



NATURGENOPRETNING AF STENREV I ROSKILDE FJORD

Detaljeret udlægningsplan

Teknisk rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 231

2022



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

NATURGENOPRETNING AF STENREV I ROSKILDE FJORD

Detaljeret udlægningsplan

Teknisk rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 231

2022

Karsten Dahl
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. 231
Kategori:	Rådgivningsrapport
Titel:	Naturgenopretning af stenrev i Roskilde Fjord
Undertitel:	Detaljeret udlægningsplan
Forfattere:	Karsten Dahl 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:	Februar 2022
Redaktion afsluttet:	Februar 2022
Faglig kommentering:	Peter Henriksen
Kvalitetssikring, DCE:	Anja Skjoldborg
Sproglig kvalitetssikring:	Charlotte Hviid
Ekstern kommentering:	Nationalpark Skjoldungernes Land, som ingen faglige kommentarer havde.
Rekvirent:	Nationalpark Skjoldungernes Land
Bedes citeret:	Dahl, K. & Göke, C. 2022. Naturgenopretning af stenrev i Roskilde Fjord. Detaljeret udlægningsplan. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 20 s. - Teknisk rapport nr. 231 http://dce2.au.dk/pub/TR231.pdf
	Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
Sammenfatning:	Rapporten beskriver i detaljer, hvorledes stenene skal udlægges ved Nørrerev, Ægholm og ud for Veddelev. Rapporten understøtter udarbejdede shapefiler til brug for opgaven. I tilgift er det estimeret, hvor mange sten der skal bruges til de forskellige revstrukturer og i øvrigt udlægges som spredte sten forekomster på de tre lokaliteter
Emneord:	Naturgenopretning, Roskilde Fjord.
Layout:	Grafisk Værksted, AU Silkeborg
Foto forside:	Karsten Dahl
ISBN:	978-87-7156-664-2
ISSN (elektronisk):	2244-999X
Sideantal:	20
Internetversion:	Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) som http://dce2.au.dk/pub/TR231.pdf

Indhold

Forord	5
Sammenfatning	6
1 Nørrerev	7
1.1 Større revstrukturer	8
1.2 De fem topformede revstrukturer	9
1.3 Spredte sten	9
1.4 Estimat af det samlede behov for sten til opgaven	9
2 Ægholm	12
2.1 4 større revstrukturer	13
2.2 De tre topformede revstrukturer	14
2.3 Spredte sten	14
2.4 Estimat af det samlede behov for sten til opgaven	15
3 Veddelev formidlingsrev	17
3.1 Formidlingsrevets struktur	17
3.2 Stien fra kystlinjen til formidlingsrevet	18
3.3 Estimat af det samlede behov for sten til opgaven	18
4 Referenceliste	20

Forord

Denne tekniske rapport beskriver detaljeret, hvorledes sten skal udlægges ved Nørrerev, Ægholm og ved Veddelev i Roskilde Fjord. Rapporten skal ses som en mere detaljeret beskrivelse af de tre mulige naturgenopretningsprojekter omtalt i de tre rapporter, Dahl et al, 2019, Dahl et al, 2020 og Dahl og Göke, 2020.

Beskrivelsen omfatter foruden geografiske koordinater på de væsentligste arbejdsområder også 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. Shape filerne kan rekvireres hos Nationalpark Skjoldungernes Land.

Der er tale om estimer af udlægningsmængder baseret på en række antagelser, bl.a. fordi, der ikke foreligger en detaljeret opmåling af bathymetrien på det lave vand, hvor genopretningen er planlagt.

Sammenfatning

Rapporten beskriver i detaljer, hvorledes stenene skal udlægges ved Nørre-
rev, Ægholm og ud for Veddelev. Rapporten understøtter udarbejdede sha-
pefiler til brug for opgaven. I tilgift er det estimeret, hvor mange sten der skal
bruges til de forskellige revstrukturer og i øvrigt udlægges som spredte sten-
forekomster på de tre lokaliteter.

