



REETABLERING AF STENREV PÅ TAARBÆK REV

Teknisk rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 256

2022



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

REETABLERING AF STENREV PÅ TAARBÆK REV

Teknisk rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 256

2022

Cordula Göke
Karsten Dahl

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. 256
Kategori:	Rådgivningsrapporter
Titel:	Reetablering af stenrev på Taarbæk Rev
Forfattere:	Cordula Göke og Karsten Dahl
Institution:	Institut for Ecoscience
Udgiver:	Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi ©
URL:	http://dce.au.dk
Udgivelsesår:	November 2022
Redaktion afsluttet:	November 2022
Faglig kommentering:	Jesper Philip Aagaard Christensen
Kvalitetssikring, DCE:	Anja Skjoldborg Hansen
Sproglig kvalitetssikring:	Charlotte Hviid
Ekstern kommentering:	Miljøstyrelsen. Kommentarerne findes her: http://dce2.au.dk/pub/komm/TR256_komm.pdf
Finansiel støtte:	Miljøstyrelsen
Bedes citeret:	Göke, C. og Dahl, K. 2022. Reetablering af stenrev på Taarbæk Rev. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 22 s. - Teknisk rapport nr. 256 http://dce2.au.dk/pub/TR256.pdf
	Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse.
Sammenfatning:	Rapporten omhandler en detailplan for etablering af stenrev ved Taarbæk Rev. Planen er opdelt i delområder for at sikre en fleksibel løsningsmodel afhængig af tilgængelige ressourcer.
Emneord:	Taarbæk rev, restaurering, naturgenopretning
Layout:	Grafisk Værksted
Foto forside:	Makroalger på Taarbæk Rev. Foto Karsten Dahl
ISBN:	978-87-7156-722-9
ISSN (elektronisk):	2244-999X
Sideantal:	22
Internetversion:	Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) som http://dce2.au.dk/pub/TR256.pdf
Supplerende oplysninger:	Miljøstyrelsen har været inddraget undervejs i projektarbejdet og godkendt det grundlæggende design og truffet beslutninger omkring stenmængden Den 10. juli 2023 er værdien i tabel 6.1 for delområde A1 korrigeret til den rette værdi på 12.790 t.

Indhold

Forord	5
Sammenfatning	6
Summary	7
1 Projektets baggrund	8
2 Projektets formål og afgrænsning	9
3 Menneskelige aktiviteter omkring Taarbæk Rev	10
4 Overordnet princip for genopretning af stenrevet	12
5 Detaljeret udlægningsplan (dimensionering)	14
5.1 Inddeling af delområder	14
5.2 Prioritering af delområder	16
5.3 Stenstørrelser	16
5.4 Etablering af toppe med sten i flere lag	16
5.5 Bufferzoner	18
5.6 Udlægning af generelt stendække i delområderne	18
6 Estimer af stenmængder	20
7 Øvrige oplysninger	21
7.1 Etablering af undersøisk lagerområde	21
7.2 Præcision på udlægningerne	21
7.3 Valg af stentyper	21
8 Referencer	22

Forord

Denne tekniske rapport beskriver detaljeret, hvorledes sten skal udlægges ved Taarbæk Rev.

Rapporten er udarbejdet på baggrund af en konkret opgavebeskrivelse udfærdiget af Miljøstyrelsen. Opgavebeskrivelsen blev drøftet på et møde ved projektets start, hvor det også blev aftalt, at DCE kunne komme med et alternativt forslag til udformning af særligt lavvandede toppe på revet.

Der var krav om, at opgaveløsningen skal omfatte geografiske koordinater på de væsentligste arbejdsområder samt estimer på, hvor mange sten i antal, rumfang og vægt, der skal lægges ud. Beskrivelsen understøttes af udarbejdede shapefiler, der viser den arealmæssige placering af revene.

Undervejs i projektet blev et ønske fra MST om et mere fleksibelt og arealmæssigt større udlægningsområde indarbejdet. Den mere fleksible løsning imødekom et ønske om at kunne fortsætte restaureringen ad flere omgange, hvis der skulle vise sig muligheder.

Der er tale om estimer af udlægningsmængder, da tætheden og højden på de udlagte strukturer kan variere, afhængig af de sten der kan fremskaffes til løsning af opgaven.

Området er inddelt i prioriterede delområder, således at en variabel stenmængde fra 10.000 m³ til 25.000 m³ kan blive brugt.

Sammenfatning

Rapporten beskriver en detaljeret udlægningsplan for restaurering af stenrev ved Taarbæk rev. Området er på i alt 93 ha.

Planen omfatter en prioritering af 17 delområder, som kan genoprettes med varierende stendække og enkelte stentoppe.

Gennemføres genopretningen i alle delområder vil Taarbæk rev samlet set blive tilført ca. 34 ha med hårdt substrat. Den samlede stenvægt er estimeret til ca. 39.000 tons.

Summary

The report describes a detailed layout plan for the restoration of stone reefs at Taarbæk reef. The area is a total of 93 ha.

The plan includes a prioritization of 17 sub-areas which can be restored with varying stone cover and individual stone peaks.

If the restoration is carried out in all sub-areas, Taarbæk reef will be supplied with approx. 34 ha with hard substrate. The total stone weight is estimated at approx. 39,000 tons.

1 Projektets baggrund

Det er politisk besluttet at Taarbæk rev skal naturgenoprettes, således at en del af revet reetableres, med henblik på at skabe rammerne for øget biodiversitet på og omkring revet. Genopretningen sker med midler fra Natur og Biodiversitetspakken.

