



BIOLOGISKE UNDERSØGELSER PÅ TAARBÆK REV

Teknisk rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 255

2022



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

BIOLOGISKE UNDERSØGELSER PÅ TAARBÆK REV

Teknisk rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 255

2022

Karsten Dahl
Peter Anton Upadhyaya Stæhr
Helle Buur
Cordula Göke

Aarhus Universitet, Institut for Ecoscience



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Datablad

Serietitel og nummer:	Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 255
Kategori:	Rådgivningsrapporter
Titel:	Biologiske undersøgelser på Taarbæk Rev
Forfattere:	Karsten Dahl, Peter Anton Upadhya Stæhr, Helle Buur og Cordula Göke
Institution:	Aarhus Universitet, Institut for Ecoscience
Udgiver:	Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi ©
URL:	http://dce.au.dk
Udgivelsesår:	Oktober 2022
Redaktion afsluttet:	Oktober 2022
Faglig kommentering:	Jesper Philip Aagaard Christensen
Kvalitetssikring, DCE:	Kirsten Bang
Sproglig kvalitetssikring:	Charlotte Hviid
Ekstern kommentering:	Miljøstyrelsen. Kommentarerne findes her: http://dce2.au.dk/pub/komm/TR255_komm.pdf
Finansiel støtte:	Miljøstyrelsen
Bedes citeret:	Dahl, K., Stæhr, P.A.U., Buur, H. & Göke, C. 2022. Biologiske undersøgelser på Taarbæk Rev. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 42 s. - Teknisk rapport nr. 255. http://dce2.au.dk/pub/TR255.pdf Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
Sammenfatning:	Rapporten omfatter en visuel verifikation af en akustisk kortlægning af Taarbæk Rev, der ønskes restaureret. Rapporten når den konklusion, at den oprindelige tolkning af større stenforekomster består af blåmuslinger. Rapporten beskriver den biologiske baseline for området forud for en restaurering og foreslår 8 konkrete områder for udlægning af sten.
Emneord:	Naturgenopretning, stenrev, biologisk basisanalyse, ROV-undersøgelse, dykkerundersøgelse, Taarbæk Rev
Layout:	Grafisk Værksted
Foto forside:	Havbund med enkelte sten og tangplanter på Taarbæk rev. Foto: Karsten Dahl
ISBN:	978-87-7156-718-2
ISSN (elektronisk):	2244-999X
Sideantal:	42
Internetversion:	Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) som http://dce2.au.dk/pub/TR255.pdf
Supplerende oplysninger:	Miljøstyrelsen har været inddraget undervejs i projektarbejdet og godkendt stationsnettet og truffet beslutninger omkring størrelsesorden af de potentielle restaureringsområder

Indhold

Forord	4
Sammenfatning	5
Summary	6
1 Indledning	7
2 Data om metoder	8
2.1 Strategi og metode for opgaveløsning	8
3 Dykkerundersøgelser	11
3.1 Stationers placeringer og dataindsamling	11
3.2 Resultater af dykkerundersøgelsen	13
4 ROV	16
4.1 Stationers placeringer og dataindsamling	16
4.2 Resultater fra ROV-undersøgelsen	17
5 Bundprøveundersøgelse	31
6 Samlet evaluering af den akustiske kortlægning og undersøgelserne med ROV, dykker og Haps.	32
7 Vurdering af bundens egnethed for restaurering på ROV-transekter og dykkerstationer	33
7.1 Kriterier for evaluering	33
7.2 Evaluering af bundens egnethed	34
8 Forslag til arealer for genopretning af stenrev	36
9 Referencer	38
Appendiks 1: Sigterest fra Haps-prøver efter sigtning med 1mm sigte	39
Appendiks 2: Forslag til 8 områder til udlægning af sten	41

Forord

Formålet med rapporten og den bagvedliggende undersøgelse, der er bestilt af Miljøstyrelsen, er at fastlægge den biologiske baseline for den biologiske mangfoldighed i området ved Taarbæk Rev. Baseline skal på et senere tidspunkt kunne anvendes til at dokumentere effekterne af reetableringen. Det var et krav fra Miljøstyrelsens side, at følgende forhold skulle undersøges og dokumenteres:

- En overordnet beskrivelse af udbredelsen af arter af makroalger og ålegræs i det udvalgte område.
- Artsbestemmelse og kortlægning af arter af makroalger på hårdbunds substratet i forskellige relevante dybdeintervaller i 25 m² undersøgelsesparceller.
- En beskrivelse af fauna-arter på og ved større sten i forskellige relevante dybdeintervaller inden for undersøgelsesparcellerne.
- En beskrivelse af fauna-arter på den resterende sedimentbund i forskellige relevante dybdeintervaller i 25 m² undersøgelsesparceller.
- Udtagning samt analyse af prøver til test af eDNA, for at få et overordnet overblik over tilstedeværelse af organismer, der ikke detekteres under undersøgelsen såsom fisk.
- Der er ligeledes et ønske om, at undersøgelsen bidrager med videooptagelser og billeder af de forskellige substrattyper, undersøgelsesparceller makroalger, evt. fisk og andre dyr, således at det kan anvendes til videre formidling.

Der viste sig en usikkerhed omkring det eksisterende datagrundlag fra en nylig gennemført naturtypekortlægning af Taarbæk Rev forud for dette projekts feltarbejde. Problemet lå i, at der ikke, som man normalt gør, var gennemført en visuel verifikation af tolkningen af den akustiske opmåling.

Projektets feltarbejde blev derfor planlagt ud fra en usikkerhed om, hvorvidt kortlægningsrapportens foreslåede mulige områder for udlægning af sten var tilstrækkelig veldokumenterede. Under projektets feltarbejde viste det sig, at den akustiske kortlægning med meget stor sandsynlighed i stort omfang havde fejlfortolket data og overestimeret mængden af sten i området.

Denne rapport har derfor som et supplerende element arbejdet med alternative forslag til konkrete genopretningsområder. Disse forslag er baseret på observationer fra ROV-transekter, dykkerobservationer, enkelte Haps-prøver samt enkelte oplysninger fra den akustiske opmåling, som blev bekræftet.

Miljøstyrelsen har været inddraget undervejs i projektarbejdet og har godkendt stationsnettet og truffet beslutninger omkring størrelsesorden af de potentielle restaureringsområder.

Sammenfatning

Rapporten beskriver resultaterne af en visuel verifikation af den akustiske kortlægning, der blev gennemført af en konsulent forud for dette projekt. Verifikationen viste, at tolkningen af resultaterne fra den akustiske opmåling med meget stor sandsynlighed har ført til en betydelig overestimering af sten i området.

Den visuelle undersøgelse blev gennemført med 11 ROV-transekter og 12 dyk, suppleret med 7 Haps-sedimentprøver fordelt på tre lokaliteter. Konklusionen var, at hovedparten af det, der blev tolket som sten i den akustiske opmåling, bestod af store mængder af blåmuslinger. Der var dog stadig sten i området og der var et sammenfald mellem kortlagte tætte stenformationer i mindre områder og observationer af det samme.

Hele det undersøgte område var domineret af trådalger, der sad på både blåmuslinger, småsten og større sten. Trådalgerne gjorde det vanskeligt, ud fra ROV-undersøgelser at vurdere, hvor mange småsten der rent faktisk var på havbunden i området. De små sten kunne kun observeres i de mindre områder, der blev undersøgt af en dykker. De større sten aftegnede sig tydeligt trods vegetationen. Der var groft grus og småsten i sigteresten fra i de 7 Hapsprøver.

Bortset fra de trådformede alger blev der også fundet spredte mindre individer af sukkertang (*Sacharina latisima*) og blodrød ribbeblad (*Deleseria sanguinea*). Begge arter var primært knyttet til blåmuslinger og forventes kun at have en kort livslængde, før de afrives med muslingen og føres ud på dybere vand. På de større sten blev der observeret andre flerårige rødalger, der normalt danner en undervegetation på sten.

Ålegræs blev også observeret i området på en hel del af de undersøgte transekter. Dækningen af ålegræs varierede betydeligt, men kunne nå en dækning på 15 %, hvor det var mest veludviklet. Dybden var omkring 6-7 meter i undersøgelsesområderne.

På basis af observationerne og bekræftede oplysninger om tætte stenforekomster fra den akustiske kortlægningsrapport, har DCE foreslået 8 mulige områder, hvor stenudlægning foreslås af finde sted. Områderne er foreslået med henblik på at knytte de eksisterende stenforekomster sammen med de nye udlægnings for at fremme den biologiske "sammenhængskraft" på det fremtidige restaurerede Taarbæk Rev.

Summary

The report describes the results of a visual verification of the acoustic mapping carried out by a consultant prior to this project. The verification showed that the interpretation of the results from the acoustic survey has very likely led to a significant overestimation of hard substrate (gravel and boulders) in the area.

The visual examination was conducted with 11 ROV transects and 12 dives, supplemented with 7 Haps sediment core samples distributed over three sites. The conclusion was that the majority of what was interpreted as stone in the acoustic survey consisted of large quantities of blue mussels. However, there were still large boulders in the area and there was a coincidence between mapped dense boulder formations in smaller areas and observations of the same.

Filamentous algae growing on both mussels, pebbles and larger stones dominated the entire area studied. The filamentous algae made it difficult from ROV studies to assess how many pebbles there were on the seabed within the area. Presence of gravel could only be observed in the smaller areas that were examined by a diver. The large boulders clearly stood out despite the vegetation. There was coarse gravel and pebbles in the sieve residue from the 7 core samples.

Apart from the filamentous algae, scattered smaller individuals of sugar kelp (*Sacharina latisima*) and the red algae *Deleseria sanguinea* were also found. Both species were primarily associated with mussels and are expected to have only a short lifespan before being torn off with the mussel and carried out into deeper water. On the larger boulders, other perennial red algae were observed that usually form an understory on boulders in the seaweed zone.

Eelgrass was also observed in the area on quite a few parts of the studied transects. The coverage of eelgrass varied considerably but could reach a coverage of 15%, where it was most well developed. The depth was about 6-7 meters in the study areas.

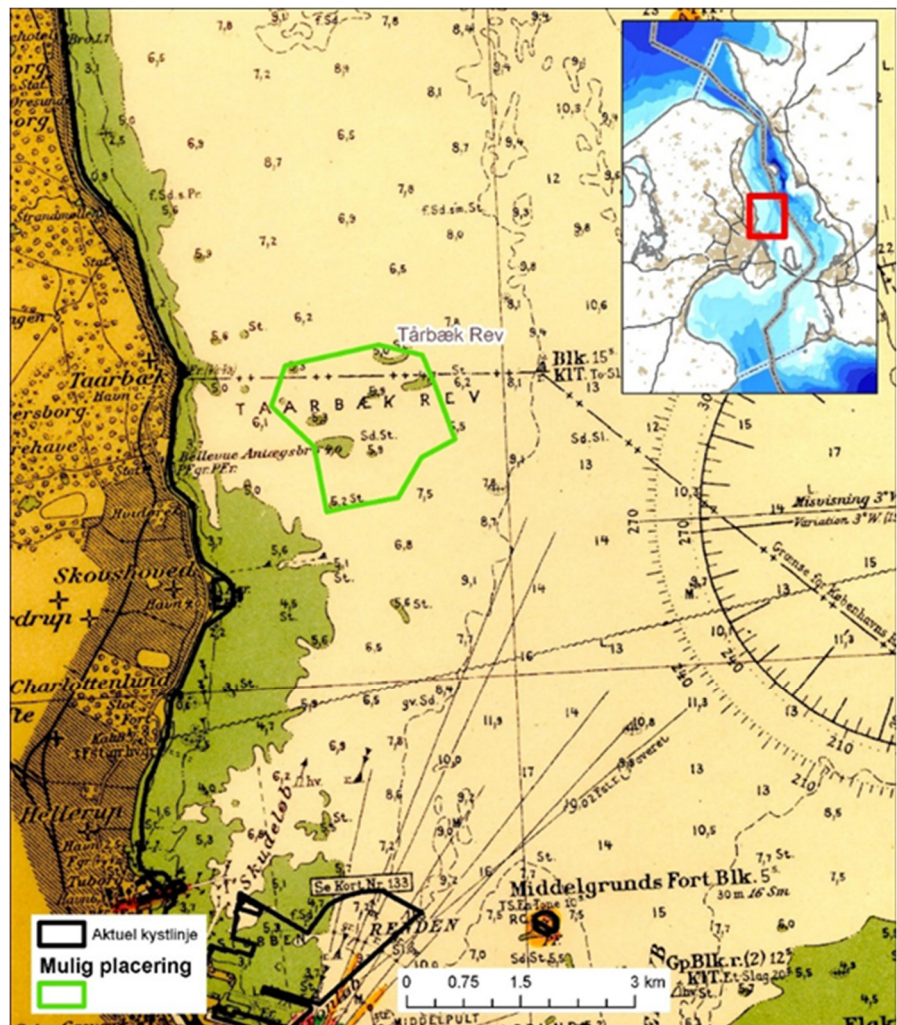
Based on the observations and confirmed information on dense boulder fields from the acoustic mapping report, DCE has proposed 8 possible areas where reef restoration is proposed to take place. The specific areas have been proposed with a view to link the existing few boulder fields with the new layouts in order to promote the biological "coherence" of the future restored Taarbæk Rev.

1 Indledning

En screening for stenrevslokalteter med behov for naturgenopretning i Øresundsregionen pegede på Taarbæk Rev som en oplagt kandidat (Dahl og Göke 2021). Taarbæk Rev ligger i Øresund ud for det gamle fiskerleje Taarbæk Havn.

