

Nye stenrev i Lillebælt

Faste former i havet øger diversiteten, men ikke nødvendigvis den økologiske produktivitet.

Forrige århundredes stenfiskeri har fjernet mange af de større sten langs de danske kyster. Stenene kan bl.a. genfindes som moler i mange havne, men samtidig blev havet fattigere på liv. Dette kan der rådes bod på ved at etablere nye undersøiske stenrev.

MICHAEL OLESEN,
LENA MARIE BAU & SØREN LARSEN

Indledning og baggrund

I forbindelse med anlæggelsen af to nye stenrev i Lillebælt, præsenteres her den tekniske og menneskelige baggrund for udformningen samt de biologiske perspektiver der knytter sig til sådanne faste habitatformer.

Middelfart Kommune har fået anlagt to nye stenrev ud for kysten tæt på Middelfart – et på hver side af den gamle Lillebæltsbro (Figur 1). Formålet er at skabe et oplevelsesrum for dykkere, både med snorkel og flaske, samt at skabe et godt udgangspunkt for formidling af havlivet i Lillebælt.

Stederne er valgt ud fra en varieret men ikke for stejl dybdeprofil med godt vandskifte tæt på land. Desuden har de to steder en god tilgængelighed fra landsiden, samtidig med at de ikke hindrer den almindelige sejlads. Allerede her nogle måneder efter at stenrevene er blevet anlagt er der kommet en del liv (figur 6).

Eksisterende forhold

Lillebælt er et meget strømfyldt farvand, med strømhastigheder på over 1 knob (> 0,5 m/sek) i mere end halvdelen af tiden (sommer som vinter). Området er rimelig trafikeret, og der er anbragt en del undervands- og forbindelsesinstallationer.

Dertil kommer at Lillebælt, i sammenligning med andre danske havområder, besidder en meget righoldig undervandsnatur, der er omfattet af forskellige beskyttelsesforhold (Figur 2).

Særlig beskyttet er marsvin som forekommer meget almindeligt i Lillebælt. Stenreven er anlagt i november-december 2014, hvilket

falder uden for marsvinets yngleperiode (maj-juni) og intensive digeperiode (juli-august). Stenene blev desuden anbragt direkte på bunden og ikke dumpet fra overfladen, hvorfor en forstyrrelse af marsvin vil være beskedet.

Anlægsperioden lå desuden uden for den traditionelle strandlivs sæson så der var en minimal forstyrrelse på menneskelige aktiviteter under anlægsfasen.

Dybdeprofil og bundsubstrat

Dybdeprofiler for de to stenrevs lokaliteter (Figur 1) blev forud for anlæggelsen dykkeropmålt og -fotograferet. Figur 3 viser profilerne for de to lokaliteter. Som det fremgår, er profilen rimelig stejl, især ud for dykkerklubben hvor dybden når 10 m allerede 30-40 m ud for kysten. Ud for Søbadet begynder dybden først for alvor at falde ca. 15 m ud for kysten. Dybden, som her er godt 1 m, falder jævnt og når ned i 20 m ca. 80 m ud for kysten.

Bunden på begge lokaliteter er fast, og består ind mod kysten af sand/grus/sten og på de større dybder af renskuret moræneler. Bunden er gennemgående stenbestrøet, med knyttnæve store sten til store sten over 50 cm. Bunden var således fysisk egnet som underlag for enstensætning. Den største hældning ses ved dykkerklubben, og er her på max. 26,6°, svarende til en hældning på 1:2. Dette udgør en skråningsvinkel der ikke nødvendiggør nogen særlig forankring af de udlagte sten.

De mange sten sætter sit præg på undervandslivet. Sten over håndboldstørrelse er begroet med alger ud til 10-15 m. Epifaunaen er veludviklet på alle faste overflader der ikke regelmæssigt omlejres pga. kraftig strøm. Især ved Søbadet fra 10 m og ud, ligger der en del større sten, der tilsyneladende har "overlevet" tidligere tideres omfattende stenfiskeri på lavt vand.

En veludviklet vækst af store sukkertangsalger på stenene, vil kunne fungere som driv-



Figur 1. Placeringen og position for de to nye stenrev (S1 og S2) ved Middelfart, hvor Lillebælt er snævrest og mest strømfyldt. S1 ligger lidt forskudt mod sydøst i forhold til Søbadet (ses som den mørkegrå langstrakte bygning). S2 ligger ud for dykkerklubben "Marsvinet".



Figur 2. Udsnit fra den stenede havbund i Lillebælt. Ud over havkarussen ses bl.a. havsvamp, små søanemoner, hestemusling og hydroider (Foto: Søren Larsen).

anker, og på den måde kunne flytte også relativt store sten når strøm og bølger tager fat. Derfor er de sten der indgår i de nye stenrev ikke mindre end 40 cm (ca. 50 kg under vand).

