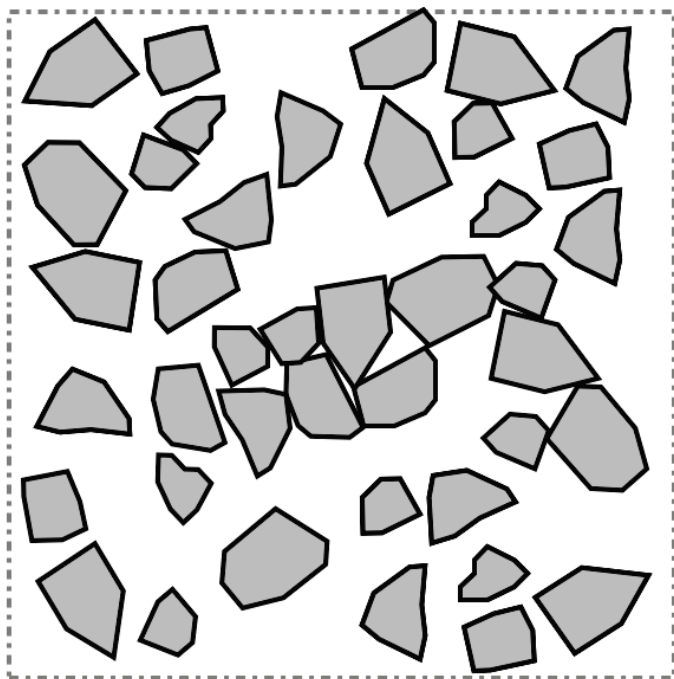
I anlægget af nye stenrev skal stenene være større end 7-10 cm, for at modvirke, at de bliver ført væk med strømmen pga. bladbærende brunalger. For at sikre, at stenene ligger nogenlunde stabilt på havbunden, er stenstørrelsen på stenrevene skitseprojekteret for storm svarende til en 50-årshændelse for to hældninger af strandprofilet på henholdsvis 1:10 og 1:20. For beskrivelse af de tekniske beregninger henvises til Bilag 11A og 11B.

Beregningerne viser at dækstene skal have en middelstørrelse på $d_{50} = 0,35$ m svarende til en masse på $M_{50} = 114$ kg, hvor "50" angiver den procentdel af stenene, som har en tilsvarende eller mindre masse. Graderingen på stenene er ikke afgørende for stenrevene, men et udgangspunkt kan være at følge anbefalingen i (Jensen, 1984) hvor

$$M_{15} = M_{50}/1,5 = 76 \text{ kg}$$

$$M_{85} = 1,5M_{50} = 171 \text{ kg}$$

Hvor "15" og "85" angiver den procentdel af stenene, som har en tilsvarende eller mindre masse. Stenene vil højst sandsynlig være brudsten, da det ikke vurderes, at der vil være tilstrækkelig med søsten til rådighed. En dækningsgrad på 35 % svarer til, at der for hver ha ligger 3.500 m^2 stendække. Et eksempel på dette ses i Figur 4.1.



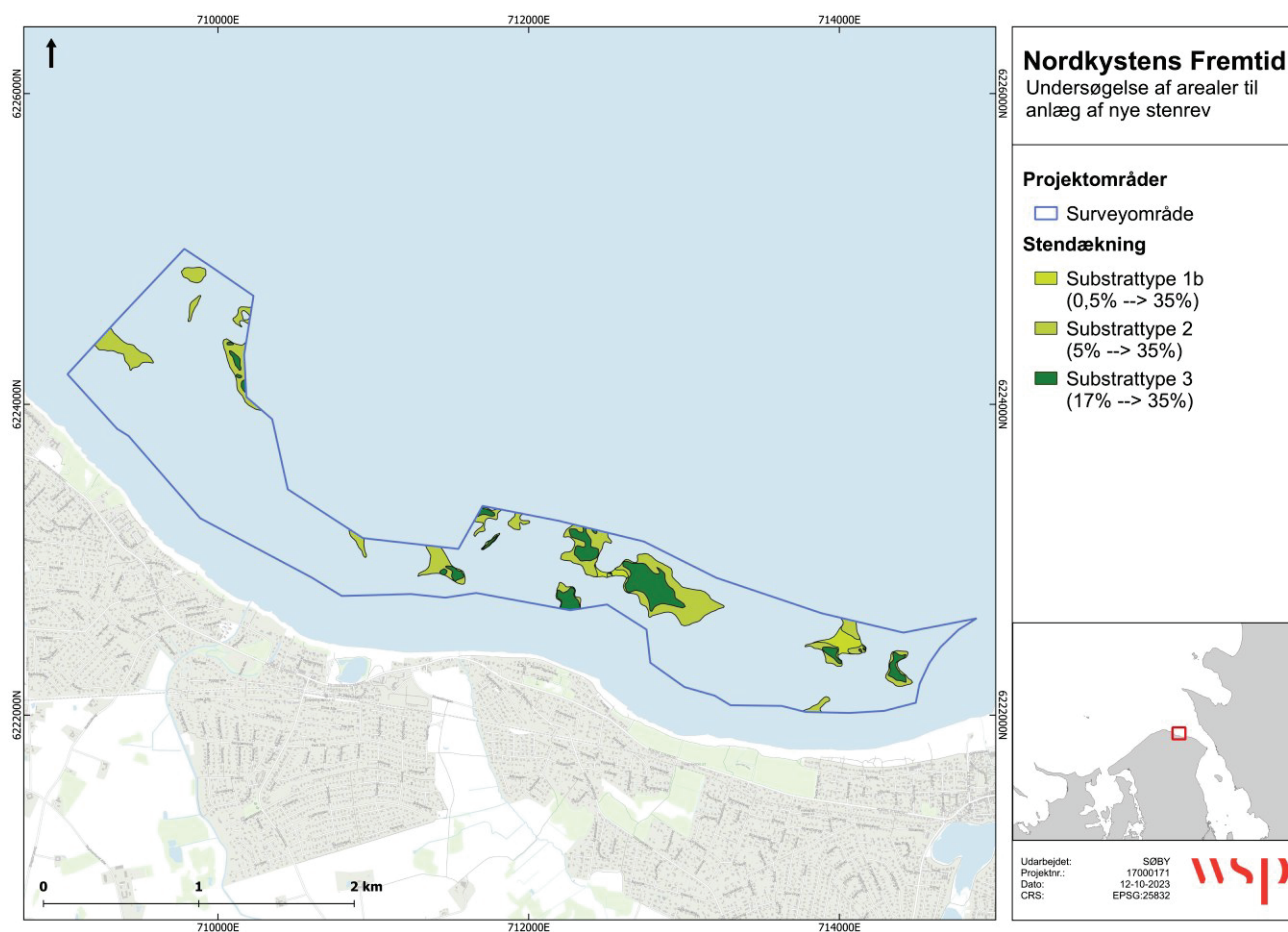
Figur 4.1: Figuren viser et areal på 1 ha med eksempel på et spredt stendække med en samlet dækningsgrad på 35 %. Figuren skal illustrere omfanget af tildækning, når tildækningsgraden er 35 %.

4.2. Placering af kompenserende af stenrev

Det er besluttet, at der i Nordkystens Fremtid skal anlægges kompenserende stenrev, som tager udgangspunkt i opnåelse af stendækningsgrad på 35 % indenfor et areal på 46 ha, hvilket svarer til arealet af de stenrev, der forventes tildækket af strandfodringen i projektets levetid, som er 50 år. Der er udvalgt 46 ha, der er egnede til udlægning af stenrev (Figur 4.2). Koordinater for placeringen af revene er angivet i Bilag 11D.

For at konstruere de kompenserende stenrev skal der tilføres omkring 43.000 m³ sten med et gennemsnitligt volumen pr. sten på 0,043 m³. Stenene udlægges som et fladt stenrev med ét lag sten. Inden for de 46 ha består den eksisterende substrattype af 2,7 ha af type 1b, 30,4 ha af type 2 og 12,9 ha af type 3. De enkelte sten til revet forventes at variere betydeligt i størrelse fra omkring 20 cm til 100 cm. En gennemsnitlig sten antages at have et volumen på ca. 0,043 m³ (0,35 m x 0,35 m x 0,35 m). Da stenrevet etableres som et fladt stenrev med et enkelt lag sten på havbunden, vil højden svare til størrelsen af de største sten. Baseret på den gennemsnitlige størrelse af stenene vil højden af det flade stenrev være 35-50 cm over havbunden, men enkelte sten kan lokalt rage højere op.

Da vanddybden varierer mellem 4-11 m og der allerede ligger sten i området vil udlægning af stenrevene ikke påvirke sejladserne.



Figur 4.2: Fordelingen af eksisterende substrattyper indenfor de anbefalede 46 ha, samt eksisterende gennemsnitlig dækningsgrad og dækningsgraden efter etablering af kompenserende stenrev. Kilde: (WSP, 2023a).

Stenene transporteres ind på flåde til arbejdsområdet. Flåden bugseres på plads og fastgøres til ankre i kombination med et konstant træk fra slæbebåden. Når gravemaskinerne er i stilling, begynder de at dumpe sten ud over siden af flåden (Figur 4.3) inden for det afmærkede område. En separat kran med greb kan også bruges til placering af stenene, hvorved udlægningen af stenene udføres med højere præcision.

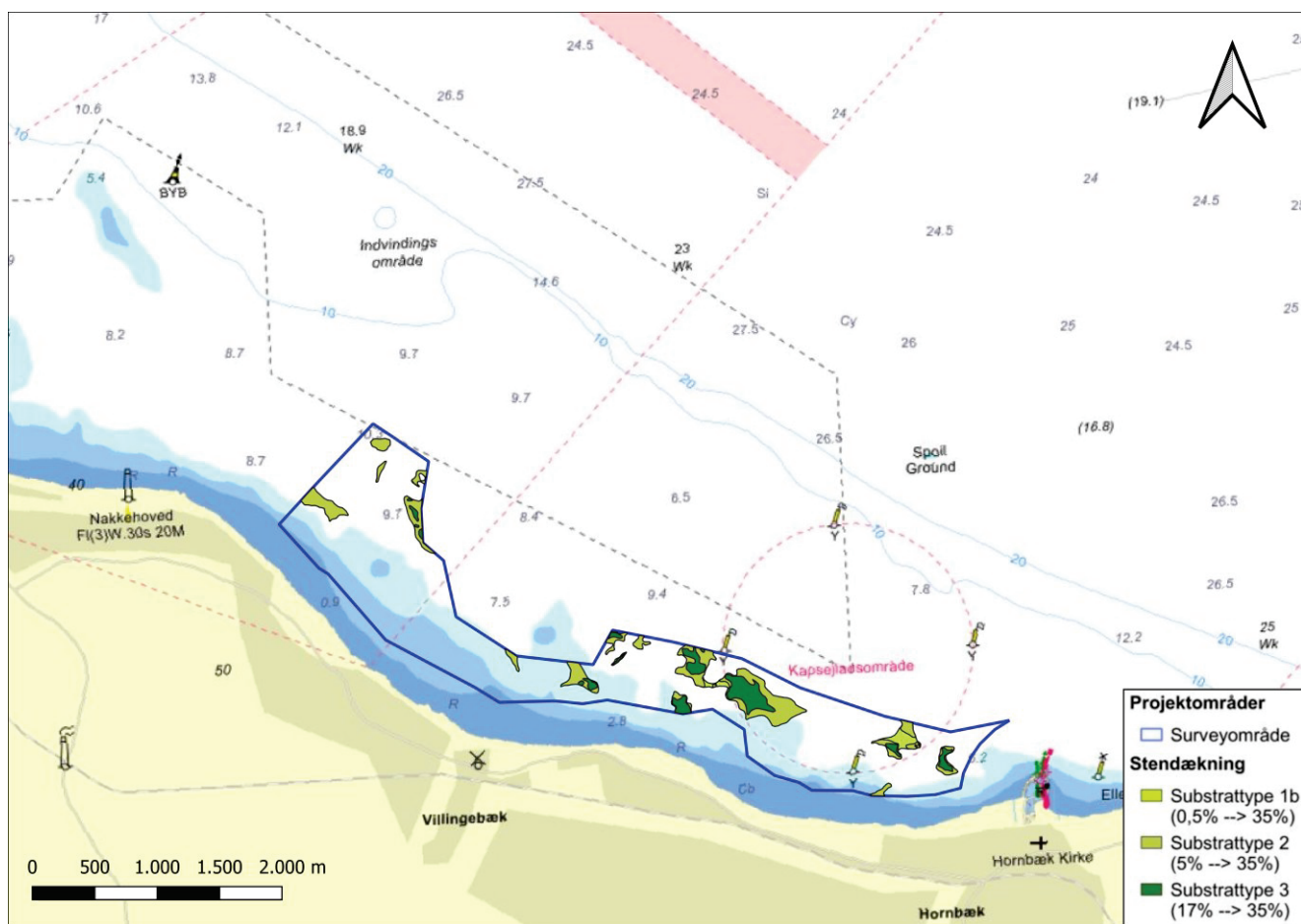
De kompenserende stenrev etableres mindst 6 måneder før anlægsstart for strandfodring



Figur 4.3: Gravemaskiner på flåden placerer sten til stenrev.

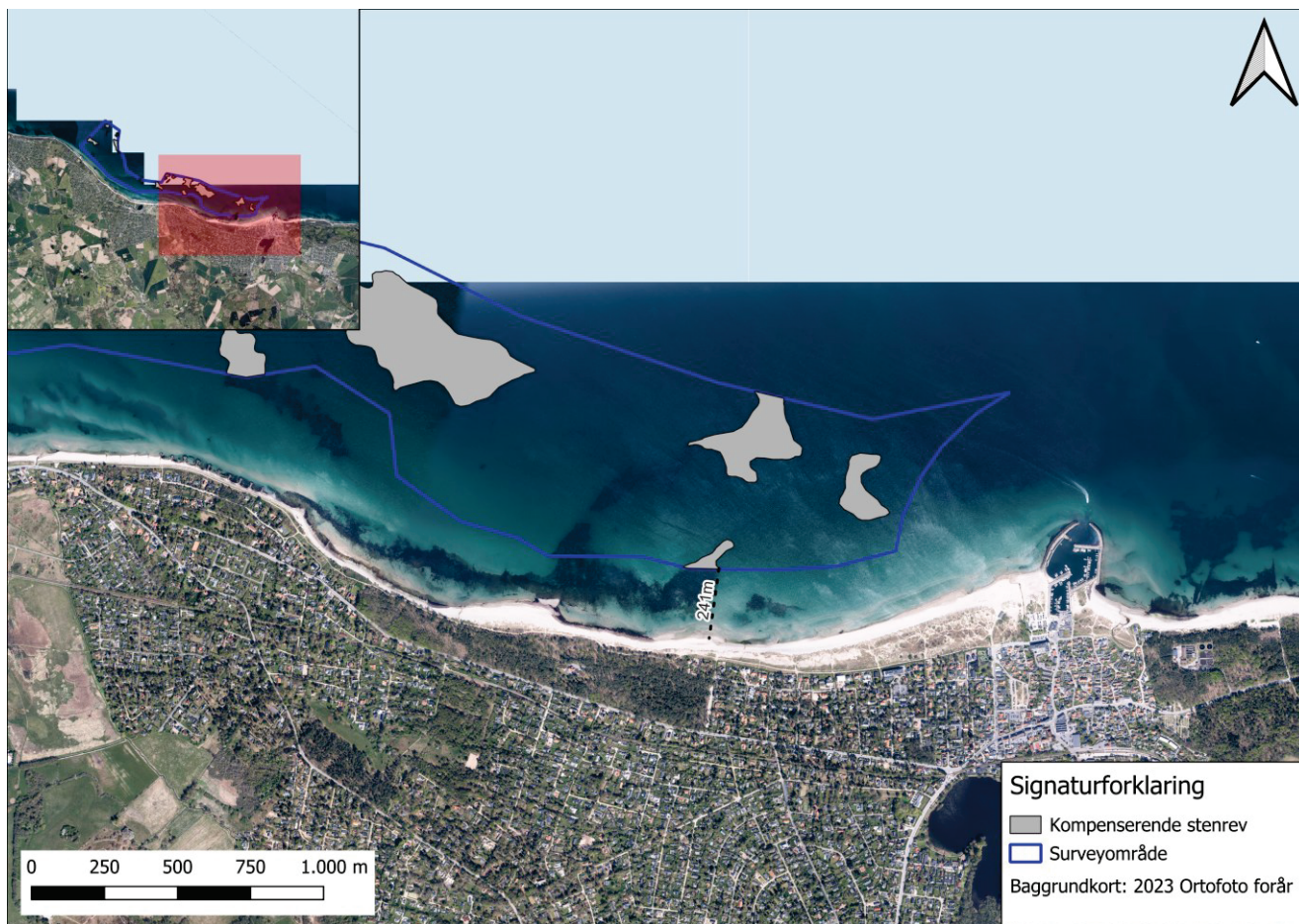
5. Kort med angivelse af stenrevs placering

Placeringen af det kompenserende stenrev er præsenteret på nyeste opdaterede søkort fra skippo.dk (Figur 5.1).

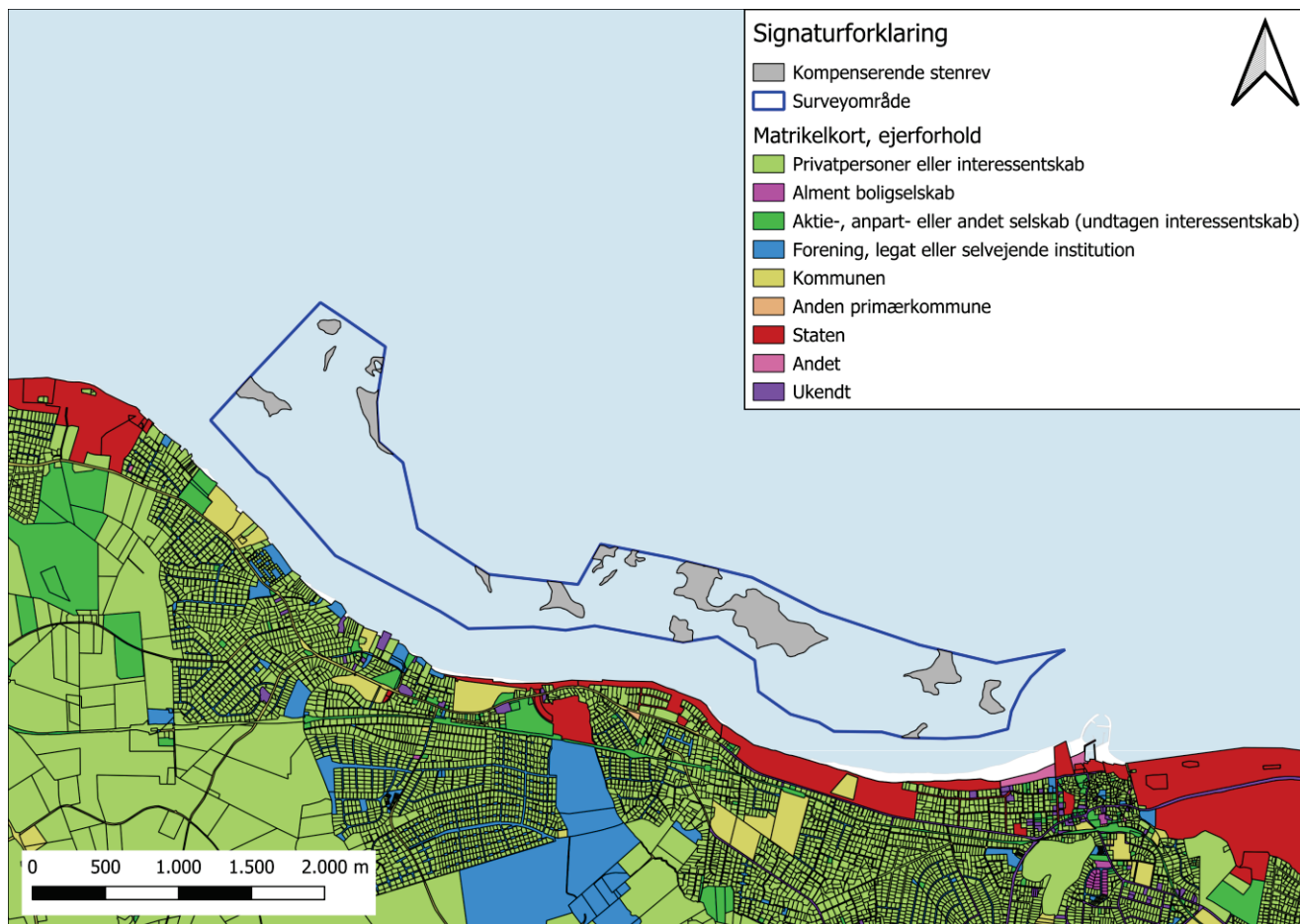


Figur 5.1: Placering af kompenserende stenrev set ift. søkort. Kilde: [Skippo - oplev mere af livet på havet - Skippo.dk](https://skippo.dk), hentet d. 6 november 2024.

De kompenserende stenrev placeres som minimum 241 m fra strandlinjen (Figur 5.2), yderligere anlægges stenrevene fra pram, dvs. at ingen matrikler berøres af anlæg af nye stenrev (Figur 5.3).



Figur 5.2: Korteste afstand fra planlagt placering af kompenserende stenrev til strandlinjen.



Figur 5.3: Placering af kompenserende stenrev set ift. matrikelkort.

6. Anlægsomkostninger

Anlægsomkostningerne til de kompenserende stenrev med en dækningsgrad på 35 % løber op i 37,2 mio. kr. inklusiv 10 % i usikkerhed. Prisen er en middelpriis +/- 25 procent.

Materialepriserne er baseret på erfaringstal fra udbudsprojekter fra 2022-2024. Udgifterne dækker sortering og transport og indbygning af stenene. Det er ikke endeligt afklaret, hvorfra stenene hentes. Den endelige pris kendes først, når projektet har været i udbud.

Da der er tale om etablering af stenrev som kompensation for skade på Natura 2000-område nr. 195, er der ikke redegjort for omkostninger til at fjerne stenrevet.