1 Nørrerev

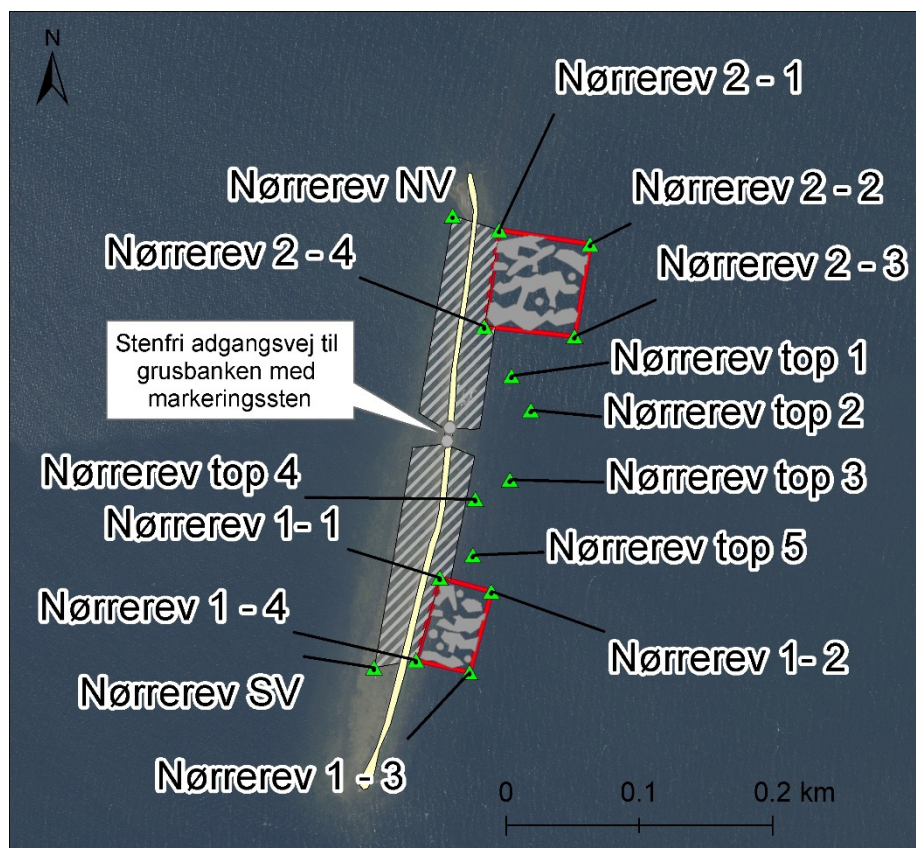
Der udlægges flere revstrukturer med 100% stendække inden for arealer angivet med de røde polygoner (Figur 1.1). Udlægningen skal sikre, at der er de tværgående overgange mellem de enkelte større strukturer, der er angivet på skitsen. Stentætheder skal være ca. 75% af bunden, hvor det består af et enkelt lag sten og 100%, hvor det er flerlaget.

Endvidere udlægges 5 kegleformede strukturer mellem de to større revformationer. De kegleformede strukturer dækker hver ca. 38 m².

Dertil kommer udlægning af spredte sten over et større areal med en gennemsnitlig tæthed på ca. 11%. De spredte sten placeres på begge sider af Nørrerev og på selve sand-/grus-/stenbanken.

Der sikres en adgangsvej for både til banken fra begge sider, hvor der ikke udlægges sten. Denne adgangsvej markeres med to meget store tætstående sten.

En detaljeret skitse ses i figur 1.1.



Figur 1.1. Udlægningsplan for 2 større revstrukturer, fem mindre toppe og spredte sten ved Nørrerev. De 2 større revstrukturer findes inden for de røde polygoner og er markeret her med gråt. Nørrerev med tilhørende banke er markeret med gult. De spredte sten udlægges inden for det skraverede område. Koordinater ses i tabel 1.1.

1.1 Større revstrukturer

Der er planlagt to større revstrukturer, som er navngivet henholdsvis Nørrerev 1 og Nørrerev 2. Revstrukturerne er anbragt inden for de røde polygoner, der ses i figur 2.1. Polygonernes hjørnekoordinater er angivet i tabel 2.1. Den detaljerede revstruktur, der skal tilnærmes ved udlægningen, foreligger også som shapefil.

Tabel 1.1. Hjørnekoordinater i WGS 84 for de røde polygoner inden for hvis rammer de 2 større revstrukturer udlægges og centerkoordinater for 5 toppe. Nørrerev NV og SV angiver hjørnekoordinater for områder, hvori der udlægges spredte sten. Jævnfør figur 1.1.

Lokation	Længde	Bredde
Nørrerev 1 - 1	11° 59.501' E	55° 42.710' N
Nørrerev 1 - 2	11° 59.538' E	55° 42.704' N
Nørrerev 1 - 3	11° 59.520' E	55° 42.672' N
Nørrerev 1 - 4	11° 59.482' E	55° 42.677' N
Nørrerev 2 - 1	11° 59.554' E	55° 42.850' N
Nørrerev 2 - 2	11° 59.619' E,	55° 42.842' N
Nørrerev 2 - 3	11° 59.605' E	55° 42.805' N
Nørrerev 2 - 4	11° 59.541' E	55° 42.811' N
Nørrerev top 1	11° 59.559' E	55° 42.790' N
Nørrerev top 2	11° 59.571' E	55° 42.776' N
Nørrerev top 3	11° 59.554' E	55° 42.749' N
Nørrerev top 4	11° 59.529' E	55° 42.741' N
Nørrerev top 5	11° 59.526' E	55° 42.719' N
Nørrerev NV	11° 59.521' E	55° 42.856' N
Nørrerev SV	11° 59.451' E	55° 42.675' N