Screeningsanalysen dokumenterede, at der er sket markante ændringer i havbunden på Taarbæk Rev siden slutningen af 1800-tallet. De mest lavvandede partier, som var i fokus for datidens søkortlægning, er i dag sunket med adskillige meter. Tidligere tiders søkort havde også angivet sten i området, jævnfør figur 1.1

Figur 1.1. Søkort fra 1943 med dybder angivet i meter. Screeningsanalysens potentielle område for genopretning af stenrev ses afgrænset med grønt.



På baggrund af den indledende screeningsanalyse igangsatte MST en projektrække i et mere afgrænset område. Det første projekt, udført af WSP Danmark, omfattede en akustisk kortlægning af dybdeforhold, overflade substrater og vegetationstætheder i området (WSP, 2022). Projektet, som denne rapport omhandler, omfatter en visuel verifikation af den akustiske kortlægning samt en baseline-undersøgelse af de biologiske forhold på det eksisterende Taarbæk Rev.

2 Data om metoder

2.1 Strategi og metode for opgaveløsning

To overordnede forhold satte rammerne for DCE's tilgang til løsning af opgaven.

- MST havde behov for en hurtig afklaring vedr. egnende områder for udlægning af nye sten.
- Den foreliggende akustiske kortlægning var gennemført uden visuel verifikation, hvilket er normal kutyme ved løsning af den slags opgaver. Den manglende verifikation rejste en række spørgsmål vedrørende substratsammensætning, herunder specifikt eksisterende stenforekomster og stenstørrelser samt mulig forekomst af især habitatformende nøglearter som ålegræs og blåmuslingebanker.

At både blåmuslinger og ålegræs kunne forekomme i området var dokumenteret i en tidligere undersøgelse udført af GEUS og AU i forbindelse med et kortlægningsprojekt i Øresund (*Lomholt et al. 2015*).

WSP havde i deres akustiske kortlægning peget på tre potentielle områder for udlægning af sten inden for det kortlagte område (*WSP, 2022*). På grund af usikkerhederne i WSP's kortlægning, valgte DCE en bredere tilgang til identifikation af potentielle restaureringsområder med en faseopdelt undersøgelse spredt ud i hele det kortlagte område.

Første fase omfattede en visuel screening af det kortlagte område. Undersøgelsen blev gennemført med en ROV den 16. maj 2022 fra AU's motorbåd Niisa. Den anvendte ROV er en RSV-8 fra Oceanbotics. ROV'en var georefereret under arbejdet.

De visuelle resultater fra ROV-arbejdet blev evalueret sammen med det foreliggende akustiske kortgrundlag og en række nye potentielle restaureringsområder blev udpeget til videre undersøgelse i fase 2 samt nogle mulige reference områder.

Anden fase blev gennemført den 7. og 8. juni 2022 fra fartøjet Seamaster. Undersøgelserne bestod i 4 supplerende ROV-undersøgelser, undersøgelse af Haps-prøver indsamlet ved 7 bundfauna-stationer samt 12 dykkerstationer fordelt med 4 i mulige referenceområder uden stenudlægning og 8 i områder, der var potentielt i spil som genudlægningsområder.

Undersøgelserne på dykkerstationerne omfatter en visuel vurdering af substratforholdene, af den samlede dækning af makroalgevegetationen samt af den artsspecifikke dækning af makroalger og bundfauna i henhold til NOVANA-overvågningsprogrammets tekniske anvisning for sten- og boblerev (*Dahl & Lundsteen, 2018*). Arbejdet omfattede også indsamling af biologiske prøver til en mere detaljeret artsbestemmelse. I tilgift indgik dækningen af ålegræs på bunden i opgørelsen. Endelig blev der i fase 2 indsamlet 10 vandprøver til senere eDNA-analyse med tilhørende CTD-data. Prøverne blev fordelt med 4 prøver på selve det kortlagte undersøgelsesområde, tre prøver opstrøms og tre prøver nedstrøms.

Stationsnettet for undersøgelser med Haps, ROV og dykker var fastlagt før feltarbejdet blev påbegyndt på basis af WSP's tidligere kortlægning og erfaringerne fra projektets første ROV-undersøgelser i fase 1. To ROV-transekter og to dykkerstationer blev ændret under arbejdets udførelse. Det skete for at optimere indsamlingen i forhold til de informationer, der indgik undervejs fra dykkerarbejdet. eDNA-prøvernes stationsnet blev først besluttet på lokaliteten baseret på de eksisterende strømforhold.

Det endelige forslag til nye potentielle restaureringsområder på Taarbæk Rev er baseret på de visuelle observationer fra dykning, ROV-arbejdet og WSP's akustiske kortlægning kombineret med baggrundsviden fra tidligere undersøgelser i området og modellering af potentiel ålegræsforekomst.

Projektets tredje fase rapporteres primo 2023 med et kort notat eller en rapport. Tredje fase har fokus på en detaljeret biologisk beskrivelse af området inden genopretningen starter. Arbejdet omfatter en oparbejdning af bundfaunaprøverne, de indsamlede vegetationsprøver samt de oparbejdede eDNA-vandprøver.

Figur 2.1. RSV-8 ROV under arbejde på Taarbæk Rev



Tolkning af substratforholdene på ROV-transekterne var mange steder udfordret af store mængder trådformede alger, der dækkede, hvad der blev tolket som mindre sten i første omgang. De trådformede alger kan både forme topvegetation på sten med flerårige alger, men de kan også vokse på mindre ustabile sten og blåmuslinger eller sågar ligge som frit-drivende måtter af afrevne alger. Kun få steder var det muligt at se den 3-dimensionelle struktur af større sten, der hævede sig over den omliggende bund.

Tolkningen af forekomster af sten på havbunden efter fase 1 feltarbejdet var derfor baseret på den akustiske kortlægning, hvor substrattype 4 har >25 % sten, substrattype 3 har 10-25 % sten og substrattype 2 har 2-10 % sten. Da ROV'en ikke umiddelbart kunne hvirvle algerne op fra havbunden, blev det antaget, at hovedparten af de trådformede alger var fastsiddende på et hårdt substrat og da der kun i få tilfælde var tale om tydelige stenstruktur gennem vegetationslaget, blev det antaget, at der var tale om hovedsagelig småsten i ral-fraktionen. Der var dog nogle steder, hvor substratet blev tolket som blåmuslinger med overvækst af trådalger.

Massive forekomster af blåmuslinger i den centrale del af Øresundsregionen, som også Taarbæk Rev dækker, blev observeret ved undersøgelsen i 2015 (*Lomholt et al. 2015*). Undersøgelse i 2015 fandt sted i det sene efterår uden for trådalgernes vækstsæson, så muslingebankerne fremstod meget tydelige. Disse konklusioner blev brugt til planlægning af fase 2.

Dykkerobservationerne under fase 2 viste imidlertid, at substratforholdene på 8 ud af de 12 stationer bestod af primært sandet eller gruset sediment overlejret med tætte forekomster af blåmuslinger. På 4 stationer var der et større stendække med variable stenstørrelser.

Dykkerobservationerne førte til en genvurdering af ROV-transekterne undersøgt under fase 1 samt en genvurdering af resultaterne af WSP's akustiske kortlægning. Observationerne fra dykkene er ligeledes brugt under evalueringen af de fire supplerende ROV-transekter, der blev gennemført under fase 2.

Metoden for dykkerundersøgelserne og resultaterne af de visuelle vurderinger af substrater og biologien er beskrevet i kapitel 3.

Metoden for ROV-undersøgelserne og resultaterne er beskrevet i kapitel 4.

Metoden for bundprøveundersøgelserne er beskrevet i kapitel 5.

Kriterier for evaluering og resultater er beskrevet i kapitel 6.

3 Dykkerundersøgelser

3.1 Stationers placeringer og dataindsamling

Dykkerundersøgelserne blev gennemført med brug af kommunikations- og videoudstyr. Det medførte, at dykkerens observationer også kunne følges ombord på skibet Seamaster af den person, der foretog noteringerne af dykkerens observationer.

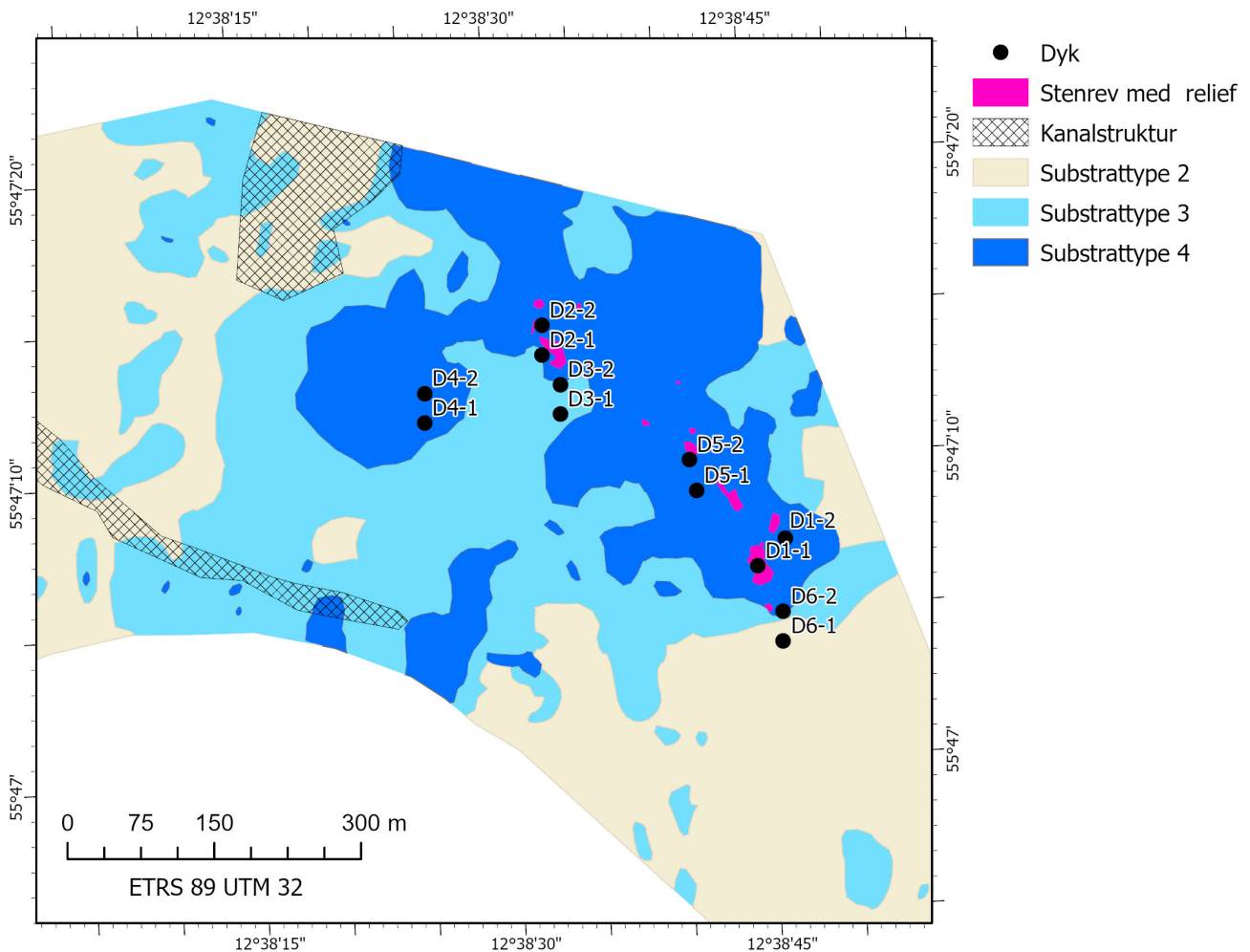
Dykkerstationerne var fordelt således, at 4 stationer (D1-1, D1-2, D2-1, D2-2) tilgodeså områder, der fremover kunne tænkes at fungere som reference og doner-områder uden udlægning af sten. Her var WSP's vurdering, at der var tale om tættere stenforekomster inden for nærområdet. De øvrige stationer var placeret, hvor fase 1 pegede på sandsynlige egnede genudlægningsområder. De to østligste stationer (D5-1 og D5-2) blev dog under arbejdet flyttet ind i et område, der var vurderet som substrattypen 4 (>25 % sten), for at verificere, om der reelt var tale om områder med højt stendække eller blåmuslinger.

Dykkene blev fordelt på 6 opankringer hver med to dyk (stationer). Det ene dyk foregik lige under skibet og det andet dyk foregik 30-40 meter fra agterenden af Seamaster. Lineholderen på agterdækket vurderede afstanden og valgte det andet arbejdssted for dykkeren. Lineholderen havde ikke adgang til at se bundforholdene på skærmen inde i skibet. Stedet blev derfor valgt uden viden om de konkrete biologiske og geologiske bundforhold. Strategien med to dyk per opankring var valgt for at optimere antallet af dyk, der kunne gennemføres inden for projektets økonomiske rammer. Positionerne for dykkerlokaliteterne og de aktuelle dybder kan ses i tabel 3.1. Positionerne for alle "2'er" stationer er estimeret ud fra skønnede afstande fra den første position og retning.

Tabel 3.1. Stationer, aktuelle undersøgelsesdybder, undersøgelsesdato samt aktuelle positioner i grad og decimale minutter i WGS 84.