Taarbæk rev blev udvalgt på baggrund af en screeningsanalyse for mulige naturgenopretningslokaliteter i Øresundsregionen (Dahl og Göke 2021). Screeningsanalysen pegede på, at Taarbæk rev med stor sandsynlighed havde været udsat for stenfiskeri, idet vanddybden på historiske kortlagte toppe med stenangivelse er reduceret.

Efterfølgende er der gennemført akustiske undersøgelser på et udpeget delområde af Taarbæk Rev (WSP 2022). Undersøgelsen har kortlagt forekomster af større sten samt en detaljeret batymetri for området. WSP pegede på enkelte områder med tætte stenforekomster (omtalt som områder med relief). WSP kortlagde også vegetationstætheder ud fra akustiske signaler, men uden at gennemføre en visuel verifikation som ellers er en normal procedure ved naturtype kortlægning.

I foråret 2022 udførte DCE, Aarhus Universitet, en grundig Habitat og biodiversitets undersøgelse inden for det udpegede område (Dahl et al, 2022). Undersøgelsen påviste enkelte mindre revområder, som var sammenfaldende med WSP's akustiske kortlægning. Derudover blev der observeret spredte større sten samt større områder dækket med enten blåmuslinger eller ålegræs. Bevoksninger med trådformede makroalger var særdeles veludviklet på både sten og blåmuslinger.

2 Projektets formål og afgrænsning

Projektets formål er at komme med et konkret detaljeret forslag til genopretning af stenrevet på lokaliteten Taarbæk Rev, og herigennem at skabe betydelig bedre forhold for de organismer der er associeret med revstrukturer.

Forslaget skal kunne anvendes af MST som baggrundsmateriale for et offentlig udbud og af entreprenøren i forbindelse med selve restaureringsopgaven.

Der er derfor krav om at rapporten skal indeholde relevante oplysninger om eksisterende menneskelige aktiviteter i området, målfaste plantegninger, snit og skitsetegninger, en prioriteret opdeling i delområder, stenmængder og stenstørrelser.

Rapportens forslag til restaurering af dele af Taarbæk rev er afgrænset til det på forhånd udpegede projektområde. Forslaget tager udgangspunkt i tilgængelige historiske oplysninger, batymetrien fra WSP's rapport, de akustisk kortlagte tætte stenforekomster samt viden indsamlet ved DCE's undersøgelser med ROV, dykning og enkelte HAPS-prøver i området. Bag det konkrete forslag ligger der overvejelser om en udlægningsmetode, der kan tilstræbe naturlige forekomster af sten på havbunden og optimering af revet i forhold til økonomi. Tilsvarende er områdets randbetingelser (lys, eksponering, bæreevne m.m.) for restaurering af revlokaliteten vurderet egnet. De pågældende overvejelser er baseret på tilgængelig viden samt mange års erfaringer med naturlige stenrev samt gennemførte restaureringsprojekter.

3 Menneskelige aktiviteter omkring Taarbæk Rev

Viden om eksisterende menneskelige aktiviteter i området er nyttige for at identificere potentielle konflikter og for at identificere interesser der bør inddrages i processen.

De identificerede menneskelige aktiviteter i området omkring Taarbæk Rev fremgår af figur 3.1 og de nærmeste afstande mellem projektarealet og andre nærliggende anvendelser af havet fremgår af tabel 3.1.

Københavns red's afgrænsning er sammenfaldende med det foreslåede projektområde. Om dette sammenfald medfører konkrete arealmæssige begrænsninger for projektet eller om der skal iværksættes konkrete administrative procedurer, er DCE ikke bekendt med.

Udpegede ankerpladser/nødområder er etableret i Øresund, nord for København havn 2.1 km fra projektområdet. (Søfartsstyrelsen 2021).

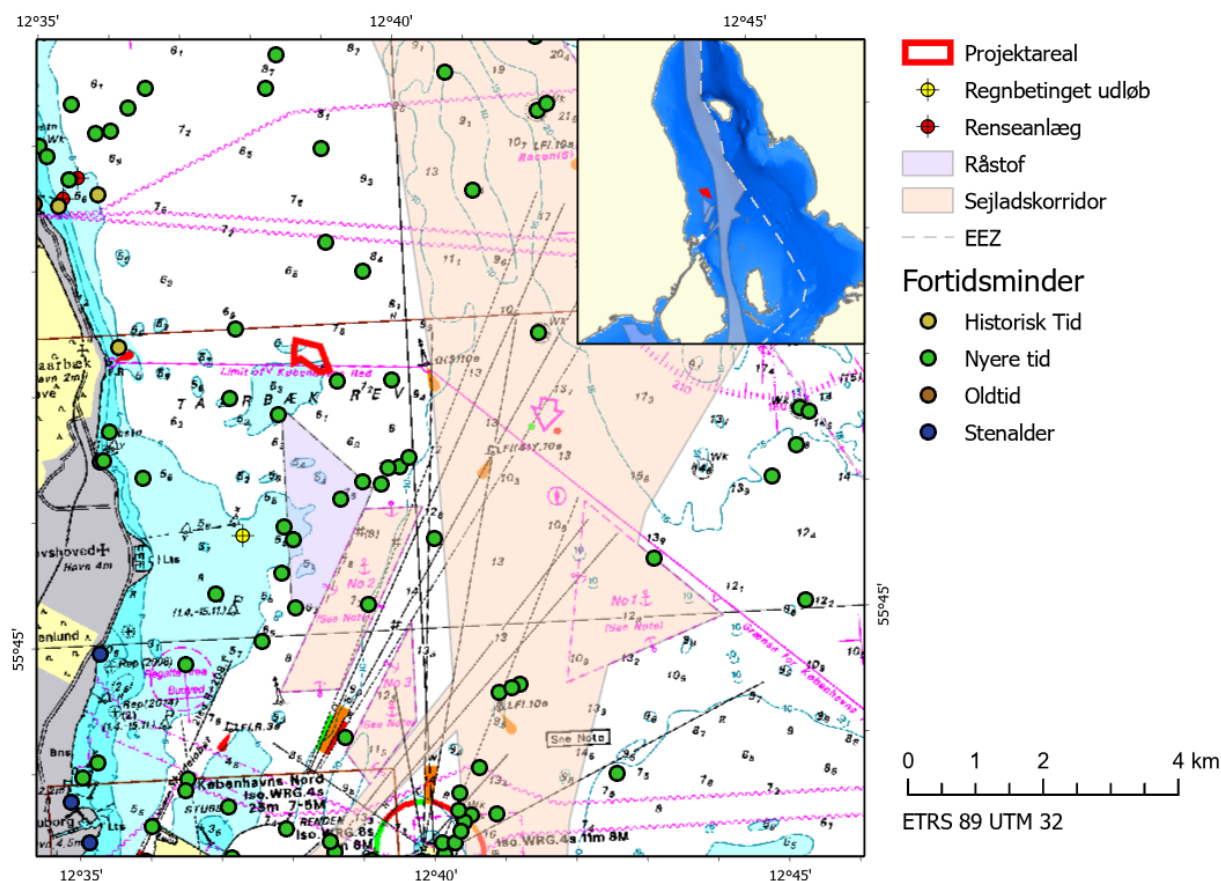
Kommerciel skibstrafik finder sted i en udpeget rute 1,5 km fra projektområdet (Søfartsstyrelsen 2021).

