



NATURGENOPRETNING AF STENREV I ROSKILDE FJORD

Supplerende forundersøgelser samt designforslag for et rev ved Ægholm

Teknisk rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 180

2020



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

[Tom side]

NATURGENOPRETNING AF STENREV I ROSKILDE FJORD

Supplerende forundersøgelser samt designforslag for et rev ved Ægholm

Teknisk rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 180

2020

Karsten Dahl
Cordula Göke

Aarhus Universitet, Institut for Bioscience



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Datablad

Serietitel og nummer:	Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 180
Kategori:	Rådgivningsrapporter
Titel:	Naturgenopretning af stenrev i Roskilde Fjord.
Undertitel:	Supplerende forundersøgelser samt designforslag for et rev ved Ægholm
Forfattere:	Karsten Dahl og Cordula Göke
Institution:	Aarhus Universitet, Institut for Bioscience
Udgiver:	Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi
URL:	http://dce.au.dk
Udgivelsesår:	September 2020
Redaktion afsluttet:	September 2020
Faglig kommentering:	Peter Anton Stæhr
Kvalitetssikring, DCE:	Anja Skjoldborg Hansen
Sproglig kvalitetssikring:	Charlotte Hviid
Finansiel støtte:	Nationalpark Skjoldungernes Land
Bedes citeret:	Dahl, K. & Göke, C. 2020. Naturgenopretning af stenrev i Roskilde Fjord. Supplerende forundersøgelser samt designforslag for et rev ved Ægholm. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 22 s. - Teknisk rapport nr. 180 http://dce2.au.dk/pub/TR180.pdf
	Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
Sammenfatning:	Rapporten beskriver transekt undersøgelser udført ved Nørrerev og Selsø Hage, som supplement til en tidligere undersøgelse. Undersøgelsen omfattede også et langt transekt ved en ny lokalitet ved Ægholm, som blev fundet meget velegnet for et naturgenopretningsprojekt for stenrev. Rapporten beskriver tillige et konkret designforslag for et stenrev ved Ægholm. Designforslaget omfatter en beskrivelse af de forskellige revstrukturer, der foreslås udlagt. Det er estimeret, at der er behov for ca. 4.450 tons sten til naturgenopretningsrevet.
Emneord:	Stenrev, naturgenopretning, Roskilde fjord, revdesign
Layout:	Grafisk Værksted, AU Silkeborg
Foto forside:	Karsten Dahl ©
ISBN:	978-87-7156-517-1
ISSN (elektronisk):	2244-999X
Sideantal:	22
Internetversion:	Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) som http://dce2.au.dk/pub/TR180.pdf
Supplerende oplysninger:	Nationalpark Skjoldungernes Land har haft mulighed for at kommentere rapporten, men havde intet at tilføje.

Indhold

1	Forord	5
2	Sammenfatning	6
3	Summary	7
4	Baggrund	8
5	Undersøgelsesområder og metode	9
6	Resultater	10
6.1	Nørrerev	10
6.2	Selsø Hage	11
6.3	Ægholm Flak	13
7	Konklusion	16
8	Forslag til detailplan for naturgenopretning af stenrev ved Ægholm	17
9	Estimeret behov for sten	21
10	Referencer	23

[Tom side]

1 Forord

Denne rapport er en del af et større projekt, hvis formål er at undersøge muligheden for at gennemføre et naturgenopretningsprojekt for stenrev i Roskilde Fjord på en egnet lokalitet.

Rapporten beskriver resultaterne af en undersøgelse, der supplerer en tidligere undersøgelse af to områder Nørrerev og Selsø Hage med nye undersøgte transekter, samt et helt nyt område ved Ægholm. Rapporten leverer også forslag til, hvorledes sten kan udlægges ved Ægholm området, hvor store mængder sten der skal anvendes og i hvilken dybde de kan udlægges.

Projektet er finansieret af Nationalpark Skjoldungernes Land. Nationalpark Skjoldungernes Land har haft mulighed for at kommentere rapporten.

2 Sammenfatning

Rapporten beskriver en transektundersøgelse udført ved Nørrerev og Selsø Hage, som supplement til en tidligere undersøgelse ”Naturgenopretning af stenrev i Roskilde Fjord - Basisundersøgelse af tre udvalgte lokaliteter” rapporteret i Dahl et al, 2019. Undersøgelsen viste, at disse nye områder rummer tætte forekomster af ålegræs i et større dybdeinterval. De undersøgte områder er derfor ikke umiddelbart ideelle som lokalitet for etablering af stenrev. Undersøgelsen omfattede også et langt transekt ved en ny lokalitet ved Ægholm, som blev fundet meget velegnet for et naturgenopretningsprojekt for stenrev. Bundforholdene ved Ægholm består af sand-grus i overfladelaget, som umiddelbart synes at kunne bære udlægning af sten ud til 3-3½ meters dybde. Forekomster af blåmuslinger og ålegræs dækkede maksimalt på 25% af bunden men var ofte sparsom.

Rapporten beskriver tillige et konkret designforslag for et stenrev ved Ægholm. Designforslaget omfatter en beskrivelse af de forskellige revstrukturer, der foreslås udlagt. Det er estimeret, at der er behov for ca. 4.450 tons sten til naturgenopretningsrevet. Hertil er det tidligere foreslået, at der etableres et formidlingsrev ud for Veddelev, med et behov for knap 300 tons sten (jævnfør Dahl et al, 2020).

3 Summary

A transect study at Nørrerev and Selsø Hage have been carried out as a supplement to the previous study “Nature restoration of rock reefs in Roskilde Fjord - Basic study of three selected localities” reported in Dahl et al, 2019. The study showed that these new areas host dense populations of eelgrass at greater depth intervals. The areas studied are therefore not ideal as a site for establishment of boulder reefs. The study was therefore supplemented with a long transect investigation at a new locality at Ægholm in Roskilde Fjord, which was very suitable for a nature restoration project for boulder reefs. The bottom conditions at Ægholm consist of sand-gravel sediments at the surface, which seems able to support the laying of stones up to a depth of 3-3½ meters. Occurrences of mussels and eelgrass covered a maximum of 25% of the bottom but were often sparse.