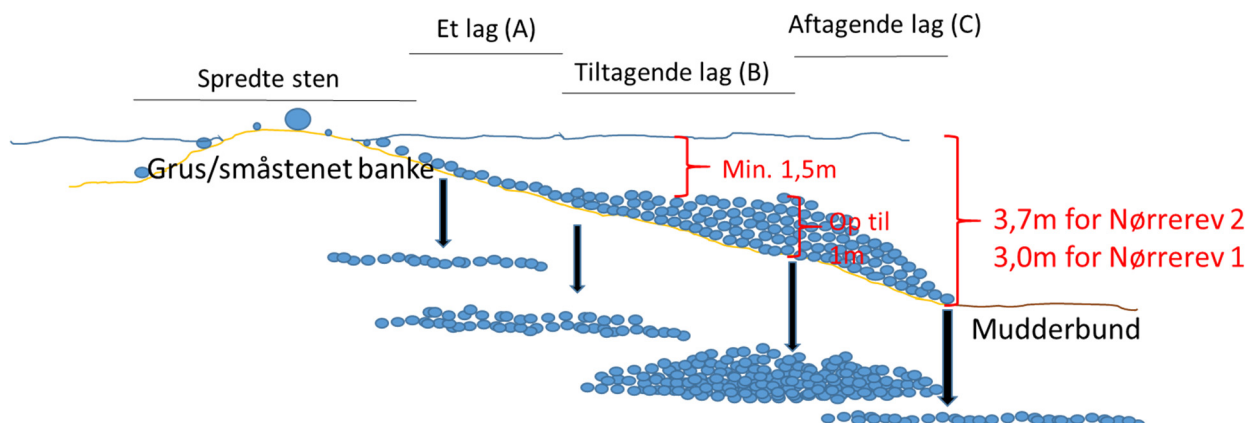
Udlægningen skal tilstræbe 1,5 meters horisontal nøjagtighed og 0,5 meters vertikal nøjagtighed, hvor revet er flerlaget.

Der anvendes stenstørrelser mellem 20 og 50 cm i gennemsnitlig diameter. Tilstedeværelse af større sten end 50 cm kan evt. også accepteres efter nærmere aftale med bygherre, men sten mindre end 20 cm er for små.

De 2 revstrukturer består af et en-laget stendække på lav vanddybde, der så bygges til en flerlaget struktur på dybere vand.

Det en-lagede stendække påbegyndes mod Nørrerev fra en vanddybde, hvor hovedparten af stenene er dækket med ca. 20 cm vand ved normal vandstand. Det en-lagede stendække fortsætter ud til en vanddybde, hvor der er 1,5 meter vandsøjle over de udlagte sten. Med stigende vanddybde bygges selve revstrukturen højere med flere lag. Revstrukturen når op til 2 meters højde over den omkringliggende havbund langs centerlinjen for den nordlige struktur (Nørrerev 2) og 1,5 meters højde for den sydlige struktur (Nørrerev 1). I den ydre ende vil revstrukturen skråne ned og ophøre på omkring 3,7 meters dybde for den nordlige struktur og på omkring 3 meters dybde for den sydlige struktur. (Figur 1.2). På større dybder er bunden vurderet uegnet til udlægning af sten.

Ved udlægningen sikres en fortsat vandstand på 1,5 meter ved gennemsnitlig daglig vandstand over de udlagte flerlagede revstrukturer af hensyn til sejladssikkerhed med småbåde.



Figur 1.2. Snittegning af revstrukturer ved Nørrerev. Øverst viser et tværsnit, hvordan revstrukturen er bygget op. Nederst vises 4 tværsnit gennem revstrukturen, hvor man kan se, hvordan den flerlagede struktur skråner ned mod den oprindelige havbund. Udlægningerne finder sted til 3,7 meters dybde i det nordlige område og til 3 meters dybde i det sydlige område.

1.2 De fem topformede revstrukturer

Toppene udlægges på et areal på hver ca. 38 m². Højden på toppene er ca. 1 meter, dog ikke højere end at der er 1,5 meter vandsøjle over toppen ved gennemsnitlig daglig vandstand. Toppenes centerposition fremgår af tabel 1.1.

Udlægningen skal tilstræbe 1,5 meter horisontal nøjagtighed.

Der anvendes stenstørrelser mellem 20 og 50 cm i gennemsnitlig diameter. Enkelte større sten kan også indgå i udlægningen, men sten mindre end 20 cm er for små.

1.3 Spredte sten

Der anbringes ca. 20 store sten på selve banken ud for og mellem de 4 store revstrukturer. Stenen bør have en gennemsnitlig diameter på 100 cm. De fire største sten anbringes to og to tæt på hinanden som pejlestene for en egnet passage ind til banken uden udlagte sten på flankerne.

Der udlægges desuden spredte sten over et stort areal på begge sider af banken, på banken og mellem de udlagte toppe og større revstrukturer. Der anvendes stenstørrelser mellem 20 og 50 cm i gennemsnitlig diameter. Den gennemsnitlige dækning på arealet skal være ca. 11% (rumlig variation 5-20%). Arealet, hvor de spredte sten udlægges, afgrænses mod nord af hjørnekoordinaterne NV og Nørrerev 2-1 angivet i tabel 1.1 og mod syd af hjørnekoordinaterne angivet for SV og Nørrerev 1-2.

1.4 Estimat af det samlede behov for sten til opgaven

Estimatet er foretaget med følgende antagelser:

- Bunden skråner jævnt fra selve Nørrerev til mellem 3 og 3,7 meters vanddybde. De faktiske dybdeforhold vil have en betydning for, hvor store arealer der kan udlægges henholdsvis en-laget og flerlaget stendække på.

- Vægtfylden på granit er anvendt (2,75 tons / m³).
- Sten i et lag udlægges med en tæthed, der giver en samlet dækning af hårdt substrat på 75%.
- Beregningen af antal sten er baseret på kugleformede sten med en gennemsnitlig diameter på 0,4 meter.
- Stenene i flere lag udlægges med 30% hulrum mellem stenene.
- Arealet, der udlægges sten på, er konstant med stigende dybde.
- Det flerlagede områdes rumfang for de 4 større revstrukturer er beregnet som "halve" prismer. $(l*b*h/2)/2$.
- Planen er baseret på orthofotos.