Rekreativ sejlads finder sted fra knudepunkter som Taarbæk havn og Skovshoved Havn med henholdsvis 2,7 og 3,5 km afstand til projektområdet. Egentlige regatta områder for kapsejlads findes ikke i nærområdet. (Søkort)

Råstofindvindingen i det centrale Øresund er under udfasning efter en politisk beslutning, men endnu ikke ophørt. Området omkring Taarbæk rev har været en vigtigt råstofområde for både sten, ral, grus og sand gennem mange år. Der er fortsat et nærliggende råstofområde i området syd for det foreslåede projektområde. Afstanden fra det udlagte projektområde til det nordligste hjørne af det nærliggende råstofområde er ca. 700 m. (Søfartsstyrelsen 2021)

Udløb fra renseanlæg og regnvandsbetinget udløb er lokaliseret henholdsvis 4 og 2,7 km fra projektområdet. Udløbene fra renseanlæg er placeret kystnært nord-vest for Taarbæk rev, mens det regnvandsbetingede udløb er ført længere ud i Øresund, og udledes syd-vest for projektområdet. Udledninger af urensset spildevand under kraftige regnvandsbetingelser kan formodes at afstedkomme lejlighedsvis forhøjede næringssaltkoncentrationer på Taarbæk rev, hvis strømforholdene er nordgående. (PULS 2022a, PULS 2022b)

Kendte *Kulturminde*r forekommer ikke inden for projektområdet. Den nærmeste registrering er et vrak fra nyere tid ca. 200 m fra projektområdet. (Slots- og Kulturstyrelsen 2022)



Figur 3.1. Situationsplan med sejladskorridor og råstofvindning fra havplanen, renseanlæg og regnbetinget overløb, fortidsminder og søkort i baggrund.

Tabel 3.1 Afstande af menneskelige aktiviteter fra projektområdet. Afstandene er opmålt på GIS kortet

Type	Afstand	Bemærkning
Råstofvindning	694 m	
Skibstrafik – ankerplads eller nødområde	2,1 km	
Skibstrafik i havplanen – sejrende	1,5 km	
Taarbæk Havn (2m) og afstand fra kysten	2,7 km	
Skovshoved Havn (4m)	3,5 km	
Kabel i søkort	1,6 km	Kabel indberettet til DKCPC ligger lidt anderledes
Regnbetingede udløb U5b	2,7 km	
Renseanlæg udløb	4,0 km	
Vrag – nyere tid	200 m	Er ikke relevant, ikke fredet

4 Overordnet princip for genopretning af stenrevet

De historiske kort viser, at der på Taarbæk rev har været toppe af sten, som man har opmålt og angivet på søkort. I dag er det stadig muligt at finde tætte samlinger af sten, men de når i projektområdet ikke højere op end 5,15m under havoverfladen.

Den akustiske kortlægning, understøttet af ROV- og dykkerobservationer, peger på, at der yderligere er spredte stenforekomster i en større del af området. Nogle sten er endog meget store, og sandsynligvis for store til, at det har været muligt at hente dem op.