The report also describes a design proposal for a boulder reef at Ægholm. The design proposal includes a description of the various reef structures proposed. It is estimated that there is a need at app. 4.450 tonnes of boulders for the nature restoration. In addition, it has previously been proposed to establish a reef for educational and information purpose off Veddelev, with a need for app. 300 tonnes boulders (cf. Dahl et al, 2020).

4 Baggrund

I forlængelse af de to DCE rapporter ”Naturgenopretning af stenrev i Roskilde Fjord. Basisundersøgelse af tre udvalgte lokaliteter” (Dahl et al, 2019) og ”Naturgenopretning af stenrev i Roskilde Fjord. Designforslag” (Dahl et al. 2020) har Nationalparken Skjoldundernes land bedt DCE om at udvide undersøgelsesområdet hvor et eventuelt stenrev kan etableres i Fjorden. Baggrunden er, at det ikke kan udelukkes, at der er fortidsminder tilstede på det foreslåede område ved Nørre Rev. Undersøgelsen skulle derfor sikre, at der var alternative områder, der kunne bringes i spil som restaureringsområder.

5 Undersøgelsesområder og metode

På baggrund af fælles drøftelser i projektgruppen, blev det besluttet at udvide det gamle undersøgelsesområde ved Nørre Rev mod nord med endnu et transekt og at se på tre yderligere transekter ved Selsø Hage, beliggende vest for de tidligere undersøgte transekter. Endvidere blev det under feltarbejdet besluttet at udvide undersøgelsen med et område ved Ægholm. Den geografiske placering af Nørre rev og Selsøhage kan ses i figur 5.1.

Undersøgelsen blev gennemført den 3. september 2020 under relativt rolige vindforhold. Undersøgelsen foregik med dykker langs på forhånd udlagte transekter ved Nørre rev (1 stk.) og Selsø Hage (3 stk.). Undersøgelsen ved Ægholm blev foretaget som et langt transekt langs med revet, men bugtende fra lavt vand til dybt vand i alt tre gange.

Dykkeren blev trukket gennem vandet langs transektet og rapporterede til lineholderen når bunden skiftede karakter eller når de biologiske nøglekomponenter ændrede sig. Ved sådanne skift blev positionen taget og afdrift til dykkeren noteret hvis betydelig.

Bundens sedimentsammensætning blev beskrevet samt den procentvise dækning af ålegræs, blåmuslinger og store flerårige brunalger (fucus arter). Samtidig blev bundens fasthed vurderet, ved at dykkeren pressede 5 fingre ned i sedimentet. Følgende klassificering blev anvendt:

- Hård bund: Fingrene kunne trænge 1-2 cm ned i sedimentet
- "Overgangs bund": Fingrene kunne trænge ned til 5 cm i sedimentet
- Blød bund: Fingrene kunne trænge >5 cm ned i sedimentet (Her nåede fingrene alle steder >10 cm ned).

Figur 5.1. De tre undersøgte lokaliteter i Roskilde Fjords indre bredning



6 Resultater

6.1 Nørrerev

Dykkerens vurdering af bundforhold og væsentlige biologiske komponenters dækning fremgår af tabel 6.1. Ved Nørrerev var bunden hård på østsiden af revet helt fra 3,6 meters dybde og hen over det laveste sted på revet. Bunden blev hurtigt blød på vest-siden af den laveste vanddybde. Der var store tætheder af ålegræs med 70% dækning vest for revet og også på revets laveste vanddybde. Der var spredte forekomster med blåmuslinger og bunden var generelt dækket med 1-3 cm løse trådalger, hvor der ikke var sten eller ålegræs (figur 6.1).

Tabel 6.1. Positionsangivelser ved transekt start (største dybde) på Nørrerev samt efterfølgende positioner ved væsentlige ændringer i bundens beskaffenhed eller udvalgte biologiske nøglekomponenters dækning.

Pos N	Pos S	Pos korr	Dybde m)	Samlet sten-	Blåmuslinger		Fucus (%)	Fasthed
				dækning (%)	ålegræs (%)	(%)		
5542,996	1159,6265		3,6		2	10		fast
5542,0852	1159,7116		2,6	1	10	5		Fast
5542,0841	1159,6967	15m øst	2,2		70			fast
5542,078	1159,6269	10m øst	3,9		1	10		blød

Figur 6.1. Spredte forekomster med blåmuslinger på en bund der ellers var dækket med trådformede løse alger.