Snittegning af strukturerne kan ses i figur 1.2. Figuren har en angivelse af den ydre dybdegrænse, hvor bunden skifter karakter fra "hård" til "blød".

De anslåede længder med henholdsvis ét stenlag (A), tiltagende stenlag (B) og aftagende stenlag (C) (jævnfør figur 1.2) for de 2 strukturer er angivet i tabel 1.2.

Tabel 1.2. Længder på forskellige delelementer af revstrukturerne Nørrerev 1 og 2 anvendt til estimering af behovet for sten. A er længden af det enlagede stykke, B er længden af strukturen med tiltagende stentykkelse og C er længden af strukturen med aftagende stentykkelse på dybt vand.

Struktur	A (m)	B (m)	C (m)
Nørrerev 2	14	25	6
Nørrerev 1	15	22	5

De enkelte strukturers overordnede længde og bredde samt estimater af sten, der skal bruges til opgaven ved Nørrerev fremgår af tabel 1.3

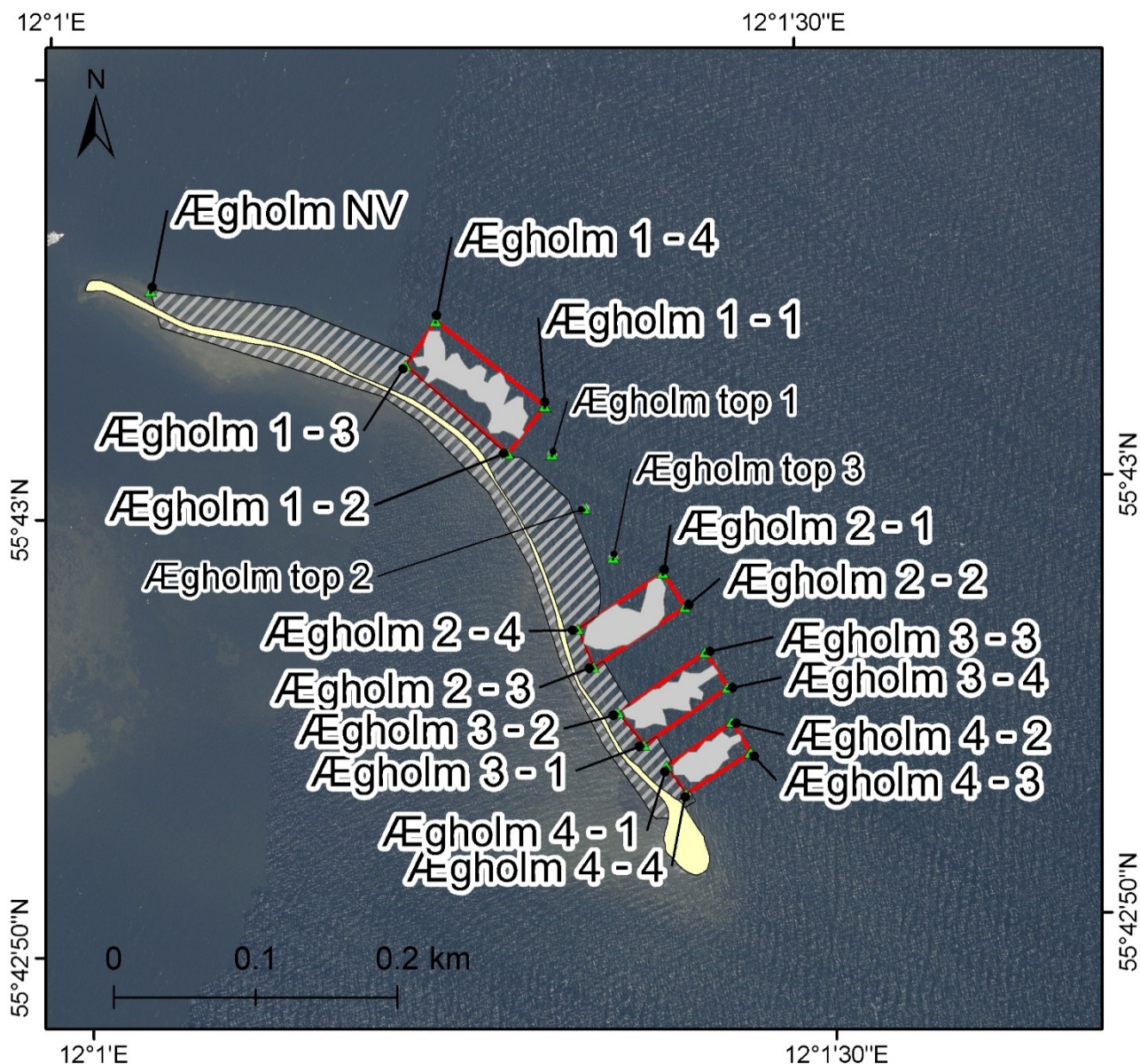
Tabel 1.3. Anvendte mål og antagelser samt estimerede stenmængder for Nørrerevs forskellige revelementer.