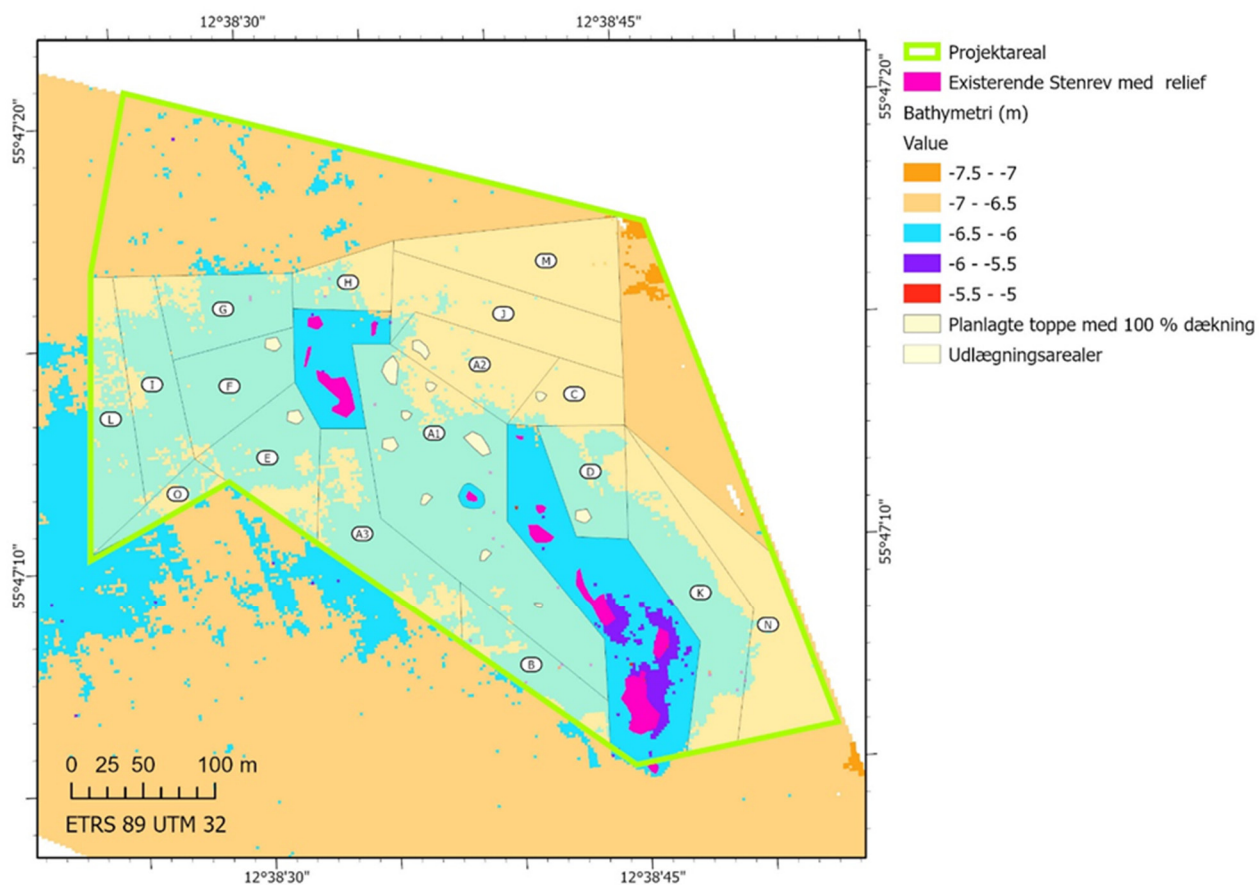
Det overordnede princip for restaureringen af Taarbæk rev er at øge den flademæssige stenforekomst i området for at sikre fast substrat for hårbundsorganismer. Hårbundsorganismerne forventes på baggrund af de indledende undersøgelser (Dahl et al, 2022) at være en blanding af flerårige makroalger og blåmuslinger. I tilgift må det formodes, at der på disse organismer lejlighedsvis vil være vækst af trådformede makroalger, som det blev observeret ved undersøgelsen i juni 2022 (Dahl et al, 2022).

Den foreslåede restaurering omfatter sten, der primært udlægges i et enkelt plan med en variabel stentæthed (dækningsprocent).

Det ønskes også at øge området med helt tætte stenforekomster og i et vist omfang at genskabe revets tidligere mere varierende dybdeudbredelse. Af hensyn til andre interessenters ønske om sikker sejlads, vil der dog blive sikret en mindste dybdegang ved normal vandstand på 5 m. De etablerede toppe vil sikre områder med noget bedre lysforhold, som kan være habitat for andre flerårige alger.

Etableringen af de nye stentoppe vil blive nær de eksisterende tætte stenforekomster. Der er etableret en bufferzone omkring de eksisterende tætte stenforekomster på 5m for at sikre, at anlæg af de nye rev ikke ved en fejl skader de biologiske elementer på de eksisterende forekomster.

Inden for projektområdet er der identificeret 17 delområder. Delområderne er prioriteret med henblik på at kunne justere den endelige udlægningsplan på baggrund af de indkommende tilbud og den fastlagte økonomi. Stentætheden varierer mellem de enkelte delområder. De 17 delområder er vist i et situationsskema sammen med den eksisterende batymetri i området (figur 4.1).