Foto: Karsten Dahl ©



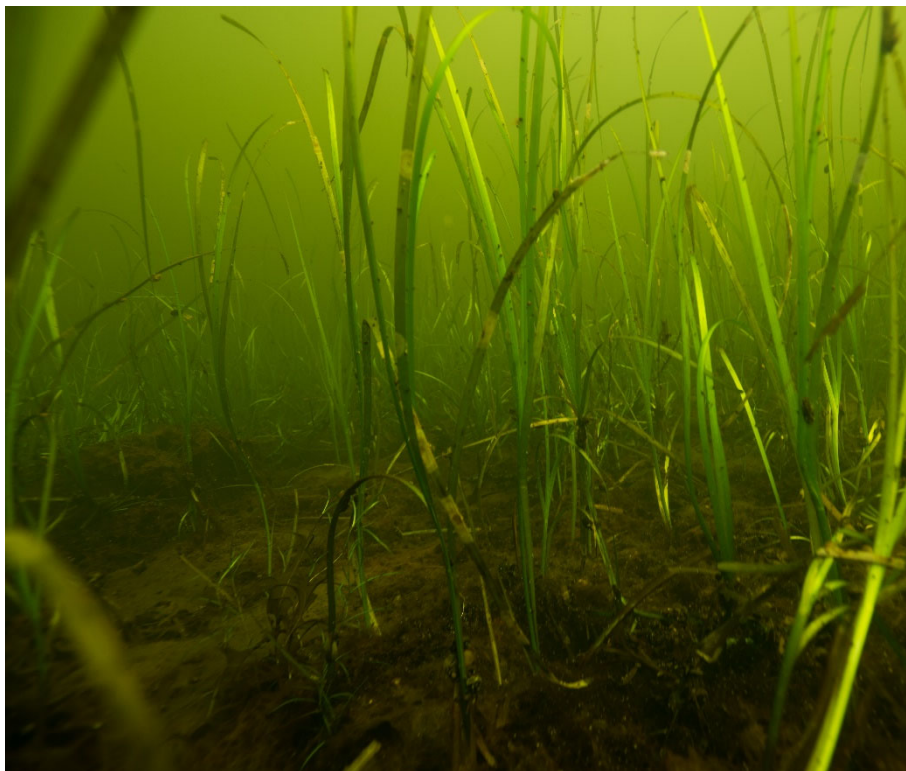
6.2 Selsø Hage

Selsø Hage's tre transekter havde en blød bund eller overgangsbund mellem 4 og 4,5 meters dybde. Tilstedeværelse af spredte sten allerede i overgangszonen og ind på lavere vanddybde indikerer at bunden i større omfang består af glaciale aflejringer og ikke af senere sedimenteret finkornet materiale (tabel 6.2). Spredte ålegræsforekomster blev observeret mellem 3,4 og 3,9 meters vanddybde på de tre transekter og meget tætte forekomster mellem 2 og 2,4 meters dybde (>75% dækning). Ålegræs billedet i figur 6.2 er taget på omkring 3 meters dybde. Modsat de tre tidligere undersøgte transekter, der ligger ca. 90-400 meter østligere, var blåmuslingedækningen relativt beskednen med maksimalt 10% dækning. Der blev observeret flere sten med blæretang på ca. 1 meters dybde (figur 6.3).

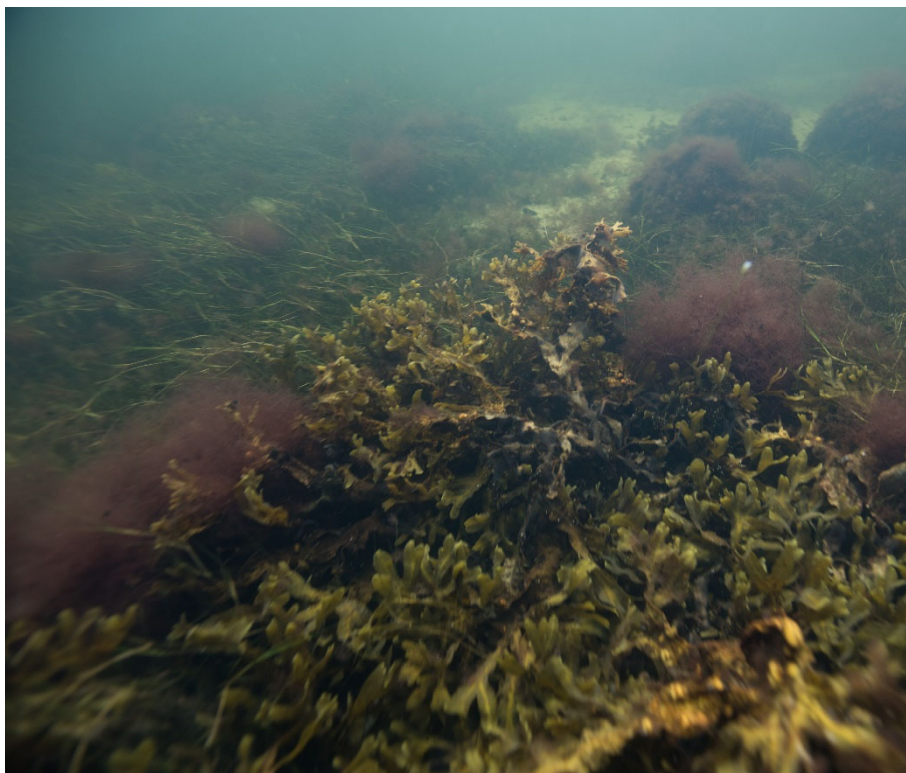
Tabel 6.2. Positionsangivelser ved transekt start (største dybde) på tre forskellige transekter ved Selsø Hage samt efterfølgende positioner ved væsentlige ændringer i bundens beskaffenhed eller udvalgte biologiske nøglekomponenters dækning.

Selsø Hage									
Tran-sekt	Pos N	Pos S	Pos korr	Dybde (m)	Samlet sten- dækning (%)	ålegræs (%)	Blåmuslinger (%)	Fucus (%)	Fasthed
4	5543,699	1203,1186	15m Vest	4	1	0	10		overgang
	5543,7044	1203,1419		3,8	5	0	10		fast
	5543,7664	1203,2231	5m vest	3,4		25			fast
	5543,7857	1203,2743	15m vest	3		70			fast
	5543,83	1203,288		2		100			fast
5	5543,641	1203,548	ca 5	4,2	3		2		overgang
	5543,641	1203,549	15m bag	3,7	4	10	5		fast
	5543,7406	1203,4331	15m bag	3	4	80	5		fast
	5543,7964	1203,4415	15m bag	2,1	2	98			fast
	5543,8005	1203,4536	0	2		98			
6	5543,7476	1203,4274		4,5			10		blød
	5543,7278	1203,4	10m vest	4,4			10		fast
	5543,7549	1203,3097		3,9		2	2		fast
	5543,7602	1203,2661	15m sydvest	3,4	5	15			fast
	5543,7601	1203,266		3,4		50			fast
	"slutmarkering"			2,4		80			fast
	5543,8316	1203,3552		1	2		2	1	fast

Figur 6.2. moderat
ålegræsdekning på lidt dybere
vand ved Selsø Hage.
Foto: Karsten Dahl ©



Figur 6.3. Blæretang på sten på
ca. 1 meters vanddybde ved
Selsø Hage.
Foto: Karsten Dahl ©