7. References

- Als Stenrev. (2022). <http://alsstenrev.dk/>. Alsstenrev Forening / Sønderborg Kommune.
- CIRIA, CUR, & CETMEF. (2007). The Rock Manual. The use of rock in hydraulic engineering. C683, CIRIA, London.
- Copernicus. (11. 11 2024). *Baltic Sea Physics Analysis and Forecast*.
BALTICSEA_ANALYSISFORECAST_WAV_003_010. doi:<https://doi.org/10.48670/moi-00010>
- DHI. (2018c). *Nordkystens fremtid - Myndighedsprojekt. Numerisk modellering. Fase 2: Kystteknisk grundlag*.
- DHI. (2019). *Nordkystens fremtid - Marin flora og fauna*. Dansk Hydraulisk Institut (DHI).
- DTU Aqua. (2013). Stenrev: Gennemgang af den biologiske og økologiske viden, der findes om stenrev og deres funktion i tempererede områder. *DTU Aqua-rapport 266-2013*. Institut for Akvatiske Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet.
- DTU Aqua. (2013). Stenrev: Gennemgang af den biologiske og økologiske viden, der findes om stenrev og deres funktion i tempererede områder. *DTU Aqua-rapport 266-2013*. Institut for Akvatiske Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet.
- Geocenter Danmark. (2016). *Geoviden nr. 02. Geologi på tværs af kysten*.
- Gribskov Kommune. (2019). *Nordkystens Fremtid. Afgrænsningsnotat for Miljøvurdering. Revision efter foroffentlighed*.
- Hunderevet. (2021). *Youtube video: "Livet på Hunderevets første del sep 2021"*. Hentet fra <https://www.youtube.com/watch?v=NXKCedVBuQs>
- Jensen, O. (1984). *A monograph on Rubble Mound Breakwaters*. Danish Hydraulic Institute.
- Leth, J. O., & Larsen, B. (2014). *Geoviden. Geologi og geografi nr. 02. Den danske havbund*. GEUS.
- Miljøstyrelsen. (2016). Habitatbeskrivelser version 1.05. Habitatbeskrivelser, årgang 2016. Beskrivelse af danske naturtyper omfattet af habitatdirektivet (NATURA 2000 typer).
<https://mst.dk/media/128611/habitatbeskrivelser-2016-ver-105.pdf>.
- Orbicon. (2013). *Marin kortlægning. Kortlægning af sandbanker og rev i 38 kystnære marine Natura 2000-områder 2012*. Naturstyrelsen, Miljøstyrelsen.
- WSP. (2023a). *Geofysisk og biologisk kortlægning af havbunden ved nordkysten med henblik på placering af stenrev*.
- Aarhus Universitet. DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi. (11. 11 2024). *Overfladevandsdatabasen*. Hentet 11. 11 2024 fra Hav -> Præsentation: <https://odaforalle.au.dk/>

Bilag 11A

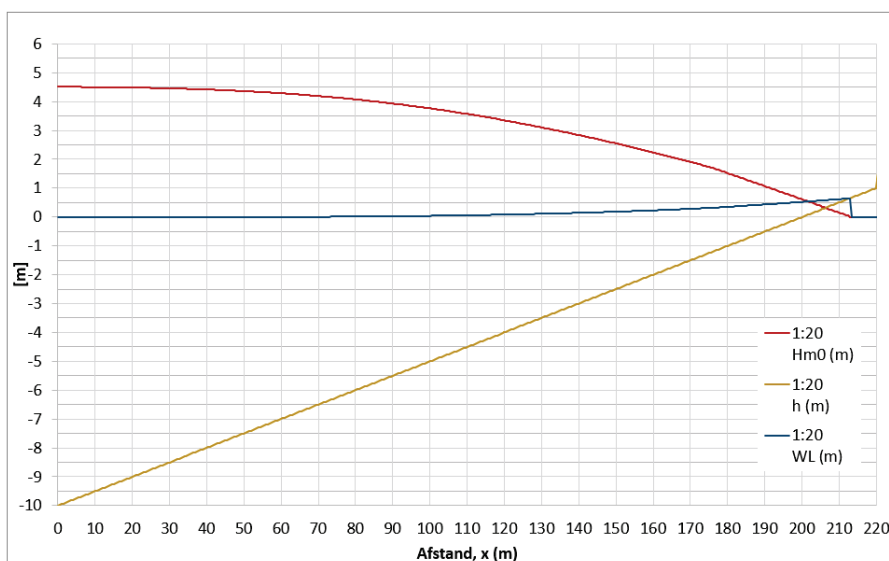
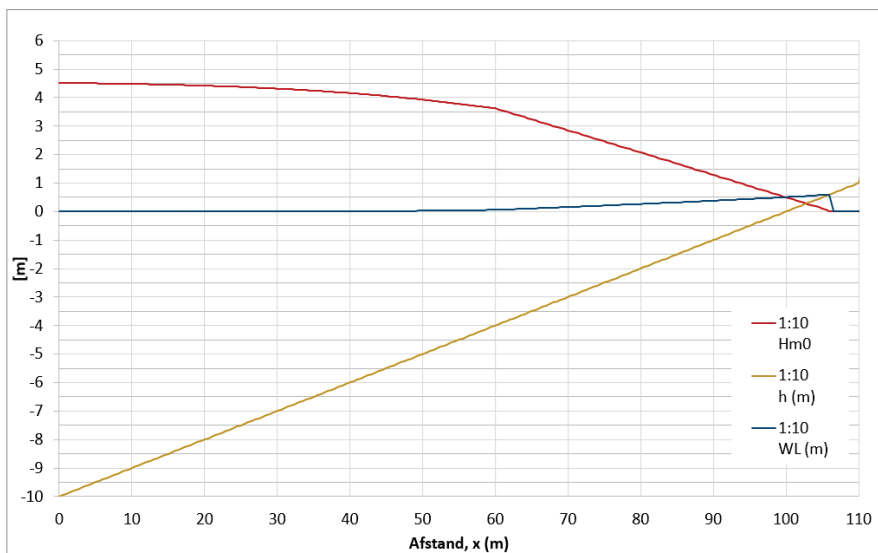
Dimensionsgivende bølger og vandstand

Bilag 11A: Dimensionsgivende bølger og vandstand

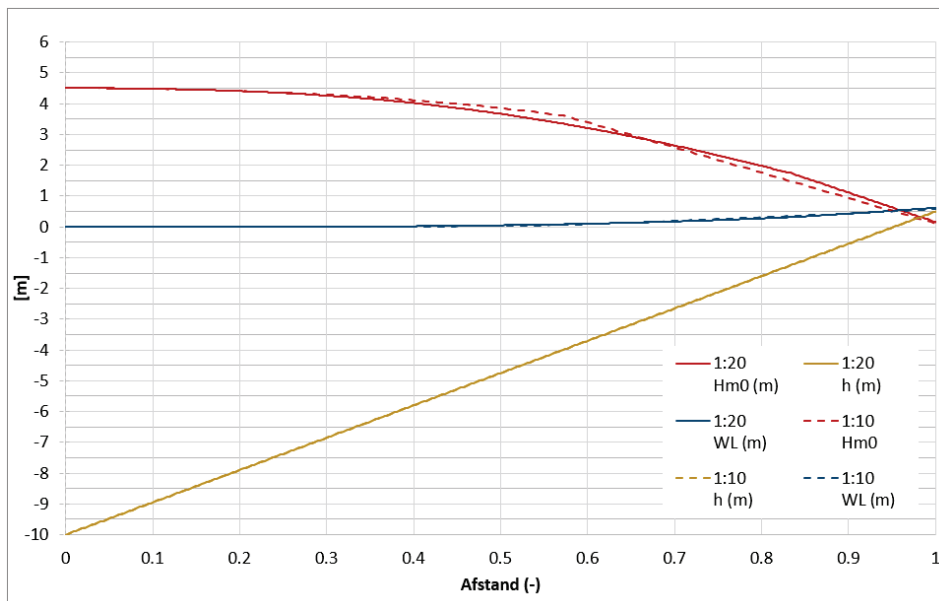
De største bølger langs projektstrækningen forekommer ud for Udsholt Strand, hvor en 50 års bølge har en højde på $H_{m0} = 4,5$ m på dybt vand (DHI, 2018c). DHI angiver i samme rapport korrelationen mellem bølgehøjden og bølgeperioden. Ud for Udsholt Strand er den tilsvarende bølgeperiode $T_p = 8,8$ s.

De beskrevne bølgeforhold anvendes til skitseprojektering af stenrevne. Bølgerne transformeres fra dybt vand til lavt vand vha. beregningsværktøjet LITDRIFT udviklet af DHI. I Figur A.1 er vist, hvordan bølgehøjden og vandstanden varierer som funktion af vanddybden, h , for strandprofiler med hældning på 1:10 og 1:20. I Figur A.2 er afstanden gjort dimensionsløs, så ændringen i bølgehøjden og vandstanden kan sammenlignes direkte for de to bundhældninger. Bølgehøjden reduceres ind over strandprofilet, når bølgerne bryder. Samtidig sker der en bølgestuvning, hvilket medfører, at vandstanden stiger lidt ind mod stranden.

Bølgeforholdene hen over de to analyserede kystprofiler i en designstorm benyttes til at beregne nødvendige stabile stenstørrelser, som stenrevne skal opbygges af på forskellige dybder, se afsnit Bilag B.



Figur A1: Ændring i bølgehøjde H_{m0} , m og vandstand WL , m som funktion af vanddybden h , m. Øverst: Hældning 1:10. Nederst: Hældning 1:20



Figur A.2: Ændring i bølgehøjde H_{m0} , (m) og vandstand WL , (m) som funktion af vanddybden h , (m). Afstanden er gjort dimensionsløs så de to bundhældninger kan sammenlignes direkte

Bilag 11B

Beregning af stenstørrelse

Bilag 11B: Beregning af stenstørrelse

Der findes ingen standardberegning til dimensionering af stenrev. I stedet er der med beregningsværktøjet BREAKWAT fra Deltas undersøgt forskellige måder at beregne nødvendige stenstørrelser som funktion af vanddybden (CIRIA, CUR, & CETMEF, 2007).

Hudson formlen

Hudson formlen benyttes ofte som udgangspunkt for dimensionering af stenkonstruktioner til kystbeskyttelse. Hudson formlen er baseret på modelforsøg med regulære bølger på konstruktioner med permeabel kerne, som ikke overskylles betydeligt. Dette er ikke situationen med stenrev, hvor stenrene ligger på bunden. Hudson formlen er medtaget som reference. Middelstenstørrelsen kan findes med Hudson formlen ud fra:

$$D_{n50} = \left(\frac{H_s^3}{K_D \Delta^3 \cot(\alpha)} \right)^{1/3}$$

Her er $\rho_r = 2650 \text{ kg/m}^3$ densiteten af stenen, den relative opdrift er angivet som $\Delta = \rho_r / \rho_v - 1$, hvor $\rho_v = 1010 \text{ kg/m}^3$ er vandets densitet og $\cot(\alpha)$ er hældningen på revet. K_D er en konstant, som er 3,5 for brydende bølger og 4,0 for ikke brydende bølger.

Hudson formlen forudsætter, at hældningen af konstruktionen er stejlere end 1:7. I beregningerne med Hudson formlen er den fladeste gældende hældning derfor anvendt. En stejlere hældning vil resultere i større stenstørrelser. Hudson formlen forventes derfor at overestimere de nødvendige stenstørrelser på stenrene, som har en fladere hældning.

Stabilitetstal og konstruktioner med topkote omkring havoverfladen (low-crested structures)

Stabilitetstallet, N_s , er en af de vigtigste parametre, når man designer stenkonstruktioner påvirket af bølger. Stabilitetstallet angiver forholdet mellem konstruktionen selv og bølgeforholdene:

$$N_s = \frac{H_s}{\Delta D_{n50}}$$

Jo større N_s er, jo mere dynamisk tillader man stenkonstruktionen at være, dvs. jo flere sten vil blive flyttet rundt som følge af bølgepåvirkning.

For konstruktioner nær bunden, som stenrev, tillades ofte lidt højere stabilitetstal end for en bølgebryder eller skråningsbeskyttelse. I nærværende analyser er stabilitetstallet $N_s = 4$ anvendt, da det svarer til grænsen for, hvornår stenene i en bølgebryder vil begynde at blive flyttet rundt. Derudover beregnes stenstørrelsen også med $N_s = 2,5$ for at undersøge følsomheden af formelen.

Stabilitetstallet anvendes også til bestemmelse af stenstørrelse for konstruktioner med topkote omkring havoverfladen. Stenstørrelsen på den mindst stabile del af konstruktionen kan findes ud fra forholdet mellem fribordshøjden (dybden over revet), R_c , og stenstørrelsen D_{n50} :

$$\frac{H_s}{\Delta D_{n50}} = 1.36 - 0.23 \frac{R_c}{D_{n50}} + 0.06 \left(\frac{R_c}{D_{n50}} \right)^2$$

Med formelen varierer stabilitetstallet mellem 1,2 og 4,8.

Stenkonstruktioner nær bunden

For stenkonstruktioner nær bunden (near bed structures) findes skadesniveauet, S , under påvirkning af bølger ud fra et mobilitetstal, θ

$$S = 0,2\theta^3 N^{0,5}, \quad \theta = \left(\frac{\pi H_s}{T_m} \frac{1}{\sinh\left(\frac{2\pi}{L_m} h_c\right)} \right)^2 \frac{1}{g \Delta D_{n50}}.$$

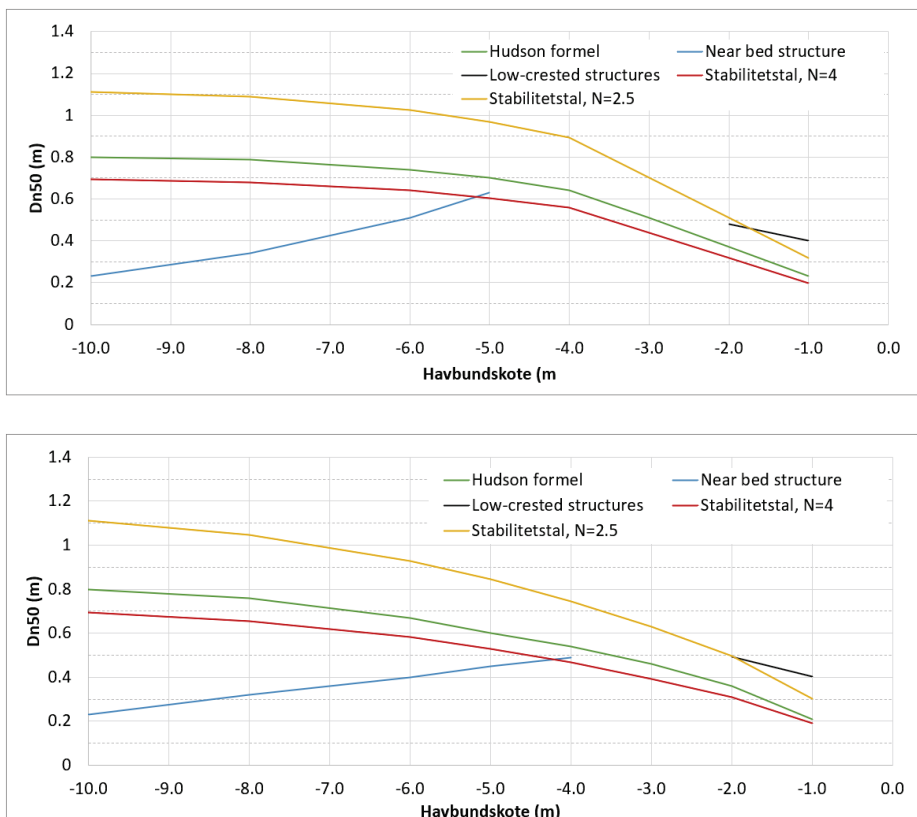
Her er $N = 3000$ antallet af bølger, der forekommer i løbet af designstormen, $T_m = 0,83 \cdot T_p$ er middelbølgeperioden og L_m den tilsvarende bølgelængde på dybt vand.

Den tilladelige skade afhænger af antallet af dækstenslag, og hvor meget stenene må flyttes rundt på grund af bølgerne bølgepåvirkningen. I nærværende analyser er anvendt et skadesniveau på $S=5$ og 1 lag dæksten.

Anvendte stenstørrelse

Ud fra de beregnede bølgehøjder på forskellige dybde er den nødvendige stenstørrelse beregnet med de fire formler beskrevet herover.

I Figur B.1 ses variationen i stenstørrelse som funktion af vanddybde og hældning af strandprofilet.



Figur B.1 Nødvendig stenstørrelse som funktion af vanddybde. Gældende for den dimensionsgivende bølgehøjde $H_{m0}=4,5$ m på dybt vand. Øverst 1:10 og nederst 1:20

Hudson formelen og stabilitetstallet har samme trend, hvor stenstørrelsen stiger med dybden.

Det modsatte gør sig gældende for formelen for stenkonstruktioner nær bunden, hvor stenstørrelsen bliver mindre, når dybden stiger.

Formlen for stenkonstruktioner nær havbunden er ikke gældende for havbundskoter over -5 m og -4 m for bundhældning på henholdsvis 1:10 og 1:20. Forholdet mellem bølgehøjden og vanddybden bliver for stor over revet. Formlen for konstruktioner med topkote omkring havoverfladen (low-crested structures) er kun gældende for havbundskoter over end -2 m.

Stenstørrelsen på stenrevene skitseprojekteres ud fra formelen for konstruktioner nær bunden på dybere vand uden for den aktive dybde.

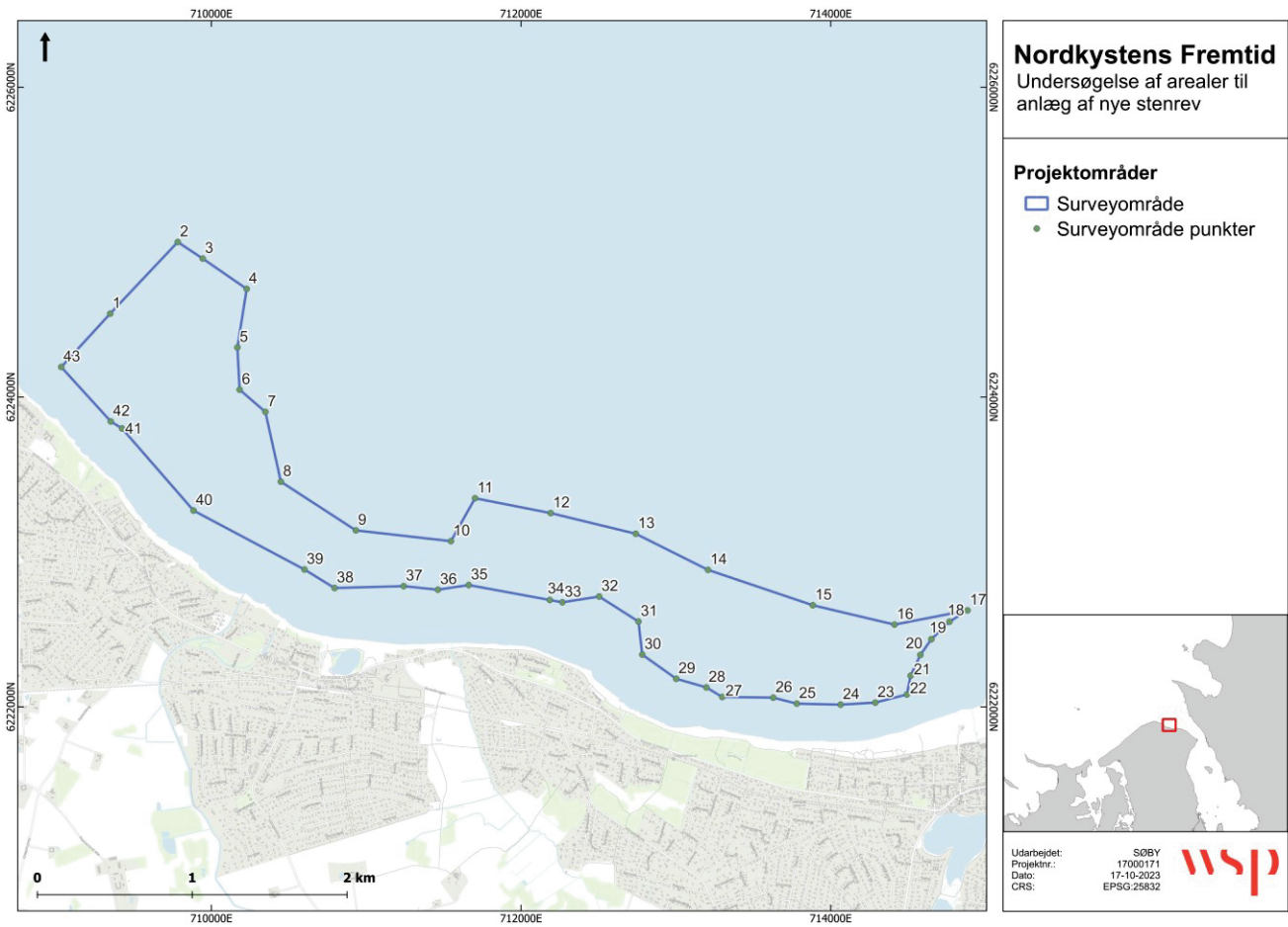
På en vanddybde på 6 m bør dækstene være $d_{50} = 0,40$ m for stenrev med en hældning på henholdsvis 1:20 og 1:10, se Figur B.1. Stiger vanddybden til 8 m behøver dækstenene ikke være højere større end 0,30 m. Da en samlet højde på stenrevet anbefales at være 1 m, er omkostningerne til stenrevene det samme uanset, om der anvendes dæksten med en størrelse på 0,3 m eller 0,4 m.

Bilag 11C

Hjørnekoordinater af surveyområdet

Bilag 11C: Hjørnekoordinater af survey-område

Figur og tabel er udarbejdet af (WSP, 2023a).



Figur C.1 Hjørnekoordinater af survey-område (WSP, 2023a).

