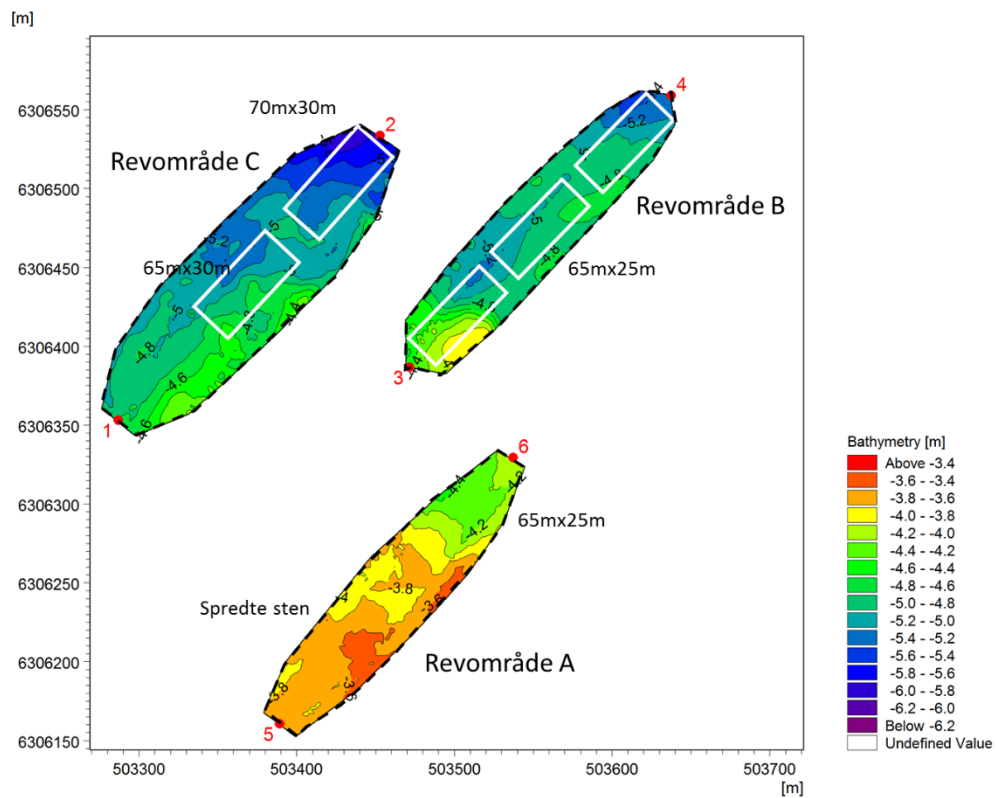


Design af stenrev Livø NV



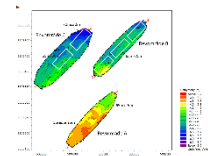
Denne rapport er udarbejdet under DHI's ledelsessystem, som er certificeret af Bureau Veritas for overensstemmelse med ISO 9001 for kvalitetsledelse



Design af stenrev Livø NV

Udarbejdet for
Repræsenteret ved

Limfjordsrådet
Torben Bramming Jørgensen



Projektleder	Anne Lise Middelboe
Kvalitetsansvarlig	Flemming Møhlenberg
Projektnummer	11818459
Godkendelsesdato	3. marts 2017
Revision	1.0
Klassifikation	Åben



INDHOLDSFORTEGNELSE

1	Baggrund	1
2	Design af stenrev ved Livø NV	1
2.1	Opsummering.....	4

BILAG

BILAG A – Positioner af revkamme

1 Baggrund

Folketinget afsatte i december 2015 ca. 20 mio. kr. til feltundersøgelser af stenrevs effektivitet som kvælstofreducerende virkemiddel i den centrale del af Limfjorden. Det blev specificeret, at "Stenrev etableres i Løgstør Bredning, som omfatter et stort Natura 2000-område". Udover at "bekæmpe" kvælstofeffekter forventes også, at stenrev vil bidrage til øget biodiversitet i området.

Dele af projektgruppen (GEUS, Dansk Skaldyrcenter (DSC) og DHI) har i perioden marts-juni 2016 arbejdet intenst med baggrundsundersøgelser for at udpege det mest optimale projektområde til etablering af et stenrev. Et område ved Livø NV blev udpeget.

Denne note beskriver det detaljerede design af stenrevet, som foreslået af DHI i november 2016 og modificeret af Limfjordsrådet for at tilpasse designet til den mængde sten, der er til rådighed. Beskrivelsen kan danne baggrund for arbejdsbeskrivelsen for udlægning af stenene.