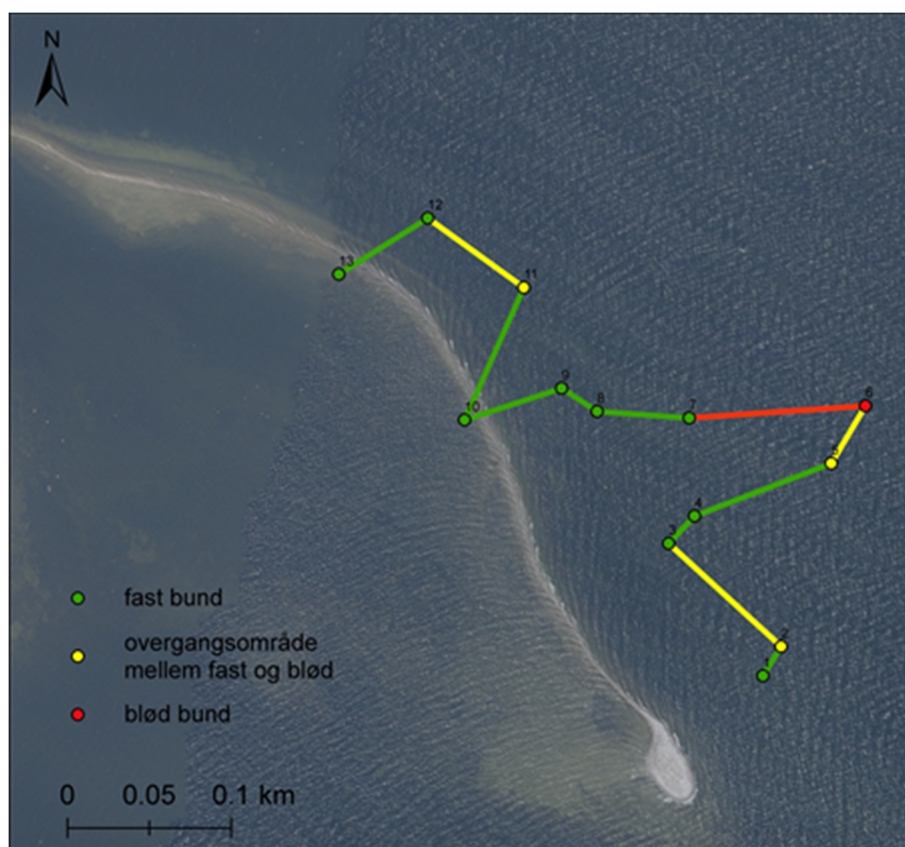
6.3 Ægholm Flak

Lokaliteten ved Ægholm Flak (kaldet Ægholm) blev undersøgt på den nordøstlige side hvor flakket har en langstrakt revlignende struktur fra holmen og hen til en udlagt bøjle.

Transektet på Ægholm er indikeret på figur 6.4. Her skal det nævnes at dykkerbeskrivelsen er foretaget ca. 10-15 meter fra de opgivne positioner i mod trækretning fra punkt 1. Dykkerens beskrivelse af bundens fasthed er angivet med henholdsvis grøn for "fast", gul for "overgang" og rød for blød, jævnfør også tabel 6.3.

Undersøgelsen indikerer, at der er et stigende lag sedimenteret blødt materiale mellem 3 og 3,4 meters dybde og at bunden sandsynligvis er for blød til udlægning af sten på 4 meters dybde, selv om punkt 3 også viste, at der var et fast område på 4,5 meter. Tilstedeværelsen af eksisterende spredte sten på 3 og 4,5 meters dybde op til 30-60 cm størrelse understøtter dykkerens vurdering. Den høje tæthed af sten på sidste position på 1 meters dybde bestod primært af mindre sten samt grupper af sten mellem 30 og 60 cm (jævnfør figur 6.5).

Figur 6.3. Ægholm med en tilnærmet undersøgelseslinje mellem opgivne positioner startende fra punkt 1. Dykkeren befandt sig ved start og slut på positionen, men ellers ca. 10 meter efter trækstregen. Grønne punkter indikerer fast bund, gule punkter overgangsområde mellem fast og blød og røde punkter blød bund vurderet af dykkeren. Stregerne indikerer at den samme bundtype er mest sandsynlig, idet dykkeren ikke ved den løbende undersøgelse af bundens fasthed har bemærket en ændring.



Ålegræsforekomster (figur 6.6) var mest udbredt i et mere snævert dybdeinterval mellem 2 og 2½ meter og ikke med dækninger over 25%. Blåmuslingeforekomster var også begrænsede og større sammenhængende områder med muslinger blev ikke observeret. Hvor der ikke var sten, muslinger eller ålegræs var bunden generelt dækket af 2-5 cm tykt lag drivende trådalger (figur 6.7).

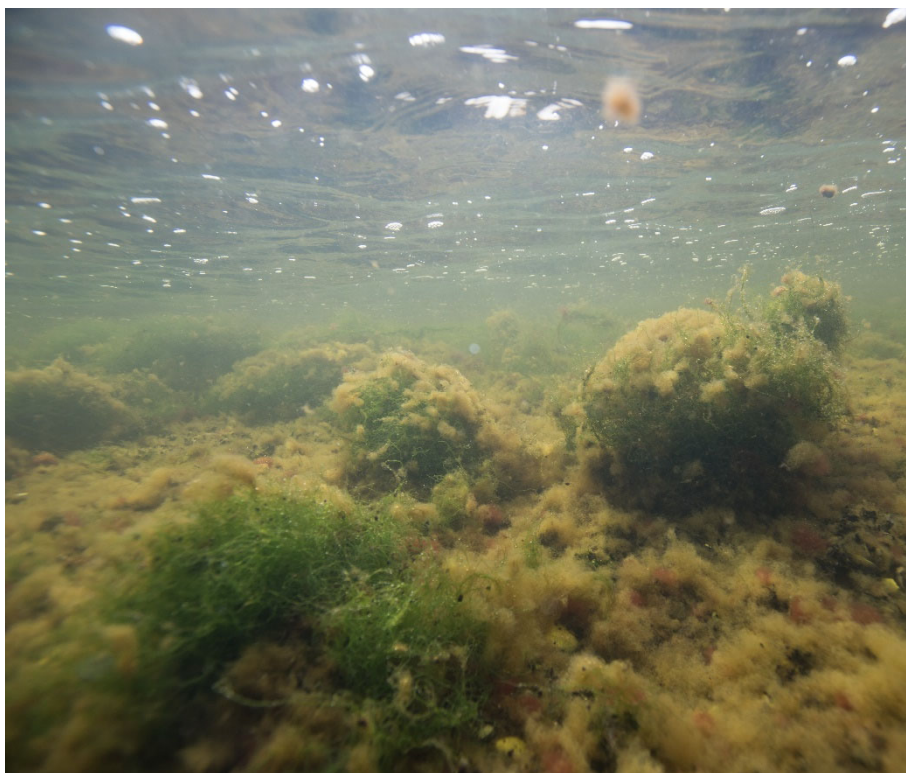
Tabel 6.3. Positionsangivelser ved transekt start (punkt 1) på Ægholm samt efterfølgende positioner ved væsentlige ændringer i bundens beskaffenhed eller udvalgte biologiske nøglekomponenters dækning.