Nørrerev	Længde (m)	Bredde (m)	Højde (m)	Område areal (m2)	Stendækning (%)	Stenstørrelse) diameter (m)	Stendækket Areal (m2)	Rumfang for struktur (m3)	Antaget hulrum (%)	Antal sten (estimeret)	Sten vægt tons
Nørrerev 1											
En-laget stenlag (40 cm sten)	15	29		439	75	0,4	329			2621	241
Flerlaget stenlag (40 cm sten)	27	29	1,5	791	100	0,4	791	296	30	6199	571
Nørrerev 2											
En-laget stenlag (40 cm sten)	14	56		800	75	0,4	600			4777	440
Flerlaget stenlag (40 cm sten)	31	56	2	1755	100	0,4	1755	877	30	18339	1689
Kegleformede strukturer											
Kegletop 1			1	38	100	0,4	38	13	30	268	25
Kegletop 2			1	38	100	0,4	38	13	30	268	25
Kegletop 3			1	38	100	0,4	38	13	30	268	25
Kegletop 4			1	38	100	0,4	38	13	30	268	25
Kegletop 5			1	38	100	0,4	38	13	30	268	25
Areal med spredte sten											
Spredte sten (40 cm sten)				13240	11	0,4	1456			11596	1068
Større kampesten på grusbanken >1 m						1				20	29
Nørre Rev Samlet										44893	4162

2 Ægholm

Der udlægges 4 større sammenhængende revstrukturer og tre keglestrukturer med stentætheder på omkring 75% af bunden, hvor der er et lag sten og 100%, hvor stenene ligger i flere lag. Dertil kommer udlægning af spredte sten over et større areal med en gennemsnitlig dækning af ca. 12% af bunden. De spredte sten placeres på begge sider af Ægholm og på selve sand-/grus-/sten-banken.

En detaljeret skitse ses i figur 2.1.



Figur 2.1. Udlægningsplan for 4 større revstrukturer, tre mindre toppe og spredte sten ved Ægholm. De 4 større revstrukturer findes inden for de røde polygoner og er markeret her med gråt. Ægholm med tilhørende banke er markeret med gult. De spredte sten tænkes udlagt inden for det skraverede område.

2.1 4 større revstrukturer

De fire revstrukturer er navngivet Ægholm 1 til Ægholm 4 og anbringes inden for de røde polygoner. Polygonernes hjørnekoordinater er angivet i tabel 2.1. Den detaljerede revstruktur, der skal tilnærmes ved udlægningen, foreligger også som shapefil.

Tabel 2.1. Hjørnekoordinater i WGS 84 for de røde polygoner inden for hvis rammer de 4 større revstrukturer udlægges, det nordvestlige hjørne af området med de spredte sten og centerkoordinater af toppene.

Lokation	Længde	Bredde
Ægholm 1 – 1	12° 1.315' E	55° 43.035' N
Ægholm 1 – 2	12° 1.289' E	55° 43.018' N
Ægholm 1 – 3	12° 1.223' E	55° 43.053' N
Ægholm 1 – 4	12° 1.244' E	55° 43.069' N
Ægholm 2 – 1	12° 1.390' E	55° 42.969' N
Ægholm 2 – 2	12° 1.404' E	55° 42.956' N
Ægholm 2 – 3	12° 1.340' E	55° 42.935' N
Ægholm 2 – 4	12° 1.331' E	55° 42.950' N
Ægholm 3 – 1	12° 1.372' E	55° 42.905' N
Ægholm 3 – 2	12° 1.355' E	55° 42.917' N
Ægholm 3 – 3	12° 1.416' E	55° 42.939' N
Ægholm 3 – 4	12° 1.430' E	55° 42.925' N
Ægholm 4 – 1	12° 1.386' E	55° 42.896' N
Ægholm 4 – 2	12° 1.432' E	55° 42.912' N
Ægholm 4 – 3	12° 1.444' E	55° 42.900' N
Ægholm 4 – 4	12° 1.399' E	55° 42.885' N
Ægholm NV	12° 1.053' E	55° 43.085' N
Ægholm top 1	12° 1.319' E	55° 43.017' N
Ægholm top 2	12° 1.339' E	55° 42.996' N
Ægholm top 3	12° 1.357' E	55° 42.976' N

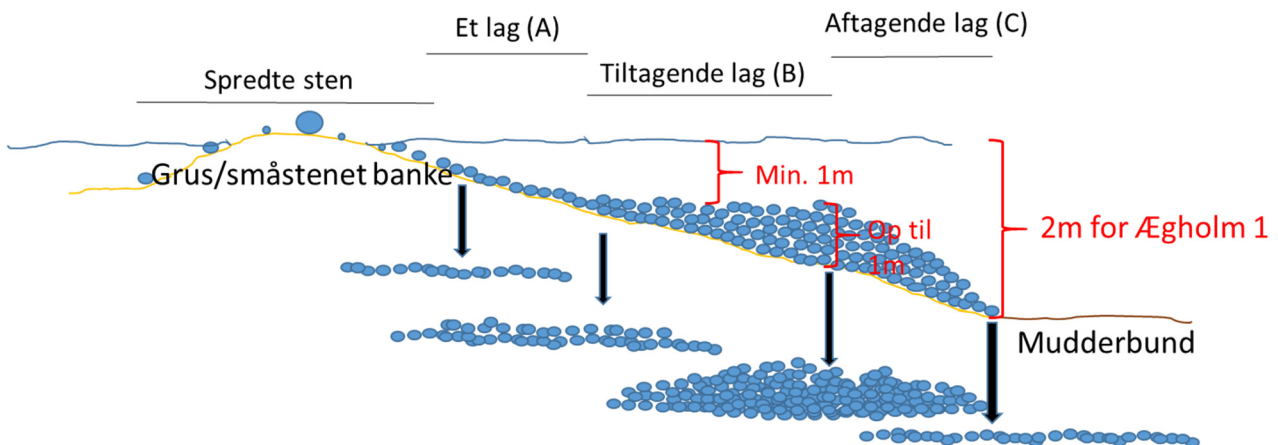
Udlægningen skal tilstræbe 1,5 meters horisontal nøjagtighed og 0,5 meters vertikal nøjagtighed, hvor revet er flerlaget.