Station	dybde	dato	Koordinater (N)	Koordinater (E)
D1-1	5,5	07-06-2022	12°38.745' E	55°47.106' N
D1-2	5,8	07-06-2022	12°38.774' E	55°47.120' N
D2-1	6	07-06-2022	12°38.545' E	55°47.228' N
D2-2	5,1	07-06-2022	12°38.547' E	55°47.244' N
D3-1	6	08-06-2022	12°38.560' E	55°47.195' N
D3-2	6,4	08-06-2022	12°38.562' E	55°47.211' N
D4-1	6,5	07-06-2022	12°38.427' E	55°47.194' N
D4-2	6,5	07-06-2022	12°38.429' E	55°47.210' N
D5-1	6,2	08-06-2022	12°38.689' E	55°47.149' N
D5-2	6,2	08-06-2022	12°38.684' E	55°47.166' N
D6-1	6,7	07-06-2022	12°38.766' E	55°47.064' N
D6-2	5,7	07-06-2022	12°38.768' E	55°47.080' N

Figur 3.1 viser fordelingen af dykkerstationer og dykkerens vurdering af substrattypen. Baggrundskortet er substrattypen, WSP havde vurderet på basis af deres akustiske kortlægning.



Figur 3.1. Fordeling af dykkerstationer inden for det kortlagte undersøgelsesområde. Baggrundskortet er WSP's akustiske tolkning af substrattyper med en særlig angivelse af tætte stenforekomster (stenrev med relief) (WSP, 2022). DCE's undersøgelse peger på, at den kortlagte hårbund i høj grad består af muslinger. Baggrundskortet indeholder også en signatur for kanalstrukturer, der af WSP er tolket som områder, der er mindre egnede til stenrevsrestaurering.

Som tidligere beskrevet blev substratsammensætningen inden for ca. 25m² beskrevet af dykkeren. Beskrivelsen blev foretaget i substratklasser defineret i NOVANA-programmets tekniske anvisninger for stenrevsovervågning. Summen af sten, der er vurderet stabile af dykkeren, er brugt til at give en karakterisering af bundtypen (substrattype 1-4) - se figur 3.1. Tilsvarende blev ålegræs og blåmuslingedækningen beskrevet for hele havbunden, hvilket også var gældende for de enkelte andre fauna-organismer, der blev observeret og som ikke var specifikt knyttet til hårdt substrat. Makroalgernes dækning og hårbundsfaunaen blev beskrevet både for sten og blåmuslinger. Blåmuslinger betragtes ikke som et egnet stabilt substrat og i henhold til den tekniske retningslinje skal vegetationen derfor ikke beskrives for dette substrat. Det var imidlertid åbenlyst allerede ved det første dyk, at i relation til en basisanalyse for at beskrive ændringer i samfundsstrukturen før og efter en genopretning af revlokaliteten, måtte vegetationen på blåmuslinger medtages for at give et retvisende indtryk af de gældende biologiske samfund. Det er derfor gjort med passende note-beskrivelser i dataark.

3.2 Resultater af dykkerundersøgelsen

Tre af de undersøgte dykkerstationer havde en større dækning af sten svarende til substrattype 4 (D1-1, D1-2 og D2-1) og en enkelt (D3-2) havde en dækning af sten svarende til substrattype 3, for de resterende ligger andelen lavere end for substrattype 3 (tabel 3.2), mens der fra WSP's kortlægning kun er D6-1 som ikke ligger på substrattype 3 eller 4. På stationerne D1-1 og D2-1 var en stor fraktion af stenene større end 30 cm. Trods de relativt store tætheder blev der ikke observeret huledannelse, dvs. sten der ligger på sten og med en generel stor tæthed. Substratsammensætningen på de enkelte stationer fremgår af tabel 3.2. Der var en markant forskel mellem dykkerobservationerne af stentæthed og WSP's tolkning af den akustiske undersøgelse. Det antages at blåmuslinger fejlagtigt er tolket som sten.

Fælles for alle stationer, der blev undersøgt med dykker, var, at der var en meget høj dækning af blåmuslinger på bunden. Muslingerne lå på bunden men sad også på sten, hvis de var til stede. Både på blåmuslinger og på de sten, der var i området, var der en meget veludviklet vegetation af trådalger, således at næsten hele bunden var dækket. Den trådformede algevegetation var helt domineret af Fin ledtang (*Polysiphonia stricta*), almindelig vatalge (*Ectocarpus siliculosus*), klotang (*Ceramium*) og næsten 70-100 cm høje Strengetang (*Corda filum*). Dykkernes registreringer af arter fremgår af tabel 3.3.

Tabel 3.2. Procentvis fordeling af substratsammensætning på størrelsesklasser, vurderet samlet hårbund af sten, dækning af blåmuslinger som % af bundens areal og samlet algedækning af bunden.

Stationer	Stendækning i % fordelt på størrelsesklasser							Egnet hårbund (%)	Blåmusling dækning (%)	Samlet alge dækning (%)
	>60 cm	30-60 cm	10-30 cm	5-10 cm	2-5 cm	Grus	Sand			
D1-1	50	5	5				40	60	70	98
D1-2	5	5	30				60	40	80	100
D2-1	13	55	1	1			30	70	85	100
D2-2							100	0	60	100
D3-1			1	1	2	1	95	2	40	95
D3-2		20			5	5	70	20	50	100
D4-1			<1		<1		100	<1	35	95
D4-2		<1		<1			100	<1	70	98
D5-1			1		5	5	89	1	75	100
D5-2					2	8	90	<1	60	100
D6-1			1				99	<1	70	98
D6-2		<1	<1		<1		100	<1	70	90

Ud over trådalgerne var der enkelte individer af sukkertang (*Saccharina latissima*) og blodrød ribbeblad (I) på de fleste Stationer. Begge arter sad både på sten og på blåmuslinger. Individerne af sukkertang var generelt små, hvilket indikerer, at de sandsynligvis er koloniseret året før. De manglende store individer indikerer, at bestanden går tabt, når de når en størrelse, hvor strøm og bølgeaktivitet river dem løs med eller uden det ustabile substrat, de er forankret til. Arter, der typisk danner undervegetation på sten i den fotiske zone, er *Chondrus* og *Coccotylus*. *Coccotylus* blev fundet med en dækning på ca. 5 % på D3-2, en station med relativ høj dækning af større sten.

Ålegræs blev observeret på D3-1 og D3-2 med henholdsvis 2 og 10 % dækning.

Table 3.3. Fordeling af den procentvise dækning af makroalger, blomsterplanter og fauna-arter på de undersøgte stationer. Arter angivet med * er opgjort på hele bunden. De øvrige arter er opgjort alene for de hårde stabile substrater.

Arter	Stationer											
	D1-1	D1-2	D2-1	D2-2	D3-1	D3-2	D4-1	D4-2	D5-1	D5-2	D6-1	D6-2
Makroalger												
Brown crust							0,1	0,1				
Bryopsis hypnoides										1	0,1	
Ceramium sp.	0,1	0,1	0,1					0,1				
Ceramium virgatum	5	15	10		2	40	0,1	5	37	5		5
Chondrus crispus						0,1						
Chorda filum	10	20	5	40	70	25	30	30	25	70	15	10
Cladophora sp.	0,1	0,1			1				1			
Coccotylus brodiei						5	0,1	0,1				
Delesseria sanguinea	0,1	1		0,1	3	5	0,1	0,1	5	1	0,1	0,1
Desmarestia viridis	2	10	10			10	20	0,1	1	0,1	2	0,1
Dumontia contorta	3	2	2	0,1	3	3	2	3	7	5	5	2
Ectocarpus siliculosus	40	20	30	40	30	10	40	40	25	50	50	15
Furcellaria lumbricalis						1						
Phaeophyceae indet.										0,1		
Polysiphonia elongata		5	2		1	0,1	5		1	15	0,1	1
Polysiphonia fibrillosa	10	20					10		0,1	5		
Polysiphonia stricta	60	15	60	10	1	3	5	25	1		10	35
Rød skorpeformet alge			0,1		1				2			
Rhodomela confervoides	5	0,1		0,1	0,1		0,1	0,1	1	5	5	0,1
Saccharina latissima	0,1	0,1	2	0,1		3	0,1	0,1	0,1	1	5	1
Sphacelaria sp.	0,1						0,1	0,1		0,1	0,1	0,1
Vertebrata fucoides	5	20	2	10	2	30	40	40	10	5	25	29
Blomsterplanter												
Zostera marina *					2	10						
Fauna												
Alcyonidium gelatinosum		0,1	0,1		0,1		0,1	0,1		0,1	0,1	
Arenicola marina *					0,1							0,1
Asterias rubens *	0,1		0,1	0,1	0,1		0,1	0,1		0,1	0,1	0,1
Aurelia aurita *					0,1			0,1		0,1		
Balanus sp.	0,1	2	0,1	5	7	5	3	2	1	1	0,1	1
Carcinus maenas *			0,1			0,1						
Ctenolabrus rupestris *						0,1				0,1		
Electra pilosa						0,1	0,1	0,1				
Einhornia crustulenta										0,1		
Gasterosteus aculeatus			0,1									
Hydrozoa indet.							0,1					
Littorina littorea	0,1	0,1	5	2	1	1	0,1		2	1	0,1	0,1
Mytilus edulis *	70	80	85	60	40	50	35	70	75	60	70	70
Opercularella lacerata	0,1											
Palaemon sp.											0,1	
Platichthys flesus		0,1			0,1					0,1		
Pomatoschistus minutus *					0,1					0,1		

Ud over blåmuslinger var ruer (*Balanus*) forekommende på næsten alle stationer og strandsnegle på 10 stationer. Individerne af ruer var små og sad fasthæftet på blåmuslinger. Almindelig søstjerne (*Asterias rubens*) blev også observeret, men kun som enkelte og meget små individer, på 7 stationer. Almindelig strandsnegl (*Littorina littorea*) forekom på 7 af de undersøgte stationer, og nogle steder i ret højt antal og derved også dækning.

Fisk blev kun observeret i relativt få antal.

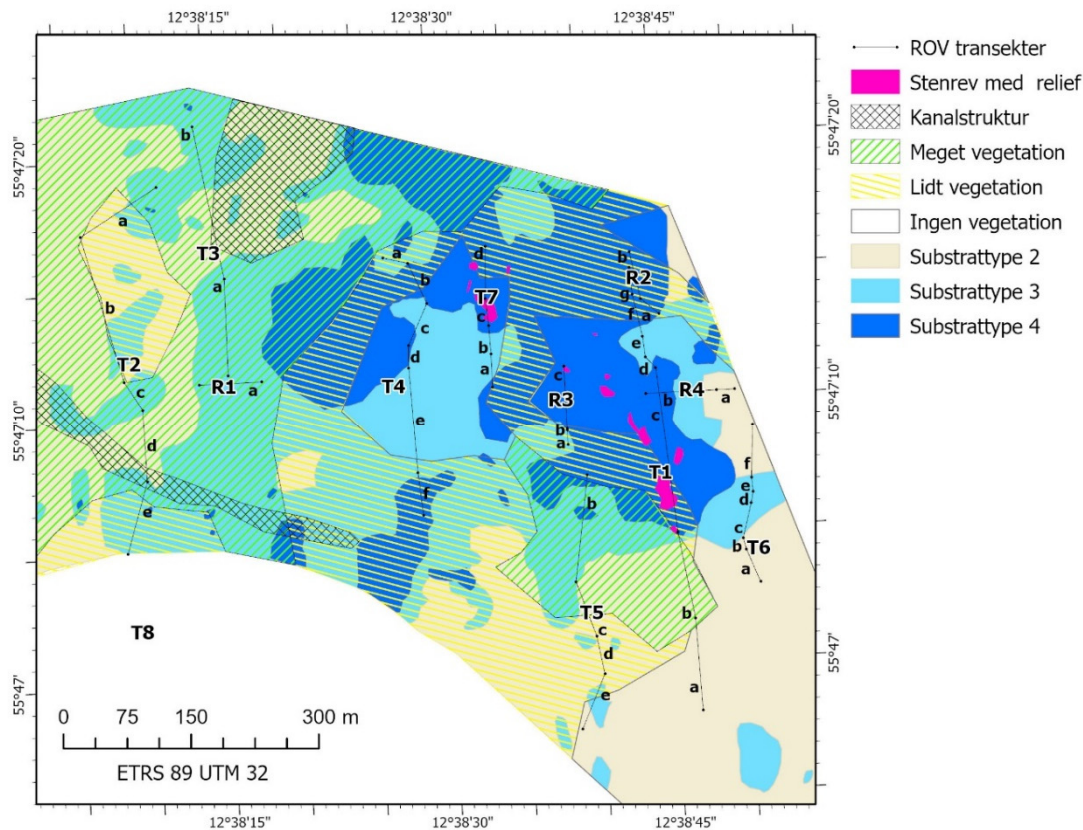
4 ROV

4.1 Stationers placeringer og dataindsamling

De indledende ROV-stationer (transekt 1-7) blev udlagt efter kriterier om, at de skulle dække forskellige substrattyper, dybder og vegetationstætheder identificeret af WSP under den akustiske kortlægning. Endvidere blev det sikret at transekterne også dækkede WSP's forslag til mulige restaureringsområder inden for undersøgelsesområdet. Argumenterne for udvælgelse af de enkelte planlagte transekter fremgår af tabel 4.1. De planlagte transektlinjer var samlet på 2155 m, men de faktisk undersøgte transektlinjer var en del længere. De undersøgte transektlinjer er georefereret.

4 supplerende ROV-transekter (R1-R4) blev planlagt udført i tilgift med dykkerundersøgelserne. Under dykkerarbejdet viste det sig imidlertid, at substrattyper akustisk kortlagt som type 3 og 4 sandsynligvis i stor udstrækning bestod af blåmuslingebanker. To af de supplerende ROV-transekter blev herefter flyttet for at sikre endnu et ROV-transekt inde i et område kortlagt som type 4. Det andet transekt blev flyttet, så det delvist dækkede to planlagte ROV-transekter. De supplerende ROV-transekter var hver planlagt til minimum 100 m's længde.