Ægholm

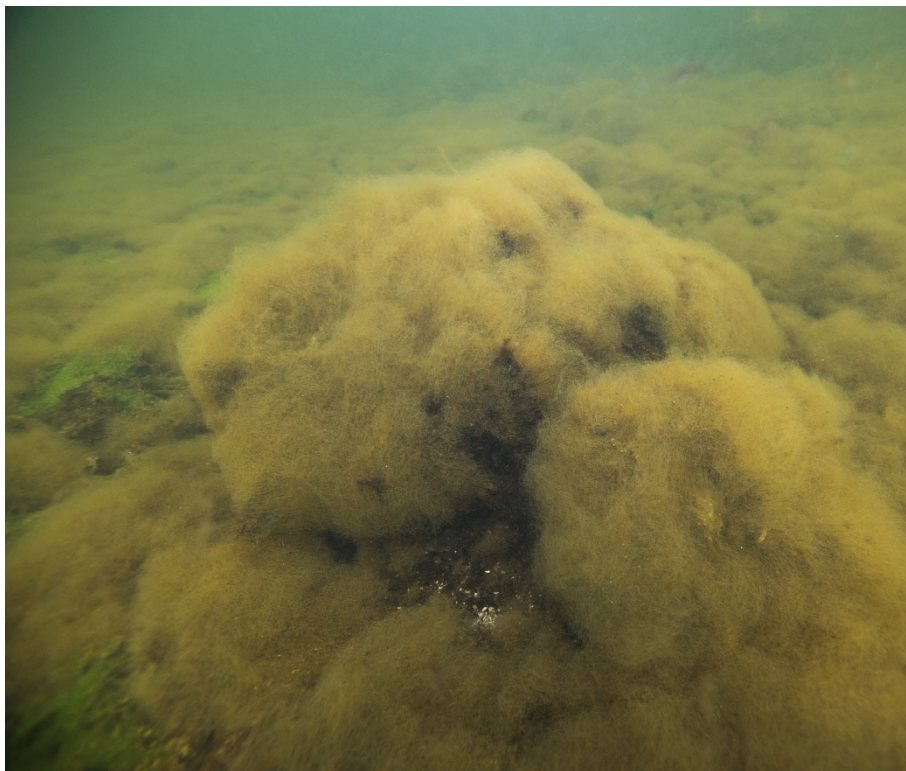
Punkt	Pos N	Pos S	Pos korrektion	Dybde (m)	Samlet sten- dækning (%)	ålegræs (%)	Blåmuslinger (%)	Fucus (%)	Fasthed
1	55428952	1201,4532	10m øst	2,5	15				fast
2	5542,9046	1201,4645	10m øst	2,1		25			fast
3	5542,9401	1201,4016	10m sydøst	4,5	5	5			fast
4	5542,9487	1201,4174	10m vest	3	1	1	5		fast
5	5542,9641	1201,4984		3,4	1		20		overgang
6	5542,9825	1201,5198		3,9			2		blød
7	5542,981	1201,4168		3,5			5		fast
8	5542,9845	1201,3633		3	7	2			fast
9	5542,9926	1201,3432		2,3		20			fast
10	5542,9836	1201,2859		1,6	20	10			fast
11	5543,0263	1201,3238		3					Overgang
12	5543,0505	1201,2696		2		1			fast
13	5543,0333	1201,2163		1	90				fast

Figur 6.5. Gruppe af større sten på en småstenet bund ved punkt 13 som reelt var på en lavvandet del af den revlignende struktur. Stenene er bevokset med trådformede rødalger og grønalg.

Foto: Karsten Dahl ©



Figur 6.6. Større sten på ca. 2½ meters dybde bevokset med trådformede rødalger.
Foto: Karsten Dahl ©



Figur 6.7. Spredte ålegræsplanter på 2½ meters dybde på en bund dækket af drivende trådformede rødalger. Den svævende struktur fastholdt af trådalger formodes at være en samling æg fra fisk eller anden fauna.
Foto: Karsten Dahl ©



7 Konklusion

De fire undersøgte transekter ved Nørrerev (1 stk.) og Selsøhage (3 stk.) blev ikke vurderet som særligt velegnede for etablering af stenrev ud fra et biologisk synspunkt. Alle undersøgte transekter havde høje forekomster af ålegræs på større dele af de undersøgte områder. Modsat de mere østlige transekter ved Selsø Hage der blev undersøgt for et år siden (Dahl et al, 2019), blev der ikke observeret større muslingebanker på denne undersøgelse.

Området på den nordøstlige side af Ægholm Flak blev derimod fundet særdeles interessant som muligt revgenopretningsområde. Området er afgrænset mod sydvest af et eksisterende lavvandet ”rev” bestående af småsten og enkelte større sten i forlængelse af den tørlagte Ægholm. Der er ikke foretaget en egentlig opmåling af dybdeforholdene i det mulige projektområde. Tilstedeværelse af større sten og en dykkervurdering af bundens fasthed peger på at forholdene for udlægning af revstrukturer er tilstede ud til i hvert fald 3-3½ meters dybde. Disse indikationer er imidlertid ikke bekræftet af egentlige geologiske undersøgelser. Ålegræs og blåmuslingeforekomster er sparsomme. Vegetationen på sten er domineret af trådformede alger, som også blev observeret i et lag på den jævne bund.