Der anvendes stenstørrelser mellem 20 og 50 cm i gennemsnitlig diameter. Større sten kan evt. også anvendes efter nærmere aftale med Bygherre, men sten mindre end 20 cm er for små.

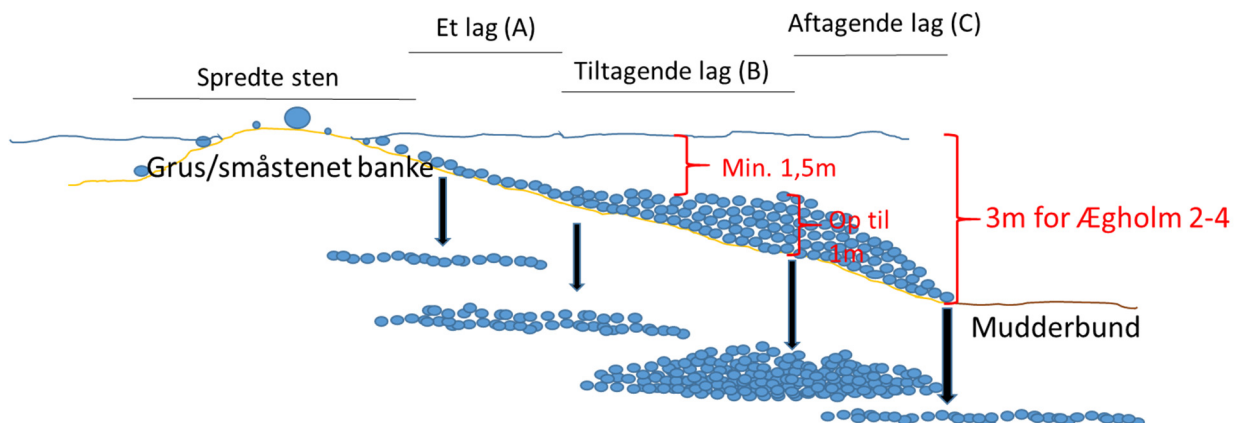
De 4 revstrukturer består af et en-laget stendække på lav vanddybde, der så bygges til en flerlaget struktur på dybere vand.

Det en-lagede stendække påbegyndes mod Ægholm fra en vanddybde, hvor hovedparten af stenene er dækket af mindst 20 cm vand ved normal gennemsnitlig vandstand. Det en-lagede stendække fortsætter ud til en vanddybde, hvor der er 1 meter vandsøjle over de udlagte sten på den mere kystnære struktur Ægholm 1 (figur 2.2). På de øvrige strukturer, Ægholm 2, 3 og 4, bygges revet først op i en flerlaget struktur, hvor dybdeforholdene tillader 1,5 meter vand over de udlagte sten (figur 2.3).

Den flerlagede del af revstrukturene skal bygges op til 1 meters højde over den omliggende havbund på alle 4 større revområder for så at skråne ned i den yderste ende, hvor strukturen ophører på 2 meters dybde for Ægholm 1 og 3 meters dybde for Ægholm 2, 3 og 4.



Figur 2.2. Snittegning af revstrukturen ved Ægholm 1. Øverst vises et tværsnit af, hvordan revstrukturen er bygget op. Nederst vises 4 tværsnit gennem revstrukturen, hvor man kan se, hvordan den flerlagede struktur skrænter ned mod den oprindelige havbund. Udlæggningerne finder sted ud til 2 meters dybde.



Figur 2.3. Snittegning af revstrukturer ved Ægholm 2, 3 og 4. Øverst vises et tværsnit af, hvordan revstrukturen er bygget op. Nederst vises 4 tværsnit gennem revstrukturen, hvor man kan se, hvordan den flerlagede struktur skrænter ned mod den oprindelige havbund. Udlæggningerne finder sted ud til 3 meters dybde.

2.2 De tre topformede revstrukturer

Toppene udlægges på et areal på hver ca. 38 m². Højden på toppene er ca. 1 meter, dog ikke højere end at der sikres 1,5 meter vandsøjle over toppen ved gennemsnitlig daglig vandstand. Udlægningen skal tilstræbe 1,5 meter horisontal nøjagtighed.

Der anvendes stenstørrelser mellem 20 og 50 cm i gennemsnitlig diameter. Enkelte større sten kan også anvendes, men sten mindre end 20 cm er for små.

2.3 Spredte sten

Der anbringes ca. 30 store sten på selve banken ud for og mellem de 4 store revstrukturer. Stenene bør have en gennemsnitlig diameter på 100 cm.