Samlet set blev der med ROV undersøgt havbund langs ca. 3200 meter.



Figur 4.1. Placering af forenklede ROV-deltransekter ved den indledende undersøgelse (transekt 1-7) og de 4 supplerende undersøgelser R1-R4. Baggrundskortet er WSP's akustiske tolkning af substrattyper med en særlig angivelse af tætte stenforekomster (stenrev med relief), vegetationstætheder og en kanalstruktur (WSP, 2022). DCE's undersøgelse peger på, at den kortlagte hårbund i høj grad består af muslinger.

Tabel 4.1. Transekt-længder og argumenter for deres placering med udgangspunkt i WSP's akustiske kortlægning og forslag

Transekt 1 Planlagt længde ca. 500m	Dækker tre substrattyper (2,3 og 4) og tre vegetationsdækninger (tæt, moderat og ingen). Dækker tillige to foreslåede udlægningsområder samt eksisterende forventet revstruktur (det mest lavvandede område kortlagt).
Transekt 2 Planlagt længde: 450m	Dækker to substrattyper (type 2 og 3) og 2 vegetationstyper (tæt og moderat). Kan ved udlægning binde områder sammen til større revområder i henhold til N-2000 definitionen.
Transekt 3 Planlagt længde: 300m	Samme argument som transekt 2.
Transekt 4 Planlagt længde: 280m	Dækker to substrattyper (4 og 3) samt to vegetationsdækninger (ingen og moderat). Dækker et foreslået udlægningsområde.
Transekt 5 Planlagt længde: 235m	Dækker tre substrattyper (4,3,2) og to vegetationsdækninger (tæt og moderat). Dækker et foreslået udlægningsområde.
Transekt 6 Planlagt længde: 210m	Dækker to substrattyper (2 og 3). Ingen vegetation. Dækker et foreslået udlægningsområde.
Transekt 7 Planlagt længde: 180m	Dækker to substrattyper (4 og 3) samt to vegetationsdækninger (ingen og moderat). Dækker delvist foreslået udlægningsområde.

4.2 Resultater fra ROV-undersøgelsen

Transekt 1

Transektet dækker både over det østlige foreslåede område og det alternative sydlige område samt et centralt område, hvor det er skønnet, at mængden af sten er høj med mulig huledannelse (af WSP omtalt som reliefstruktur). Den sydligste del af området er akustisk kortlagt til substrattype 2 med lav stendækning. Der er så en kort overgang med substrattype 3 og herefter er hovedparten substrattype 4, hvori området med den tætte stendækning med reliefstruktur også befinder sig. Et mindre område med substrattype 3 afløses så igen af substrattype 4 i den nordlige del.

ROV-transektet viser en flad bund i den sydlige del med en meget høj dækningsgrad af trådalger (tabel 4.2). Der var ingen tydelig aftegning af sten igennem vegetationsdækket. Ålegræs forekom sparsomt. Herefter fulgte et område (deltransekt b) med aftegninger af enkelte større sten under den tætte vegetation af trådalger og ålegræs, der pletvis nåede 15 % dækning af bunden, men gennemsnitlig havde ca. 2 % dækning. Der var en rimelig overensstemmelse mellem den akustiske kortlægning af substrattype 2 og ROV-observationerne. Det større område, der var kortlagt som substrattype 4 var i overensstemmelse med ROV-observationerne. Der var pletvist partier med store og tætte forekomster af sten (deltransekt c) og andre steder med mere spredte stenforekomster (deltransekt d), dog stadig med en dækning der var vurderet over 25 %. I den nordligste del af transektet var der et område med ca. 5 % ålegræs (deltransekt f) og et andet, hvor stenandelen blev vurderet relativt høj (deltransekt g).

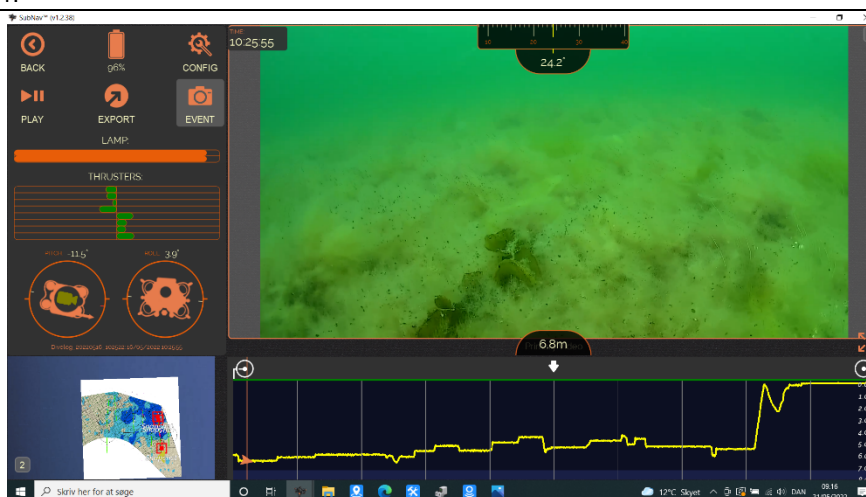
Tabel 4.2. Observerede dækninger i % af synlige større sten, trådalger, sukkertang, ålegræs og blåmuslinger på transekt 1.

Del-transekt	Position		Dækning i % af havbunden					
	Længde	Brede	Større sten	Trådalger	Sukkertang	Ålegræs	Blåmuslinger	Sandorm
a	12°38,776	55°46,968	?	98	0,1	0,1	0	0
b	12°38,773	55°47,026	5	100	0,1	2-15	0,1	2
c	12°38,758	55°47,081	25-100	100	1	0,1	0	0
d	12°38,743	55°47,186	25-50	100	0	0	0	0
e	12°38,732	55°47,193	<1	100	0	0,1	0	0
f	12°38,73	55°47,206	2-5	100	0	5	1	0
g	12°38,721	55°47,233	2	100	0	0,1	2	0
Slut	12°38,719	55°47,25						

Tabel 4.3. Fotoeksempler fra transekt 1.

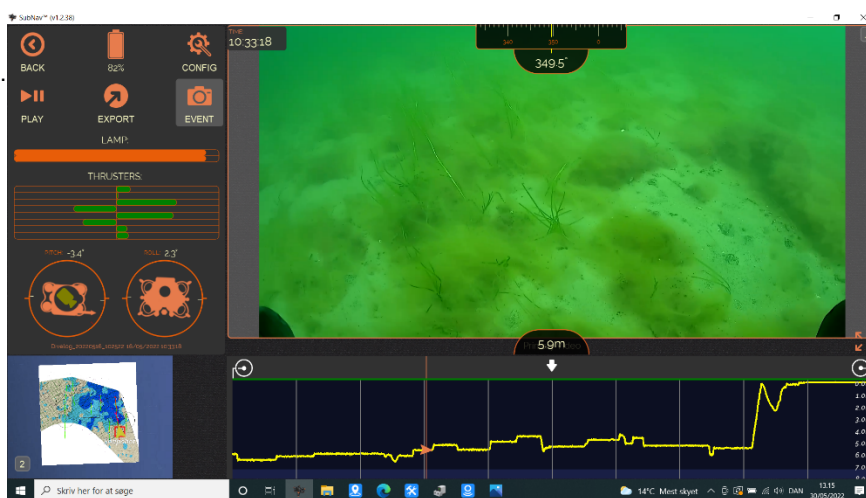
Deltransekt a

Ukendt bund dækket af trådalger med enkelte sukkertang. Det formodes at være enten drivende alger eller en småstenet bund.



Deltransekt b

Sandet bund med 5 % dække af sten der vurderes at være ca. 10-15 cm store. Bunden er dækket med ca. 10 % ålegræs. Stenene er overvokset af trådalgevegetation.



Transekt 2

Transektet er det mest vestlige undersøgte område. Bundtypen var akustisk kortlagt til type 2 og 3 og mest sydligt med et lille område med type 4.

Rov-transektet kunne opdeles i 5 deltransekter. Der var spredte forekomster af større sten på alle deltransekter (tabel 4.4). Ålegræs forekom på alle deltransekter men med relativt høje dækninger på deltransekt b, c og d. Pletter med blåmuslinger var synlige gennem trådalgevegetationen flere steder. Trådalgenes dækning over havbunden var generelt mindre her end på de østlige transekter. Karakteristiske billeder kan ses i tabel 4.5.

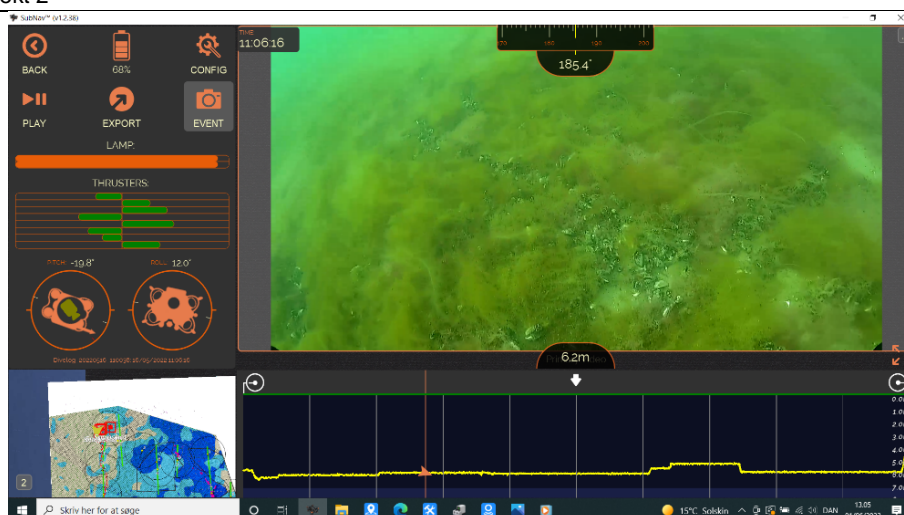
Tabel 4.4. Observerede dækninger i % af synlige større sten, trådalger, sukkertang, ålegræs og blåmuslinger på transekt 2.

Del-transekt	Position		Dækning i % af havbunden					
	Længde	Brede	Større sten	Trådalger	Sukkertang	Ålegræs	Blåmuslinger	Sandorm
a	12°38,193	55°47,316	5	50	0,1	1	40	2
b	12°38,105	55°47,287	2	70	0,1	1-15	20	2
c	12°38,146	55°47,194	10	40	0	5-15	0,1	1
d	12°38,165	55°47,176	2	30	0	1-15	0,1	1
e	12°38,166	55°47,13	5	100	0,1	0-5	1	1
SLUT	12°38,14	55°47,085						

Tabel 4.5. Fotoeksempler fra transekt 2

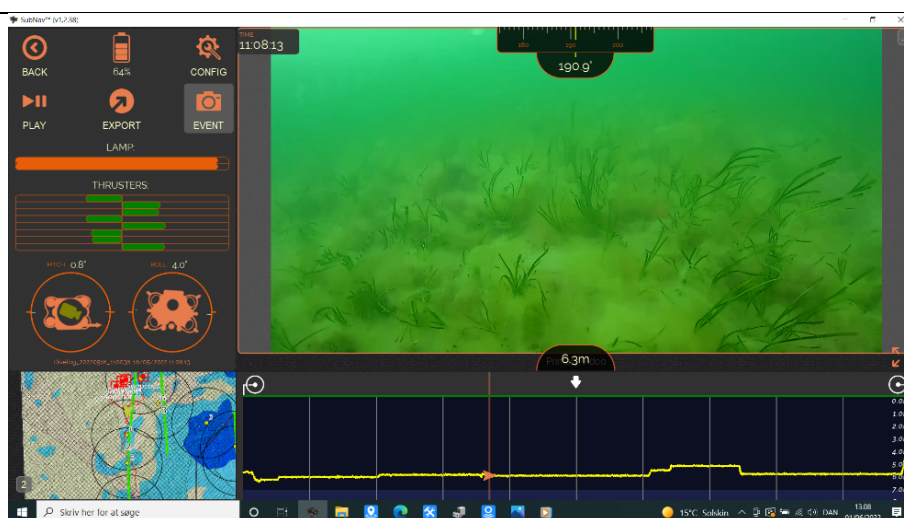
Deltransekt a.

Parti med blåmuslinger og trådalger



Deltransekt b.

Sandet bund med ca. 10 % ålegræs og trådformede alger mellem blomsterplanterne.



Transekt 3

Den sydligste og nordligste del af transektet er akustisk kortlagt til substrattype 3. Mellem de to områder er der et område kortlagt til type 2. Undersøgelsen med ROV kunne kun påvise få procent større sten langs hele transektet (tabel 4.6). Synlige småbanker af blåmuslinger, delvist overvokset af trådalger, var almindelige i det akustisk kortlagte substrattype 2 og det nordlige type 3 område og formodes at være tolket som sten af WSP. Muslingerne er vurderet til gennemsnitligt at dække bunden 15-20 %. Ålegræs forekom over store dele af transektet. Den gennemsnitlige dækning var omkring 2 %, men der forekom mindre områder med både 10 og 15 % dækning. Foto af ålegræs, muslinger og sten fra deltransekter er vist i tabel 4.7.

Tabel 4.6. Observerede dækninger i % af synlige større sten, trådalger, sukkertang, ålegræs og blåmuslinger på transekt 3.