2 Design af stenrev ved Livø NV

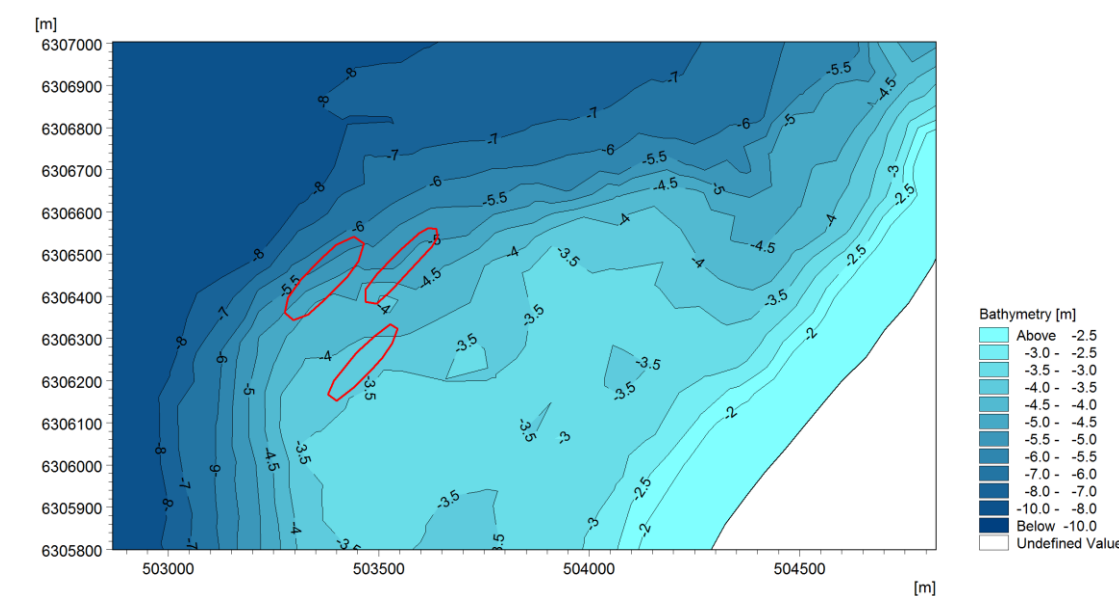
Der er en række forskellige forhold, som kan understøtte (eller undertrykke) de funktioner og specifikke egenskaber, som et rev kan have. Overordnet kan disse inddeles i biologisk-økologiske, de fysisk-kemiske forhold, hvor revet findes eller opbygges, samt specifikke egenskaber ved det materiale, som et rev består af, eller der anvendes til at bygge et nyt rev af. Det er velbeskrevet, at et revs biologisk-økologiske egenskaber såsom artsrigdom vil afhænge af revets rumlige struktur. De fysisk-kemiske forhold, herunder strøm- og bølgeklima samt næringsrigdom, er hovedsageligt bestemt af den geografiske placering. Da det allerede er besluttet, at der skal anvendes natursten ved etablering af rev i Limfjorden, er en yderligere uddybning af revmaterialer ikke relevant. Endelig er det afgørende, at et nyanlagt stenrev er stabilt, og at stenene har en størrelse og vægt, så de ikke flyttes og "ruller" ned under en storm. Den samlede effekt af bølge- og strømpåvirkning i revområdet NV for Livø under ekstremvejr viser, at selv små sten på under 1 cm ikke vil kunne flyttes. Anvendelse af sten i størrelsen 15 - 30 cm vil således give en stor sikkerhedsmargin mht. stabilitet, men også være en forudsætning for huledannelse og dermed en vis ventilation af revets indre dele.

Konfigurationen af et rev kan overordnet være bestemmende for de organismer og arter, som man vil tiltrække. Et lavt rev, fx funktionelt en flad bund brolagt med sten vil primært tiltrække bundlevende arter, mens et "højt" rev også vil tilgodese pelagiske fisk og give mulighed for bevoksning af alger med forskellige lyskrav, fx. brun- og rødalgearter indenfor et begrænset område.