8 Forslag til detailplan for naturgenopretning af stenrev ved Ægholm

Det foreslås at der anlægges to hovedområder med tætte stenstrukturer (figur 8.1). På baggrund af observationer af den biologiske begroning på sten i området, forventes det, at der vil komme blåretang på sten ud til maksimalt 1 meters dybde. Blåretangen forventes med årene at kunne brede sig ud på dybere vand i takt med at vandkvaliteten forbedres i Roskilde Fjord. På større vanddybde vil trådformede rødalgevegetation være dominerende. En større forekomst af store brunalger som blåretang anses som en god biologisk målsætning for restaurering af lavvandede stenforekomster. Blåretang og lignende store brunalger er både produktive, skaber strukturel kompleksitet på revlokaliteten og er samtidig langsomt omsættelig.

Den sydøstlige store revstruktur består af tre separate rev der går fra lavt vand og ud til 3 meters dybde. Revene afsluttes, hvor bunden overgår fra et stabilt sandet, gruset, småstenet substrat til aflejret mudderbund (figur 8.2).

Det nordvestlige hovedrev foreslås at være ca. 100 meter langt og strække sig ud til 2-2½ meters vanddybde (figur 8.3). Revets store relativt lavvandede parti bør give vækstbetingelser for en bestand af blåretang.

Stenlaget tænkes for begge store revstrukturer gradvist at øges fra et lag på lavt vand til ca. 1 meters højde med flere lag sten med huler imellem.

Det optimale materialevalg er marksten ud fra æstetiske grunde. Sprængsten foreslås som et alternativ på større vanddybder hvis der ikke kan fremskaffes marksten, eller hvis omkostningerne til disse bliver for store. Sprængsten kunne også anvendes som ”bundlag”, hvor revstrukturen tænkes opbygget af flere lag sten.

Det anbefales at anvende sten i størrelsesintervallet 20-50 cm eller større. Stenstørrelsen beror på erfaringer fra det nationale overvågningsprogram. Hvis stenene bliver for små i forhold til eksponeringen, vil de fra tid til anden blive væltet rundt under kraftige vindhændelser, hvorved der er stor risiko for dels at det biologiske materiale på stenene rives af og dels at stenene transporteres ud på dybere vand. Biologiske samfund på ustabile sten er domineret af opportunistiske hurtigt voksende algearter (Dahl et al, 2001) og ikke af store flerårige arter, som netop ønskes med dette projekt.

Endvidere anbefales at anlægge 3 mindre stenbanker (toppe), mellem de to store revstrukturer, på lidt dybere vand (figur 8.1). Revstrukturerne anlægges på 2,3-3,5 meters dybde og har maksimalt 1 meters højde. Materialevalget er marksten, alternativt sprængsten eller en kombination med sprængsten som bundlag. Stenstørrelse 20-50 cm.

Den eksisterende revstruktur, bestående af mindre sten og enkelte større med vanddybde fra 30 til 100 cm, foreslås suppleret med udlagt spredte sten (figur 8.1). Herved stabiliseres strukturen mod nedbrydning. Materialevalg bør være natursten, da de kan være blottet ved lavvande. Hovedparten bør mindst være mellem 30 og 50 cm store.

Nordvestlig hovedrev

Vanddybde: fra ca. 0,5 – 2 (måske 2½) meter.

Materiale: marksten eller sprængsten med 20-50 cm diameter.
Revhøjde: et stenlag på lav vanddybde (ca. 0,2 til ca. 1 meters dybde). På større vanddybde tænkes revet at være flerlaget til 1 meter over bunden.

Stendække: ca. 75 % af bunden hvor laget er enlaget og 100% hvor laget er flerlaget.

Revstrukturens areal: ca. 3000 m².

Sydøstlig hovedrev (tre strukturer)

Vanddybde: fra ca. 0,5 – 3,0 meter.

Materiale: marksten eller sprængsten med 20-50 cm diameter
Revhøjde: et stenlag på lav vanddybde (ca. 0,2 til ca. 1 meters dybde). På større vanddybde tænkes revet at være flerlaget op til 1 meter over bunden.

Stendække: ca. 75 % af bunden hvor strukturen er enlaget og 100% hvor strukturen er flerlaget.

Stendækket areal: ca. 3600 m²

3 mindre revstrukturer mellem de to store revstrukturer

Materiale: natursten eller sprængsten med 20-50 cm diameter

Strukturstørrelse: diameter ca. 7 m

Højde: ca. 1,5 meter afhængig af vanddybde

Stendækket areal samlet: ca. 115 m²

Større spredte markeringssten på grusbanken

Materiale: natursten

Størrelse: >100 cm i diameter

Antal: ca. 30 stk.