Del-transekt	Position		Dækning i % af havbunden					
	Længde	Brede	Større sten	Trådalger	Sukkertang	Ålegræs	Blåmuslinger	Sandorm
a	12°38,263	55°47,195	2	50	0,1	1-15	15	2
b	12°38,264	55°47,256	2	30	0,1	1-10	20	5
SLUT	12°38,237	55°47,353						

Tabel 4.7. Fotoeksempler fra transekt 3.

Deltransekt a.

En række sten og ålegræs.



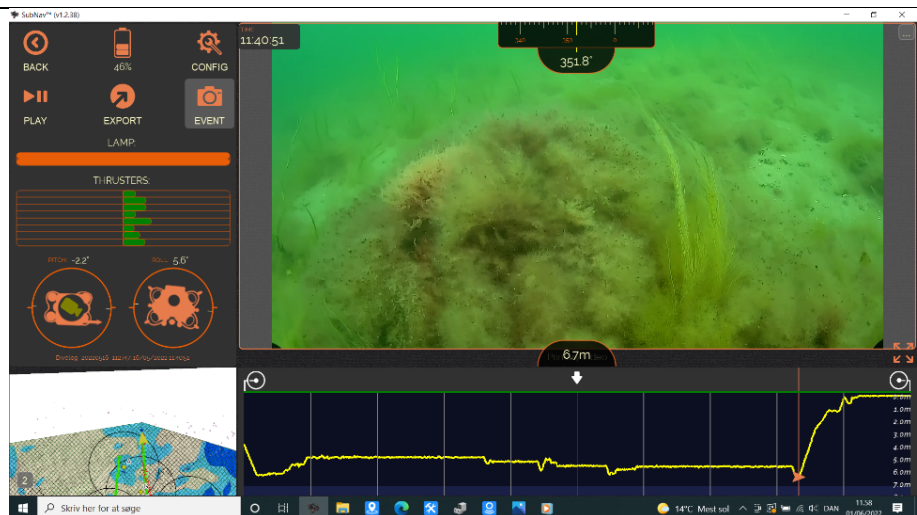
Deltransekt b.

Muslingsesamling der kan være forvekslet med sten i den akustiske kortlægning



Deltransekt b.

Større sten med trådalgevegetation.



Transekt 4

Transekt 4 er lagt i midten af undersøgelsesområdet. ROV-transektet begynder i et mindre område akustisk kortlagt til substrattype 3 i den nordligste del. Herefter følger i det nordlige område substrattype 4, et centralt område kortlagt til substrattype 3 og et mindre sydligt område kortlagt til substrattype 4.

Der blev observeret spredte større sten på 5 af de 6 deltransekter. På deltransekt b var dækningen oppe på ca. 15 % af bunden

Ålegræs blev kun observeret i ganske lille tæthed på deltransekt a og c, mens der var pletter med høj dækning på deltransekt e (tabel 4.8). Større dele af transektet havde en høj dækning af trådalger på bunden. Blåmuslinger var kun sporadisk synlige gennem vegetationstæppet. Det kan ikke udelukkes, at mindre sten eller mere sandsynligt blåmuslinger udgjorde et væsentligt substrat for den store forekomst af trådalger langs transektet. I tabel 4.9 er der vist forskellige billeder fra transektet.

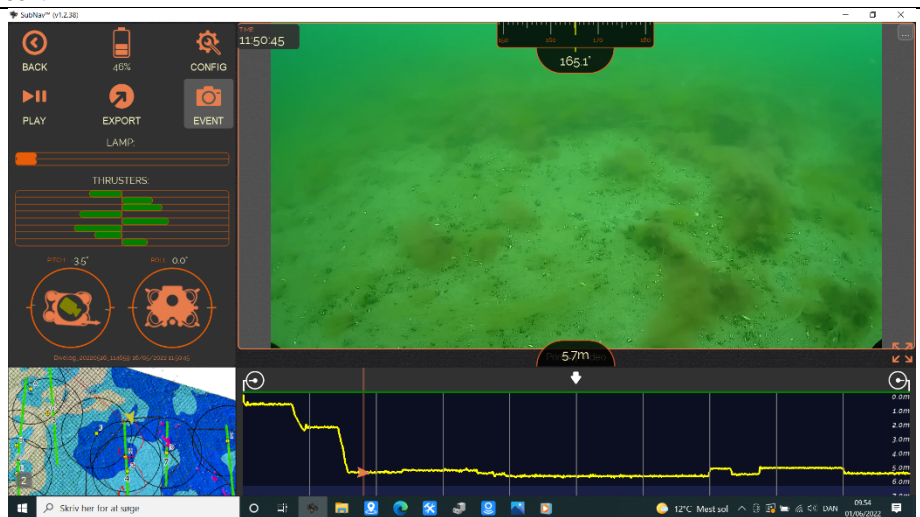
Tabel 4.8. Observerede dækninger i % af synlige større sten, trådalger, sukkertang, ålegræs og blåmuslinger på transekt 4.

Del-transekt	Position		Dækning i % af havbunden					
	Længde	Brede	Større sten	Trådalger	Sukkertang	Ålegræs	Blåmuslinger	Sandorm
a	12°38,443	55°47,264	1	20	0	1	0	2
b	12°38,471	55°47,260	15	90	0	0	10	0
c	12°38,490	55°47,234	5	50	0	0,1	5	0
d	12°38,467	55°47,208	2	70	0,1	0	2	0
e	12°38,466	55°47,194	0	95	0,1	0,1-10	5	0
f	12°38,460	55°47,127	5	70	0,1	0	0	0
SLUT	12°38,474	55°47,100						

Tabel 4.9. Fotoeksempler fra transekt 4.

Deltransekt a.

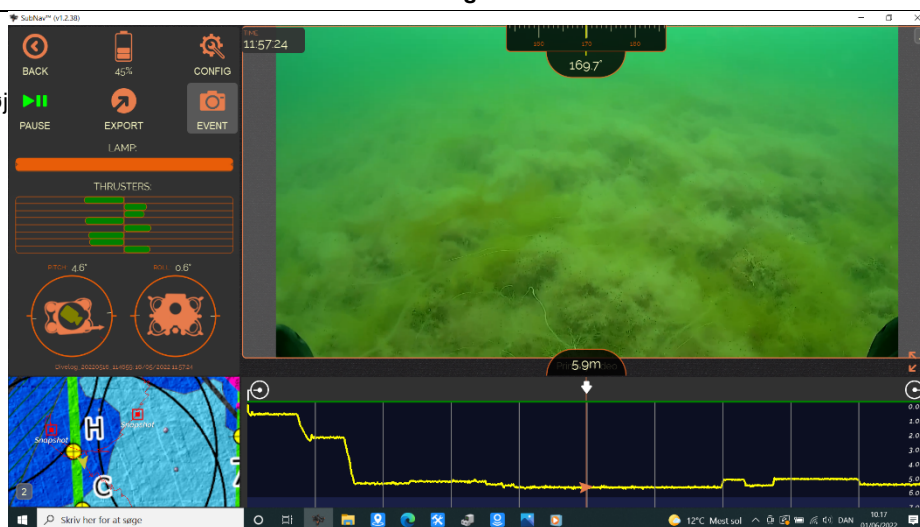
Bundtype kortlagt til type 3. På ROV-transektet blev enkelte spredte sten observeret. Bunden var generelt sandet med mindre mængde trådalger på bunden.



S

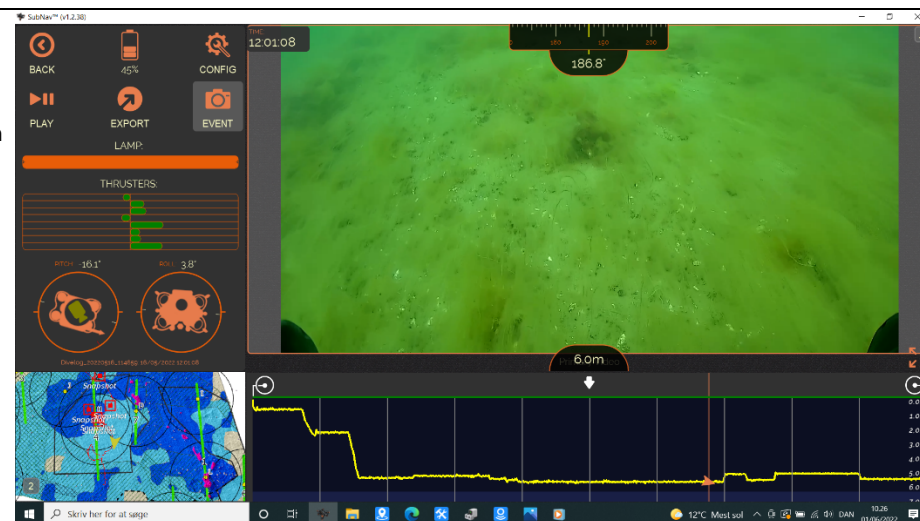
Deltransekt b.

Akustisk kortlagt til substrattype 4. ROV-transektet havde en relativ høj tæthed af sten, som kan ses aftegnet gennem trådalgedækket.



Deltransekt c.

Akustisk kortlagt til substrattype 3. Dele af bunden var dækket af trådformede alger. Større sten blev kun observeret i mindre mængde.



Transekt 5

Transektet starter på en substrattype, der akustisk er kortlagt som type 4. den glider over i en substrattype 3 og herefter er et større område kortlagt som type 2. Vurderingen baseret på ROV-optagelserne var, at der var enkelte større sten på de fleste deltransekter (tabel 4.10). Ålegræs blev fundet med 5-10 % dækning, hvor der akustisk var kortlagt substrattype 4. Ellers optrådte ålegræs kun sparsomt på langt størstedelen af transektet. Sukkertang var sparsom. Det var kun muligt enkelte steder at observere blåmuslinger. De få steder, hvor bunden ikke var dækket af trådalger, var der en del fækallier fra sandorm. Karakteristiske billeder kan ses i tabel 4.11.

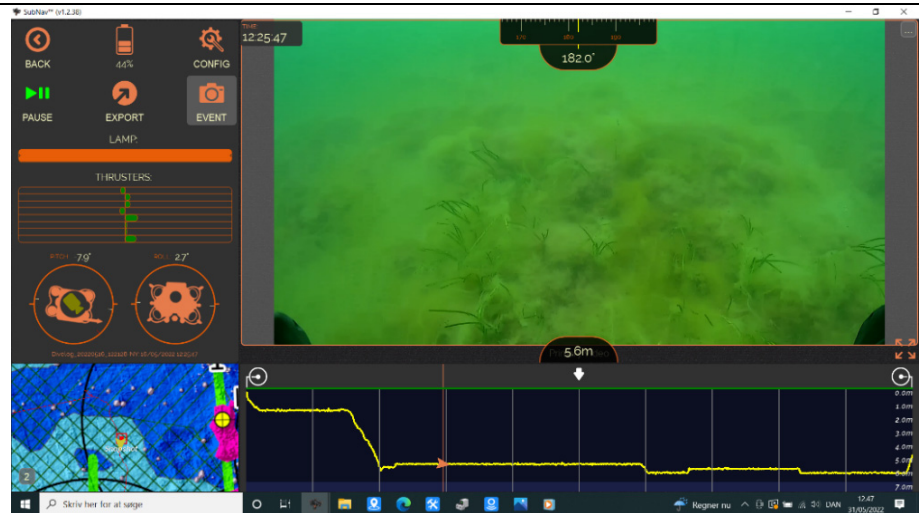
Tabel 4.10. Observerede dækninger i % af synlige større sten, trådalger, suk kertang, ålegræs og blåmuslinger på transekt 5.

Del-transekt	Position		Dækning i % af havbunden					
	Længde	Brede	Større sten	Trådalger	Suk kertang	Ålegræs	Blåmuslinger	Sandorm
a	12°38,660	55°47,120		80	0	5-10	0	1
b	12°38,680	55°47,080		70	0	1	0	0
c	12°38,641	55°47,053	2	40	0,1	2	0	5
d	12°38,661	55°47,018	1	85	0,1	0,1-1	2	0
e	12°38,668	55°46,994	1	90	0	0	0,1	5
SLUT	12°38,64	55°46,96						

Tabel 4.11. Fotoeksempler fra transekt.

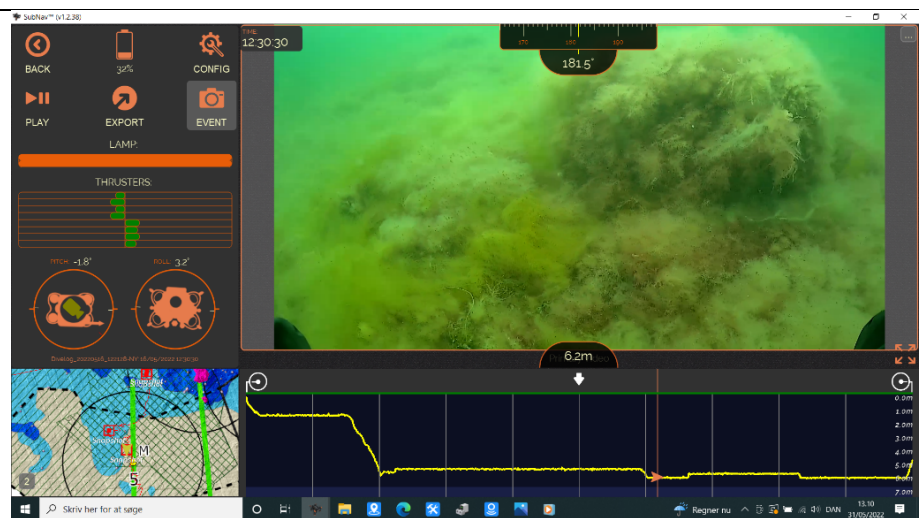
Deltransekt a.