Tabel C.1: Hjørnekoordinater for surveyområdet

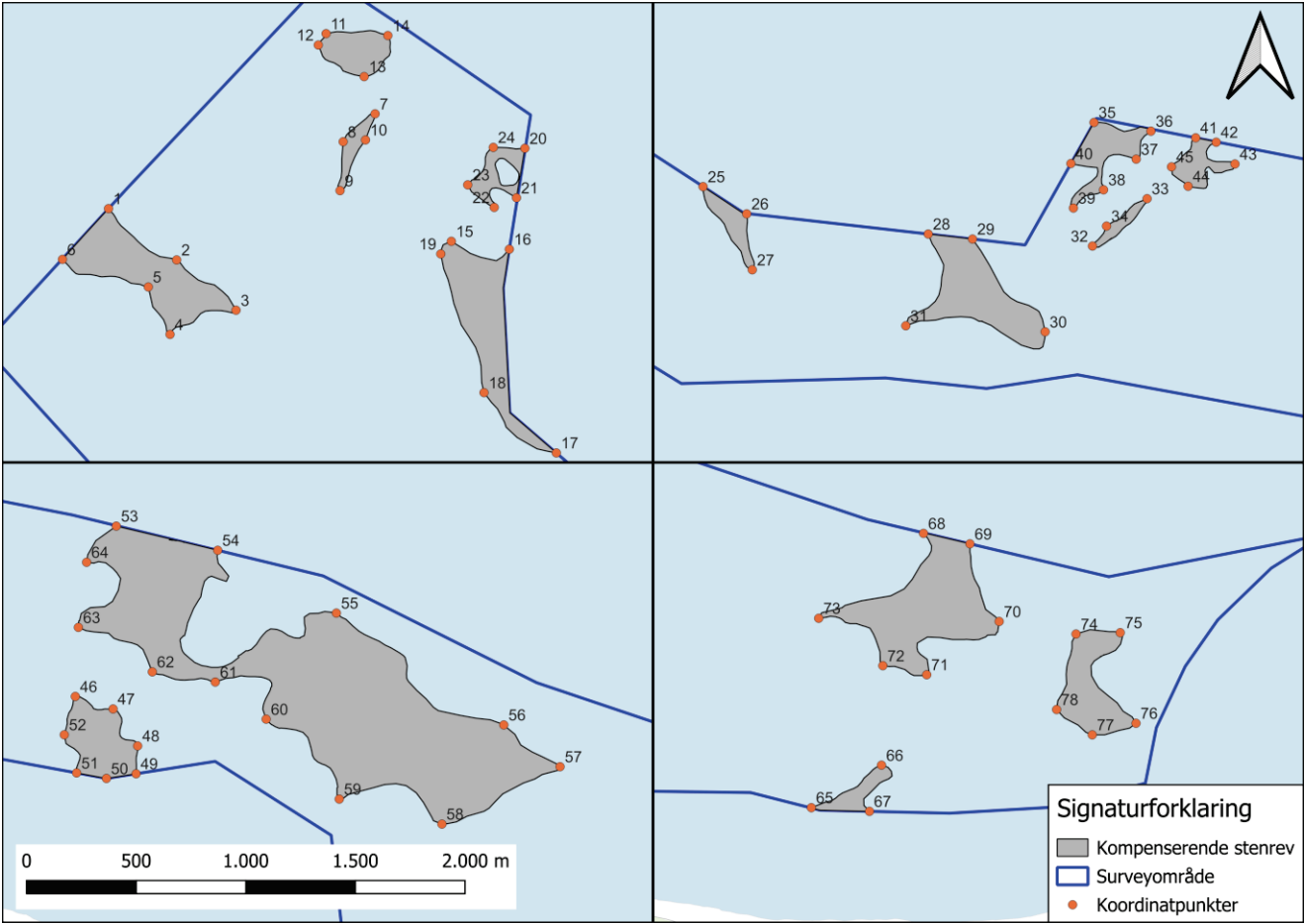
1	6224538,29	709346,77
2	6225000,71	709783,10
3	6224893,86	709944,21
4	6224698,09	710228,53
5	6224320,19	710168,46
6	6224047,18	710182,97
7	6223903,92	710349,09
8	6223453,37	710448,95
9	6223139,02	710933,29

10	6223069,49	711547,44
11	6223346,34	711703,30
12	6223250,64	712191,89
13	6223117,34	712740,86
14	6222883,96	713207,64
15	6222655,62	713884,87
16	6222530,71	714412,44
17	6222622,56	714883,97
18	6222549,50	714767,43
19	6222436,18	714650,32
20	6222334,98	714579,50
21	6222200,90	714516,34
22	6222079,38	714492,19
23	6222026,80	714287,82
24	6222013,82	714064,18
25	6222020,36	713781,06
26	6222058,95	713629,24
27	6222063,19	713299,95
28	6222125,20	713197,28
29	6222180,76	713002,75
30	6222336,88	712783,04
31	6222550,52	712758,48
32	6222711,99	712504,70
33	6222674,68	712267,14
34	6222689,73	712185,88
35	6222785,93	711662,07
36	6222755,94	711463,22
37	6222778,93	711242,09
38	6222766,67	710796,08
39	6222886,45	710601,46
40	6223266,96	709885,18
41	6223797,11	709423,48
42	6223842,21	709350,63
43	6224193,82	709030,74

Bilag 11D

Koordinater rundt om stenrevne

Bilag 11D: Koordinater rundt om stenrevene



Figur D.1 Koordinater rundt om stenrevene.

Tabel D.2: Koordinater rundt om stenrevene ° .

1	56° 7.173' N	12° 22.027' E
2	56° 7.109' N	12° 22.165' E
3	56° 7.046' N	12° 22.285' E
4	56° 7.021' N	12° 22.144' E
5	56° 7.078' N	12° 22.103' E
6	56° 7.116' N	12° 21.925' E
7	56° 7.269' N	12° 22.598' E
8	56° 7.238' N	12° 22.528' E
9	56° 7.181' N	12° 22.517' E
10	56° 7.239' N	12° 22.576' E
11	56° 7.366' N	12° 22.503' E

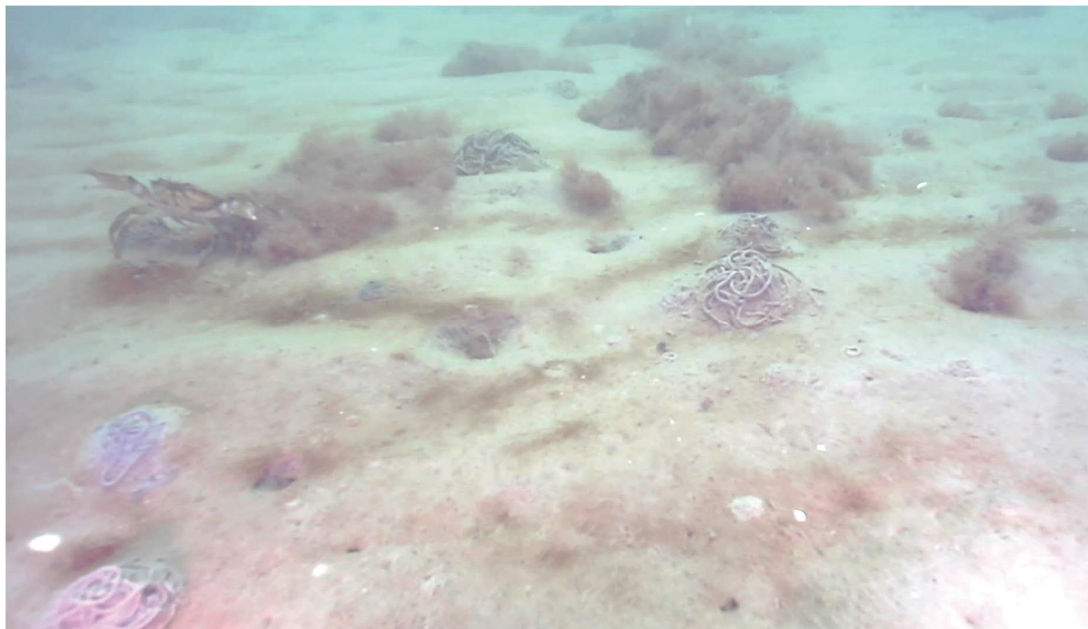
12	56° 7.353' N	12° 22.486' E
13	56° 7.313' N	12° 22.579' E
14	56° 7.360' N	12° 22.633' E
15	56° 7.115' N	12° 22.746' E
16	56° 7.102' N	12° 22.867' E
17	56° 6.860' N	12° 22.945' E
18	56° 6.935' N	12° 22.799' E
19	56° 7.100' N	12° 22.722' E
20	56° 7.220' N	12° 22.910' E
21	56° 7.162' N	12° 22.888' E
22	56° 7.152' N	12° 22.840' E
23	56° 7.180' N	12° 22.786' E
24	56° 7.223' N	12° 22.844' E
25	56° 6.435' N	12° 23.447' E
26	56° 6.400' N	12° 23.536' E
27	56° 6.334' N	12° 23.542' E
28	56° 6.366' N	12° 23.916' E
29	56° 6.357' N	12° 24.009' E
30	56° 6.244' N	12° 24.152' E
31	56° 6.259' N	12° 23.860' E
32	56° 6.342' N	12° 24.261' E
33	56° 6.395' N	12° 24.381' E
34	56° 6.365' N	12° 24.293' E
35	56° 6.488' N	12° 24.277' E
36	56° 6.474' N	12° 24.396' E
37	56° 6.442' N	12° 24.362' E
38	56° 6.408' N	12° 24.290' E
39	56° 6.388' N	12° 24.225' E
40	56° 6.441' N	12° 24.224' E
41	56° 6.464' N	12° 24.489' E
42	56° 6.457' N	12° 24.532' E
43	56° 6.430' N	12° 24.569' E
44	56° 6.407' N	12° 24.468' E
45	56° 6.431' N	12° 24.436' E
46	56° 6.214' N	12° 24.736' E
47	56° 6.197' N	12° 24.815' E

48	56° 6.152' N	12° 24.862' E
49	56° 6.120' N	12° 24.856' E
50	56° 6.116' N	12° 24.793' E
51	56° 6.124' N	12° 24.731' E
52	56° 6.170' N	12° 24.709' E
53	56° 6.412' N	12° 24.840' E
54	56° 6.378' N	12° 25.051' E
55	56° 6.297' N	12° 25.295' E
56	56° 6.156' N	12° 25.635' E
57	56° 6.103' N	12° 25.749' E
58	56° 6.043' N	12° 25.495' E
59	56° 6.078' N	12° 25.281' E
60	56° 6.176' N	12° 25.136' E
61	56° 6.223' N	12° 25.032' E
62	56° 6.238' N	12° 24.901' E
63	56° 6.295' N	12° 24.750' E
64	56° 6.371' N	12° 24.774' E
65	56° 5.727' N	12° 26.202' E
66	56° 5.773' N	12° 26.354' E
67	56° 5.719' N	12° 26.323' E
68	56° 6.043' N	12° 26.466' E
69	56° 6.028' N	12° 26.563' E
70	56° 5.935' N	12° 26.616' E
71	56° 5.876' N	12° 26.458' E
72	56° 5.890' N	12° 26.367' E
73	56° 5.949' N	12° 26.237' E
74	56° 5.915' N	12° 26.777' E
75	56° 5.914' N	12° 26.870' E
76	56° 5.807' N	12° 26.894' E
77	56° 5.796' N	12° 26.800' E
78	56° 5.828' N	12° 26.728' E

NORDKYSTENS FREMTID

GEOFYSISK OG BIOLOGISK KORTLÆGNING AF HAVBUNDEN VED NORDKYSTEN MED HENBLIK PÅ PLACERING AF STENREV

22-11-2023



Eksempel på sandbund ved Nordkysten af Sjælland med sandormehobe, drivende makroalger og strandkrabbe.
Ved ROV-station C_08.



GEOFYSISK OG BIOLOGISK KORTLÆGNING AF HAVBUNDEN VED NORDKYSTEN MED HENBLIK PÅ PLACERING AF STENREV

NORDKYSTENS FREMTID

PROJEKTNUMMER.: 3621700085
DATO: 22-11-2023
RÅDGIVER: WSP DANMARK
UDARBEJDET AF: KAREN SØBY ÖZDEMİR
KVALITETSSIKRET: LOUISE KRISTENSEN
PROJEKTLEDER: JAN FRYDENBERG NICOLAISEN

WSP DANMARK A/S

WSP.COM

INDHOLD

1	BAGGRUND OG FORMÅL	1
2	OMRÅDEBESKRIVELSE.....	2
3	METODEBESKRIVELSE	4
3.1	Surveyfartøj.....	4
3.2	Surveyudstyr.....	5
3.2.1	Single beam ekkolod	5
3.2.2	Side scan sonar	6
3.2.3	Seismisk opmåling	7
3.3	ROV undersøgelser	8
4	RESULTATER.....	9
4.1	Sejlede linjer	9
4.2	Dybdeforhold	10
4.3	Substratforhold.....	11
4.4	Overfladegeologi	19
4.5	Biologiske forhold	23
4.6	Menneskelig aktivitet og andre observationer	27
5	VURDERING AF EFTERFORSKNINGSOMRÅDETS EGNETHED TIL ETABLERING AF STENREV.....	30
6	ANBEFALEDE OMRÅDER TIL STENUDLÆGNING	32
6.1	Design af stenrev: Scenarie 1	33
6.2	Design af stenrev: Scenarie 2	34
6.3	Design af stenrev: Scenarie 3	35



7	KONKLUSION.....	38
8	REFERENCER.....	39

1 BAGGRUND OG FORMÅL

I relation til det fælleskommunale kystbeskyttelsesprojekt Nordkysten Fremtid mellem kommunerne Halsnæs, Gribskov og Helsingør er det beregnet og vurderet af NIRAS, at 46 hektar af naturtype 1170 stenrev på Sjællands nordkyst vil blive påvirket. Miljøministeriet har i foråret 2023 meddelt, at der skal kompenseres ved genopretning. På den baggrund skal der findes egnede lokaliteter til anlægning af kompenserende stenrev indenfor Natura 2000-område 195 Gilleleje Flak og Tragten (N195).

Revet i Natura 2000-området nr. 195 indgår i en mosaik af hård bund og sandbund. Områdets rev består hovedsagelig af substrat type 4 med en stendækning på omkring 35 % større sten og resten mindre sten. Dog findes der også mindre lokale indslag af substrattype 3, hvor bunden består af større sten, små sten mellem 2-10 cm, grus og sand. Der er ikke kendskab til huledannende revelementer (Orbicon, 2013). De kompenserende foranstaltninger skal svare til de rev der kompenseres for.

De stenrev, som tildækkes ved strandfodring, ligger i den kystnære aktive zone, hvor der er stor dynamik mellem sanddækket bund og hård bund. De kompenserende rev etableres på dybder uden for den aktive zone og vil derfor være stabile og ikke blive dækket af sand.

WSP Danmarks opgave er blandt andet at gennemføre geologiske og biologiske undersøgelser i et surveyområde udpeget af NIRAS indenfor N195. Herved opnås der et tilstrækkeligt vidensgrundlag, der kan ligge 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, samt den planlagte strandfodring. Beliggenheden af området kan ses på Figur 2-1.

Kortlægningen af de geologiske og biologiske forhold på havbunden vil ske med henblik på udpegning af optimal placering af revlokalitet. Kortlægning foregår vha. sidescan sonar (SSS), seismik ved sub-bottom profiler (SBP) og ROV-verifikation.

2 OMRÅDEBESKRIVELSE

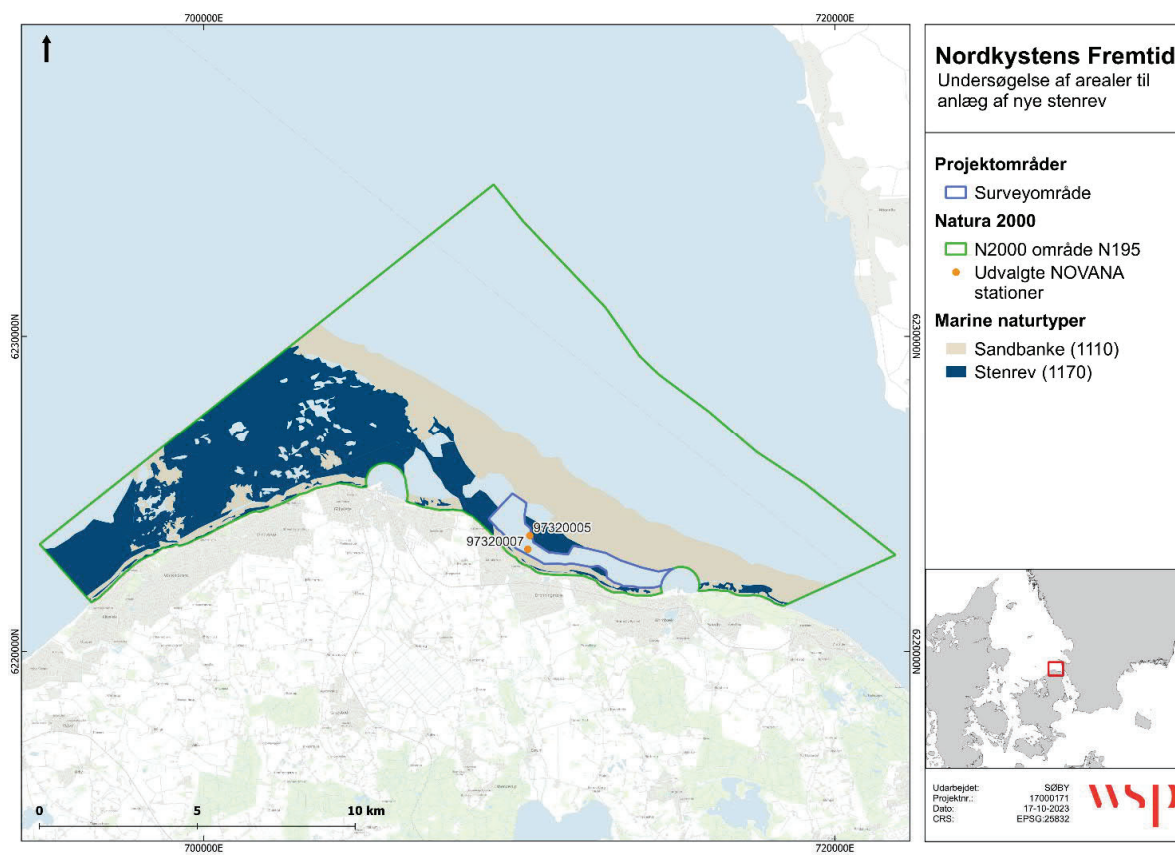
Surveyområdet er beliggende ved nordkysten af Sjælland, ca. 3,2 km øst for Gilleleje Havn og 500 m vest for Hornbæk Havn. Området har et areal på ca. 378 hektar og måler op til 1 km i N-S-lig retning og 6 km Ø-V-lig retning. Placeringen og afgrænsningen af efterforskningsområdet for AP2 kan ses på Figur 2-1. Hjørnekoordinater for efterforskningsområdet kan ses i Bilag B.

Den konkrete placering af surveyområdet er udvalgt i samarbejde med Nordkystens Fremtid og NIRAS. Placeringen er valgt efter at være beliggende indenfor N2000 område N195, men i en del af området som ikke er dækket af den eksisterende kortlægning af marine naturtyper (Figur 2-1). Derudover er placeringen af området valgt til at ligge udenfor den aktive zone, så nyetablerede stenrev ikke vil blive påvirket af den planglagte strandfodring.

Surveyområdet er ifølge GEUS' havbundssedimentkort domineret af moræne, med lidt sandbund. Det omkringliggende område er generelt præget af sandbund og lokalt stenet bund (GEUS, 2023a).

Indenfor selve surveyområdet er det eksisterende geofysiske og biologiske datagrundlag meget begrænset. Vidensgrundlaget er hovedsageligt begrænset til GEUS' havbundssedimentkort (GEUS, 2023a). Inden for selve surveyområdet findes der én tilgængelig overfladeprøve, der kan dokumentere de fysiske forhold på havbunden (GEUS, 2023b). Der findes ingen arkivboringer eller eksisterende geofysiske linjer indenfor surveyområdet.

Indenfor surveyområdet findes én NOVANA station (Danmarks Miljøportal, 2023): 97320007 – Villingebæk, som dækker målingen af ålegræs i N-S gående transekter fra 1999-2016, samt dækningen af makroalger fra 1989-2003. Undersøgelserne af makroalger vurderes forældede i forhold til sammenligning med nuværende forhold. Ålegræstransekterne viste i 2015 spredte bede af ålegræs indenfor surveyområdet, langs transekterne, med en maksimal udbredelse ud til ca. 8,9 meters vanddybde. Der er i nærværende undersøgelse ikke fundet fastsiddende ålegræs. NOVANA station 97320005 ligger også indenfor surveyområdet, og har målt bunddyr én gang i 2004, hvor der blev identificeret 20 forskellige arter. Placeringen af stationerne kan ses på Figur 2-1.



Figur 2-1. Afgrænsning og placering af surveyområdet og Natura 2000 område N195 "Gilleleje Flak og Tragten" beliggende på nordkysten af Sjælland. De kortlagte marine naturtyper indenfor N195 og udvalgte NOVANA stationer er også vist.

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. 27. februar 2023, mens de biologiske undersøgelser blev gennemført d. 14. august 2023.

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 det pågældende stenrev
- Udpegning af det eller de mest egnede steder at etablere revlokalitet
- Konkret forslag til placering af stenrevslokalitet (stenudlægning)

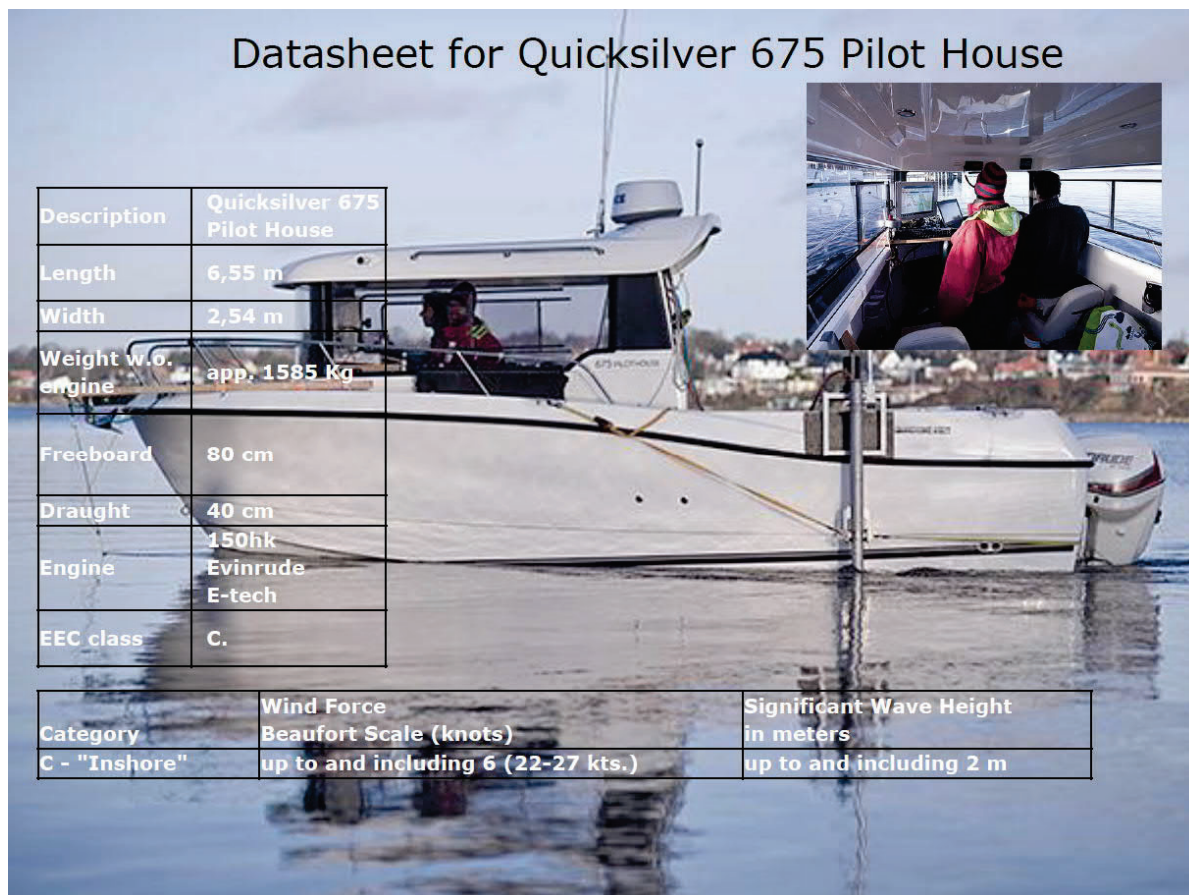
De geologiske og biologiske undersøgelser blev generelt gennemført under gode vejrforhold med en typisk bølgehøjde på maksimalt 0,2 m og vindhastighed på omkring 4-6 m/s. Dette afspejles ved, at de indsamlede SSS, SBP og SBES-data generelt er af god kvalitet. Da alt data for henholdsvis det geofysiske og biologiske survey er indsamlet med samme udstyr og inden for samme korte tidsperiode, fremstår datakvaliteten 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 revlokalitet (stenudlægning) 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.