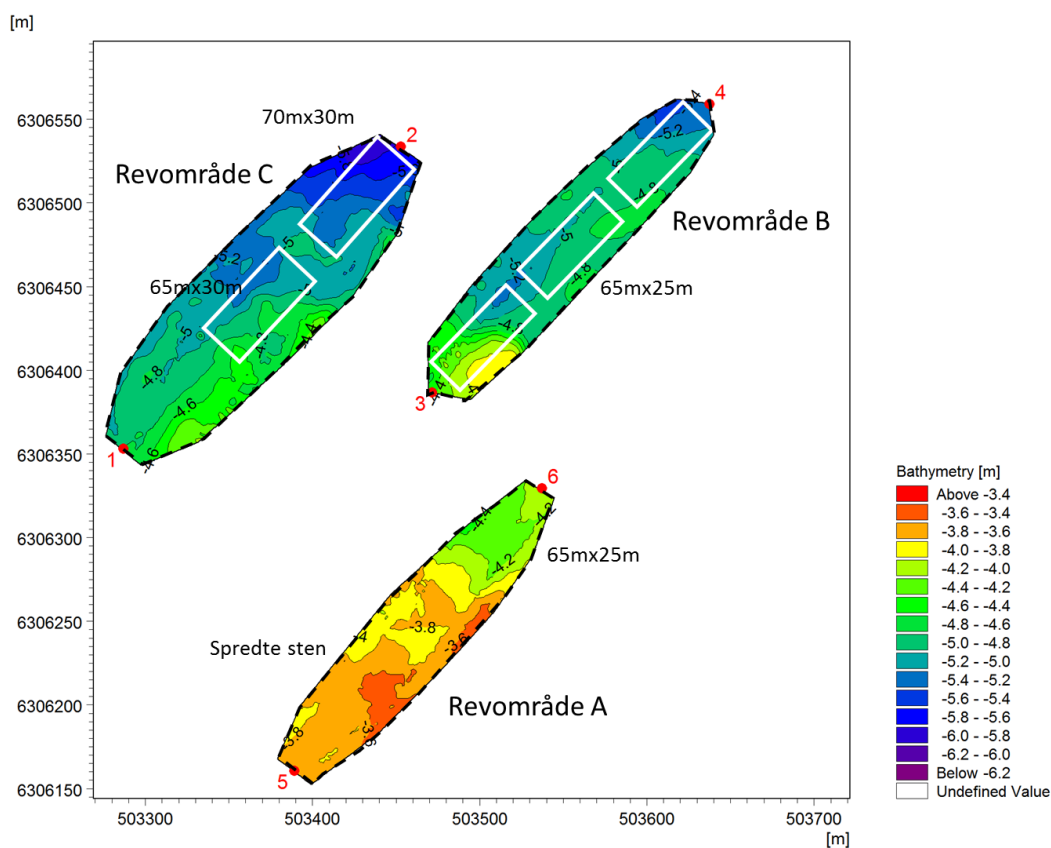
Opbygning af rev med forskellige stenstørrelser vil påvirke antal og kompleksitet af de samfund, der udvikler sig på revet. Huler og "lodrette vægge" og udhæng giver levesteder til forskellige arter, størrelser og aldersklasser. Krebssdyr og juvenile fisk søger ly i hulrum. Nogle arter gyder i beskyttede områder af revet, mens andre lægger æg i huler og udvikler territorial adfærd i yngleperioden.

Det foreslås, at stenrevet realiseres ved anlæg af tre parallelle og adskilte stenrevsområder, hvor de to på største vanddybder hver forsynes med i alt 5 kamme, mens revområde 1 på lavere vanddybde er uden kamme. Revkammene etableres som langstrakte pyramidestubbe med maksimalhøjder 3 m under middelvandstand. De tre revområder har alle en længde på 200 m, mens bredden er forskellig (se figurerne 3 - 5). Det samlede revareal er 36.000 m².

I hvert revområde udlægges spredte sten (mindst 15-30 cm) i en dækningsgrad på 15%, således der opnås en samlet dækningsgrad på mindst 25% i de tre revområder.