Udformning

Selv om et stenrev ideelt set skal se lidt tilfældig ud, gik der en del overvejelser og planlægning forud for anlæggelsen. Dels skal den praktiske betydningen af sådanne nye fysiske konstruktioner for området bekrives og vurderes, og dels vil selve opbygningen og udformningen være afgørende for hvad det er for et liv der vil kunne forventes på sådanne stensamlinger.

Da livet varierer med dybden, blev stenrene anlagt så de bedst muligt præsenterer dybdegradienten. Dyr og planters evne til at udnytte vandbevægelser og eksponeringsgrad varierer også en del, så en høj diversitet sikres ved at skabe en fragmenteret struktur. Da formålet med revene primært er oplevelse og oplysning, blev der endvidere tilstræbt en så stor synlig overflade som mulig (høj overflade/volumen ratio). Typisk vil meget af det havliv der udfolder sig i danske farvande ikke nyde speciel gavn af et stort skjult og hult volumen. Det kan dog ikke udelukkes at stenreven vil

kunne tiltrække hummer og blæksprutter som Eledone.

Ud fra hensynet til ovenstående forhold, er det valgt at udforme revet som 2-3 afgrænsede stensætninger af store natursten på hvert sted (Figur 5 og Figur 6). De skal anlægges så de repræsenterer alle de tilstedeværende dybder og samtidig så der til hver dybde er en så stor heterogen eksponeringsgrad mht. til vandbevægelse og lys som mulig. Bredden er bestemt af en skråningsvinkel på 1:1,5. For at opnå en vertikal fysisk variation og for at give dykkeren en rumlig oplevelse, blev højden for stensætningerne sat til 2 m. Dette giver en bundbredde på 6 m.

Stenrevet ved Søbadet, er koncentreret på det stejle stykke fra 17 m (dybde: 1,5 m) til 65 m (dybde: 14 m) ud for kystlinjen (Figur 4).

De mange naturlig forekomne store sten på 10-15 meters dybde ud for Søbadet, er noget af baggrunden for det eksisterende dykkerom-

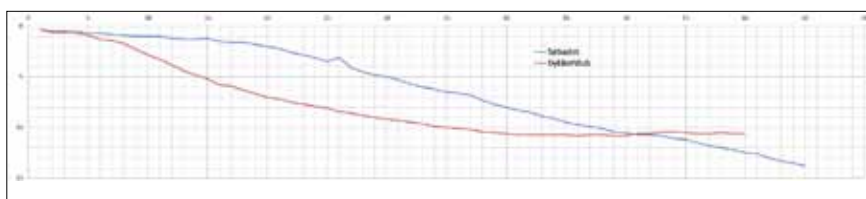
råde parallelt med kysten herudfor, og som er markeret med gule farvandsbøjer.

Ved dykkerklubben Marsvinet opnås en dybde på 10 m allerede godt 30 m ud for kysten. I Figur 6 er udformningen og placeringen af stenrevet beskrevet.

Stenrevet ved dykkerklubben, er ligeledes koncentreret på det stejle stykke, gående fra 8 m (dybde 1,5 m) til 38 m (dybde 10) ud for kystlinjen (Figur 5). På 10 m dybdeafsatsen 48-58 m ude, er anbragt enkeltstående stensætning (B3 jfr. Figur 5) for at vise livet i koncentreret form på en stejl dybdegradient.

Selv om de samme organismer vil kunne opleves på stensætning B2 som B3, vil et højt bunkerev som B3 kunne tjene som en koncentreret del af det undersøiske oplevelsesrum.

Udformningen er tænkt som et harmonisk forløb med en maksimal mulig variationsbredde. Det var i den forbindelse vigtigt, at



Figur 3. Dybdeprofilerne for de to stenrev, S1 og S2's placering ved henholdsvis Søbadet (S1) og dykkerklubben (S2). Skalaerne er i meter.

selve stensamlingerne ikke blev for ensartede og "moleagtige". Et andet vigtigt krav var, at dybdestenene er de største og mest markante, og anbragt så præcist som mulig på de angivne dybder. Dybdestene udgør ikke en del af selve stensamlingerne, men er anbragt selvstændigt så tæt på stensamlingerne som mulig.

De to stenrev fremstår derfor ikke som tæt-pakkede tekniske konstruktioner, med er formet med en så stor overflade som mulig. Stenrevenes kerne er tæt og ensartet, men overfladstrukturen varieret og "luftig".

Og hvad så nu....

Allerede et par måneder efter etableringen af de to stenrev er der opstået en del liv på dets eksponerede overflader. Ud over en del enårige bruntrådalger, blev der i forbindelse med det første dyk ved Søren Larsen, observeret almindelige søstjerne, sandkrabbe, sønellige og en del hydroide kolonier (figur 6). Siden har der indfundet sig mange forskellige fisk, bl.a. lidt usædvanlige som bruskhoved, sortvels og hårhvarre. Tæt på revene blev marsvin observeret sommeren igennem.