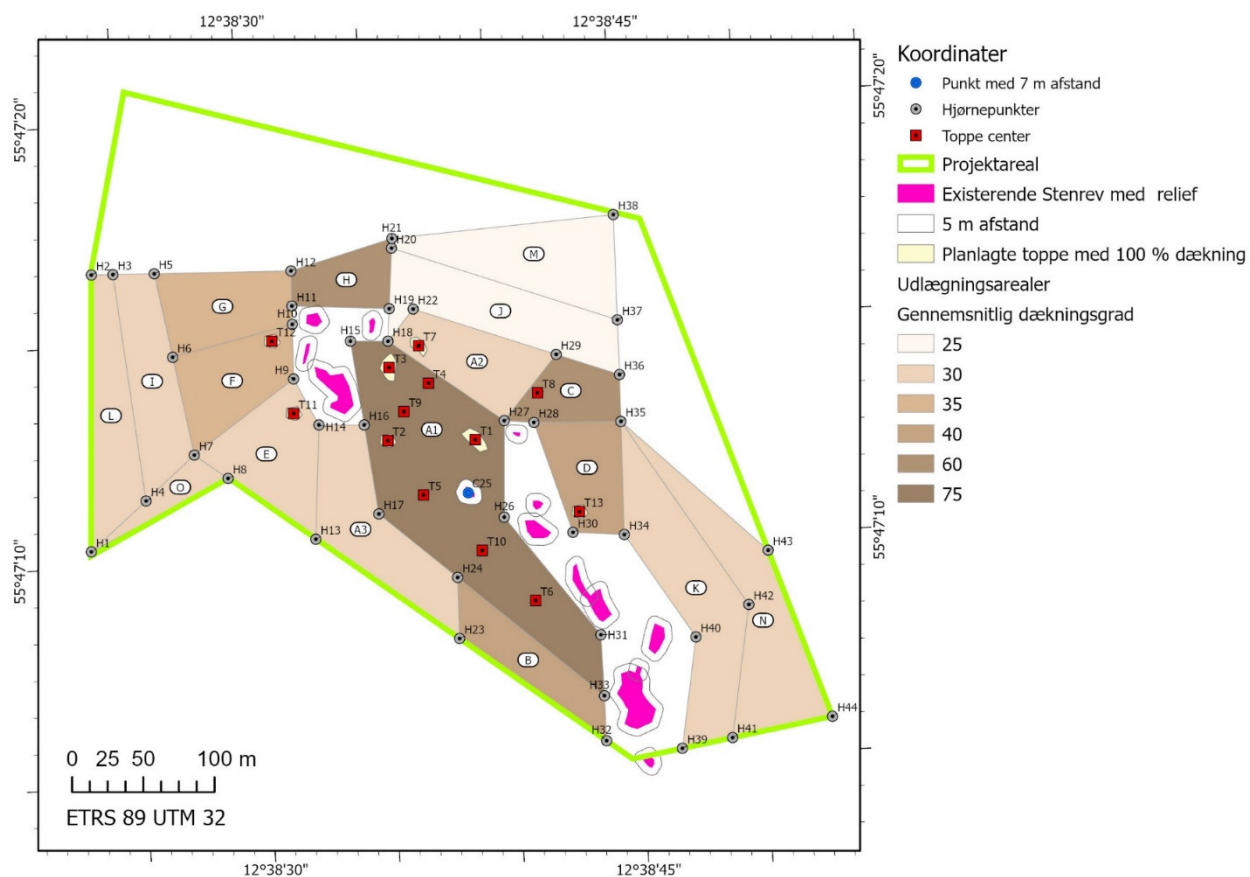


Figur 4.1. Situationskort med 17 udpegede delområder inden for projektområdet. Kortet viser også de eksisterende dybdeforhold i området samt de eksisterende tættere stenforekomster kortlagt af WSP (WSP, 2022)

5 Detaljeret udlægningsplan (dimensionering)

5.1 Inddeling af delområder

Projektområdets 17 delområder udgør tilsammen et areal på 93,09 ha inden for projektområdet. De enkelte delområders hjørnekoordinater er angivet i tabel 5.1 og hjørnekoordinaternes placering fremgår af figur 5.1.



Figur 5.1. Detailplan med delområder og punkter for hjørnekoordinater, flerlagede toppe og den eksisterende revdel som skal undgås. Koordinaterne ses i tabel 5.1 og 5.3

Tabel 5.1. Hjørnepunkter for delområder og en markering (C25) hvor der skal friholdes en zone med 14 m diameter. Koordinater i WGS 84 i grad og decimale minutter.

ID	Type	Længde	Brede	Relevant for delområde
C25	punkt hvor der skal holdes 7 m afstand	12 38,64213	55 47,18763	A1
H1	hjørnepunkt	12 38,38741	55 47,17285	L, O
H2	hjørnepunkt	12 38,39716	55 47,27733	L
H3	hjørnepunkt	12 38,41162	55 47,27707	I, L
H4	hjørnepunkt	12 38,42583	55 47,19097	I, L
H5	hjørnepunkt	12 38,43932	55 47,27657	G, I
H6	hjørnepunkt	12 38,44877	55 47,24467	F, G
H7	hjørnepunkt	12 38,45983	55 47,20734	E, F, I, O
H8	hjørnepunkt	12 38,48162	55 47,19785	O
H9	hjørnepunkt	12 38,52904	55 47,23409	E, F
H10	hjørnepunkt	12 38,53006	55 47,25471	F, G
H11	hjørnepunkt	12 38,53041	55 47,26167	H
H12	hjørnepunkt	12 38,53107	55 47,27492	G, H
H13	hjørnepunkt	12 38,5383	55 47,17316	A3, E
H14	hjørnepunkt	12 38,54441	55 47,21623	A3, E
H15	hjørnepunkt	12 38,56843	55 47,24723	A1
H16	hjørnepunkt	12 38,57472	55 47,21533	A3
H17	hjørnepunkt	12 38,5814	55 47,18144	A1, A3
H18	hjørnepunkt	12 38,59361	55 47,24649	A1, A2, J
H19	hjørnepunkt	12 38,59558	55 47,25872	H
H20	hjørnepunkt	12 38,59925	55 47,28152	J, M
H21	hjørnepunkt	12 38,59983	55 47,28516	H, M
H22	hjørnepunkt	12 38,6116	55 47,2581	A2, J
H23	hjørnepunkt	12 38,63114	55 47,13283	A3, B
H24	hjørnepunkt	12 38,63199	55 47,15592	A3, B
H26	hjørnepunkt	12 38,66537	55 47,17775	A1
H27	hjørnepunkt	12 38,66877	55 47,21418	A1, A2, C
H28	hjørnepunkt	12 38,68854	55 47,21292	D
H29	hjørnepunkt	12 38,70587	55 47,23812	A2, C
H30	hjørnepunkt	12 38,71084	55 47,17066	D
H31	hjørnepunkt	12 38,72598	55 47,13144	A1
H32	hjørnepunkt	12 38,72609	55 47,09136	B
H33	hjørnepunkt	12 38,72623	55 47,10836	A1, B
H34	hjørnepunkt	12 38,74518	55 47,1688	D, K
H35	hjørnepunkt	12 38,7469	55 47,21156	C, D, K, N
H36	hjørnepunkt	12 38,74761	55 47,22928	C, J
H37	hjørnepunkt	12 38,7481	55 47,24999	J, M
H38	hjørnepunkt	12 38,74907	55 47,28977	M
H39	hjørnepunkt	12 38,77659	55 47,08698	K
H40	hjørnepunkt	12 38,78957	55 47,12875	K
H41	hjørnepunkt	12 38,81066	55 47,09002	K, N
H42	hjørnepunkt	12 38,82617	55 47,13996	K, N
H43	hjørnepunkt	12 38,84106	55 47,16003	N
H44	hjørnepunkt	12 38,87833	55 47,09607	N