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. 68 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
- Dybde data 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
- Alle positioner er optaget og præsenteret i ETRS89/EUREF89

Navigationen blev gennemført vha. surveyfartøjets navigationssystem af mærket Lowrance HDS Gen 2. Dybdemodellen 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 side scan 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, boblerev, vrage 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 surveybåden 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. 30-50 m, afhængigt af vanddybden, og overlapper hinanden med ca. 10 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 processering af de indsamlede SSS 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.

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 substrattype. 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 naturtypen 1170 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 1170 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 Saphia 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 sedimentter – 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 og stenrev. 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 4.4 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 16 ROV stationer (C_04 - C_20). ROV-optagelserne blev foretaget af ROV-piloter med marinbiologisk ekspertise, og alle visuelle verifikationer er blevet gennemgået og kvalitetssikret af marinbiologer og maringeologer.

Formålet med den visuelle verifikation er at verificere overfladesediments sammensætning og udbredelsen af bundflora og -fauna på udvalgte lokaliteter. De udvalgte ROV-stationer er udpeget i samarbejde med NIRAS og Nordkystens Fremtid, og er baseret på den indledende tolkning af SSS data og dybdedata. 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. Flere ROV-stationer ligger dermed på overgange mellem substrattyper, dette er noteret i logbogen (se Bilag A ROV-logbog).

4 RESULTATER

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

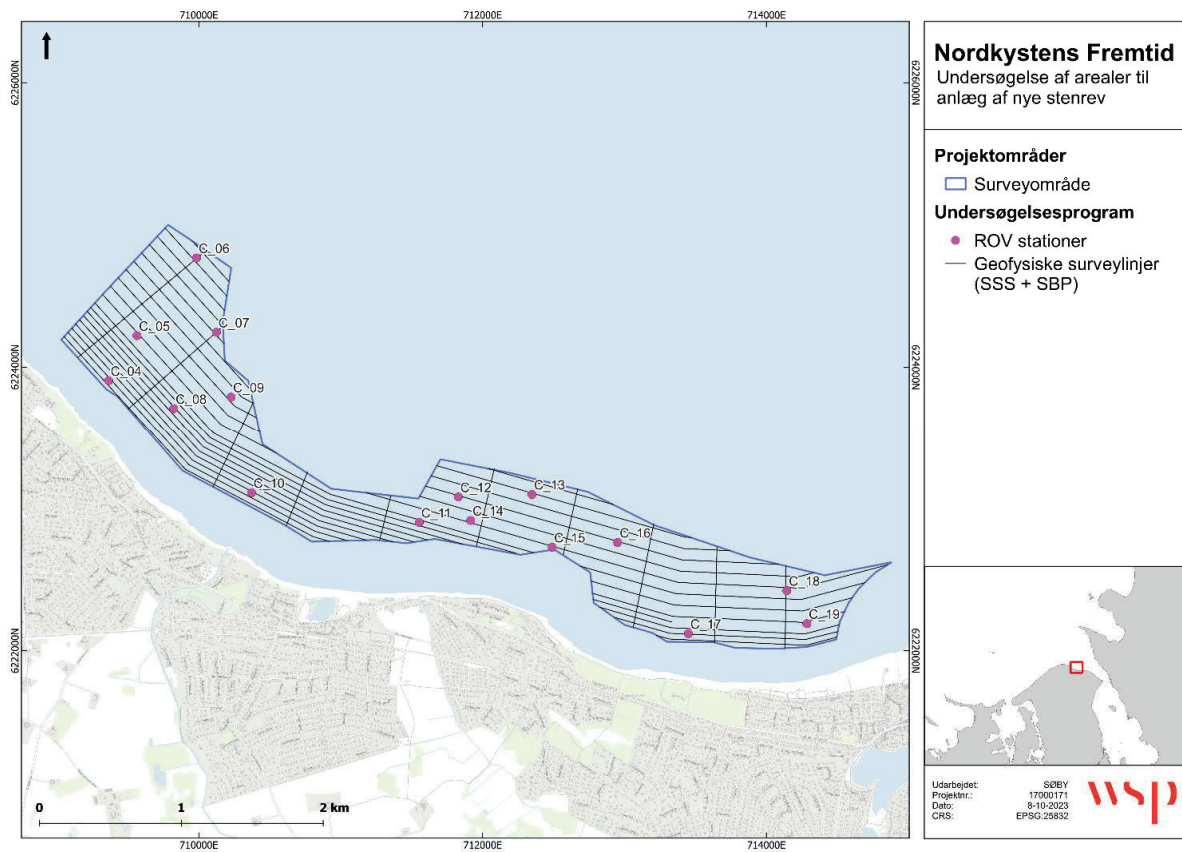
4.1 SEJLEDE LINJER

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. 68 km geofysik af typen single beam data, sub-bottom profiling og sidescan sonar, fordelt på samlet 42 surveylinjer. 32 linjer er orienteret parallelt med kysten, mens 10 linjer er orienteret vinkelret på kysten. De geofysiske data er indsamlet med en indbyrdes sejllinjeafstand på 40 m imellem de kystnære linjer, 80 m imellem linjerne længere fra kysten og 500-600 m for de tværgående linjer (Figur 4-1).

Datagrundlaget for de biologiske undersøgelser omfatter indsamling af 16 ROV-stationer (C_04-19) beliggende spredt i efterforskningsområdet (Figur 4-1). Lokalteterne for ROV-stationerne er udvalgt på baggrund af en indledende screening af de geofysiske data.

Den indledende tolkning af de geofysiske data viser, at området er domineret af mobilt sand, sandbanker og spredte stenrev på blottet moræne. Det oprindelige fokus var både stenrev og sandbanker, og ROV-verifikationerne er dermed placeret spredt på de to naturtyper.

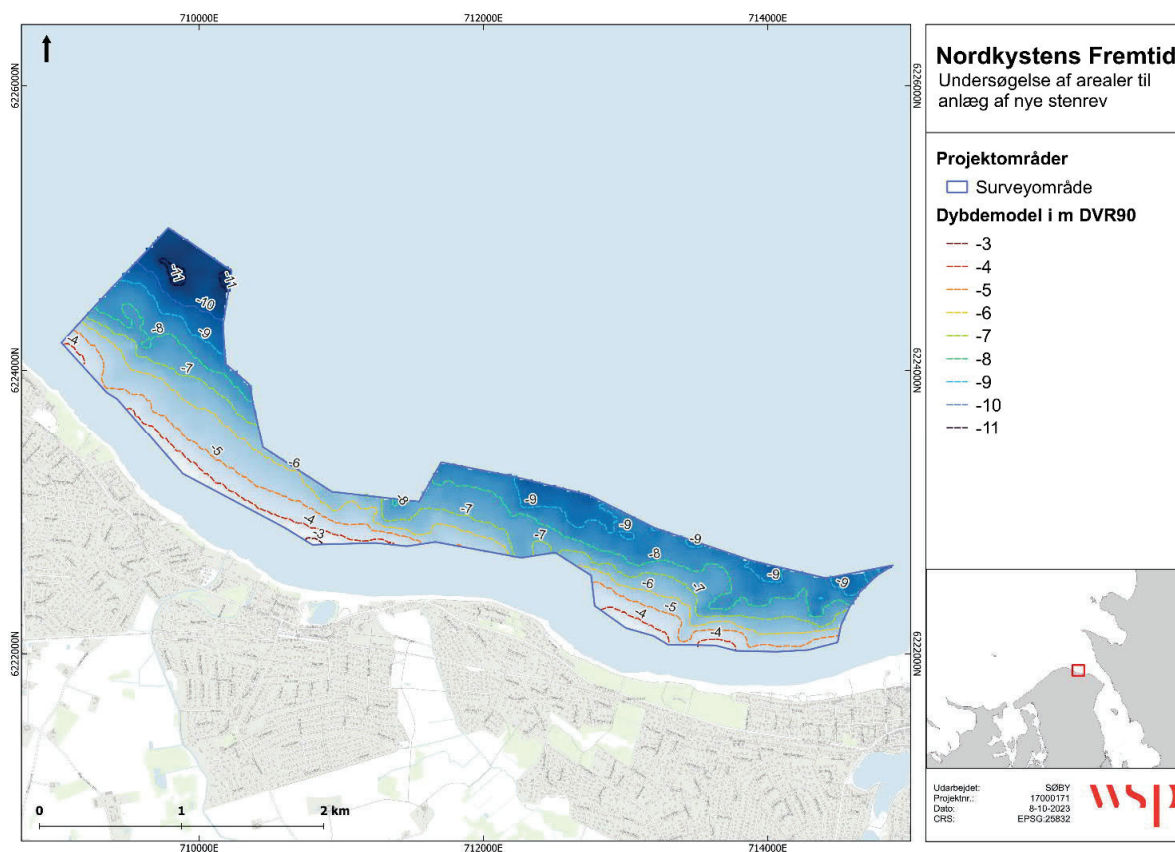


Figur 4-1. Undersøgelsesprogram for den geofysiske kortlægning og visual verifikation med ROV stationering.

4.2 DYBDEFORHOLD

Dybden blev registreret med single beam ekkolod (SBES) langs de 42 surveylinjer inden for efterforskningsområdet. Nedenstående dybdemodel (Figur 4-2) er udarbejdet på baggrund af tilvejebragte SBES data. I forbindelse med videooptagelserne blev dybden ligeledes registreret ved hver ROV-station.

Ved nærværende kortlægning blev der målt vanddybder på ca. 3 til 11 m (DVR90), med en gennemsnitlig vanddybde på ca. 7 m. De største vanddybder er registreret i den nordvestlige del af efterforskningsområdet, mens de mindste vanddybder er registreret ind mod kysten i den sydlige del af området. Generelt er dybdemodellen typisk for et kystprofil, med en lav hældende platform ud mod det sydlige Kattegat.



Figur 4-2. Dybdemodel baseret på singlebeam (SBES) opmåling med dybdekurver (1 m).

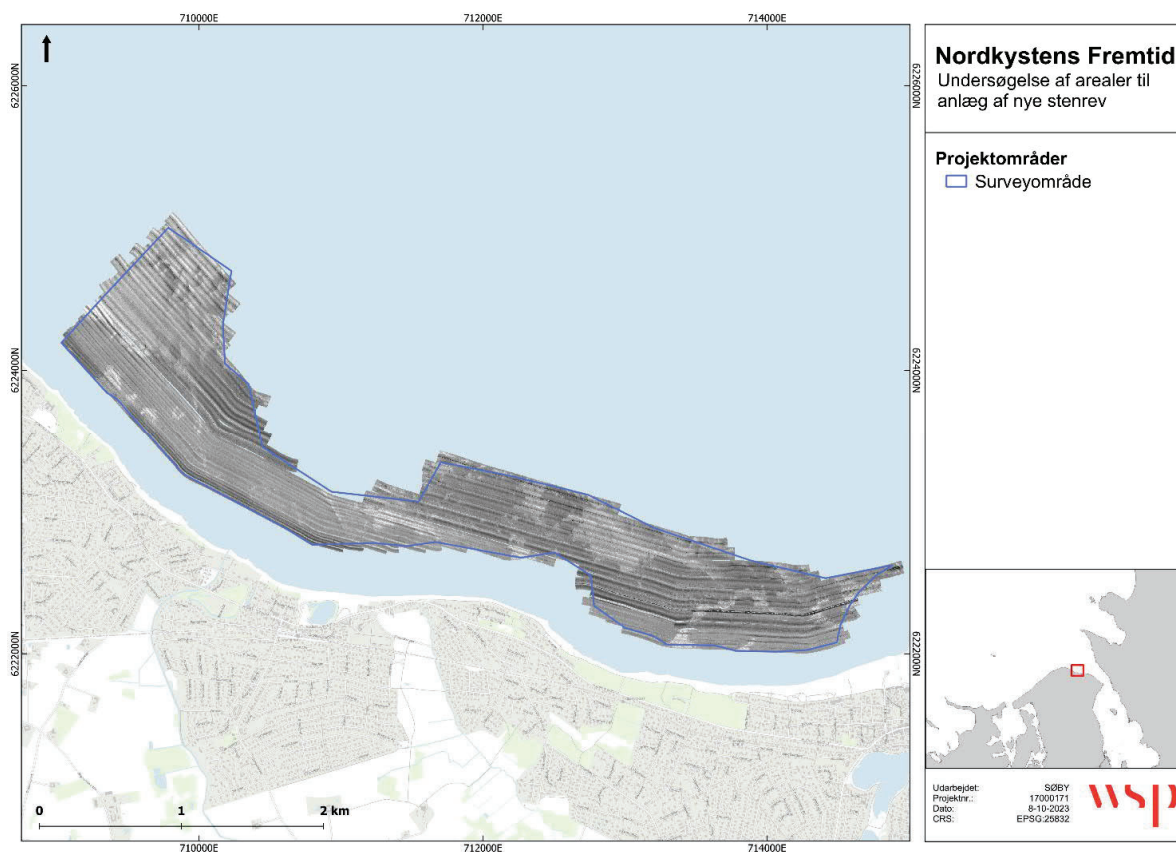
De indsamlede single beam data er jævnfør "Lov om stedbestemt information paragraf 7, stk. 2" fremsendt til Geodatastyrelsen.

4.3 SUBSTRATFORHOLD

Den udarbejdede SSS-mosaik for efterforskningsområdet, baseret på de indsamlede linjer, kan ses herunder (Figur 4-3).

Havbunden i efterforskningsområdet kan på baggrund af SSS-mosaikken 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. Substrattyperne henviser kun til havbunds-sedimentet, og ikke overordnede geomorfologiske enheder.

Fordelingen af de kortlagte substrattyper i efterforskningsområdet kan ses på nedenstående substrattypekort, Figur 4-4 og er verificeret ved ROV-undersøgelserne (se ROV-logbog i Bilag A)



Figur 4-3. SSS-mosaik med linjerne for efterforskningsområdet.

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

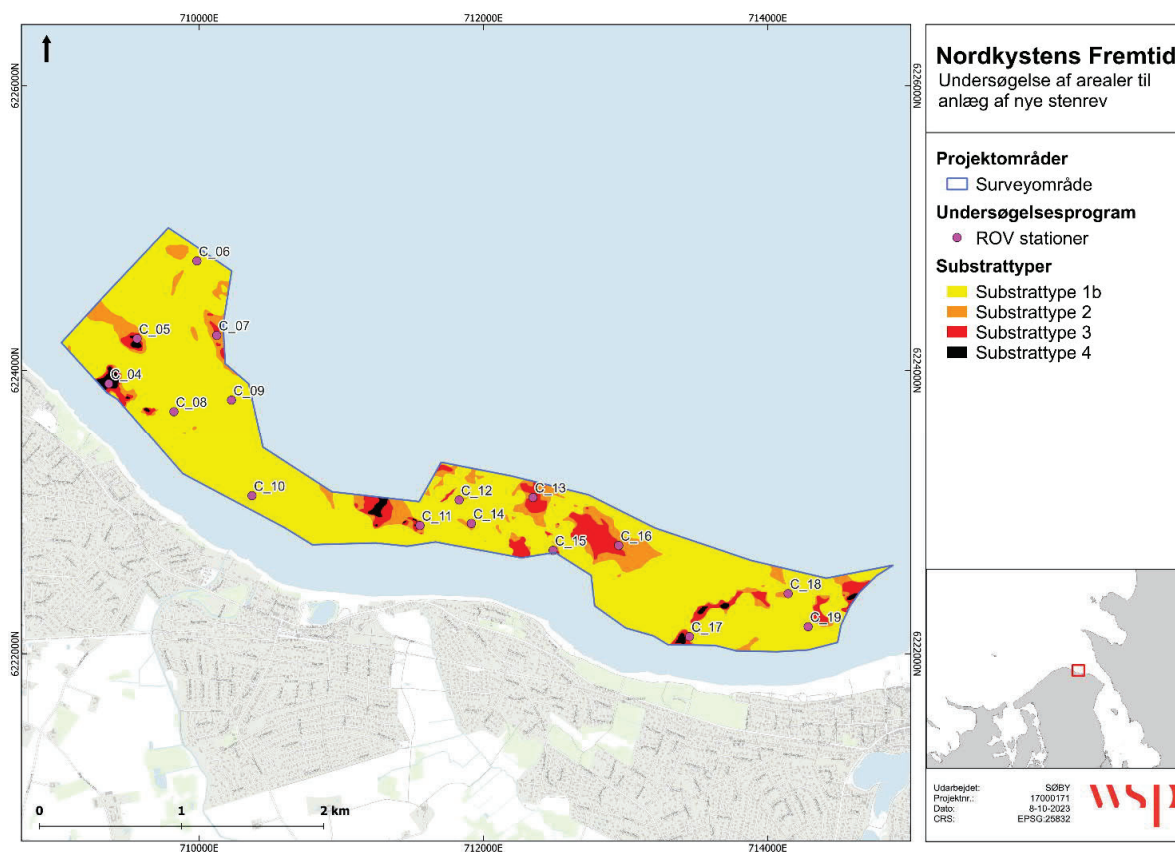
Substrattype 1b

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 lav refleksivitet, og er forholdsvis homogen og grynet i udtrykket (Figur 4-5).

På ROV-fotos ser bunden domineret af fint-mellem-groft sand med bølgeribber og sandormehobe (Figur 4-5).

Substrattype 1b er den mest dominerende substrattype i efterforskningsområdet og forekommer i det meste af området (Figur 4-4). Substratypen forekommer på alle registrerede vanddybder inden for efterforskningsområdet og bundtypen dækker ca. 83% af havbunden i efterforskningsområdet (Tabel 4-1).

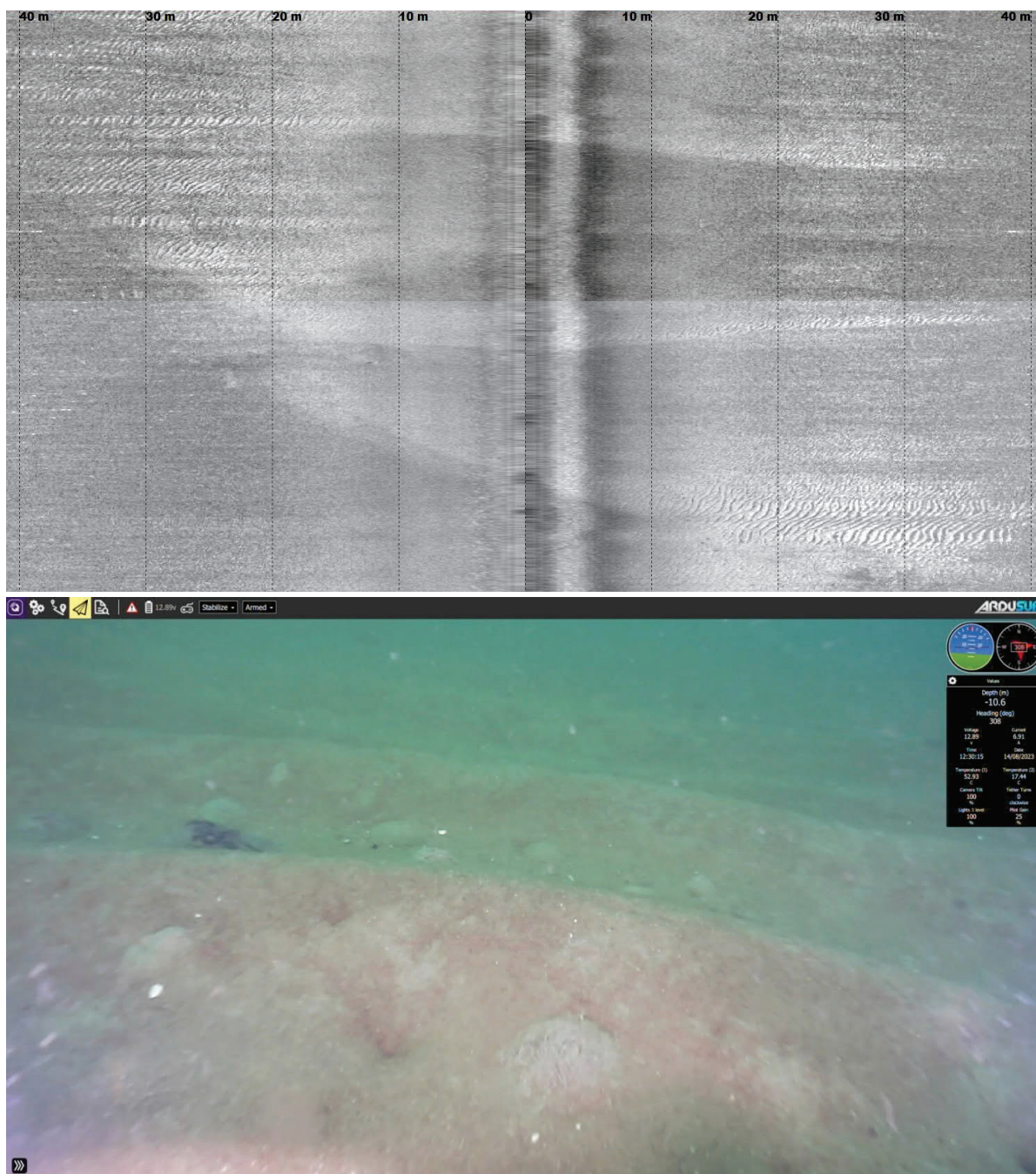


Figur 4-4. Substrattypekort for efterforskningsområdet, der viser fordelingen af de tolkede substrattyper med angivelse af ROV-stationer.