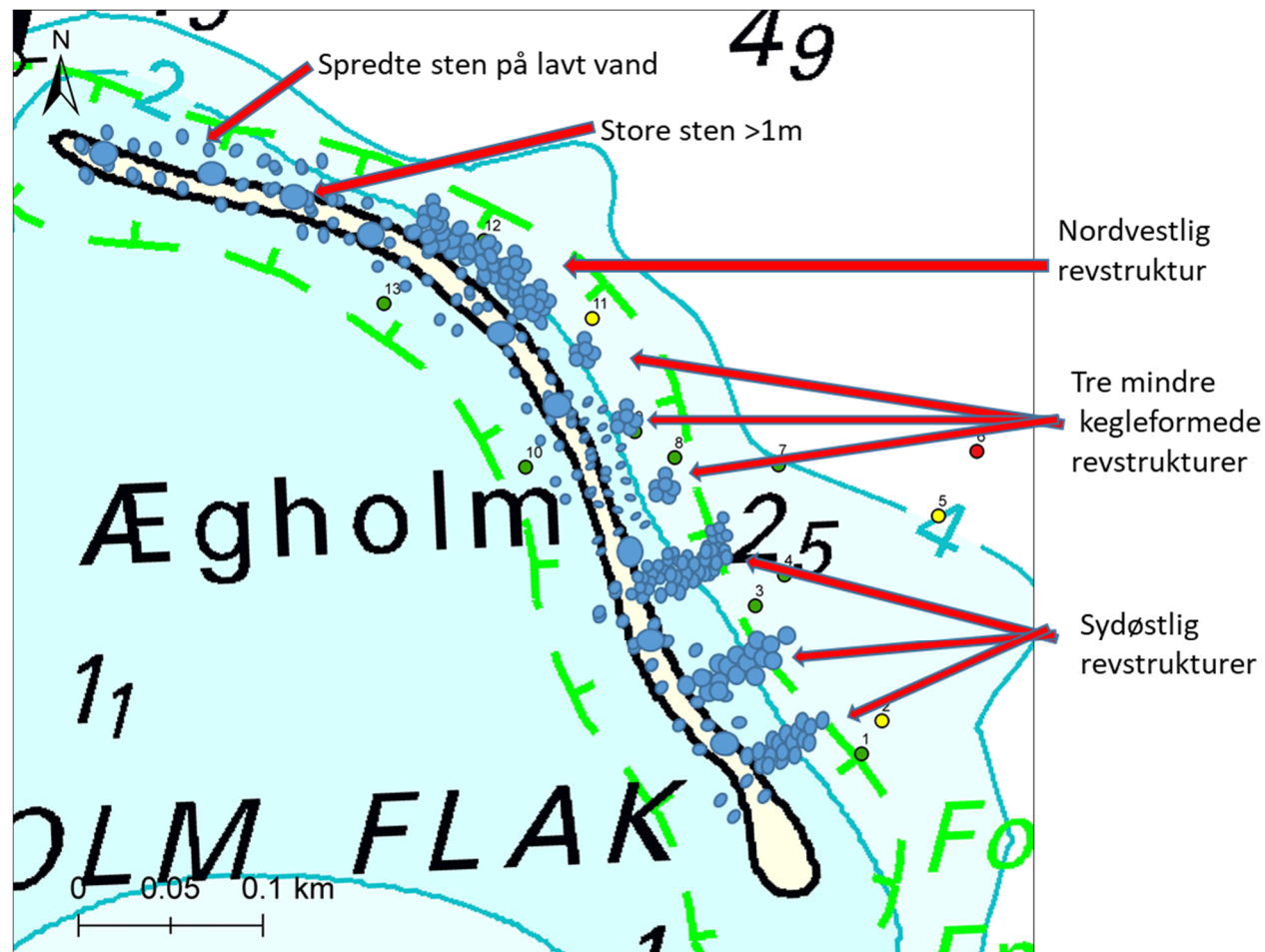
Spredte sten på flanken og hen over sandbanken

Materiale: natursten

Stenstørrelse: 30-50 cm

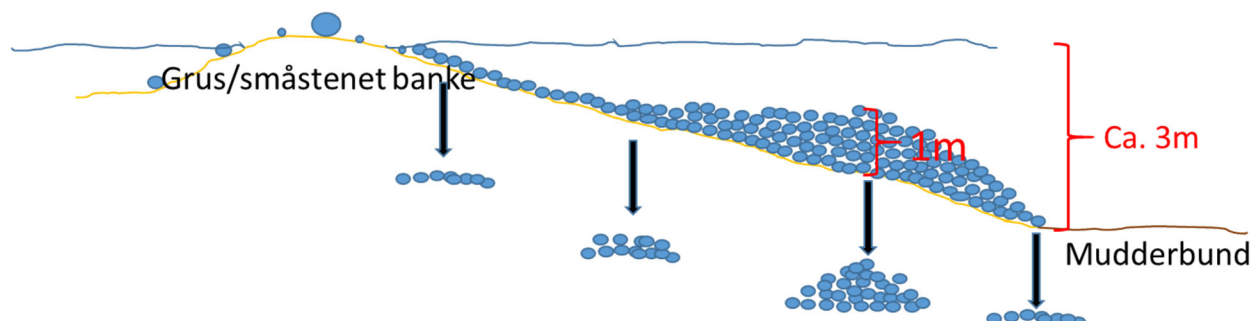
Vanddybde: 0-1 meter

Samlet stendækket areal: ca. 1600 m²

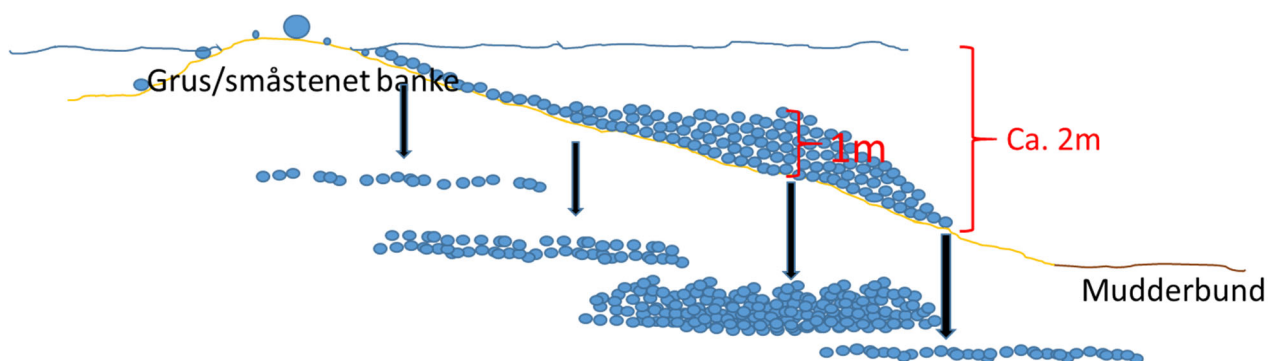


Figur 8.1. Skitse forslag til detailplan for udlægning af sten ved Ægholm Flak.

Endvidere foreslås den laveste del af den eksisterende revstruktur suppleret med 30 enkeltliggende store sten (figur 8.1). Materialevalg foreslås at være natursten >100 cm.



Figur 8.2. Horisontalt snit af den foreslåede detailplan for udlægning af sten i langstrakte strukturer ved de sydøstlige hoved revstrukturer. Den nedre del af tegningen illustrerer lagtykkelse og bredde på strukturerne på udvalgte steder.