5.2 Prioritering af delområder

Delområderne er tildelt en prioritering, dels for at indkommende tilbud specifikt kan beskrive hvilke delområder der forventes udlagt, men også for at have en plan for hvor sten skal udlægges, hvis der er flere indkøbte sten til rådighed end antaget. Hvis middelstørrelsen af stenene er forskellige fra antagelser i estimerne over, hvad der er behov for i de enkelte delområder, vil det have indflydelse på størrelsen af de arealer, der kan dækkes. Mindre sten vil dække større arealer med den ønskede dækningsgrad. Prioriteringen fremgår af tabel 5.2. Prioritering følger konklusionerne fra Dahl og Göke 2022 og har yderlige fokus på at starte i nærheden af de eksisterende revstrukturer.

Tabel 5.2. Prioritering af delområder

Delområde	Prioritering
A1	1
A2	1
A3	1
B	1
C	1
D	1
E	2
F	3
G	4
H	5
I	7
J	8
K	6
L	9
M	10
N	11
O	12

5.3 Stenstørrelser

Sten ned til 30 cm i diameter og op til 100 cm i diameter kan accepteres. En variation vil være at foretrække da variable stenstørrelser også i dag forekommer på lokaliteten inden for de pågældende størrelsesområde. Estimer over arealdækningen er baseret på en middelstørrelse på 65 cm i diameter.

Hvis middeldiameteren på indkøbte sten er mindre end 65 cm vil det føre til, at et større antal delområder kan komme i spil, men også at de udlagte sten ikke hæver sig så meget over den omkringliggende havbund. Det bør tilstræbes at middel diameteren er mellem 40 og 70 cm.

5.4 Etablering af toppe med sten i flere lag

I delområde A1, A2, D, E og F udlægges enkelte toppe af varierende størrelse. Her er stenene udlagt i en højde op til men ikke højere end 5 meters vanddybde (målt ved normal vandstand).

Toppene er indtegnet i figur 5.2 og forsynet med centerkoordinater (tabel 5.3) som orientering. Præcision for positionen behøver ikke være stor, men minimumsvanddybden skal overholdes præcist. Stenmængden er beregnet som pyramidestub med 45° hældningsvinkel og 25 % mellemrum. Stens vægtfylde er sat til 2,65.

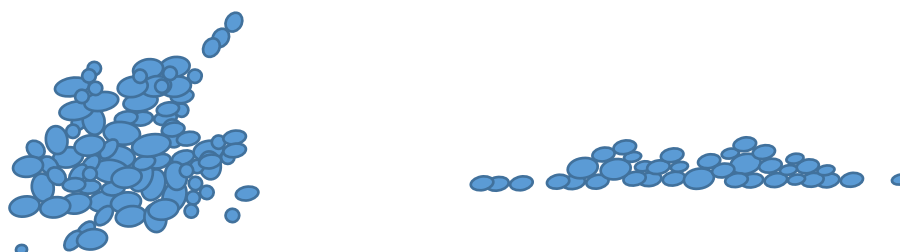
Toppene dækker i gennemsnit et areal på 70 m² men varierer mellem 10 m² og 160 m².

Tabel 5.3. Center koordinater(i WGS 84 i grad og decimale minutter), areal og stenmængde for flerlagede toppe.

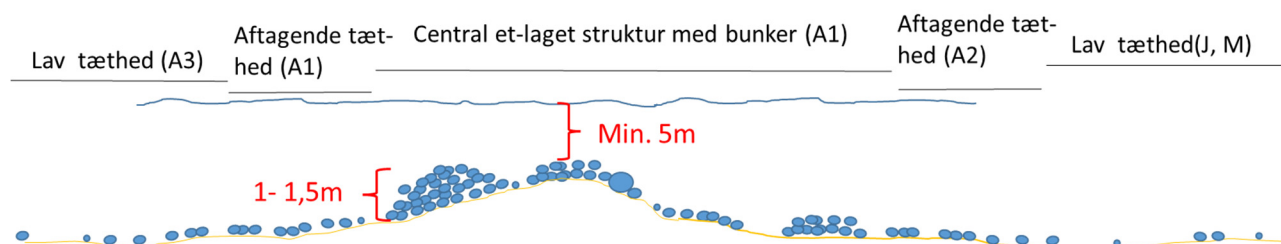
ID	Type	Længde	Brede	Areal (m ²)	Stenmængde (t)
T1	center af top	12 38,64869	55 47,20756	157	348
T2	center af top	12 38,59006	55 47,20894	79	138
T3	center af top	12 38,59339	55 47,2365	153	340
T4	center af top	12 38,61927	55 47,22981	33	57
T5	center af top	12 38,61204	55 47,18776	39	64
T6	center af top	12 38,68349	55 47,14568	12	13
T7	center af top	12 38,61402	55 47,2442	89	194
T8	center af top	12 38,69201	55 47,22399	33	58
T9	center af top	12 38,60184	55 47,21958	33	55
T10	center af top	12 38,64943	55 47,16563	39	66
T11	center af top	12 38,52788	55 47,22105	79	160
T12	center af top	12 38,51572	55 47,24878	79	152
T13	center af top	12 38,71595	55 47,17833	79	156