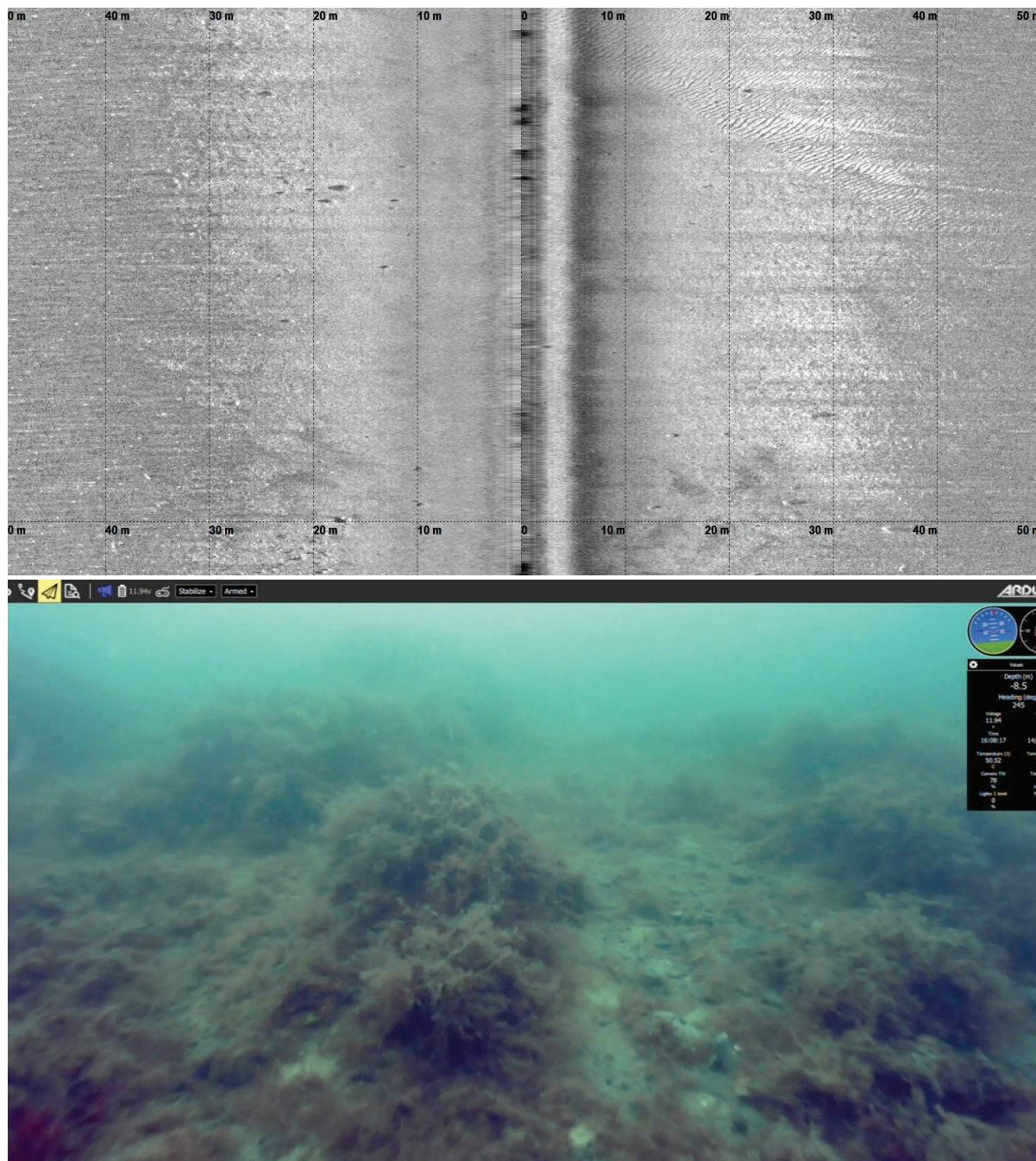
Substrattype 2

Substrattype 2 består primært af sand med varierende mængder grus og småsten samt enkelte spredte større sten (1-10%). På SSS-data ses bundtypen med gynet struktur og moderat reflektivitet med få spredte høj-refleksive sten (Figur 4-6). På ROV-data ses det, at havbunden mange steder er dækket af drivende makroalger på sandbunden og fasthæftede buskformede rødalger på stenene (Figur 4-6), som kan skjule sten på havbunden og medfører en lavere reflektivitet på SSS-data.

Substrattype 2 dækker ca. 10% af havbunden i efterforskningsområdet (Tabel 4-1), og er dermed den næstmest dominerende substrattype i efterforskningsområdet. Substrattypen findes udbredt i spredte områder i hele efterforskningsområdet (Figur 4-4), og bundtypen forekommer på alle registrerede vanddybder inden for efterforskningsområdet.



Figur 4-5. SSS-eksempel af en substrattype 1b fast sandbund (øverst), med tilsvarende video screenshot (nederst) af en sandbund med markante bølgeribber og sandorme. Eksemplet er fra den nordvestlige del af efterforskningsområdet ved ROV station "C_06".



Figur 4-6. SSS-eksempel af en substrattype 2 bund, med 1-10% spredte sten på >10 cm størrelse. Eksemplet er fra den centrale del af efterforskningsområdet ved ROV station "C_16", der viser en sandbund med spredte sammenskyllede rødalger og få store sten dækket af makroalger – primært buskformede rødalger.

Substrattype 3

Substrattype 3 er en bestrøningsbund med en dækningsgrad på 10-25% af større sten (>10 cm) i en matrix af grus eller sand. Bundforholdene i disse stenede områder er meget heterogene, og stendækningen er stærkt varierende. På SSS-data ses bundtypen med et gynet høj-reflektivt udseende med mange spredte høj-reflektive sten (Figur 4-7). På ROV-data ses det, at havbunden mange steder er dækket af drivende makroalger på sandbunden og fasthæftede buskformede rødagler på stenene (Figur 4-7), som kan skjule sten på havbunden og medfører en lavere refleksivitet på SSS-data.

Substrattype 3 findes primært som spredte mindre områder inden for substrattype 2. Substrattypen findes spredt i den i hele efterforskningsområdet (Figur 4-4), og bundtypen er registreret på forskellige dybder. Substrattypen dækker ca. 6% af havbunden i efterforskningsområdet, og er dermed den næstmindst dominerende substrattype (Tabel 4-1).

Substrattype 4

Substrattype 4 er en tæt bestrøningsbund med et-lags stenrev eller lokalt flere-lags stenrev med huledannelse med en dækningsgrad på over 25% af større sten. 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 4-7).

Substrattype 4 findes primært som spredte isolerede mindre områder inden for substrattype 3. Substrattypen findes spredt i den vestlige, centrale og østlige del af efterforskningsområdet (Figur 4-4), og bundtypen er registreret på forskellige dybder. Substrattypen dækker ca. 1% af havbunden i efterforskningsområdet, og er dermed den mindst dominerende substrattype (Tabel 4-1).

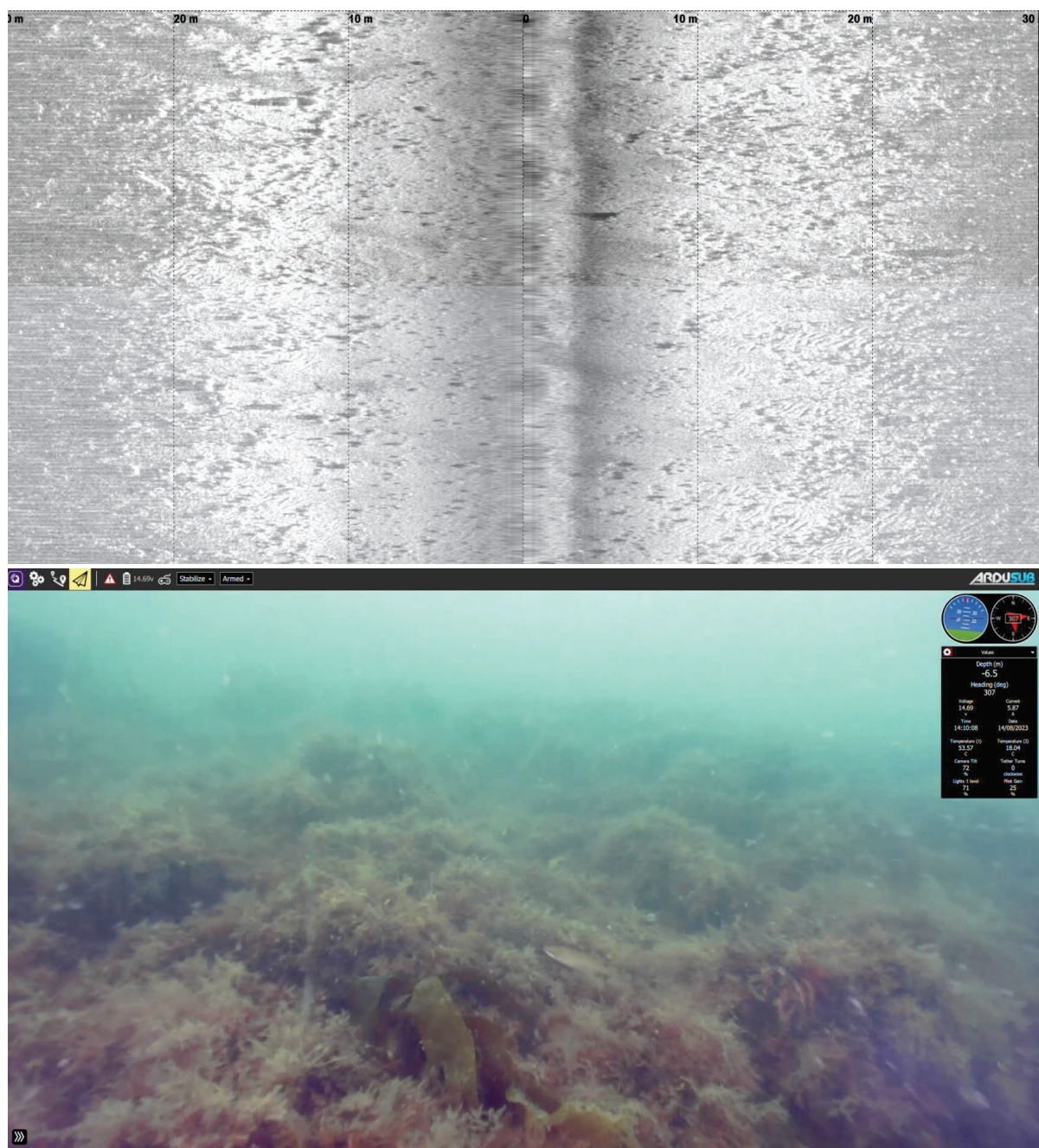
Naturtype 1170 stenrev

1170 stenrev er kortlagt som substrattype 4 og substrattype 3 i forlængelse med substrattype 4, jævnfør Miljøstyrelsens forvaltningspraksis. Der er med udgangspunkt i denne definition, kortlagt ca. 12,7 ha 1170 stenrev indenfor surveyområdet. De 12,7 ha er ikke tidligere kortlagt, og vil ikke blive påvirket af hverken den planlagte kystfodring eller nyudlagt stenrev indenfor de anbefalede områder i afsnit 6, i forbindelse med de kompenserende tiltag.

Den overordnede arealfordeling af substrattyperne inden for efterforskningsområdet kan ses i nedenstående Tabel 4-1.

Tabel 4-1. Arealfordeling af substrattyper indenfor efterforskningsområdet.

Substrattype	Efterforskningsområdet	
	hektar	%
Type 1b	313,4	83
Type 2	39,4	10
Type 3	21,4	6
Type 4	4,1	1
Total	378,3	100



Figur 4-7 SSS-eksempel af en substrattype 3 bund, med 10-25% spredte sten på >10 cm størrelse. Eksemplet er fra den centrale del af efterforskningsområdet ved ROV station "C_11", der viser en bund med flere større sten og rødalger – diverse røde buske, blodrød ribbeblad, men også store brunalger i form af sukkertang.



Figur 4-8. SSS-eksempel af en substrattype 4 bund, med over 25% spredte sten på >10 cm størrelse. Eksemplet er fra den sydvestlige del af efterforskningsområdet ved ROV-station "C_04", der viser en sandbund med mange store sten dækket af makroalger – primært brunalger i form af savtang og blæretang samt en del buskformede rødalger.

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 og toppen af de glaciale aflejringer kaldet morænen, som bærende geologi af stenrev og hårdt substrat i Danmark. Geologien er illustreret ved et kort over den overfladenære geologi tolket ud fra de seismiske 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 strukturer i undergrunden og på havbunden, der er identificeret ved nærværende seismiske tolkning (se Figur 4-10 og Figur 4-11). Baseret på den seismiske kortlægning er der tolket to geologiske sedimentære enheder, listet fra yngst til ældst:

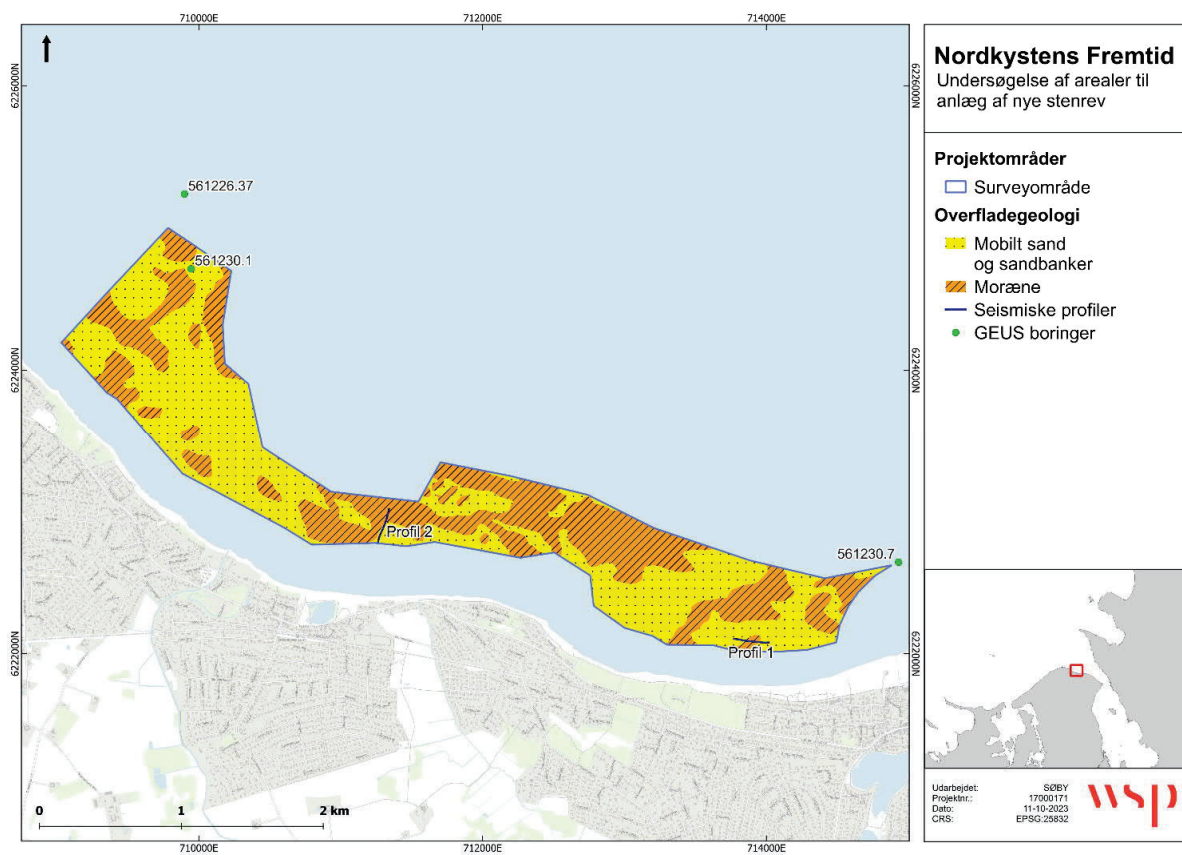
- Overfladesand / mobilt sand (recent)
- Glacial moræne (>20.000 år)

I størstedelen af surveyområdet forekommer der ét lag på op til 2 meters mobilt overfladesand. Herudover findes større sandbanker og bankestrukturer, på op til 4 meters tykkelse, som flere steder tynder ud og blotter morænen. Se seismisk eksempel på Figur 4-10 og Figur 4-11.

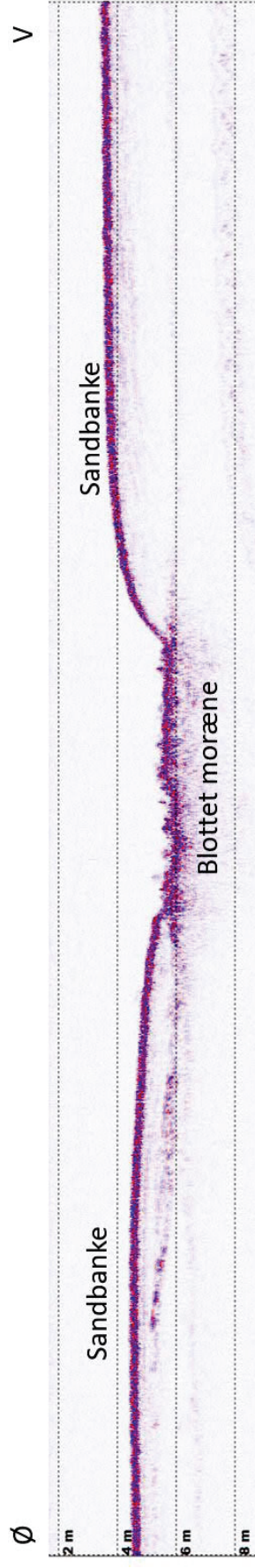
Store dele af områdets overfladenære geologi består af de hårde glaciale moræneaflejringer (Figur 4-9), enten dækket af et meget tynd sandlag (<0,5 m tykkelse) eller tilstede direkte på havbunden, hvor der ses et stenet substrat (substrattype 2, 3 og 4). Morænen består typisk af et hårdt og kompakt blandet sediment (diamikt) bestående af ler, silt, sand, grus og sten, som typisk kan ses på havbunden som et lag af spredte sten eller decideret stenrev. Denne sedimenttype og geologi er stabil og bærende for naturligt forekommende stenrev og udgør et fast, hårdt substrat.

Der findes en grabprøve indenfor surveyområdet og to råstofboringer umiddelbart udenfor området. Grabprøven (DGU nr. 561230.1) er placeret i den nordvestlige del af området, på en substrattype 1b i et område med mobilt sand. Grabprøven er sand, og bekræfter dermed tolkningen. Arkivboringerne udenfor området (DGU nr. 561226.37 og 561230.7) er henholdsvis 11,4 og 11,3 meter lange, og er domineret af sand. Det stemmer overens med GEUS havbundssedimentkort, at området generelt er mere sandet længere fra kysten, og morænen bliver blottet lige omkring surveyområdet.

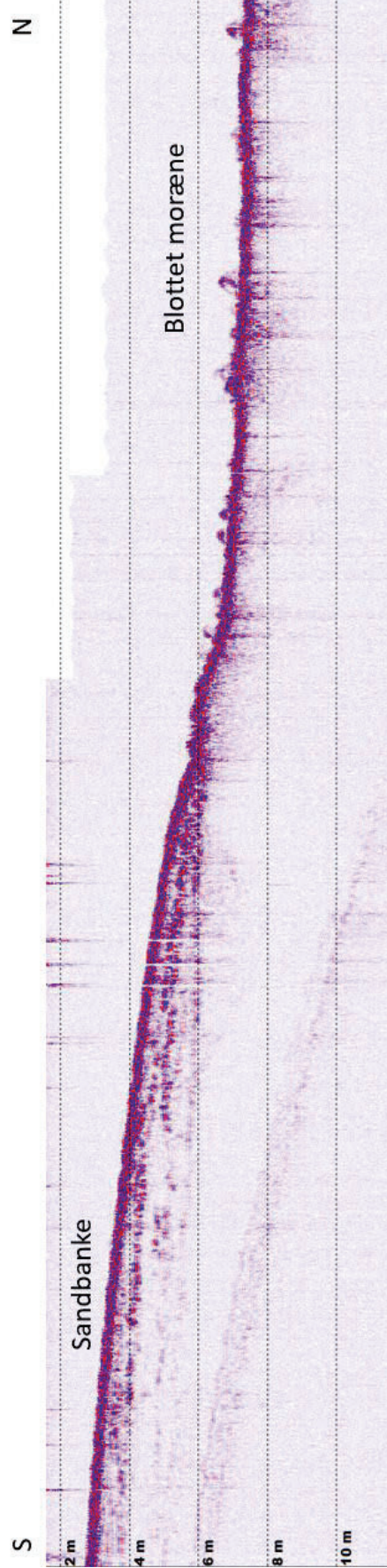
Disse betragtninger medtages i vurderingen vedrørende efterforskningsområdets egnethed i forhold til udlægningen af nye sten på havbunden (se kapitel 5 og 6).



Figur 4-9. Kort af den overfladenære geologi i efterforskningsområdet. På kortet er indtegnet lokation af seismiske profilksempler vist på Figur 4-10 og Figur 4-11, samt nævnte arkivboringer fra GEUS.



Figur 4-10. Seismisk profil 1 beliggende i den østlige del af efterforskningsområdet orienteret Ø-V. På eksemplet er vist den blottede moræne imellem to sandbanke på op til 2 meters tykkelse. Profilets lokation kan ses på Figur 4-9.



Figur 4-11. Seismisk profil 2 beliggende i den centrale del af efterforskningsområdet orienteret vinkelret på kysten, S-N. På eksemplet er vist den kystnære sandbanke som tynder ud mod den blottede moræne. Profilets lokation kan ses på Figur 4-9.

4.5 BIOLOGISKE FORHOLD

Surveyområdet er blevet kortlagt med ROV-videooptagelser (Figur 4-1). På baggrund af videooptagelserne, er der kortlagt bundflora og faunaarter, herunder makroalger samt epifauna (dyr, der lever på bunden) og fauna i form af infauna (dyr, der lever i bunden).

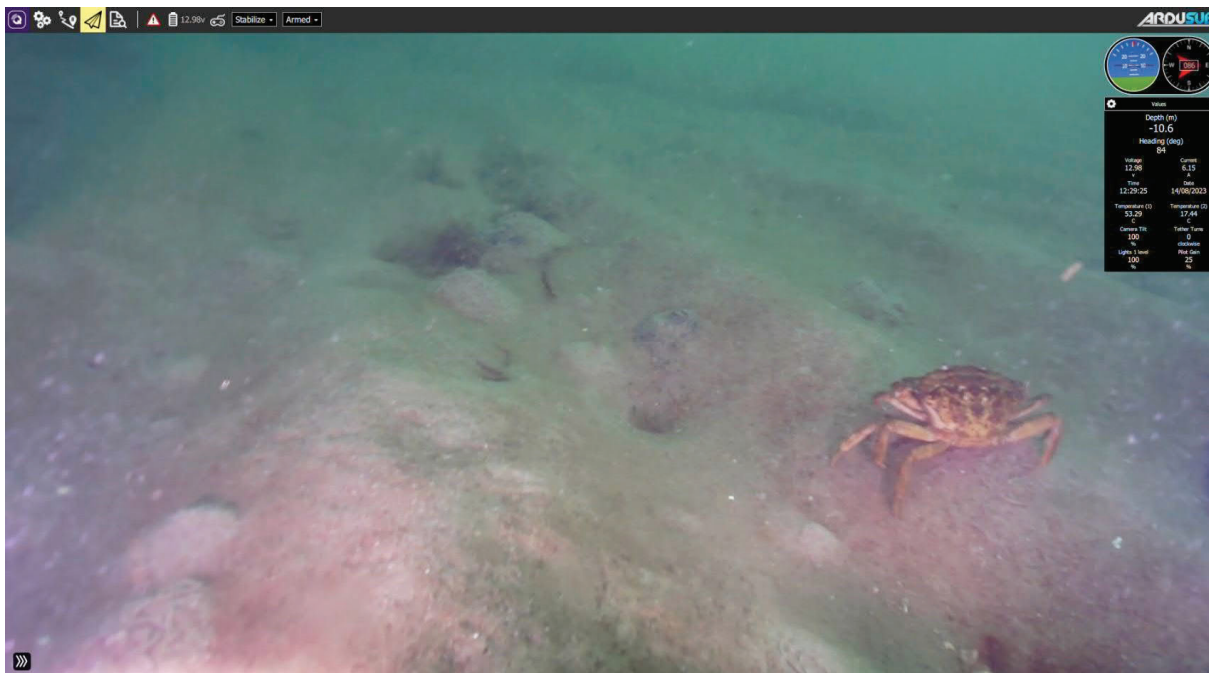
Bundforhold

Bundforholdene i surveyområdet er domineret af naturtype 1b, som karakteriseres som et klassisk sandbunds-samfund. Dernæst er naturtype 2, det blandede samfund, den næstmest dominerende naturtype. Naturtype 3 er den mindst dominerende naturtype og er karakteriseret som hårbundssamfund.