Der udlægges desuden spredte sten over et stort areal på begge sider af banken, på selve banken og mellem de udlagte toppe og større revstrukturer. Hovedparten af stenene udlægges på den nordøstlige side. Der anvendes stenstørrelser mellem 20 og 50 cm i gennemsnitlig diameter. Den gennemsnitlige dækning af bunden på arealet skal være ca. 12% (rumlig variation 5-20%).

2.4 Estimat af det samlede behov for sten til opgaven

Estimatet er foretaget med følgende antagelser:

- Bunden skråner jævnt fra selve Ægholm til 3 meters vanddybde. De faktiske dybdeforhold vil have en betydning for, hvor store arealer der kan udlægges henholdsvis en-laget og flerlaget stendække på.
- Vægtfylden på granit er anvendt (2,75 tons / m³).
- Sten i et lag udlægges med en tæthed, der giver en samlet dækning af hårdt substrat på 75%.
- Beregningen af antal sten er baseret på kugleformede sten med en gennemsnitlig diameter på 0,4 m.
- Stenene i flere lag udlægges med 30% hulrum mellem stenene.
- De flerlagede områders rumfang for de 4 større revstrukturer er beregnet som "halve" prismer $(l \cdot b \cdot h / 2) / 2$.
- Arealet, der udlægges sten på, er konstant med stigende dybde.
- Planen er baseret på orthofotos.

Snittegninger af strukturerne kan ses i figur 2.2. Figuren har en angivelse af den ydre dybdegrænse, hvor bunden skifter karakter fra "hård" til "blød".

De anslåede længder med henholdsvis ét stenlag (A), tiltagende stenlag (B) og aftagende stenlag (C), der kan ses i figur 3.2 og figur 3.3 for de 4 strukturer, er angivet i tabel 3.2.

Tabel 2.2. Længder på forskellige delelementer af revstrukturerne Ægholm 1 - 4 anvendt til estimering af behovet for sten. A er længden af det en-lagede stykke, B er længden af strukturen med tiltagende stentykkelse og C er længden af strukturen med aftagende stentykkelse på dybt vand.

Struktur	A (m)	B (m)	C (m)
Ægholm 1	5	13	4
Ægholm 2	10	52	7
Ægholm 3	10	54	7
Ægholm 4	10	36	7

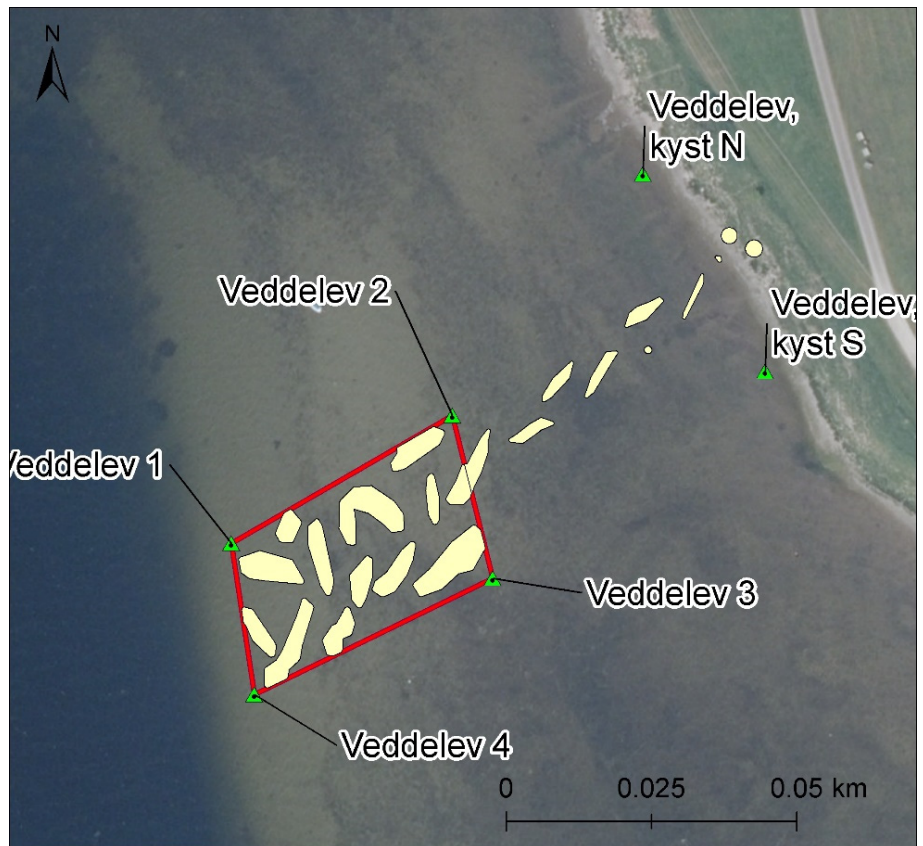
De enkelte strukturers overordnede længder og bredder samt estimer af mængden af sten, der skal bruges til opgaven ved Ægholm, fremgår af tabel 2.3.

Tabel 2.3. Anvendte mål og antagelser samt estimerede stenmængder for Ægholms forskellige revelementer.