Udformningen af de enkelte toppe må godt variere i højde, og ydre form ligger ikke fast som indikeret i skitsen i figur 5.2. Det skal dog sikres, at dele af toppene skal nå 5 meters dybdegrænse og at det samlede flerlagede område dækker det fastlagte areal.

Figur 5.2 Skitsetegning af en rev top set fra oven (til venstre) og vertikalt snit (til højre).



Figur 5.3 viser en skitsetegning af et tværsnit over revet. Skitsen er ikke målfast men angiver varierende et-laget stendækning samt toppe og krav til en minimumsvanddybde.



Figur 5.2. Skitsetegning af et tværsnit over revet med toppe og varierende dækning af et enkelt lag sten samt minimumskrav til vanddybde på 5m.

5.5 Bufferzoner

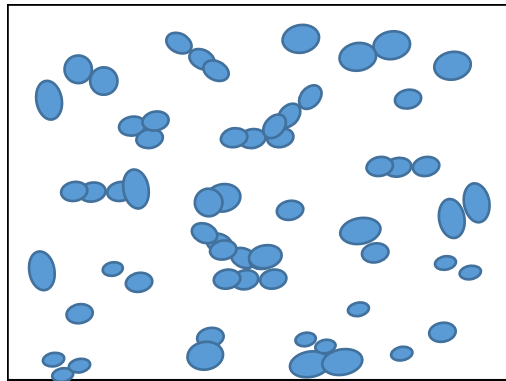
Til de kortlagte revstrukturer holdes der en minimumsafstand på 5 m. Hjørnepunkterne er generelt lagt, sådan at delområderne ligger med den korrekte afstand til det eksisterende rev. Kun for område A1 ligger der en mindre revstruktur inden for området. Punkt C25 er lagt på midten af strukturen. Derfor skal der holdes 7 m. afstand (revets radius plus sikkerhedsafstand) til C25. (figur 5.1, tabel 5.1)

5.6 Udlægning af generelt stendække i delområderne

Ud over de ovenfor beskrevne toppe udlægges der et enkelt lag sten i de forskellige delområder. Stenlagets gennemsnitlige tæthed varierer mellem de forskellige delområder, som det er vist i figur 5.1. Den største gennemsnitlige tæthed er i kerneområderne A1-A3, hvor den gennemsnitlige stendækning bør være omkring 70 %. Den mindste tæthed vil være at finde i randområdet hvor den gennemsnitlige sten-tæthed er på 25-30 %.

Udlægningen inden for et delområde må gerne resultere i en varieret stentæthed som indikeret i skitsen i figur 5.3, men den overordnede gennemsnitlige dækningsgrad skal tilstræbes.

Figur 5.3. Eksempel på udlægning af sten med varierende stentæthed inden for et delområde.



Hvis enkelte sten under udlægningen kommer til at ligge oven på hinanden kan det godt accepteres, men det skal også her sikres, at minimumsvanddybden på 5 meters ved normal vandstand overholdes.

5.6.1 Delområde A (med underinddeling A1, A2 og A3)

Det forventes at delområde A bliver helt gennemført. Mellem hjørnepunkterne H18, H27, H26 og H16 skal der udlægges sten med den højeste tæthed og 5 flerlagede toppe, for at forbinde de eksisterende revstrukturer. I resten af område A1 syd for revstrukturen skal tætheden være lidt lavere og der placeres tre flerlagede toppe. Toppene må maksimalt komme op på en vanddybde på 5 m, som begrænser opbygningen til 1 – 1,5 m. Ved siden af A1 ligger der to mindre områder, hvor der lægges sten i en lavere tæthed og kun en enkelt flerlaget top.

Der skal bruges samlet 16.000 t. eller 10.000 rummeter i området A, sådan at den gennemsnitlige dækningsgrad for delområde A1 er 70 %, for A2 og A3 27 % (tabel 6.1 og figur 5.1)

5.6.2 Delområderne B – H

Delområderne B til H ligger rundt om kerneområdet og de eksisterende rev-strukturer. Såfremt det er muligt, bør det tilstræbes at dækningen af de udlagte sten er højest mod kerneområdet og aftage mod kanten. Arealerne er beregnet til, at der kan udlægges 1.000 rummeter eller 1.600 t. i hvert delområde i et enkeltlaget stenlag med enkelte flerlagede toppe. Dækningsgraden kan ses i tabel 6.1)

5.6.3 Delområderne I -O

For denne gruppe af delområder, ligger områderne I, J og K nærmest de eksisterende rev og de højest prioriterede områder, mens L-O ligger med den største afstand til de eksisterende revstrukturer. Her skal der ikke laves en gradient, men områderne skal fyldes med tilfældige strukturer med gennemsnitsdækningsgraden som i tabel 6.1. I, J, L, M har igen en størrelse, så der kan udlægges 1.000 rummeter eller 1.600 t., mens K og N er 1,5 gange så store (1.500 rummeter eller 2.400 t.) og O er mindre (272 rummeter eller 436 t.).