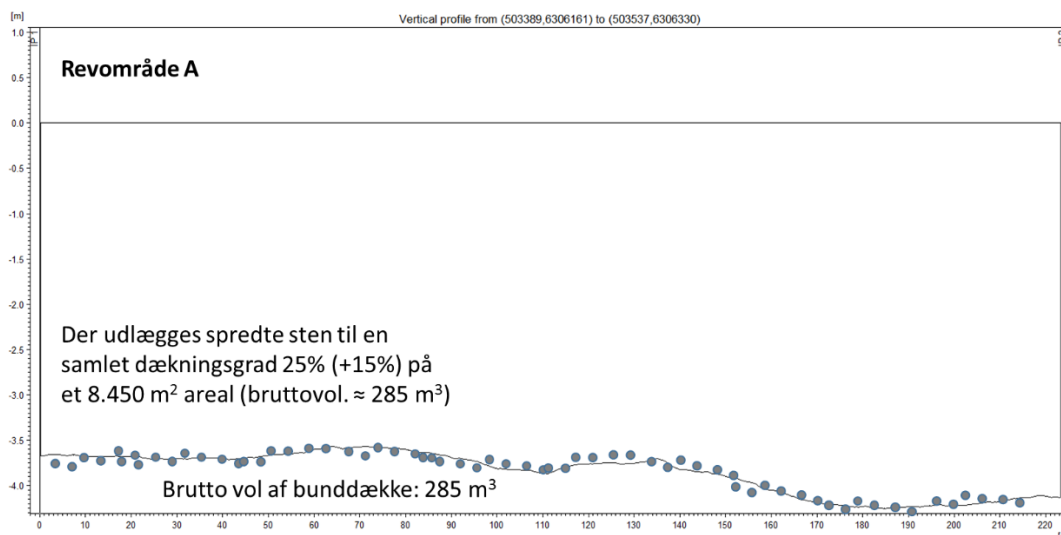
Figur 1. Placering af 3 revelementer i stenrevsområdet NV for Livø.



Figur 2. Placering og størrelse af revkamme i revområder. Omrids af revkammes grundplaner er angivet ved hvide rektangler. Numre (1-6) angiver start- og slutpositioner for længdesnit vist i figurene 3, 4 og 5.

Revområde A

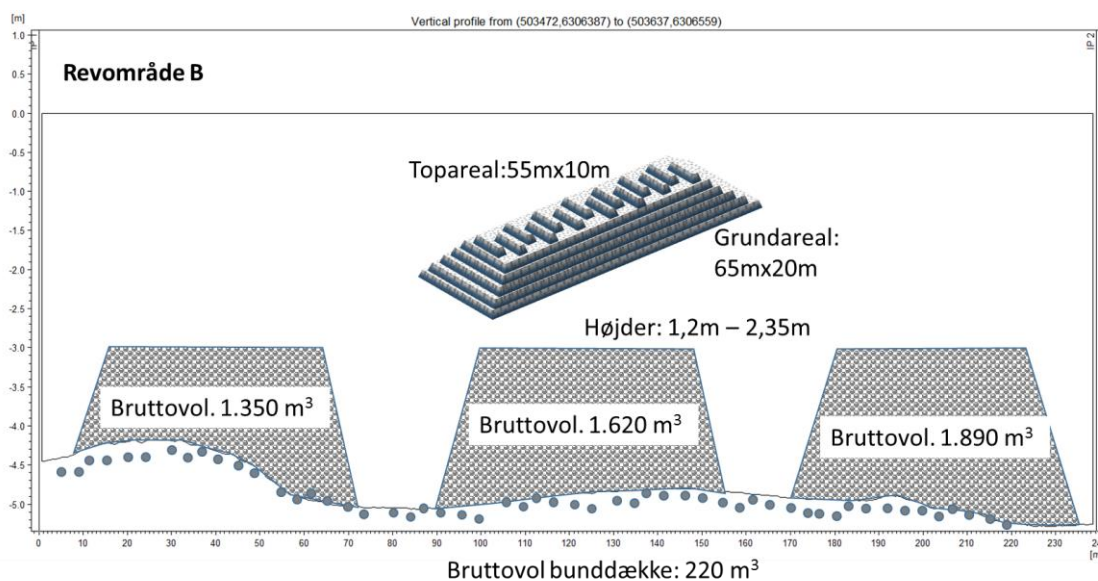
I hvert revområde udlægges spredte sten (15-30 cm) til en dækningsgrad på 25%, (se figur 3). For positioner se Bilag A.



Figur 3. Længdesnit gennem revområde A (mellem punkterne 5 og 6 på figur 2), visende bundkontur. Bruttovolumen af stenforbrug til bunddække er vist.