Bund dækket af trådalger og ålegræs. Bundtypen er kortlagt til type 3.



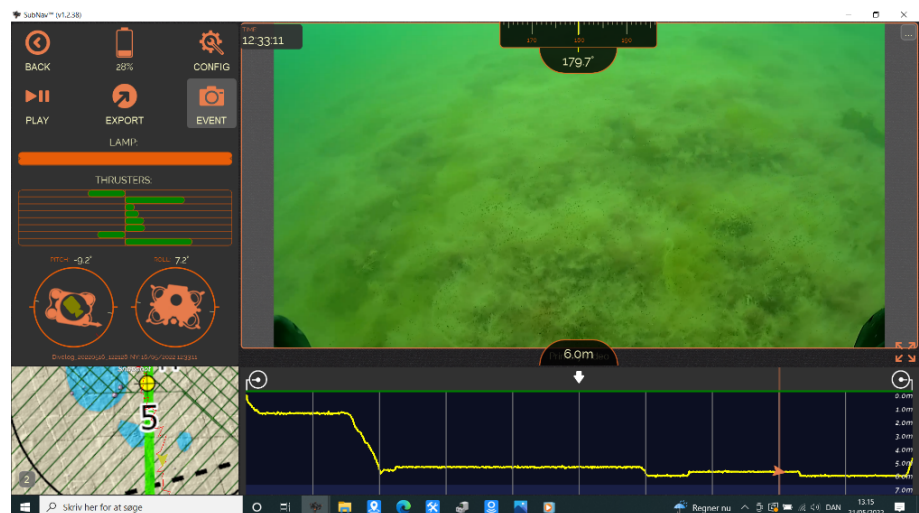
Deltransekt c.

En enkelt større sten på en bund med mindre stendække. Trådalger er helt dominerende som topvegetation.



Deltransekt d.

Bunden helt dækket af trådalger og uden konturer af sten underne-



Transekt 6

Transektet er beliggende i det område i øst, som er udpeget til at have restaureringspotentiale. Bundtypologien er kortlagt som type 2 og 3 i den akustiske undersøgelse. Langs ROV-transektet var der kun ganske få større sten, der var synlige (tabel 4.12).

Trådalger var meget dominerende. Der blev observeret noget, der formodes at være spredte blåmuslinger. Endvidere var der en spredt forekomst af sukkertang. Ålegræs blev ikke observeret på hele transektet. Enkelte mindre sten blev observeret undervejs. To fotos fra transektet kan ses i tabel 4.13.

Tabel 4.12. Observerede dækninger i % af synlige større sten, trådalger, sukkertang, ålegræs og blåmuslinger på transekt 6.

D	Position		Dækning i % af havbunden						
	Øst	Nord	Større	Trådalger	Sukkertang	Ålegræs	Blåmuslinger	Sand	
a	12°38,848	55°47,047	0	70	0,1	0	0	0,1	
b	12°38,834	55°47,068		70	1	0	0,1	0	
c	12°38,831	55°47,075	1	90	1	0	0,1	0	
d	12°38,842	55°47,097	1	80	0	0	0	0	
e	12°38,845	55°47,104		100	0,1	0	1	0	
f	12°38,844	55°47,113		60	1	0	0	0	

SLUT

Tabel 4.13. Fotoeksempler fra transekt 6.

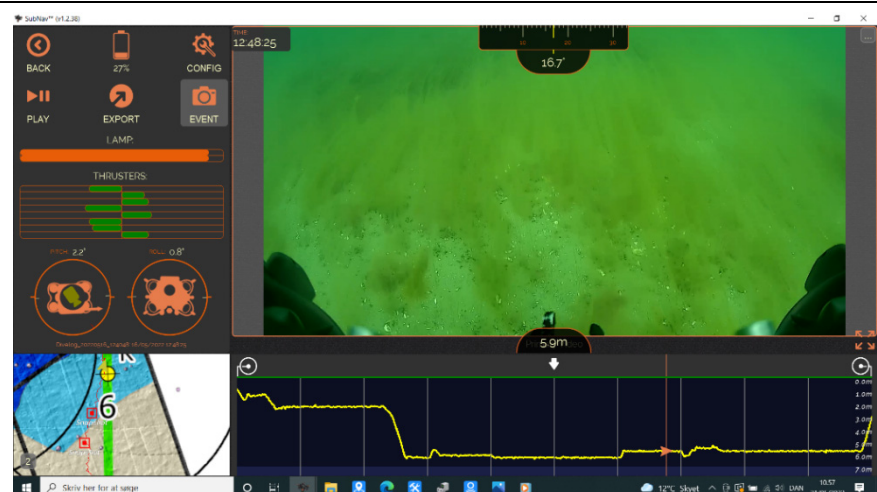
Deltransekt c.

Større flad sten med en overvegetation helt domineret af trådalger. Til venstre for stenen ses en mere sandet bund samt enkelte individer af strengetang (*Corda filum*). Disse arter er karakterarter for ustabil stenet substrat (*Dahl et al, 2001*).



Deltransekt d.

Sandet bund med spredte sten. På billedet ses en høj dækning af individer af strengetang (*Corda filum*).



Transekt 7

Transektet starter på en substrattype, der er akustisk kortlagt som type 4. Transektet glider over i en substrattype 3 og så tilbage til en type 4, der bl.a. indeholder en top kortlagt som stenrev med "relief".

I den sydlige del af ROV-transektet akustisk, som er akustisk kortlagt som substrattype 4 og 3, var det vanskeligt at bestemme stendækket, da der ikke var tydelige aftegninger af sten gennem den meget tætte trådalgevegetation. Der var overensstemmelse med den akustiske kortlægning af substrattype 3 og evalueringen af ROV-billederne og tilsvarende fandt vi meget tætte stenforekomster på den nordlige del af transektet (tabel 4.14). Der synes at være blåmuslinger under i hvert fald en del af vegetationen på den sandede-grusede bund. Dækningen af muslinger, og hvorvidt det er levende muslinger, er vanskelig at afgøre pga. det tætte lag af trådalger, der dækker bunden. Der blev observeret ålegræs på den sydligste halvdel af transektet med dækning mellem 1 og 5 %. Tabel 4.15 viser nogle karakteristiske billeder fra transektet.

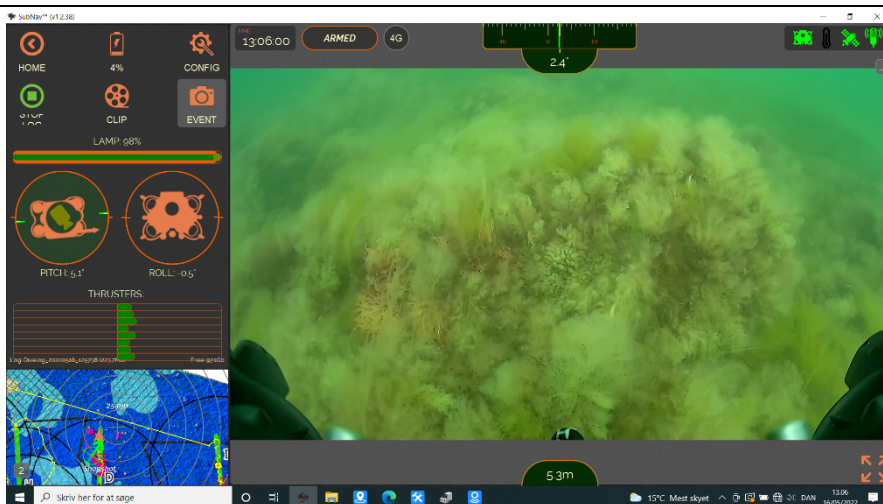
Tabel 4.14. Observerede dækninger i % af synlige større sten, trådalger, sukkertang, ålegræs og blåmuslinger på transekt 7.

Del-transekt	Position		Dækning i % af havbunden					
	Længde	Brede	Større sten	Trådalger	Sukkertang	Ålegræs	Blåmuslinger	Sandorm
a	12°38,559	55°47,179		80	0,1	1	5	0
b	12°38,559	55°47,200	15	60	0	5	?	0
c	12°38,558	55°47,218	100	100	0	0	0	0
d	12°38,556	55°47,235	10	85	0,1	0	5	2
SLUT	12°38,559	55°47,268						

Tabel 4.15. Fotoeksempler fra transekt 7.

Deltransekt c.

Akustisk kortlagt som substrattype 4 og stenrev med relief. Her fandtes store sten med en høj tæthed og revet rejste sig ca. 1 meter over den omgivende havbund.



Deltransekt d.

Grupper af blåmuslinger eller skaller af blåmuslinger på sedimentbunden kan ses bag de trådformede *Corda filum* eller *Halosiphon tomentosus* alger.



Transekt R1

Forholdene var relativt ens langs det undersøgte transekt. Ålegræs forekom med en dækning, der varierede mellem 1 og 10 % af bunden (tabel 4.16). Trådalger var mere sparsomme end det, der var observeret på andre transekter, men dækkede dog ca. 50 % af bunden. Synlige blåmuslinger dækkede ca. 20 % af bunden.

Transekt R2

Transekten kunne opdeles i to deltransekter. Den ene havde ca. 5 % dækning af ålegræs og trådalger dækkede bare 25 % af bunden (tabel 4.16). På det andet deltransekt blev der observeret enkelte større sten, flere trådalger og ingen ålegræs. Blåmuslinger var ikke tydelige gennem trådalgevegetationen på hele transekten.

Transekt R3

Langs hele dette transekt blev der observeret en hel del blåmuslinger på trods af trådalger (tabel 4.16). Der var et ganske lille område med en høj ålegræs-dækning på 10 %. Ellers var ålegræs manglende eller med lav dækning. Der var dækning af ca. 5 % større sten i den ene ende af transekten.

Transekt R4

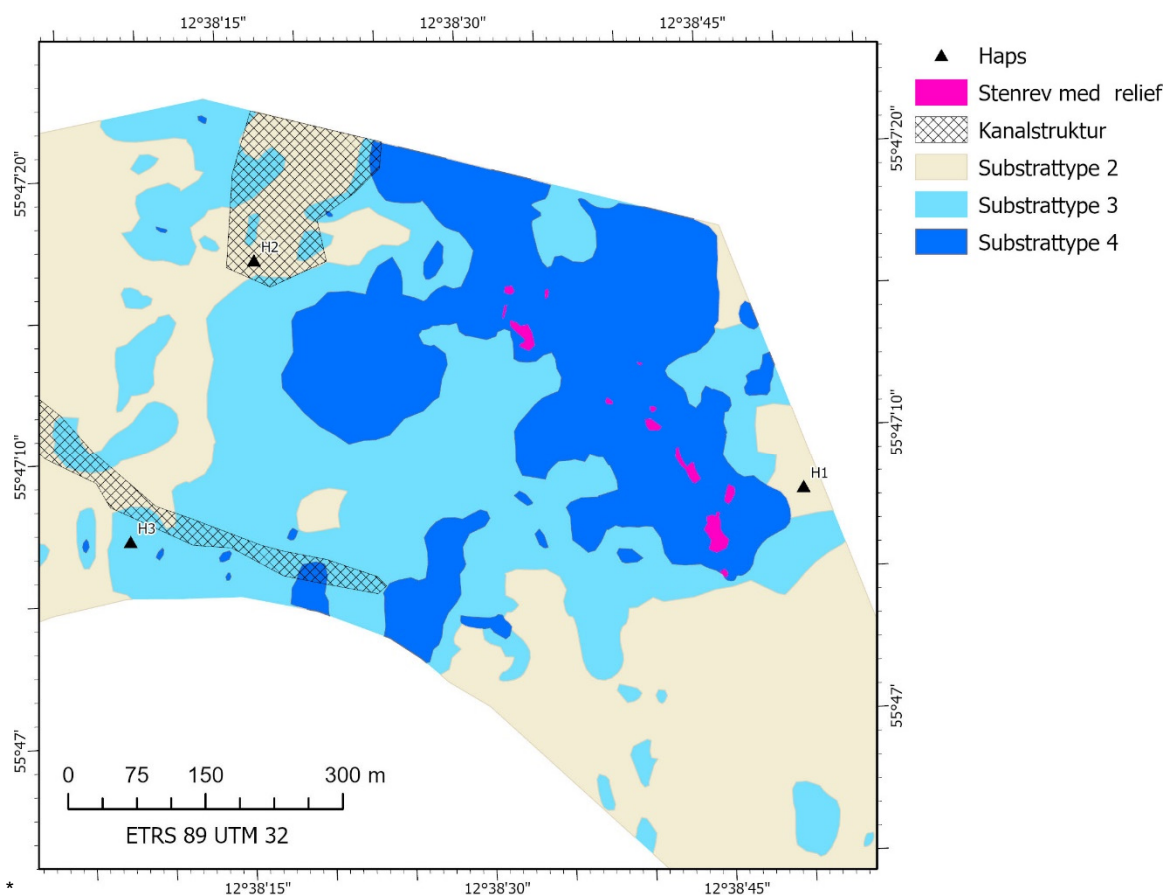
Sten forekom meget sporadisk på transektet (tabel 4.16). Mængden af trådalger var meget høj på det første deltransekt og det så ud til at være forbundet med større forekomster af blåmuslinger, som dog var svære at se.

Table 4.16. Observerede dækninger i % af synlige større sten, trådalger, sukkertang, ålegræs og blåmuslinger på de 4 supplerende transekter og deres deltransekter.