5.6.4 Mulige justeringer under anlægsfasen

Hvis det undervejs i udlægningsfasen viser sig muligt at udlægge flere sten, (f.eks. hvis stenenes middel-diameter er mindre) kan dækningsgraden i områderne med lavere end 60 % øges. Det kan ske i flere faser og i samråd med Miljøstyrelsen.

6 Estimer af stenmængder

Mængderne af sten er estimeret på baggrund af delområders dækningsgrad af sten samt en gennemsnitlig stenstørrelse på 65 cm. Stens vægtfylde er sat til 2,65.

Estimaterne af stenmængderne der skal bruges til toppene er lavet med en antagelse om, at sten i et vist omfang pakker med 40 % hulrum.

Beregninger af mængderne for enkeltlagede stendække er baseret på dækningsprocenten og den estimerede gennemsnitlige stenstørrelse.

Volumenberegningerne repræsenterer den samlede stenmængde under transport med et antaget hulrum på 40 %.

Stenmængderne for toppe beregnet i tabel 5.3 er inkluderet i de enkelte delområders opgørelser.

Tabel 6.1. Delområders areal, stendække tætheder og rumfang under transport.

Delområde	Type	Område areal (m ²)	Stendækning (%)	Stendækket Areal (m ²)	Stenvægt (t)	Rumfang (m ³)
A1	Etlaget med 8 toppe	16.248	70	11.225	12.790	7.996
A2	Etlaget stenlag med enkelt top	4.321	27	1.175	1.348	843
A3	Etlaget stenlag	6.332	27	1.721	1.975	1.235
A samlet		26.901		14.121	16.113	10.073
B	Etlaget stenlag	3.723	37	1.383	1.588	992
C	Etlaget stenlag med enkelt top	2.678	53	1.407	1.615	1.010
D	Etlaget stenlag med enkelt top	3.792	37	1.409	1.617	1.011
E	Etlaget stenlag med enkelt top	5.082	27	1.381	1.586	991
F	Etlaget stenlag med enkelt top	4.411	32	1.399	1.606	1.004
G	Etlaget stenlag	4.411	32	1.399	1.605	1.003
H	Etlaget stenlag	2.563	54	1.393	1.599	999
I	Etlaget stenlag	4.918	28	1.381	1.586	991
J	Etlaget stenlag	6.301	23	1.427	1.638	1.024
K	Etlaget stenlag	8.263	25	2.097	2.406	1.504
L	Etlaget stenlag	4.930	28	1.385	1.589	993
M	Etlaget stenlag	6.301	23	1.427	1.638	1.024
N	Etlaget stenlag	7.418	28	2.084	2.392	1.495
O	Etlaget stenlag	1.397	27	380	436	272
Total		93.090		34.074	39.015	24.386

7 Øvrige oplysninger

7.1 Etablering af undersøisk lagerområde

Såfremt det ikke er muligt at udlægge stenene direkte, er der mulighed for at etablere et undersøisk lager i områderne J, M, K, N og i arealet mellem delområderne og projektområde grænsen (figur 5.1). Lageret skal dog overholde dybdekravet således, at der er sikret mindst 5 meters vandsøjle over de udlagte sten.

7.2 Præcision på udlægningerne

Udlægningen skal tilstræbe 1,5 meters horisontal nøjagtighed, og vertikalt må de udlagte sten ikke overskride en højde, hvor der ikke er sikret 5 m. dybde ved normal vandstand

7.3 Valg af stentyper

Natursten fra marker eller anlægsprojekter vil være at foretrække frem for sprængsten. Såfremt en hybridløsning kommer på tale, anbefales det at natursten anvendes på toppene og alternativt i kerneområderne A1-A3. Argumentet for at lægge naturstenene her er af hensyn til dykkerturisme som må formodes koncentreret omkring de mest lavvandede områder og området med tættest stenforekomst.

8 Referencer

Dahl, K., & Göke, C. 2021. *Naturgenopretning af stenrev i Øresundsregionen: – en identifikation af mulige lokaliteter*. Aarhus Universitet, DCE Nationalt Center for Miljø og Energi. Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi No. 200 <https://dce2.au.dk/pub/TR200.pdf>

Dahl, K., Stæhr, P.A., 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

WSP 2022. Geologisk Undersøgelse med henblik på Reetablering af Stenrev ved Taarbæk Rev. Miljøstyrelsen. <https://www.udbud.dk/Handlers/File.ashx?fileid=79043>

Søfartsstyrelsen 2021. Danmarks første havplan. <https://www.soefartsstyrelsen.dk/vaekst-and-rammevilkaar/havplan> (download 31.03.2021).

PULS 2022a. Udtræk fra PULS - Danmarks Miljøportal (miljoeportal.dk) den 12.8.2022

PULS 2022b. PULS udtræk for 2020 leveret af Miljøstyrelsen

Slots- og Kulturstyrelsen 2022. Fund og Fortidsminder. <https://www.kulturarv.dk/fundogfortidsminder/>

REETABLERING AF STENREV PÅ TAARBÆK REV

Rapporten omhandler en detailplan for etablering af stenrev ved Taarbæk Rev. Planen er opdelt i delområder for at sikre en fleksibel løsningsmodel afhængig af tilgængelige ressourcer.