Naturtype 1b – "sandsbundssamfund" er knyttet til substrattype 1b "sandsbund", som består af fin- til grovkornet sandsbund med bølgeribber og varierende indslag af silt og grus (Figur 4-5). Naturtypen udgør 82% af havbunden i undersøgelsesområdet, og er verificeret på seks ROV-stationer (C_06 (Figur 4-12), C_08, C_09, C_10, C_12, C_19) og som en del af en overgangszone på C_15 og C_17.

Naturtype 2 – "blandet bund med enkelte større sten" er knyttet til substrattype 2 sandsbund med bølgeribber og varierende indslag af grus og småsten samt spredte store (>10 cm) sten med op til 10% dækningsgrad (Figur 4-6). Naturtypen forekommer spredt i hele det undersøgte område og udgjorde 10% af undersøgelsesområdet. Naturtypen er verificeret på tre ROV-stationer (C_13, C_16 og C_18) og som en del af en overgangszone på C_15.

Naturtype 3 – "hårbundssamfund" er knyttet til substrattyperne 3 og 4. Substrattype 3 og 4 udgør samlet stenrev og består af en mosaikbund med varierende dække (>10%) af større sten (>10cm), mindre sten, sand og grus (Figur 4-7 og Figur 4-8). Bundforholdene i disse stenede områder er generelt meget heterogene med stærkt varierende stendækning ofte som en blanding af substrattype 3, 4 og 2. Naturtypen forekommer spredt i hele det undersøgte område og udgør 8% af undersøgelsesområdet. Naturtypen er verificeret på fem ROV-stationer (C_04, C_05, C_07, C_11, C_14) og som en del af en overgangszone på C_17.



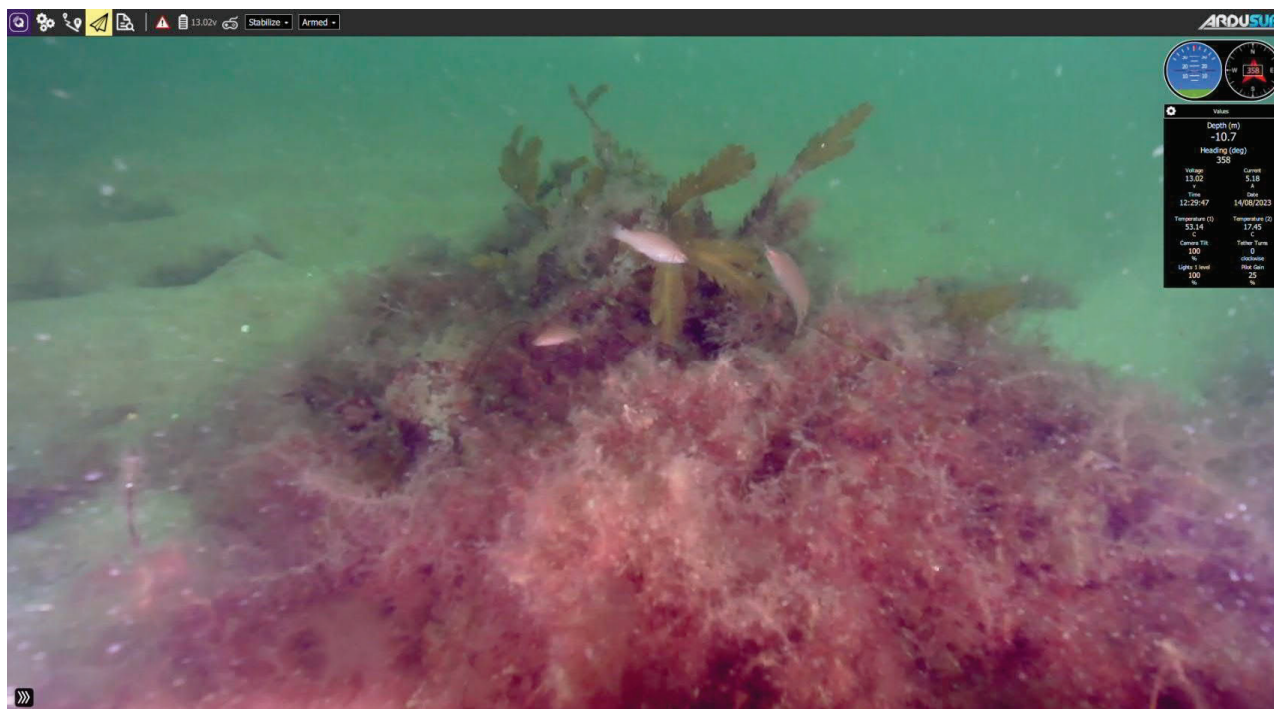
Figur 4-12. Naturtype 1b bund, med lav floradækning og strandkrabbe. ROV-station "C_06".

Flora

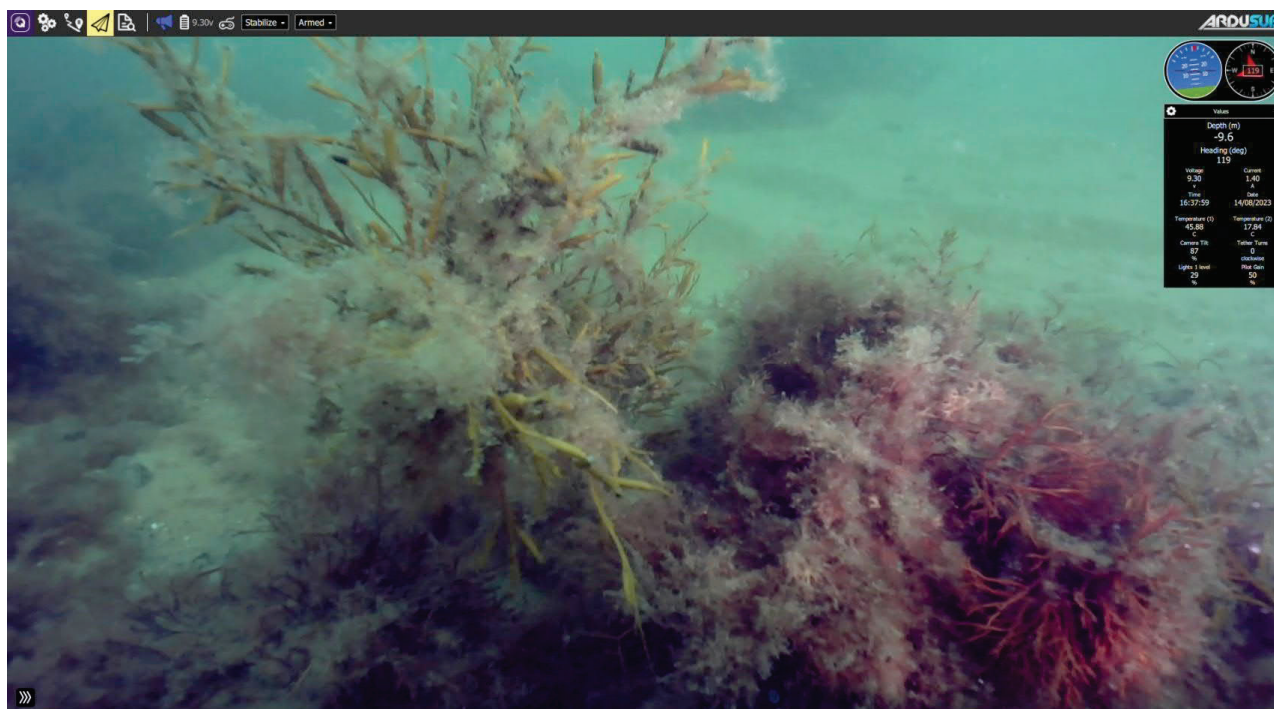
Floradækningen på naturtype 1b er generelt lav (0-2%), og ofte uden fastsiddende alger (Figur 4-12 og Figur 4-13). På ROV-stationerne er der observeret hovedsageligt drivende makroalger af arterne: savtang, gaffeltang, fedtemøg, skulpetang, sukkertang, juletræs-alge og kileblad. Derudover blev der observeret store mængder røde alger som ikke kunne artbestemmes ud fra videoerne. Det har ikke været muligt at genfinde de spredte bede af ålegræs, som er dokumenteret på NOVANA station 97320007 - Villingebæk i 2015. Det ses hverken på SSS data eller på ROV videoerne.

Floradækningen på naturtype 2 er generelt højere (15-20%), og med flere fastsiddende alger (Figur 4-14). På ROV-stationerne er der observeret makroalger af arterne: fingertang, gaffeltang, sukkertang, skulpetang, strengetang, kilerødblod, fedtemøg, klotang og blodrød ribbeblad. Derudover blev der observeret brune makroalger af blæretands-slægten (*Fucus*) som ikke kunne artbestemmes ud fra videoerne, samt røde alger som ikke kunne artsbestemmes.

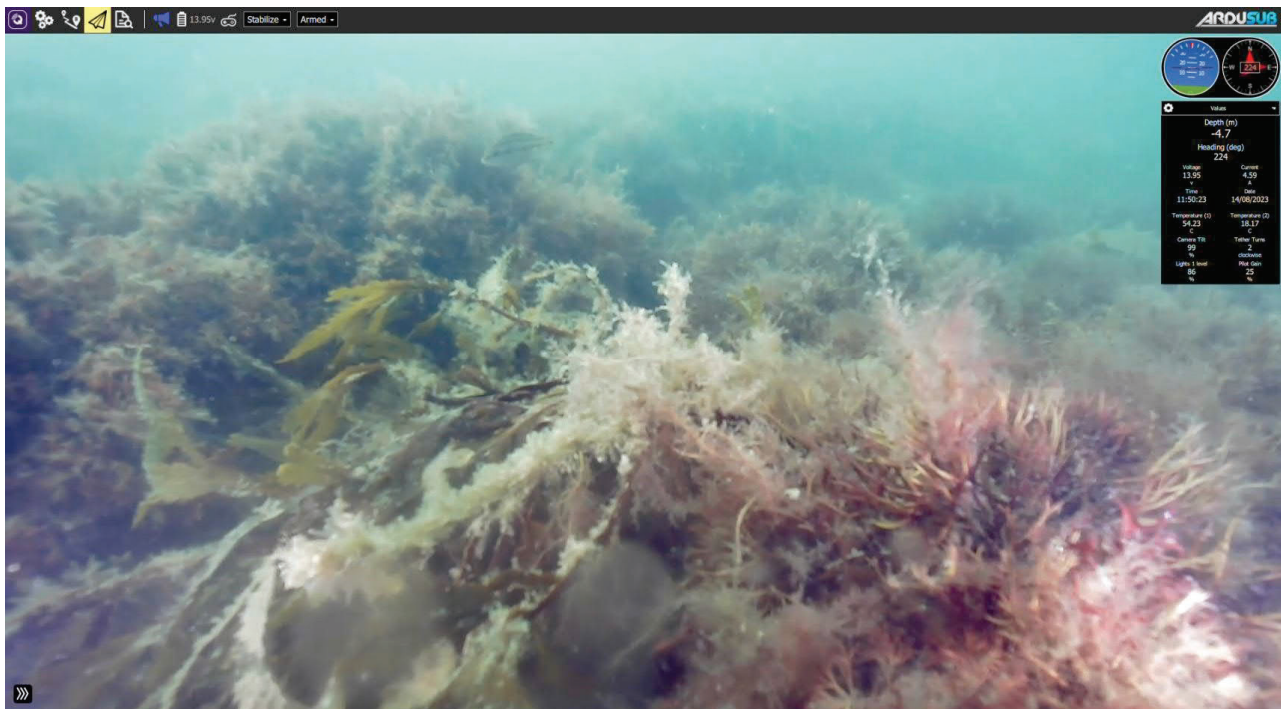
Floradækningen på naturtype 3 er høj (10-95%), og makroalgerne sidder typisk fastsiddende på stenene (Figur 4-15). På ROV-stationerne er der observeret makroalger af arterne: savtang, gaffeltang, fedtemøg, strengetang, blodrød ribbeblad, sukkertang, kilerødblod, carrageentang og skulpetang. Derudover blev der observeret brune makroalger af blæretands-slægten (*Fucus*) som ikke kunne artbestemmes ud fra videoerne, samt røde alger som ikke kunne artsbestemmes.



Figur 4-13. Havkarusser i løse makroalger på substrattype 1b bund. På billedet ses savtang, gaffeltang og uspecifiserede røde buske. ROV-station "C_06".



Figur 4-14. Fastsiddende makroalger på substrattype 2 bund: skulpetang, klotang og gaffeltang. ROV-station "C_13".



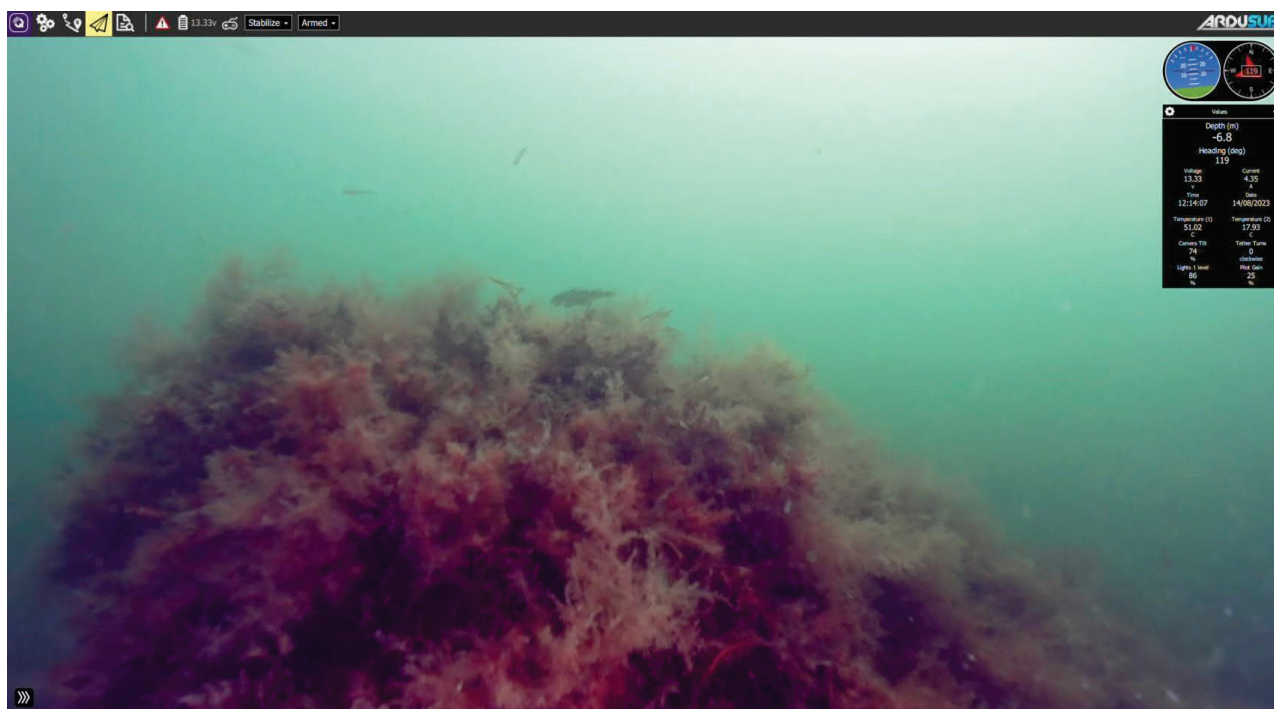
Figur 4-15. Havbund med flere større sten dækket af makroalger på substrattype 4 bund: savtang, gaffeltang, blodrød ribbeblad og uspecifiserede buskformede rødalger, og en savgylte. ROV-station "C_04".

Fauna

Invertebratdækningen på naturtype 1b i surveyområdet er i høj grad karakteriseret ved mange tegn på infaunaaktivitet fra sandorme og flere huller fra muslinger. Invertebratdækningen er mellem 1-5%, og består af hjerte- og sandmuslinger, strandkrabber (Figur 4-12), hydrobia snegle, søstjerner og hindemosdyr. På optagelserne ses flere fisk, herunder havkarusse (Figur 4-13), sandkutling, kutling sp., fjæsing og ulk. Havkarusse foretrækker typisk sten og klipper, og er højst sandsynligt svømmet hen på sandbunden fra de nærliggende stenede områder.

Invertebratdækningen på naturtype 2 i surveyområdet er generelt lavere end naturtype 1b, med en dækning på 1-2%. Dette er især på grund af den store mængde af sandorme der findes på naturtype 1b. Invertebratdækningen på naturtype 2 består af søstjerne, hindemosdyr, sandorm, posthornsorm, havsvamp, strandkrabbe samt rurer på stenene. På optagelserne ses flere fisk, herunder havkarusse og savgylte. Der er observeret havkarusse på samtlige ROV-stationer med naturtype 2. Både havkarussen og savgylten er højst sandsynligt indvandret på sandbunden fra de mere stenede omkringliggende områder.

Invertebratdækningen på naturtype 3 i surveyområdet har en dækningsgrad på 1-3% og består af søstjerne, posthornsorm, hindemosdyr, strandkrabbe, hydroider, havsvampe, hjertemuslinger, sandmuslinger, knivmuslinger. På optagelserne ses flere fisk, herunder kutling, toplettet kutling, havkarusse, juvenile torsk, savgylte, hvoraf særligt de sidste tre arter er almindeligt forekommende på stenrev. Stenrev er et velegnet opvækstområde for flere fiskearter, idet stenene giver skjul for prædatorer og samtidigt indeholder gode fødesøgningsmuligheder. Det er derfor ikke uventet, at der ligeledes blev observeret uspecifiseret fiskeyngel, og at naturtype 3 generelt har den største diversitet og dækning af fisk. Grundet artsrigdommen og spredningen af arter fra naturtype 3 til de andre naturtyper kan det forventes at de nyetablerede stenrev vil have gode muligheder for indvandring af arter fra de etablerede stenrev.



Figur 4-16. Stor sten dækket af buskformede røddalger og en lille torsk i baggrunden. ROV-station "C_05".

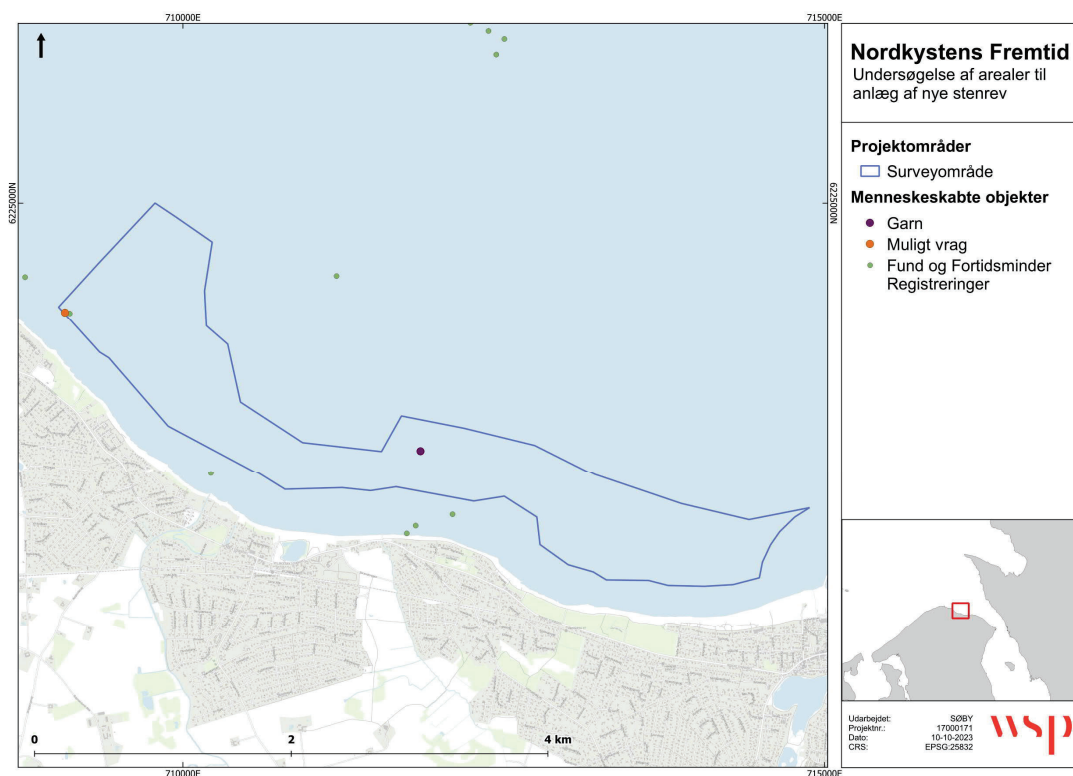
4.6 MENNESKELIG AKTIVITET OG ANDRE OBSERVATIONER

I følge Kulturstyrelsens database "Fund og Fortidsminder" findes der inden for surveyområdet én registrering. Registreringen (401311-4) er et vrak fra nyere tid (1895), som er grundstødt i Hornbækbugten. Registreringen er placeret i den sydvestligste del af surveyområdet (Figur 4-17), men kunne ikke genfindes på sidescan data. Ca. 40 m fra registreringen kan der på sidescan data ses lineære strukturer, som kunne være mulige vragrester (Figur 4-18).