Revområde B

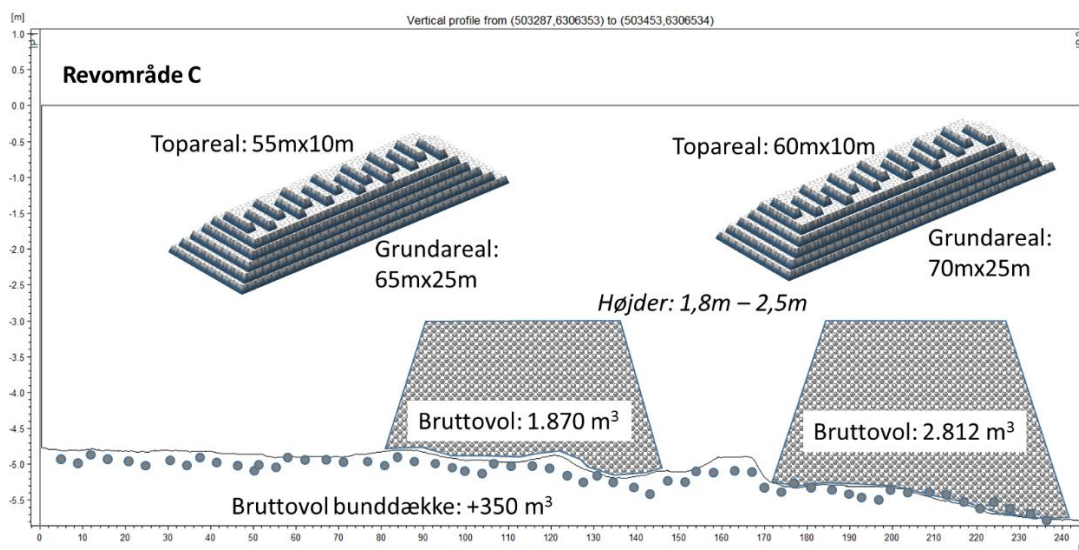
Ud over spredte sten anlægges 3 revkamme i revområde B, hver med et grundareal på 65m * 20 m og topareal på 60 m * 10 m. Revkammen etableres med sten i størrelsen mindst 15-30 cm. Toppen af revkammen realiseres som en "ru" overflade med irregulære forhøjninger bestående af tværgående (i forhold til længderetning) kamme (højde: 0,5 m, længde: 12-15 m, bredde: 3-4 m) med indbyrdes afstande på 3-5 m. Af hensyn til skibstrafikken må toppen af tværkamme ikke overstige middelvandstand minus 3 m., se figur 4. For positioner se Bilag A.



Figur 4. Længdesnit gennem revområde B (mellem punkterne 3 og 4 på figur 2), visende bundkontur og placering af revkamme. Bruttovolumen af stenforbrug til bunddække og revkamme er angivet.

Revområde C

Der anlægges 2 revkamme i revområde C; en større med et grundareal på 70 m * 20 m og topareal på 60 m*10 m samt en revkam med samme udstrækning som i revområde B. Ruhed i toplaget etableres som for revkammen i revområde B (se overfor), se figur 5. For positioner se Bilag A.