Transekt	Del-transekt	Position		Dækning i % af havbunden					
		Længde	Brede	Større sten	Trådalger	Sukkertang	Ålegræs	Blåmuslinger	Sandorm
R2	a	12°38,75	55°47,22		25		5		
	b	12°38,73	55°47,23	2	70		1		
	SLUT	12°38,72	55°47,26						
R4	a	12°38,83	55°47,17		90			?	80
	b	12°38,81	55°47,17	0,1	40				
	SLUT	12°38,73	55°47,17						
R-3 (NY)	a	12°38,64	55°47,14		80				40
	b	12°38,64	55°47,15		75		10		
	c	12°38,64	55°47,15	5	90		2		40
	SLUT	12°38,64	55°47,19						
R1 Ny	a	12°38,30	55°47,19		50		1-10		20
	SLUT	12°38,23	55°47,19						

5 Bundprøveundersøgelse

Der blev taget 8 Haps-prøver i området fordelt på tre stationer, der er vist i figur 5.1. Stationerne blev udvalgt på baggrund af den indledende transektundersøgelse for at sikre, at der var en substrattype, som Haps-bundhenteren kunne forventes at fungere i (tabel 5.1). Haps-bundhenteren var forsynet med en vibrator, som muliggjorde en anvendelse også på en grovere substrattype med mindre sten.



Figur 5.1. Haps-stationer ved Taarbæk Rev H1, H2 og H3.

Tabel 5.1. Haps-stationer i relation til ROV-transekter og med position og antal prøver.

Station	Sammenfald med ROV	Position		Antal prøver
H1	Transekt 6 deltrans a	55°47,138	12°38,841	3
H2	Transekt 3 deltrans a	55°47,230	12°38,258	2
H3	Transekt 2 deltrans d	55°47,134	12°38,167	3

Prøverne er endnu ikke oparbejdet, men sigteresten (materiale over 1mm) er vist i appendiks 1 for at give en meget overordnet beskrivelse af substratsammensætningen.

Her kan det ses, at sedimentet, ud over det bortsigtede finere materiale (<1mm), består af groft grus, skaller og mindre sten de steder, hvor Haps'en rent faktisk kunne tage en prøve.

6 Samlet evaluering af den akustiske kortlægning og undersøgelserne med ROV, dykker og Haps.

Den akustiske kortlægning peger på større områder med substrattype 3 og 4 og med type 2 dominerende mod vest og sydøst. Mindre dele af substrattype 4 var fremhævet som stenrev med "relief", dvs. tætte stenforekomster der hævede sig over havbunden med mulighed for huledannelse. ROV-undersøgelserne var ikke i stand til at eftervise den samme stentæthed i størsteparten af området. Der var generelt færre sten i både det, der var kortlagt substrattype 2, 3 og 4. Der var dog stor overensstemmelse de områder, hvor der var kortlagt tætte stenforekomster med relief. Dykkerundersøgelserne bekræftede vurderingen baseret på ROV-undersøgelserne af, at der de fleste steder var tale om en begrænset dækning af sten i forhold til de akustisk kortlagte substrattyper.

Dykkerundersøgelserne dokumenterede desuden, at blåmuslinger var meget hyppige på alle undersøgte stationer. Det er derfor en rimelig antagelse, at blåmuslingebanker i stor udstrækning er fejltolket som forekomst af banker af mindre sten i WSP's rapport. Haps-prøverne viser imidlertid, at der er småsten i sedimentet. Småstenene ligger sandsynligvis også i overfladen og kan sammen med blåmuslinger udgøre en del af substratet for de store trådalgeforekomster.

En genvurdering af ROV-optagelserne efter dykkerobservationerne indikerede også blåmuslinger på mange deltransekter på trods af den tætte overvoksning af muslinger med trådalger.

Den akustiske kortlægning havde kategoriseret områder i tre klasser mht. vegetationsdækning (meget, lidt og ingen vegetation, se figur 4.1). ROV- og dykkerundersøgelserne fandt omfattende forekomster af trådalger på både sten og blåmuslinger samt større områder, hvor der også voksede ålegræs. Der er ikke god overensstemmelse mellem den akustiske kortlægning af vegetationstætheder og resultaterne fra ROV- og dykkerundersøgelserne. Forskellen kan skyldes, at algerne har haft betydelig længere væksttid frem til de visuelle undersøgelser og trådalger og særligt strengetang (*Corda filum*) er kendt for hurtig vækst.

7 Vurdering af bundens egnethed for restaurering på ROV-transekter og dykkerstationer

7.1 Kriterier for evaluering

For at afgrænse og prioritere DCE's forslag til specifikke områder for naturgenopretning ved Taarbæk Rev, er der i forbindelse med denne rapportering opstillet en række evalueringskriterier for de tre nøgleparametre sten-, ålegræs- og blåmuslinge-dækning. Disse kriterier er anvendt på de indhentede ROV- og dykker-data.

Kriterier for stenforekomster

Forekomsten af sten i form af dækning på bunden spiller af indlysende grunde en vigtig rolle.

Er der mere end 25 % sten anser DCE området som "Mindre egnet", da man må antage, at der vil ske skader på eksisterende biologiske hårbundssamfund ved udlægning af flere sten.

Er dækningen større end 50 % vurderes området "Helt uegnet". Det skyldes, at DCE vurderer, at med en høj stendækning er det vigtigt at bevare de eksisterende stenforekomster og deres biologiske samfund intakte som evt. doner-områder for nye sten i området samt som reference-område for restaureringsprojektet.

Det mest optimale er stendækninger mellem 2 og 10 % ("Meget egnet"). Med en sådan moderat stendækning er der en stor sandsynlighed for, at der tidligere kan have været stenrev, at bunden kan bære og skader på eksisterende hårbundsamfund vil være begrænset.

Bunden vurderes at være "Egnet", hvis stendækningen er mellem 10 og 25 %. Nogle skader må accepteres på eksisterende sten, men bunden forventes at kunne bære yderligere sten. Bunden vurderes også at være egnet, hvis stendækningen er meget sporadisk mellem 0 og 2 %. Det er grundlæggende tvivlsomt, om der tidligere har været et rev med så lav en dækning af sten og der kan være større usikkerhed, om hvorvidt bunden kan bære. Skaderne på eksisterende samfund vil være minimale.

Kriterier for ålegræs

I henhold til Vandrammedirektivet, er det en målsætning at øge udbredelsen af ålegræs-forekomster i mange farvandsområder. Fjernelse af sten på en lokalitet kan føre til, at habitatet for ålegræs bliver bedre med mere tilgængelig sandbund. Det kan teoretisk set også være sket på Taarbæk Rev, hvor ålegræs i nogle områder vokser side om side med de eksisterende sten. Vi ved imidlertid fra NOVANA-undersøgelser og videotransekter (Lomholt et al. 2015), at ålegræs vokser mange steder i det centrale Øresund. Da der er fokus på at genskabe stenrev i Øresund, er det DCE's forslag, at det kan ske på bekostning af ålegræs, men at man bør bestrebe sig på at minimere skaderne. Vi har derfor anvendt følgende kriterier:

Hvis en lokalitet har <1 % dækning af ålegræs på bunden vurderes den "Meget egnet". Er dækningen mellem 1 og op til 5 % vurderes den "Egnet". En dækning på 5 % og op til 10 % er kategoriseret som "mindre egnet" og 10 % dækning og derover vurderes som "Uegnet".

Kriterier for blåmuslinger

Forekomst af blåmuslinger er den sidste variable. Blåmuslinger forekommer mange steder i Øresund i større og mindre banker (Lomholt et al. 2015), hvor de former biogene revstrukturer. En grund til at blåmuslinger trives i Øresund er sandsynligvis, at predation af søstjerne er stærkt reduceret. Søstjerner trives ikke ved den lave saltholdighed. Ved undersøgelsen blev der observeret blåmuslinger både på sten og på bunden på samtlige 12 dyk. Man må derfor formode, at selv om udlægning af sten kan føre til tab af blåmuslinger, der ligger på bunden, så vil bestanden sandsynligvis hurtigt retablere sig på stenene med deres korte generationstid. At sidde oppe på en sten må også formodes at være bedre for muslingerne, da det observerede tætte lag af trådalger over muslingerne på bunden må medføre et betydeligt tab af fødeindtag og kan føre til iltvindsproblemer.

Generelt var det vanskeligt med ROV-undersøgelsen at vurdere blåmuslingernes dækning på bunden pga. trådalger, der voksede på muslingerne.

DCE har ikke tillagt muslinger stor vægt i vurderingen, men blot skelnet mellem "Meget egnet", hvis der var under 75 % dækning og "Egnet", hvis der var mere.

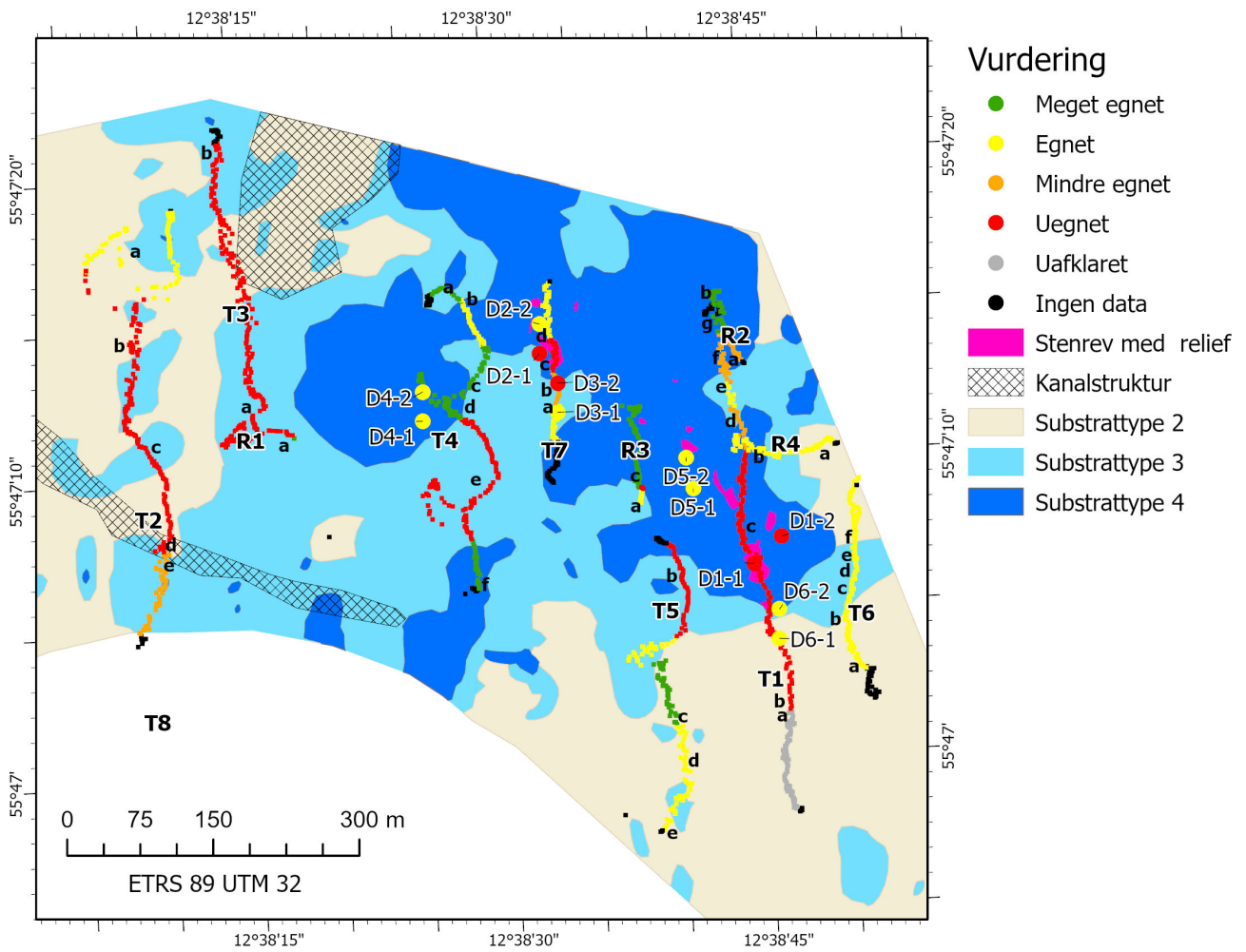
Tabel 7.1 summerer kriterierne for de tre variable.

Table 7.1.

Variable	Meget egnet	Egnet	Mindre egnet	Uegnet	Uafklaret
Dækningsprocent af store synlige sten	2-<10%	0-2% og 10-<25%	25-<50%	50-100%	
Dækningsprocent af ålegræs	0-1%	1-<5%	5-<10%	>/=10%	
Dækningsprocent af blåmuslinger	<75%	75-100%			

7.2 Evaluering af bundens egnethed

På baggrund af de opstillede kriterier er ROV-transekterne og dykkerstationerne vurderet mht. egnethed for udlægning af nye sten i forbindelse med restaureringsprojektet (figur 7.1).



Figur 7.1. Vurdering af egnethed ud fra ROV- og dykkerobservationer. Baggrundskortet er WSP's akustiske tolkning af substrattyper med en særlig angivelse af tætte stenforekomster (stenrev med relief) (WSP, 2022). DCE's undersøgelse peger på at den kortlagte hårbund i høj grad består af muslinger. Baggrundskortet indeholder også en signatur for kanalstrukturer der af WSP er tolket som områder der er mindre egnet for stenrevs restaurering.

8 Forslag til arealer for genopretning af stenrev

På baggrund af de opstillede kriterier og evalueringen af ROV- og dykkerobservationerne sammen med den akustiske kortlægning af store sten og ikke mindst tætte stenforekomster vil DCE pege på 8 potentielle restaureringsområder, som kan ses i figur 8.1.