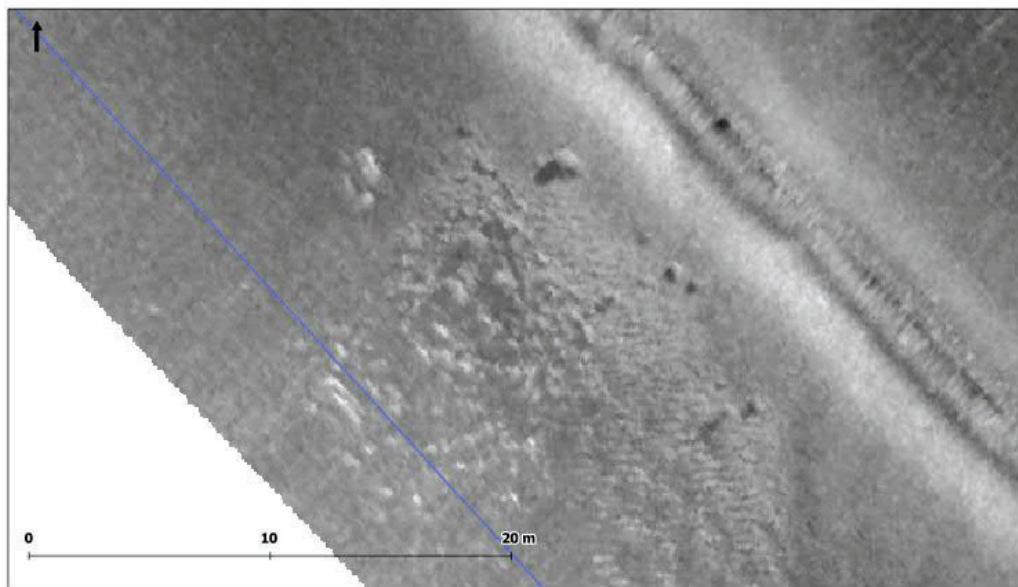
I forbindelse med de geologiske undersøgelser blev der registreret et menneskeskabt objekt på havbunden indenfor surveyområdet. Objektet er et spøgelsesgarn i den centrale del af surveyområdet (Figur 4-17), som kan ses på sidescan og ROV (Figur 4-19).

Det store spøgelsesgarn er ca 45x60 m stort, og ligger ca. 65 meter fra eksisterende substrattype 3 bund og 130 meter fra eksisterende substrattype 4 bund. Størrelsen og måden spøgelsesnettet stadig står på, samt afstanden til eksisterende rev, medfører at der er en reel risiko for at det kan fange fisk fra de nærliggende stenrev. Der hvor nettet ligger er der observeret større sten, samt krabber og havkarusse.

Det anbefales at nettet fjernes før man etablerer mere stenrev i området, så det ikke fanger de ekstra fisk de nyetablerede stenrev tiltrækker/producerer, samt de eksisterende fisk fra eksisterende stenrev. Fiskeristyrelsen er orienteret om garnets beliggenhed.



Figur 4-17. Menneskelige aktiviteter og andre observationer indenfor og umiddelbart udenfor efterforskningsområdet.



Figur 4-18. Mulige vragester på havbunden i den sydvestlige del af surveyområdet.



Figur 4-19. Stort spøgelsesgarn på havbunden i den centrale del af efterforskningsområdet, øverst er sidescan eksempel og nederst er billede fra ROV-station "C_12".

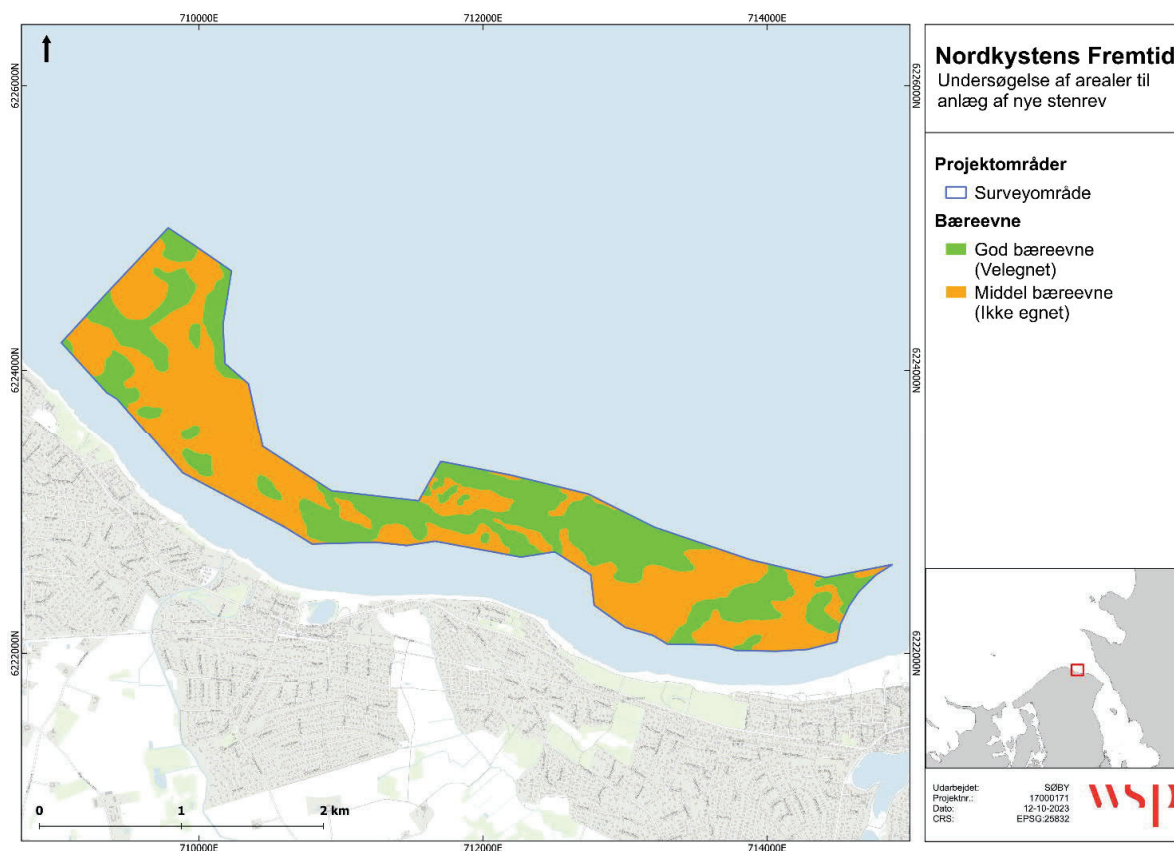
5 VURDERING AF EFTERFORSKNINGSOMRÅDETS EGNETHED TIL ETABLERING AF STENREV

Den geologiske kortlægning viser at området er karakteriseret ved store mobile sandenheder, med stedvis blottet moræne. De flere meter tykke sandenheder er ikke egnede til udlægning af sten, da stenene på sigt vil blive begravet af sandvandring. Den stabile moræne er derimod en hård og bærende bund, hvor stenene ikke vil blive begravet. På den blottede moræne er der observeret varierende grad af spredte store sten på havbunden, hvilket tyder på at havbundens stabilitet og bæreevne i disse områder er velegnet til etablering af stenrev. Der er ikke observeret større kanalstrukturer eller områder med bløde sedimenter (dynd, silt og gytje m.fl.) som kan påvirke havbundens bæreevne negativt.

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 områderne med den blottede moræne. I de områder forekommer der udbredt moræneaflejringer lige under havbunden eller direkte blottet på havbunden (Figur 4-9), hvor der er observeret stenet substrat (substrattype 2, 3 og 4. I hele dette område vurderes havbunden at være velegnet til etablering af stenrev, idet bæreevnen vurderes at være høj (Figur 5-1).

Til sammenligning er stabiliteten og bæreevnen af havbunden middel på de meter tykke sandaflejringer i området. Sandet er fast, og det vurderes at udlagte sten ikke vil synke ned i bundtypen, men risikoen for at et nyetableret stenrev vil blive begravet af sand er relativt høj. Samlet betyder det, at havbunden på de store sandaflejringer at være uegnet til etablering af stenrev, hvor bæreevnen vurderes til middel (Figur 5-1).



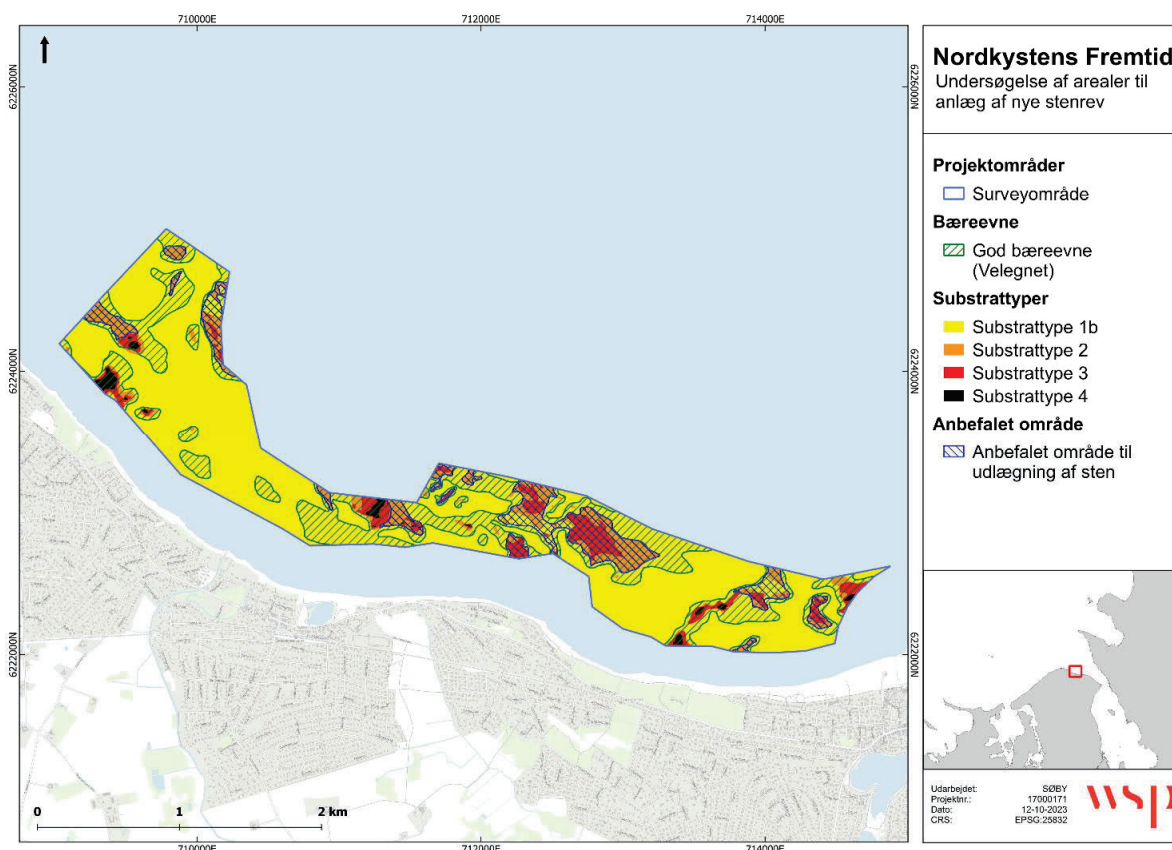
Figur 5-1. Kort over bæreevnen af havbunden, baseret på substrattypenkortlægningen og den seismiske analyse.

Baseret på ovenstående vurderes det derfor hensigtsmæssigt at udpege områder til udlægning af sten på havbunden, hvor havbunden er vurderet som velegnet med høj bæreevne, på den blotlagte moræne. Som det beskrives i næste kapitel om anbefalinger til stenudlægning (se kapitel 6) vil det udover høj bæreevne være hensigtsmæssigt at udpege områder, som ikke i forvejen er klassificeret som stenrev. Dette gælder områder med substrattype 4, samt substrattype 3 i forlængelse af substrattype 4. Udlægning af sten i disse områder ville ikke øge det overordnede areal af stenrev.

6 ANBEFALEDE OMRÅDER TIL STENUDLÆGNING

Den geologiske kortlægning viser, at havbunden er velegnet til udlægning af sten i områderne med blottet moræne. Da formålet med stenudlægningen er at øge arealet af stenrev indenfor området, anbefales det at placere stenrevet på områder som ikke i forvejen er klassificeret som stenrev. Områder med substrattype 4 eller type 3 i forlængelse med type 4 vurderes derfor som ikke egnede. På den baggrund fokuseres udpegningen på områder med type 2 eller 3, hvor havbunden er stabil og bærende, og hvor stendækningen kan øges betydeligt. Udpegnings på type 1b er kun brugt i områder, hvor havbunden er vurderet til god bæreevne (områder med et tyndt lag mobilt sand overliggende stabil moræne) og hvor den kan bidrage med at binde mindre stenrevsområder sammen til større sammenhængende stenrev.

På baggrund af nærværende kortlægning og analyse af havbunden i efterforskningsområdet er der udpeget egnede områder til stenudlægning til stenrev fordelt ud på surveyområdet (se Figur 6-1). De anbefalede områder har en samlet arealmæssig udbredelse på omkring 50,3 ha, og er ikke sammenfaldende med eksisterende stenrev eller sandbanker.



Figur 6-1. Afgrænsning af de anbefalede områder til placering af stenrev angivet i forhold til udbredelsen af de tolkede substrattyper og bæreevne.

I nedenstående redegøres der yderligere for, hvorfor de anbefalede områder er velegnede til etablering af stenrev og udlægning af sten på havbunden til biogene rev, og hvorfor de konkret anbefales til formålet. I den forbindelse præsenteres de relevante resultater fra tolkningen af de geofysiske og biologiske data.

Vanddybden i de anbefalede områder varierer mellem 4 m i de kystnære områder op til 11 meter i områderne længere fra kysten. Dette betyder, at de nye stenrev vil ligge uden for den kystnære aktive zone, men stadig på så lavt vand, at tilstrækkeligt lys når igennem vandsøjlen.

Udpegningen af de anbefalede områder er i høj grad baseret på udbredelsen af de tolkede substrattyper og bæreevnen af havbunden. Afgrænsningen af de anbefalede områder er udpeget i områder med substrattype 3 (som ikke ligger i forlængelse af type 4), substrattype 2, og substrattype 1b (kun steder med høj bæreevne og som kan binde andre stenrevsområder sammen).

Havbunden inden for de anbefalede områder er en fast og bærende bund og med varierende dækning af sten. Stenene er dækket af fasthæftede makroalger (se afsnit 4.5), som man kan forvente i fremtiden vil komme til at dække de sten, der lægges i de anbefalede områder.

I forbindelse med de geofysiske undersøgelser er der kortlagt et spøgelsesgarn samt potentielle vragrester. De anbefalede områder har en afstand på 60 m til spøgelsesgarnet og 250 m til det potentielle vrag, så der er ingen risiko for at påvirke objekterne i forbindelse med stenlægningen. I forhold til spøgelsesgarnet er der dog en risiko for at både eksisterende fisk, og fisk der kommer i forbindelse med de nye stenrev, vil blive fanget i nettet. Det anbefales derfor at nettet fjernes, inden der udlægges flere sten.

Det kan dermed konkluderes, at de anbefalede områder til etablering af stenrev og udlægning af nye sten på havbunden er udvalgt baseret på ovenstående analyser og tolkninger. Baseret på resultaterne af de geologiske undersøgelser vurderes de anbefalede områder entydigt at være velegnet til formålet og dokumentationen for stabiliteten og bæreevnen af havbunden vurderes fyldestgørende.

I forhold til designet af udlægningen af sten opstilles tre forslag, som alle tager udgangspunkt i et fladt stenrev indenfor de anbefalede områder. Forskellen bliver i den overordnede dækningsgrad af sten, anvendte areal og dermed antallet og volumen af sten, der skal bruges. Scenarierne er opstillet nedenfor.

6.1 DESIGN AF STENREV: SCENARIE 1

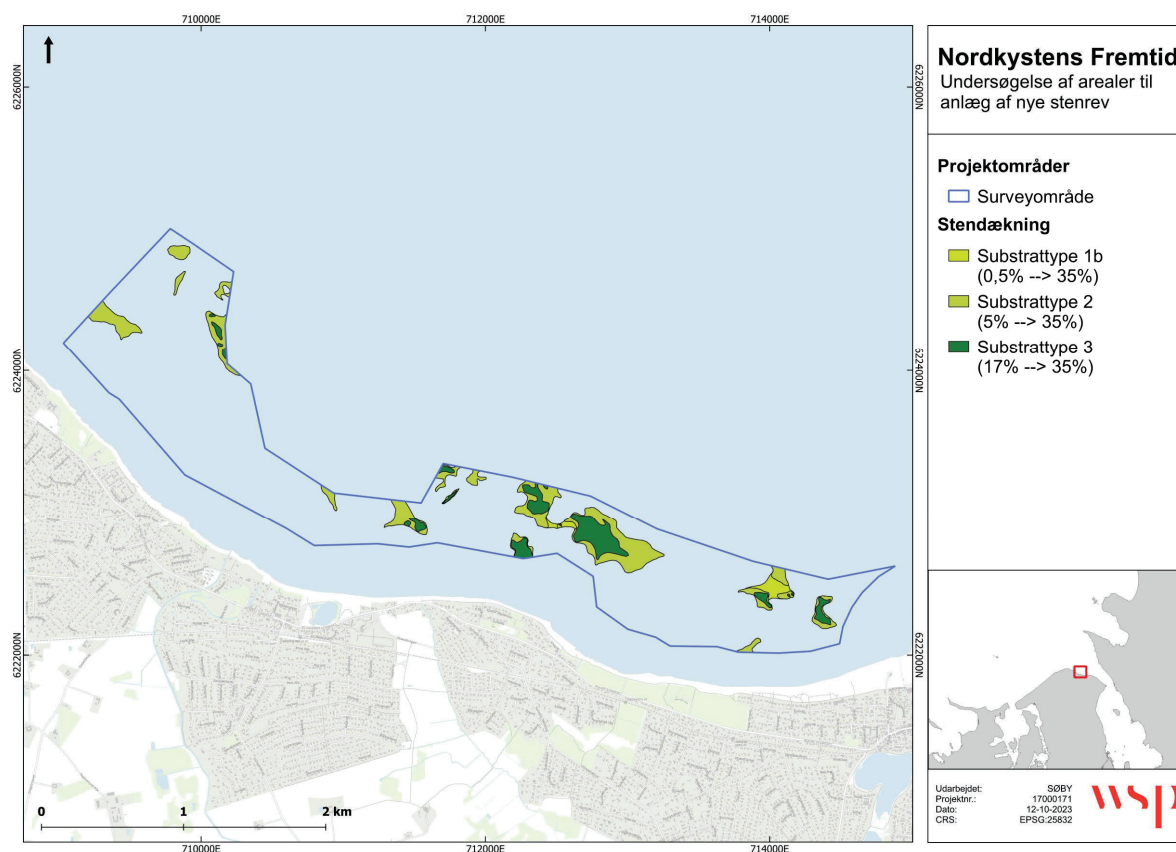
Første scenarie tager udgangspunkt i at opnå en dækningsgrad på 35% af sten indenfor et areal på 46 ha. Dette scenarie vil opfylde kravene til erstatning af det påvirkede kystnære stenrev, både på kvaliteten (35% dækningsgrad fladt stenrev) og på arealet (46 ha).

Stenrevet udlægges som et fladt stenrev på substrattyper med varierende stendækning. Til udregningerne bruges en gennemsnitlig dækning af sten for de eksisterende substrattyper: substrattype 1b har en gennemsnitlig dækning på 0,5%, substrattype 2 har 5% og substrattype 3 har 17%. I praksis vil den eksisterende dækning variere fra dette gennemsnit, og beregningerne er derfor præget af en vis usikkerhed.

Indenfor de 46 ha udgør den eksisterende substrattype 1b 2,7 ha, substrattype 2 30,4 ha og substrattype 3 12,9 ha, fordelingen kan ses på Figur 6-2. De enkelte sten til revet forventes at variere betydeligt i størrelsen omkring 20-100

cm. En gennemsnitlig sten antages et volumen på eksempelvis $0,043 \text{ m}^3$ ($0,35 \text{ m} \times 0,35 \text{ m} \times 0,35 \text{ m}$). Idet stenrevet udlægges som et fladt stenrev med ét lag sten på havbunden, vil højden svare til størrelsen af de største sten. Baseret på den gennemsnitlige størrelse af stenene vil højden af det flade stenrev udgøre 35-50 cm over havbunden, men lokalt kan enkelte sten rage mere op over havbunden.

Baseret på ovenstående antagelser vil et scenarie som dette kræve omkring 43.000 m^3 sten. Bruges mindre stenstørrelser end antaget vil stenrevet blive lavere, og volumen af sten, der skal bruges, formindskes, og omvendt.



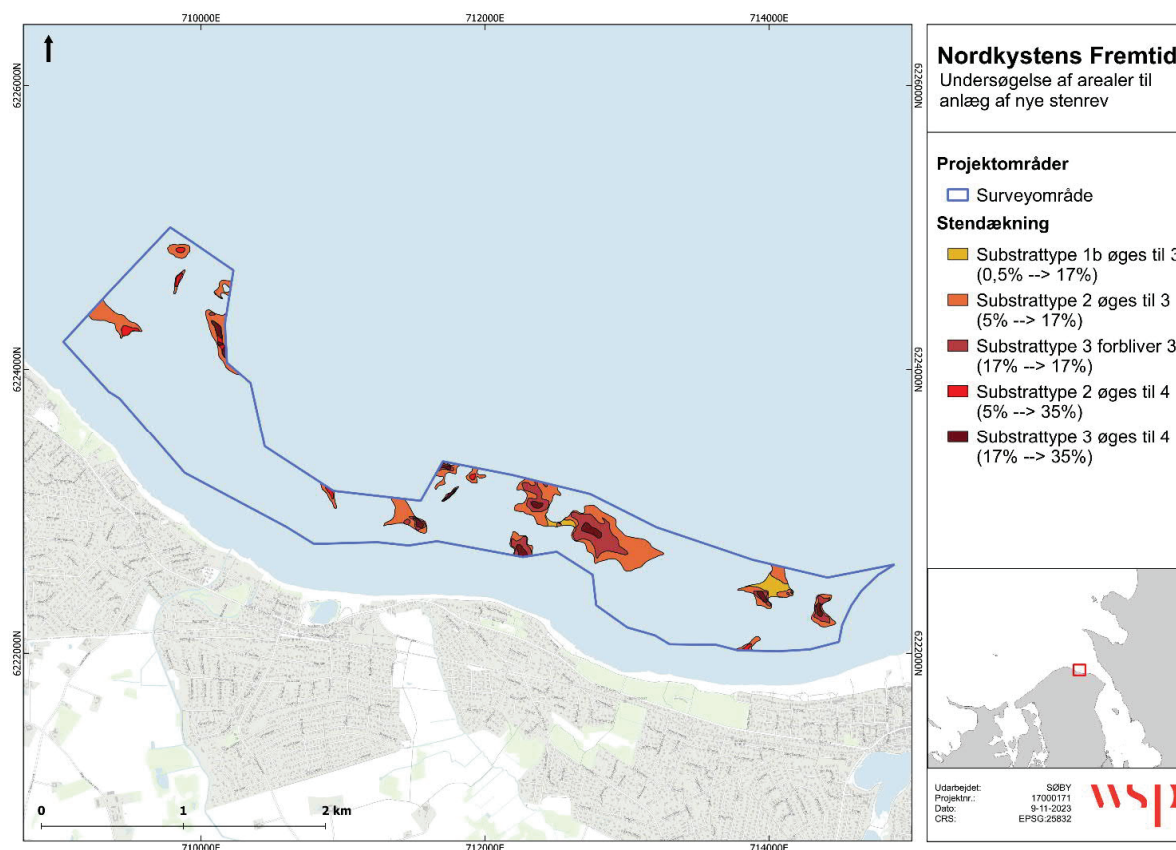
Figur 6-2. Fordelingen af eksisterende substrattyper indenfor de anbefalede 46 ha, samt eksisterende gennemsnitlig dækningsgrad og dækningsgraden efter etablering af kompenserende stenrev for scenarie 1.