Figur 8.3. Horisontalt snit af den foreslåede detailplan for udlægning af sten ved den nordvestlige hoved revstruktur. Den nedre del af tegningen illustrerer lagtykkelse. Bredden på strukturen er ca. 100 m.

9 Estimeret behov for sten

Det samlede behov for sten er estimeret til ca. 4.450 tons for et naturgenopretningsprojektet ved Ægholm og knap 300 tons for formidlingsrevet som omtalt i Dahl et al, 2020. Fordelingen af sten på de forskellige strukturer fremgår af tabel 9.1.

Tabel 9.1. Estimeret behov for sten til et formidlingsrev ud for Veddelev og en naturgenopretningsrev ved Nørrerev.

Lokalitet	Område areal (m ²)	Stenrevs- dækning (%)	Antal sten	Stenvægt (tons)
Formidlingsrevet:				
Hovedområdet (40 cm sten)	1.200	40	2.550	200
Stien (40 cm sten)	500	40	1.063	83
2 markeringssten (< 1 m sten)			2	3
Samlet mængde inkl. store markeringssten			3.615	286
Ægholm Rev:				
Sydøstlig hovedrev (tre strukturer)				
Etlaget stenlag (40 cm sten)	900	75	2.742	164
Flerlaget stenlag (40 cm sten)	2.700	100	15.115	1.392
Nordvestlig hovedrev (en struktur)				
Etlaget stenlag (40 cm sten)	1.000	75	3.047	182
Flerlaget stenlag (40 cm sten)	2.000	100	14.928	1.375
Mellemliggende 3 kegleformede toppe (40 cm sten)	7 m diameter	100	1.292	119
Spredte sten (40 cm sten)	15.900	10	12.659	1.166
Større kampesten på grusbanken >1 m			30	42
Samlet mængde inkl. store markeringssten			57.278	4.442

Beregningerne af stenmængder der bør anvendes ved de to lokaliteter er foretaget ud fra en række antagelser.

Veddelev:

- Ud for Veddelev udlægges alene sten i et lag. Den gennemsnitlige stenstørrelse der er anvendt i beregningerne er 40 cm bortset fra de enkelte store markeringssten. Stenene er antaget at være granit med en vægtfylde på 2,75 tons / m³.

Ægholm:

- Den gennemsnitlige stenstørrelse der er anvendt i beregningerne er 40 cm bortset fra de enkelte store markeringssten. Stenene er antaget at være granit med en vægtfylde på 2,75 tons / m³.
- Beregningerne er foretaget på en antagelse om dybdeforhold og sedimentstabiliteten alene baseret på dykkerobservationerne, samt at dybden stiger jævnt med afstanden fra den eksisterende lavvandede revlignende struktur.

- Beregningerne er foretaget ud fra en antagelse om udlægning af to revstrukturer i to hovedområder ved Ægholm. Disse strukturer går fra nær den eksisterende revlignende småstenede banke og ud til ca. mellem 2 og 2½ meters dybde for den nordvestlige struktur og til 3 meters dybde for tre revstrukturer vinkelret på den eksisterende revlignende struktur i det sydøstlige område.
- Den sydøstlige struktur antages at bestå af tre selvstændige strukturer der strækker sig fra lavt til dybt vand. Strukturernes er ca. 20 meter brede og samlet ca. 60 meter lange. Beregningerne af stenmængder antager at de inderste mest lavvandede 15 meter af de tre strukturer er enlaget med en dækning på 66% sten. De dybere ydre dele af revstrukturerne antages at stige jævnt til ca. 1 meters højde over bunden for herefter at aftage på de sidste 5 meter ved revets ophør (jævnfør figur 8.2)
- Den nordvestlige struktur antages at være 100 meter lang og 30 meter bred. De inderste, mest lavvandede dele af denne revstruktur (1/3 af arealet) antages at bestå af et enkelt lag. De dybere ydre dele af revstrukturerne antages at stige jævnt til ca. 1 meter over bunden for herefter at aftage på de sidste 2 meter ved revets ophør (jævnfør figur 8.3).
- Det antages, at de 3 mindre revstrukturer har en diameter på op til 7 meter og at de er kegleformede med en højde på 1,5 meter.
- De spredte sten der foreslås udlagt på og lige omkring den eksisterende mest lavvandede del af den revlignende struktur ligger enkeltvis med en dækning omkring 10% af arealet.
- Ved beregninger af stenmængderne er der antaget, at sten udlagt i ét lag dækker ca. 66 % af bundens overflade, mens der ved udlægning af sten i flere lag vil være en "pakning" af mellemrum, således at der volumenmæssigt antages at være 75 % sten og 25 % vand.

10 Referencer

Dahl K, Al-Hamdani Z, Rasmussen MB, Svendsen JC & Bennike O. 2019. Naturgenopretning af stenrev i Roskilde Fjord. Basisundersøgelse af tre udvalgte lokaliteter. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 53 s. - Videnskabelig rapport nr. 344 <http://dce2.au.dk/pub/SR344.pdf>

Dahl K, Al-Hamdani Z, Svendsen JC & Christoffersen M. 2020. Naturgenopretning af stenrev i Roskilde Fjord. Designforslag. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 17 s. - Teknisk rapport nr. 171 <http://dce2.au.dk/pub/TR171.pdf>

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.

[Tom side]

NATURGENOPRETNING AF STENREV I ROSKILDE FJORD

Supplerende forundersøgelser samt designforslag for
et rev ved Ægholm

Rapporten beskriver transekt undersøgelser udført ved Nørrerev og Selsø Hage, som supplement til en tidligere undersøgelse. Undersøgelsen omfattede også et langt transekt ved en ny lokalitet ved Ægholm, som blev fundet meget velegnet for et naturgenopretningsprojekt for stenrev. Rapporten beskriver tillige et konkret designforslag for et stenrev ved Ægholm. Designforslaget omfatter en beskrivelse af de forskellige revstrukturer, der foreslås udlagt. Det er estimeret, at der er behov for ca. 4.450 tons sten til naturgenopretningsrevet.