Det bærende element i forslaget er, at sikre et sammenhængende revområde bestående af både eksisterende stenforekomster og nye revelementer og med mindst mulig effekt på Taarbæk Revs ålegræsforekomster.

Det kan ske ved at:

1. forbinde de eksisterende kortlagte tætte stenforekomster (stenrev med relief) med udlægning af nye sten. (områderne 1, 2, 3 og 4). En restaurering af disse områder vil være til gavn for faktorer som "resilience og connectivity", begreber der også anvendes i forbindelse med forslag til udpegninger af MPA-områder i danske farvande (*Göke et al, 2019*)
2. tilføje nye områder, der grænser op til områder med relief (områderne 5, 6 og 8 til gavn for "resilience")
3. tilføje et område alene sammenhængende med et andet restaureret område (område 7).

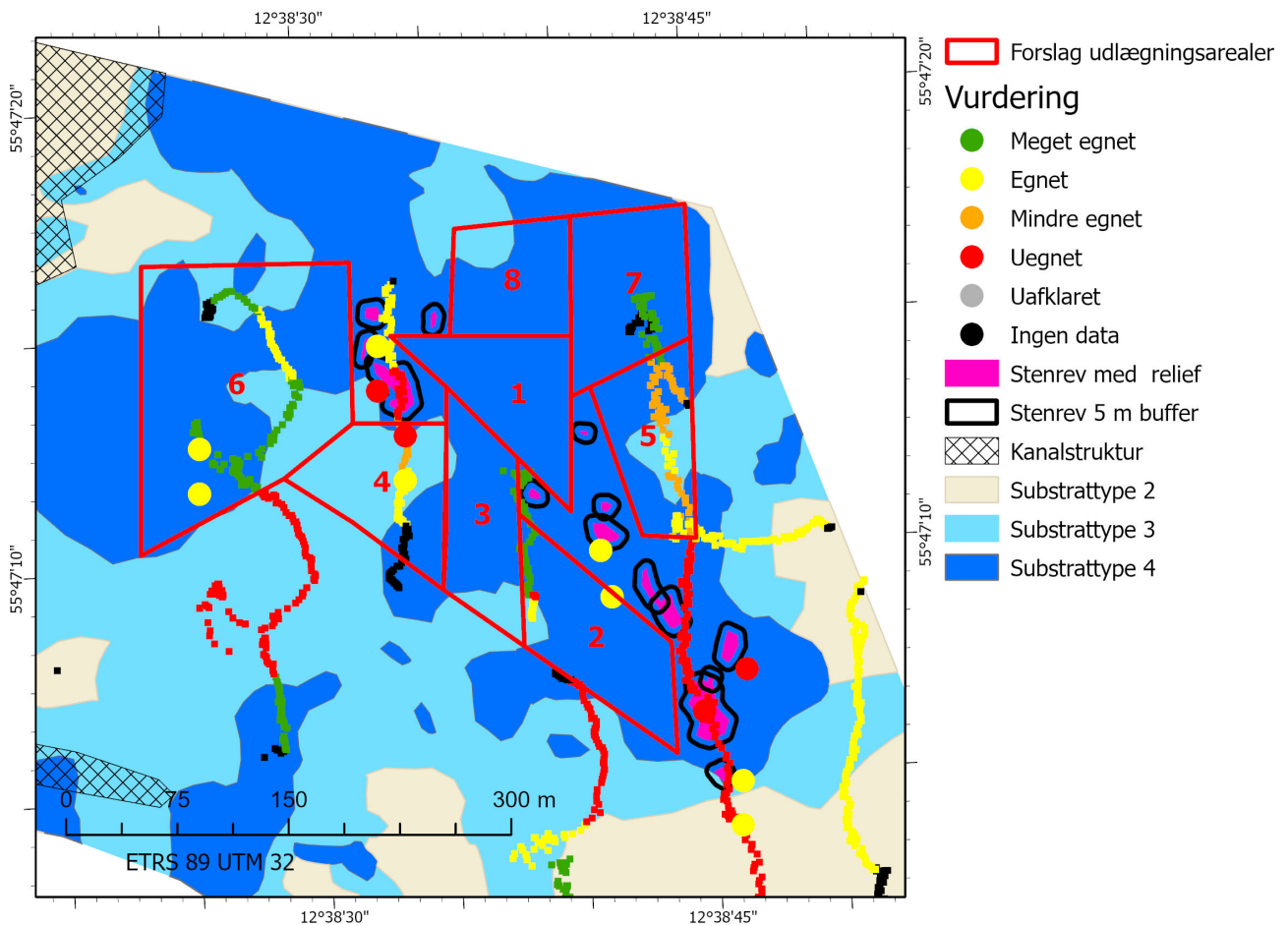
Bag forslaget ligger en række antagelser. For det første at den forståelse, der er opnået med de visuelle undersøgelser, er repræsentativ også for de områder, der ikke er undersøgt. Det vil først og fremmest sige, at blåmuslinger frem for mindre sten udgør hovedparten af det hårde substrat på revområdet i dag.

Det antages også, at bunden kan bære udlægning af nye sten. Historisk har der været flere sten i området og de bundprøver, vi har taget, har en blandet substratsammensætning i hvert fald i overfladen. Endvidere er de af WSP kortlagte "kanalstrukturer" undgået under antagelse af, at der er tale om senere aflejringer af sedimenteret materiale og ikke direkte blandede moræneaflejringer.

For at udgå skader på de kortlagte tætte stensamlinger ved udlægning af nye sten antages, at en sikkerhedsmargin på 5 meter er nødvendig. Den margin kan justeres efter råd fra den valgte entreprenør.

Et kort over de foreslåede områder uden informationer fra transekt- og dykkerundersøgelser kan ses i appendiks 2.

De foreslåede 8 områder er fra DCE's side prioriteret efter nummerorden. Arealerne fremgår af tabel 8.1.



Figur 8.1. Forslag til 8 områder til udlægning af sten med vurdering på transekter og dykkerstationer. Områderne holder som minimum en afstand på 5 m fra kortlagte stenrev med relief (indtegnet som buffer på kortet). Baggrundskortet er WSP's akustiske tolkning af substrattyper med en særlig angivelse af tætte stenforekomster (stenrev med relief) (WSP, 2022). DCE's undersøgelse peger på, at den kortlagte hårbund i høj grad består af muslinger. Baggrundskortet indeholder også en signatur for kanalstrukturer der af WSP er tolket som områder der er mindre egnet for stenrevs restaurering.

Tabel 8.1. Arealer af de 8 foreslåede områder for restaurering af stenrev

Område	Areal I m ²
1	7042
2	8101
3	6571
4	7113
5	6380
6	22029
7	8339
8	6096
Samlet	71672

9 Referencer

Dahl, K., Hansen, J., Helmig, S., Nielsen, R. & Larsen, H.S. 2001: Naturkvalitet på stenrev - Hvilke indikatorer kan vi bruge? Danmarks Miljøundersøgelser. 130 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 352.

Dahl, K. & Göke, C. 2021. Naturgenopretning af stenrev i Øresundsregionen – en identifikation af mulige lokaliteter. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 28 s. - Teknisk rapport nr. 200 <http://dce2.au.dk/pub/TR200.pdf>

Dahl, K & Lundsteen, S. 2018: Makroalger og hårbundsfauna på sten- og boblerev Teknisk anvisning TA nr.: M14 DCE, Aarhus Universitet. https://ecos.au.dk/fileadmin/ecos/Fagdatacentre/Marin/TA_M14_Makroalger_og_bundfauna_paa_sten-og_boblerev_ver1.pdfAppendiks.

Göke, C., Christensen, A., Tonetta, D., Petersen, I.K., Olsen, O., Dahl, K. og Sveegaard, S. 2019. Identifikation af mulige beskyttede havområder i Nordsøen, Skagerrak og Østersøen omkring Bornholm. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 78 s. - Videnskabelig rapport nr. 362. <http://dce2.au.dk/pub/SR362.pdf>

Lomholt, S., Riemann, B., Dahl, K., Pedersen, N.N., Leth, J.O., Göke, C., Rasmussen, M.B., Skar, S., & Andersen O.G.O. (2015) Marin råstofkortlægning og miljøundersøgelser i Øresund 2014 - Undersøgelse af 3 udvalgte områder i Øresund og 3 indvindingsområder: Lappegrund, Nivå Flak og Skovshoved - Danmarks og Grønlands geologiske undersøgelse rapport 2015/20.

WSP. 2022: Geologisk undersøgelse med henblik på reetablering af stenrev ved Taarbæk Rev. projekt nr.: 3672100232. Miljøstyrelsen.

Appendiks 1: Sigterest fra Haps-prøver efter sigtning med 1mm sigte



H1-1 prøve



H1-2 prøve



H1-3 prøve



H2-1 prøve



H2-2 prøve

Fortsættes næste side



H3-1 prøve



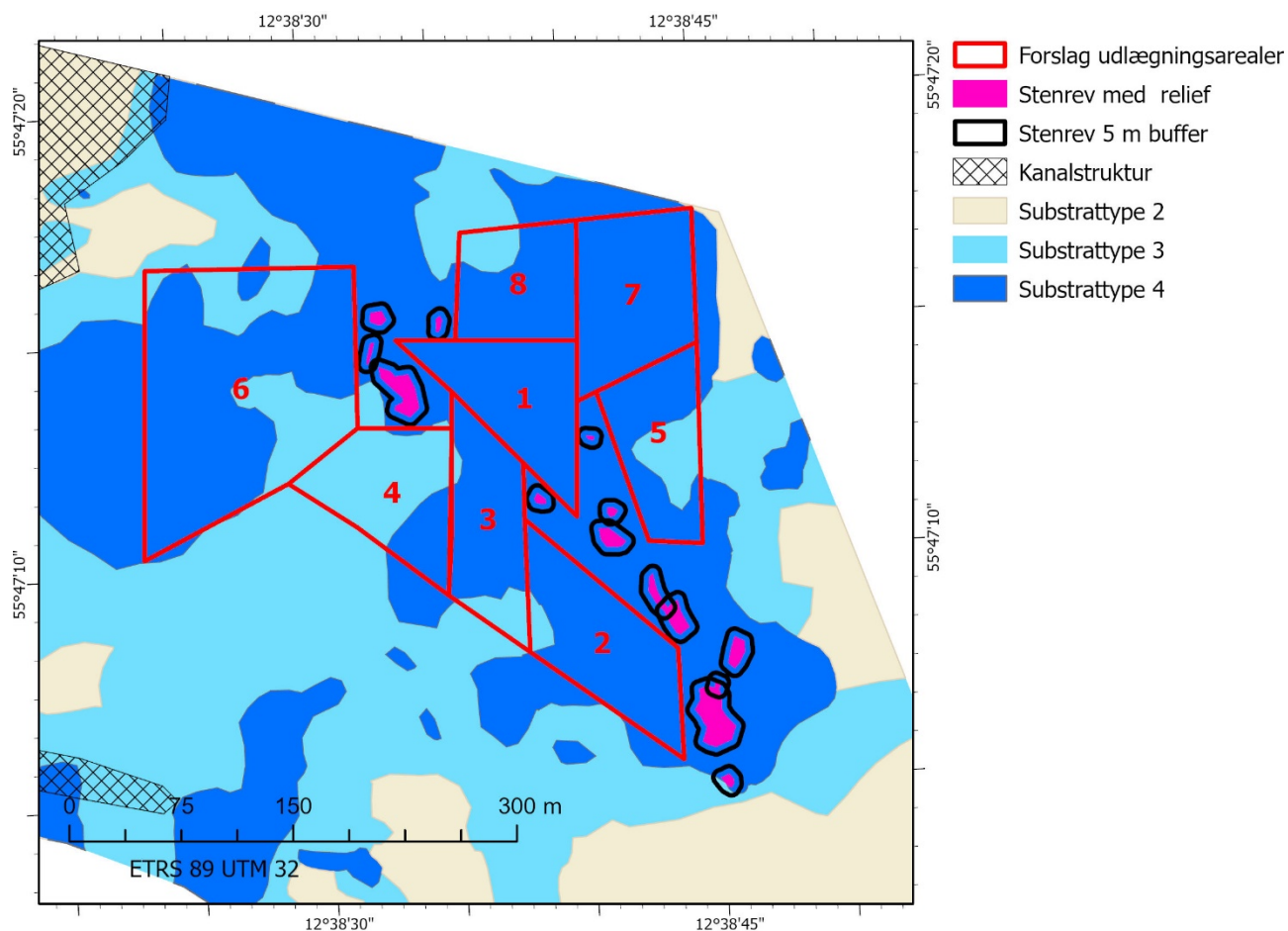
H3-2 prøve



H3-3 prøve

Appendiks 2: Forslag til 8 områder til udlægning af sten

Områderne holder som minimum en afstand på 5m fra kortlagte stenrev med relief (indtegnet som buffer i kortet).



Baggrundskortet er WSP's akustiske tolkning af substrattyper med en særlig angivelse af tætte stenforekomster (stenrev med relief) (WSP, 2022). DCE's undersøgelse peger på at den kortlagte hårbund i høj grad består af muslinger. Baggrundskortet indeholder også en signatur for kanalstrukturer der af WSP er tolket som områder der er mindre egnede for stenrevs restaurering.

BIOLOGISKE UNDERSØGELSER PÅ TAARBÆK REV

Rapporten omfatter en visuel verifikation af en akustisk kortlægning af Taarbæk Rev, der ønskes restaureret. Rapporten når den konklusion, at den oprindelige tolkning af større stenforekomster består af blåmuslinger. Rapporten beskriver den biologiske baseline for området forud for en restaurering og foreslår 8 konkrete områder for udlægning af sten.