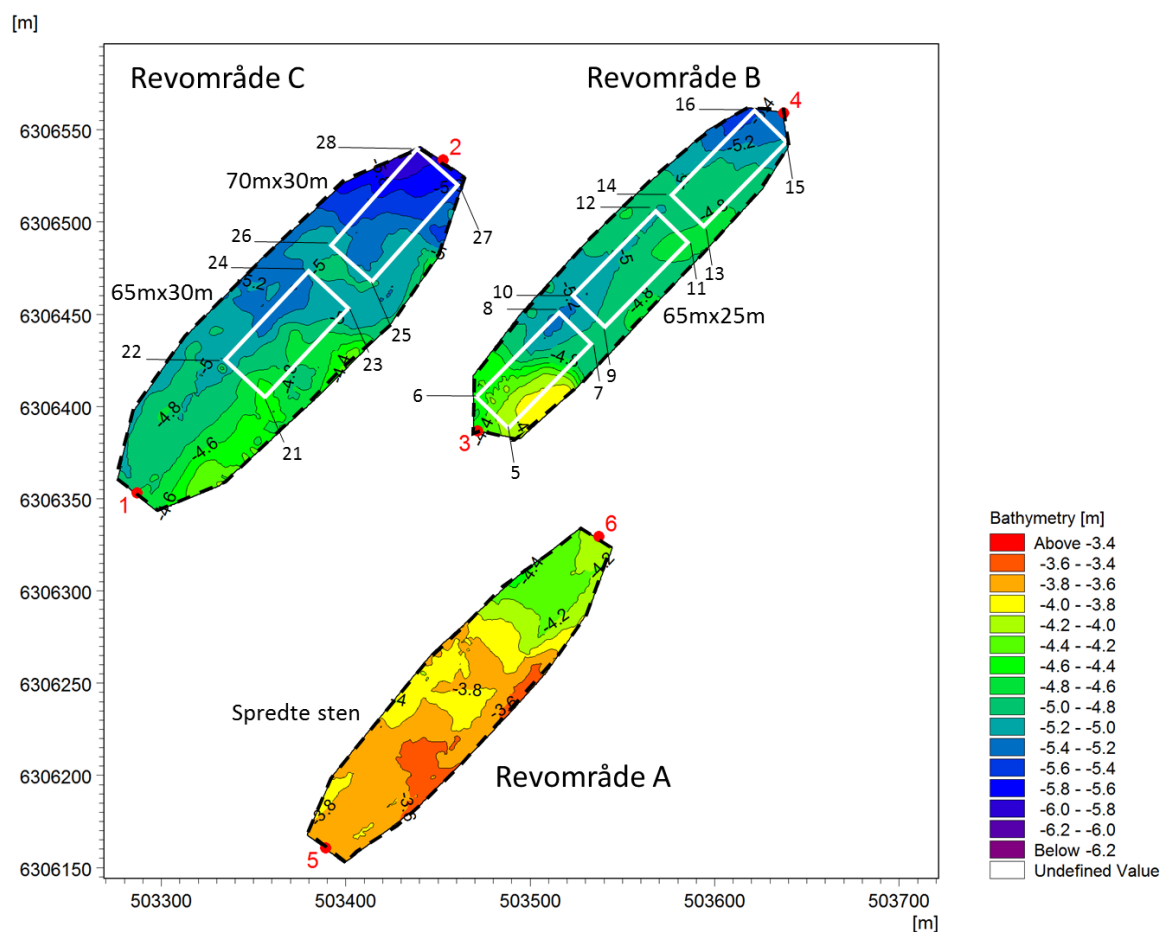
Figur 5. Længdesnit gennem revområde C (mellem punkterne 1 og 2 på figur 2), visende bundkontur og placering af revkamme. Bruttovolumen af stenforbrug til bunddække og revkamme er angivet.

2.1 Opsummering

Der etableres 3 stenrevsområder nordvest for Livø på dybder mellem 3,5 m og 5,7 m. Områderne anlægges som langstrakte og parallelle arealer varierende mellem 9750 m² og 15550 m², og med et samlet stenrevsareal på 36000 m². I området NV for Livø findes allerede spredte sten i en middel dækningsgrad på ca. 10%. Revarealerne tilføres yderligere sten, så dækningsgraden kommer op på 25%. Til dette formål kan forbruget af 15-30 cm sten opgøres til 850 m³ (bruttovolumen).

Ud over spredte sten etableres 5 revkamme, tre i det mellemste revområde og to i det dybeste revområde. Tre revkamme anlægges som langstrakte "keglestubbe" med dimensioner på 65 m * 20 m og to større kamme i det dybe revområde med dimensioner 70 m * 25 m (1) og 65 m * 25 m (1). Revkammernes toplag anlægges som en ru overflade ved etablering af tværgående ½ m høje kamme med indbyrdes afstand på 3-5 m. Forbruget af 15-30 cm sten til etablering af 5 revkamme kan opgøres til 9540 m³ (brutto). Af hensyn til skibstrafikken må toppen af tværkamme ikke overstige middelvandstand minus 3 m.

BILAG A – Positioner af revkammer



Figur A1. Kode (1-28) til identificering af positioner for hjørnekoordinater (sorte numre) af revkammes grundflader.

Tabel A1. Revområde B og revområde C. ID positioner kan ses på figur A1

Revområde B			Revområde C		
ID	Long (E)	Lat (N)	ID	Long (E)	Lat (N)
5	9.057322	56.90118	21	9.055089	56.90134
6	9.057013	56.90134	22	9.054711	56.90152
7	9.058052	56.90161	23	9.055811	56.90177
8	9.057745	56.90176	24	9.055432	56.90194
9	9.058114	56.90164	25	9.055867	56.90180
10	9.057806	56.90179	26	9.055487	56.90198
11	9.058857	56.90207	27	9.056650	56.90226
12	9.058544	56.90222	28	9.056273	56.90244
13	9.058919	56.90211			
14	9.058605	56.90226			
15	9.059652	56.90254			
16	9.059342	56.90268			