Ægholm rev	Længde (m)	Bredde (m)	Højde (m)	Område Areal (m2)	Stendækning (%)	Stenstørrelse diameter (m)	Stendækket Areal (m2)	Rumfang for struktur (m3)	Antaget hulrum (%)	Antal sten (estimeret)	Sten vægt tons
Ægholm 1											
Etlaget stenlag	5	95		475	75	0,4	356,25			2836	261
Flerlaget stenlag	17	95	1	1615	100	0,4	1615	403,75	30	8438	777
Ægholm 2											
Etlaget stenlag	10	21		210	75	0,4	157,5			1254	116
Flerlaget stenlag	59	21	1	1239	100	0,4	1239	309,75	30	6474	596
Ægholm 3											
Etlaget stenlag	10	17		170	75	0,4	127,5			1015	94
Flerlaget stenlag	61	17	1	1037	100	0,4	1037	259,25	30	5418	499
Ægholm 4											
Etlaget stenlag	10	16		160	75	0,4	120			955	88
Flerlaget stenlag	43	16	1	688	100	0,4	688	172	30	3595	331
Kegleformede top 1			1	38,465	100	0,4	38	13	30	268	25
Kegleformede top 2			1	38,465	100	0,4	38	13	30	268	25
Kegleformede top 3			1	38,465	100	0,4	38	13	30	268	25
Spredte sten (40cm sten)				17794	12	0,4	2135			17001	1566
Større kampesten på grusbanken						1				30	43
ÆGHOLM SAMLET										47820	4445

3 Veddelev formidlingsrev

Der udlægges en større sammenhængende revstruktur inden for den angivne røde polygon vist i figur 4.1. Derudover anlægges en ”sti” fra kystlinjen og ud til selve formidlingsrevet. Stien består af en række mindre strukturer. På selve kysten placeres to meget store sten, som indikerer, hvor stien starter og revets placering ud for kysten.



Figur 3.1. Formidlingsrevets enkelte strukturer er angivet med gult og placeret inden for den røde polygon. To markeringssten er vist på standen. En sti i form af enkelte strukturer mellem strandkant og det røde polygon er ligeledes vist med gule farver.

3.1 Formidlingsrevets struktur

Polygonernes hjørnekoordinater er angivet i tabel 4.1. Den detaljerede revstruktur, der bør tilnærmes ved udlægningen, foreligger også som shapefil.

Revstrukturen består af et en-laget stendække på lav vanddybde. Der anvendes stenstørrelser mellem 30 og 50 cm i gennemsnitlig diameter. Større sten kan evt. også anvendes sammen med de mindre efter nærmere aftale med Bygherre, men sten mindre end 30 cm er for små.

Udlægningen skal tilstræbe 1,5 meters horisontal nøjagtighed.

Tabel 3.1. Hjørnekoordinater i WGS 84 for den røde polygon inden for hvis rammer den store revstruktur udlægges.

Lokation	Længde	Bredde
Veddelev 1	12° 4.221' E	55° 40.525' N
Veddelev 2	12° 4.258' E	55° 40.536' N
Veddelev 3	12° 4.264' E	55° 40.521' N
Veddelev 4	12° 4.224' E	55° 40.511' N
Veddelev, kyst N	12° 4.291' E	55° 40.558' N
Veddelev, kyst S	12° 4.310' E	55° 40.539' N

3.2 Stien fra kystlinjen til formidlingsrevet

Stien består af et en-laget stendække på lav vanddybde. Der anvendes stenstørrelser mellem 30 og 50 cm i gennemsnitlig diameter. Større sten kan evt. også anvendes efter nærmere aftale med bygherre, men sten mindre end 30 cm er for små.

Den detaljerede revstruktur, der skal tilnærmes ved udlægningen, foreligger også som shapefil.

Udlægningen skal tilstræbe 1,5 meters horisontal nøjagtighed.

3.3 Estimat af det samlede behov for sten til opgaven

Estimatet er foretaget med følgende antagelser:

- Vægtfylden på granit er anvendt (2,75 tons / m³).
- Sten udlægges i ét lag med en tæthed, der giver en samlet dækning af hårdt substrat på 75%.
- Beregningen af antal sten er baseret på en kugleformede sten med en gennemsnitlig diameter på 0,4 meter.
- Planen er baseret på orthofotos.

Behovet for sten til henholdsvis formidlingsrevet og stien fremgår af tabel 4.2.

Tabel 3.2 Anvendte mål og antagelser samt estimerede stenmængder for Veddelev formidlingsrevs forskellige revelementer.

Veddelev formidlingsrev	Længde (m)	Bredde (m)	Højde (m)	Område areal (m ²)	Stendækning (%)	Stenstørrelse diameter (m)	Stendækket Areal (m ²)	Rumfang for struktur (m ³)	Antaget hulrum (%)	Antal sten (estimeret)	Sten vægt tons
Stien				88	75	0,4	66			525	48
Formidlingsrev strukturerne				441	75	0,4	331			2633	243
Markeringssten										2	3
Veddelev formidlingsrev samlet										3160	294

4 Referenceliste

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. & 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>

NATURGENØPRETNING AF STENREV I ROSKILDE FJORD

Detaljeret udlægningsplan

Rapporten beskriver i detaljer, hvorledes stenene skal udlægges ved Nørrerev, Ægholm og ud for Veddelev. Rapporten understøtter udarbejdede shapefiler til brug for opgaven. I tilgift er det estimeret, hvor mange sten der skal bruges til de forskellige revstrukturer og i øvrigt udlægges som spredte sten forekomster på de tre lokalitete.