6.2 DESIGN AF STENREV: SCENARIO 2

Scenarie nummer to tager udgangspunkt i at minimere forbruget af sten, men samtidigt opfylde kravene til naturtype 1170 stenrev, indenfor et areal på 46 ha. Dette opnås ved at udlægge sten, så arealet opnår en overordnet substrattype 3 bund, med strategisk placerede områder med substrattype 4. Dette scenarie opfylder kravene til naturtype 1170 stenrev, men vil ikke være sammenligneligt med det kystnære stenrev som påvirkes af kystfodringen, da dette er vurderet til at have en gennemsnitlig dækningsgrad på 35%.

Arealer og antagelser er de samme som scenarie 2, men i dette scenarie øges den overordnede dækningsgrad til en gennemsnitlig substrattype 3, på 17%. Indenfor udvalgte områder med substrattype 2 og substrattype 3 øges stendækningen til en 35% substrattype 4. 1,7 ha substrattype 2 og 3,0 ha substrattype 3 løftes til 35% stendækning. Fordelingen kan ses på Figur 6-3.

Med de samme antagelser som scenarie 1 bruger scenarie 2 kun 17.000 m³ sten, ca. 40% af stenene brugt i scenarie 1. Scenariet overholder Habitatdirektivets definition af 1170 rev, men er ikke af tilsvarende kvalitet, som det der påvirkes af strandfodringen.

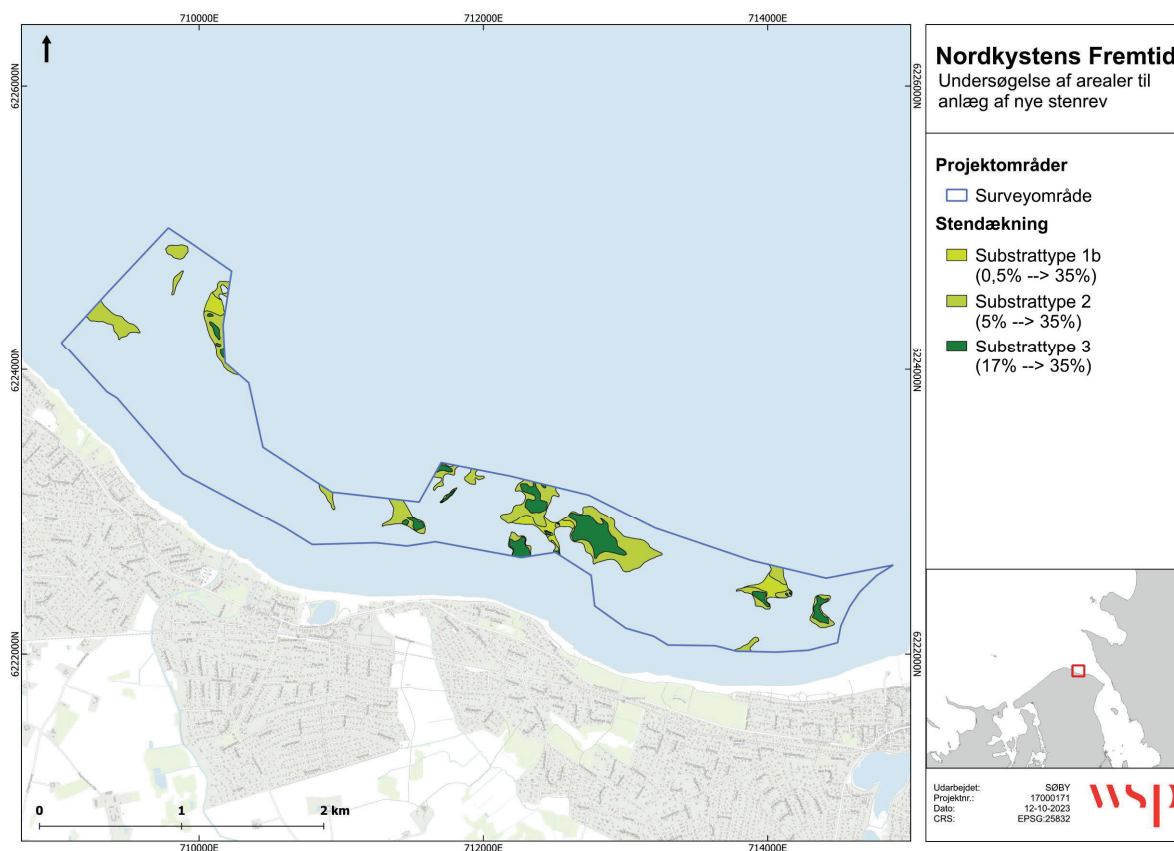


Figur 6-3. Fordelingen af eksisterende substrattyper indenfor de anbefalede 46 ha, samt eksisterende gennemsnitlig dækningsgrad og dækningsgraden efter etablering af kompenserende stenrev for scenarie 2.

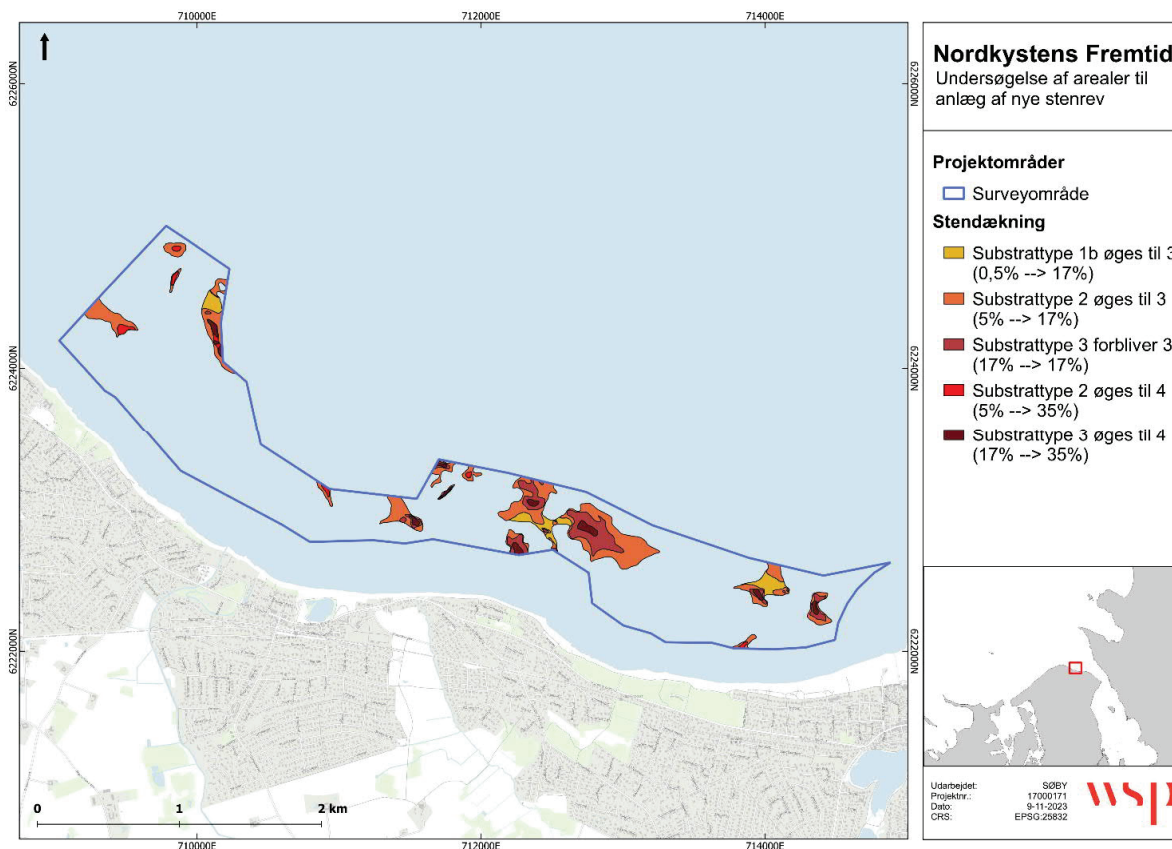
6.3 DESIGN AF STENREV: SCENARIE 3

Scenarie 3 er et tillæg til de to ovenstående scenarier, i tilfælde af at der ønskes et større areal kompenserende stenrev, en anden fordeling af substrattyper for scenarie 1 og 2, eller der af en eller anden grund ikke kan udelægges sten på nogle af de andre anbefalede områder. I scenarie 3 er det medtaget 4 hektar ekstra, hvilket medfører et areal på 50 ha i alt. Fordelingen af arealerne kan ses på nedenstående Figur 6-4 og Figur 6-5.

Med de samme antagelser som scenarie 1 og 2, vil de 50 ha kræve omkring 48.000 m³ sten for en gennemsnitlig dækning på 35% og omkring 19.500 m³ sten for den sten konserverende løsning.



Figur 6-4. Fordelingen af eksisterende substrattyper indenfor de anbefalede 50 ha, samt eksisterende gennemsnitlig dækningsgrad og dækningsgraden efter etablering af kompenserende stenrev for en gennemsnitlig dækning på 35%.



Figur 6-5. Fordelingen af eksisterende substrattyper indenfor de anbefalede 50 ha, samt eksisterende gennemsnitlig dækningsgrad og dækningsgraden efter etablering af kompenserende stenrev med en stenbesparende løsning beskrevet i scenarie 2.

7 KONKLUSION

Baseret på de geofysiske resultater og tolkningsanalyser er der foretaget en udpegning af anbefalede områder til revlokaliteten. Der er udpeget områder som samlet udgør ca. 50 ha, med 3 konkrete løsninger til de påkrævede 46 ha. De anbefalede områder opfylder følgende kriterier 1) en velegnet havbund med høj stabilitet og bæreevne, 2) dybder omkring 4-11 m, 3) ingen udbredelse af beskyttet flora og fauna. Baseret på ovenstående kortlægning og analyser anses de anbefalede områder som værende velegnet til formålet.

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 består af hårdt 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. De anbefalede områder er beliggende på bærende bund med afstand til de tykke sandaflejringer. Baseret på tolkningen af SSS-data kan det konkluderes, at havbunden inden for efterforskningsområdet består af sand med varierende dækning af større sten.

Afgrænsningen af de anbefalede områder til etableringen og udlægning af sten til stenrev er derfor et resultat af et komplekst samspil mellem havbundens stabilitet og bæreevne samt udbredelsen af substrattyper.

8 REFERENCER

- DCE. (2021). *Naturgenopretning af stenrev i Øresundsregionen - en identifikation af mulige lokaliteter. Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi. Nr. 200.* Aarhus Universitet.
- 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>
- GEUS. (2022). *National boringdsdatabase (Jupiter). Landsdækkende database for grundvands-, drikkevands-, råstof-, miljø- og geotekniske data.* . Retrieved from <https://www.geus.dk/produkter-ydelser-og-faciliteter/data-og-kort/national-boringsdatabase-jupiter>
- havplan.dk. (2022). *Danmarks havplan.*
- Miljøstyrelsen. (2022). *MiljøGIS.* Retrieved from MiljøGIS - N2000, Vandområdeplan, Novana mm.: <https://mst.dk/service/miljoegis/>
- Naturstyrelsen. (2013). *Anbefalinger ("best practise") til genopretning af stenrev i Danmark.* Naturstyrelsen, Miljøministeriet.
- Orbicon. (2013). *Marin kortlægning. Kortlægning af sandbanker og rev i 38 kystnære marine Natura 2000-områder 2012.* Naturstyrelsen, Miljøstyrelsen.
- Stenberg, C., & Kristensen, L. (2015). *Stenrev som gyde- og opvækstområde for fisk (Revfisk). DTU Aqua-rapport nr. 294-2015.* Charlottenlund: DTU Aqua.

Fra: [Caroline Bald](#)
Til: [Anne Villadsgaard](#)
Cc: [Signe Schløer \(SSC\)](#)
Emne: SV: Anmodning om supplerende oplysninger/præciseringer - Ansøgning om tilladelse til anlæg af stenrev på søterritoriet, Nordkystens Fremtid (KDI: 2025-40940) (MST Id nr.: 14376696)
Dato: 9. marts 2026 10:12:45
Vedhæftede filer: [image001.png](#)

Kære Anne

Nedenstående er NIRAS svar på de fremsendte spørgsmål:

- beskrivelse af anlægsvarighed og -periode.

Stenrevene anlægges om vinterhalvåret i perioden fra 1. oktober til 31. april. Anlægslængden afhænger af hvor mange pramme der bruges og størrelsen på dem, men forventningen er at det vil tage omkring 2-4 måneder.

- vurdering af projektets påvirkninger (anlægsfasen) på den kemiske tilstand (eventuel frigivelse af MFS) i vandområdet.

Stenrevet udlægges fra pram og vil, under anlæg, give anledning til en mindre momentan ophvirvling af det lokale sediment. Dette sediment består hovedsageligt af sand og vil umiddelbart efter anlæg falde tilbage imellem stenene og som sådan ikke påvirke området udenfor revet. I sandet er der en lille mængde fint materiale som, som i teorien, kan indeholde miljøfarlige forurenende stoffer (MFS). Men området vil være upåvirket, da det aldrig har været udsat for erhvervsmæssig aktivitet eller længerevarende opankring af både, som kan have givet anledning til tilførsel af MFS. Området er endvidere ikke et sedimentationsområde. Da MFS som oftest findes i områder med sedimenteret eller placeret finkornet sediment forventes der ikke at være miljøfarlige forurenende stoffer i det område, hvor revet udlægges. Endeligt vil den ophvirvlede mængde være ganske lille og ophvirvling vil ske ved bunden, hvorfor det vurderes, at sedimentet meget hurtigt sedimenterer i strømlæne imellem stenene og dermed stort set ikke spredes udenfor revet. På baggrund af ovenstående vurderes det at sedimentet med meget stor sandsynlighed ikke indeholder MFS og at selv hvis det gjorde vil det være i marginale koncentrationer og være begrænset til revets udbredelse. Det vurderes derfor ikke at udlægning kan forringe den økologiske tilstand og den kemiske tilstand for vandområdet.

Er det korrekt forstået, at den anvendte stenstørrelse er ca. 20 cm - 100 cm?

Stenenes gennemsnitsstenstørrelse er omkring 0,35 cm. De skal have denne størrelse for at sikre at de ligger stabilt.

NIRAS skriver i projektbeskrivelsen:

"Beregningerne viser at dækstenene skal have en middelstørrelse på $d_{50} = 0,35$ m svarende til en masse på $M_{50} = 114$ kg, hvor "50" angiver den procentdel af stenene, som har en tilsvarende eller mindre masse. Graderingen på stenene er ikke afgørende for stenrevne, men et udgangspunkt kan være at følge anbefalingen i (Jensen, 1984) hvor

$$M_{15} = M_{50} / 1,5 = 76 \text{ kg}$$

$$M_{85} = 1,5 M_{50} = 171 \text{ kg}$$

Hvor "15" og "85" angiver den procentdel af stenene, som har en tilsvarende eller mindre masse. Stenene vil højst sandsynlig være brudsten, da det ikke vurderes, at der vil være tilstrækkelig med søsten til rådighed."

Ifølge ovenstående har stenene en nominelle diameter i intervallet 0,3–0,4 m. Som anført er dette dog blot et udgangspunkt. Jo mindre NKF på nuværende tidspunkt fastlægger en entydig gradering, desto større fleksibilitet er der i forbindelse med indkøb af sten. Derfor fremgår det i projektforslaget, at der vil kunne indgå sten op til 100 cm.

Jeg håber, at ovenstående svare fyldestgørende på dine spørgsmål ellers må du endelig vende tilbage.

Med venlig hilsen

CAROLINE BALD

Projektleder, Chefkonsulent
Nordkystens Fremtid
Center for Teknik og Borgerservice



Rådhusvej 3, 3200 Helsingør
Telefon: 7249 6000
Direkte: 7249 6855

www.gribskov.dk

Her kan du læse hvordan Gribskov Kommune behandler dine personoplysninger, samt få information om dine rettigheder.

Hvis du ikke har adgang til at se informationen digitalt, kan du kontakte Borgerservice på telefon 72496000, som kan printe det til dig eller sende det som fysisk brev.

Gribskov.dk/natur-og-miljebeskyttelse/privatlivspolitik

Modtager du denne information som partsrepræsentant for en anden person, har du pligt til også at videregive informationen til vedkommende.

Oplysningerne i denne e-mail kan være fortrolige og er udelukkende beregnet til brug for de oven for angivne personer eller virksomheder.

Vi gør opmærksom på, at udbredelse, omdeling eller kopiering af oplysningerne efter omstændighederne er forbudt. Hvis du har modtaget denne e-mail ved en fejltagelse, bedes du meddele det til afsenderen og derefter slette den. På forhånd tak.

Fra: Caroline Bald

Sendt: 4. marts 2026 09:37

Til: 'Anne Villadsgaard' <avi@kyst.dk>

Emne: SV: Anmodning om supplerende oplysninger/præciseringer - Ansøgning om tilladelse til anlæg af stenrev på søterritoriet, Nordkystens Fremtid (KDI: 2025-40940) (MST Id nr.: 14376696)

Kære Anne

Tak og i lige måde. Jeg sender spørgsmålene til vores rådgivere, og vender tilbage, når jeg har deres svar.

Med venlig hilsen

CAROLINE BALD

Projektleder, Chefkonsulent
Nordkystens Fremtid
Center for Teknik og Borgerservice



Rådhusvej 3, 3200 Helsingør
Telefon: 7249 6000
Direkte: 7249 6855

www.gribskov.dk

Her kan du læse hvordan Gribskov Kommune behandler dine personoplysninger, samt få information om dine rettigheder.

Hvis du ikke har adgang til at se informationen digitalt, kan du kontakte Borgerservice på telefon 72496000, som kan printe det til dig eller sende det som fysisk brev.

Gribskov.dk/natur-og-miljebeskyttelse/privatlivspolitik

Modtager du denne information som partsrepræsentant for en anden person, har du pligt til også at videregive informationen til vedkommende.

Oplysningerne i denne e-mail kan være fortrolige og er udelukkende beregnet til brug for de ovenfor angivne personer eller virksomheder.

Vi gør opmærksom på, at udbredelse, omdeling eller kopiering af oplysningerne efter omstændighederne er forbudt. Hvis du har modtaget denne e-mail ved en fejltagelse, bedes du meddele det til afsenderen og derefter slette den. På forhånd tak.

Fra: Anne Villadsgaard <avi@kyst.dk>

Sendt: 3. marts 2026 15:09

Til: Caroline Bald <cbald@gribskov.dk>

Emne: Anmodning om supplerende oplysninger/præciseringer - Ansøgning om tilladelse til anlæg af stenrev på søterritoriet, Nordkystens Fremtid (KDI: 2025-40940) (MST Id nr.: 14376696)

Kære Caroline

Tak for behagelig samtale. Som aftalt får du her en mail vedr. de enkelte oplysninger, som umiddelbart mangler, før sagen kan sendes i høring.

- beskrivelse af anlægsvarighed og -periode.

- vurdering af projektets påvirkninger (anlægsfasen) på den kemiske tilstand (eventuel frigivelse af MFS) i vandområdet.

Er det korrekt forstået, at den anvendte stenstørrelse er ca. 20 cm - 100 cm?

Hvis ovenstående giver anledning til spørgsmål, er du velkommen til at kontakte mig.

Venlig hilsen

Anne Villadsgaard

Fuldmægtig | Kystzoneforvaltning
+45 91 33 84 25 | avi@kyst.dk

Miljø- og Ligestillingsministeriet | Miljøstyrelsen

Kystdirektoratet | Højbovej 1 | 7620 Lemvig | Tlf. +45 99 63 63 63 | kdi@kyst.dk | www.kyst.dk

[Sådan håndterer Miljøstyrelsen dine personoplysninger](#)

Til: Kystdirektoratet (KDI) (kdi@kyst.dk)

Cc: Anne Villadsgaard (avi@kyst.dk), 'Hanne Hansen Wrisberg' (hha53@helsingor.dk), Anders Stuhr Siqueira Jørgensen (anssj@halsnaes.dk), Signe Schløer (SSC (SSC@NIRAS.DK))

Fra: Caroline Bald (cbald@gribskov.dk)

Titel: Nordkystens Fremtid - ansøgning om tilladelse til anlæg af stenrev på søterritoriet - opdateret

Sendt: 17-09-2025 13:30

Att. Kystdirektoratet

cc. Anne Villadsgaard

På vegne af Gribskov, Helsingør og Halsnæs Kommuner ansøges hermed om tilladelse til anlæg af stenrev på søterritoriet ifm. det fælleskommunale kystbeskyttelsesprojekt Nordkystens Fremtid. Ansøgningen er opdateret jf. mail af 4. juni 2025 og efterfølgende dialog med Anne Villadsgaard.

Vedhæftet er ansøgningen samt følgende bilag:

- Nordkystens Fremtid – Projektforslag Anlæggelse af kystnære stenrev af 10. september 2025
- Geofysisk og biologisk kortlægning af havbunden ved nordkysten med henblik på placering af stenrev af 23. november 2023
- Nordkystens Fremtid - Kompensationsfaktor for stenrev i Natura 2000-område nr. 195" af 9. februar 2023
- zip-fil, som indeholder en shapefil af undersøgelsesområdet og shapefil med angivelser af områderne inden for undersøgelsesområdet, hvor de kompenserende stenrev vil blive anlagt.

Med venlig hilsen

CAROLINE BALD

Projektleder, Chefkonsulent
Nordkystens Fremtid
Center for Teknik og Borgerservice



Rådhusvej 3, 3200 Helsingør
Telefon: 7249 6000
Direkte: 7249 6855

www.gribskov.dk

Her kan du læse hvordan Gribskov Kommune behandler dine personoplysninger, samt få information om dine rettigheder.
Hvis du ikke har adgang til at se informationen digitalt, kan du kontakte Borgerservice på telefon 72496000, som kan printe det til dig eller sende det som fysisk brev.

Gribskov.dk/natur-og-miljøbeskyttelse/privatlivspolitik

Modtager du denne information som partsrepræsentant for en anden person, har du pligt til også at videregive informationen til vedkommende.

Oplysningerne i denne e-mail kan være fortrolige og er udelukkende beregnet til brug for de oven for angivne personer eller virksomheder.

Vi gør opmærksom på, at udbredelse, omdeling eller kopiering af oplysningerne efter omstændighederne er forbudt.

Hvis du har modtaget denne e-mail ved en fejltagelse, bedes du meddele det til afsenderen og derefter slette den. På forhånd tak.