Ved strandbredden er opsat informations-tavler. Desuden er der etableret et overvågningsprogram, der har til hensigt at:

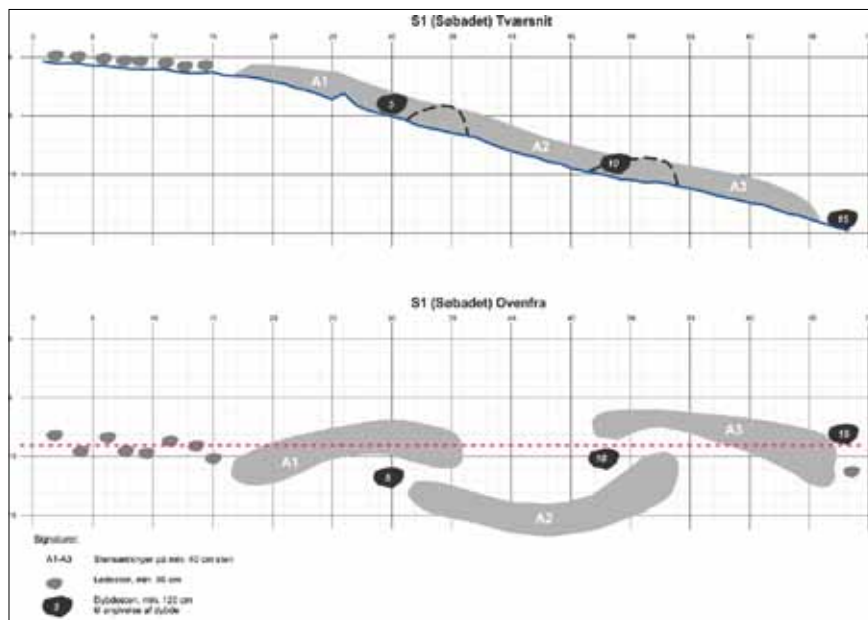
- Dokumentere om forventninger til en øget undersøisk biologisk rigdom og mangfoldighed knyttet revene, er indfriet
- Opnå en viden om hvordan flora og fauna udvikler sig under de givne forhold
- Tjene som en indikator for den økologiske tilstand i området (begroningen med epifytter vil eksempelvis kunne fortælle noget om både næringspåvirkning og græsning fra især isopoder).
- Indgå i formidlingen og pasningen af stenrevene.

De såkaldte dybdesten der er lagt selvstændigt men tæt på stenrevene, udgør de største og mest markante enkeltkarakterer af stensætningen. Ud over at indikerer dybden, er det meningen at overvågningen af den biologiske udvikling på stenrevet, skal baseres på udviklingen i begroningen af dyr og planter på disse dybdesten.

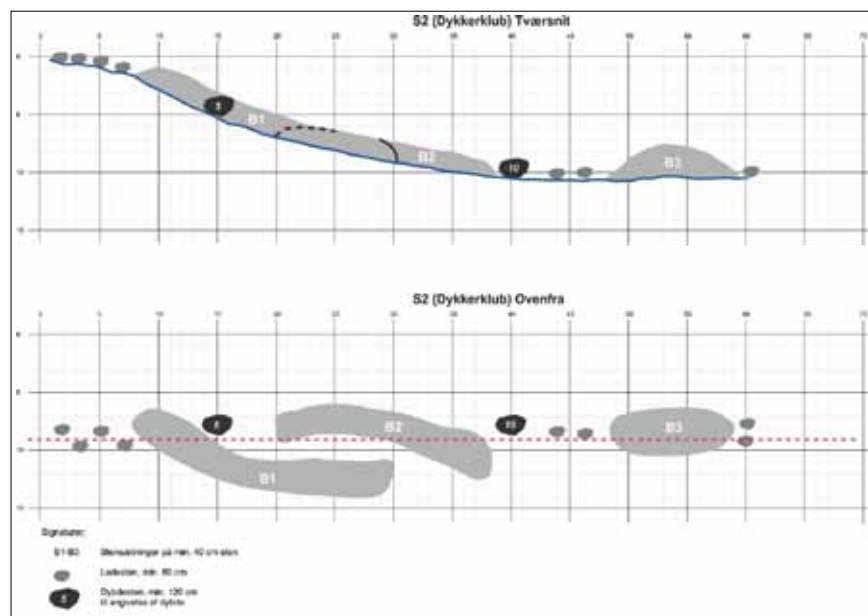
Så nu er det bare at glædes over denne nye meget tilgængelige mulighed for, at opleve hvordan det undersøiske liv udformer sig på faste overflader i et dansk farvand.

Stenrevenes økologiske funktion

Mens stenrevenes uomtvistelig har en funktion som oplevelsesrum for især dykker, er deres økologiske funktion mindre entydig. De fleste af de organismer der fæster sig til det hårde underlag herhjemme og lignende



Figur 4. Udformningen af stenrevet langs transekt vinkelret ud for kysten ved Søbadet. Transektets positionen fremgår af Figur 1.



Figur 5. Udformningen af stenrevet ved dykkerklubben. Revet følger en transektlinje vinkelret ud for kysten. Positionen fremgår af Figur 1.

tempererede havområder, er generelt ikke særlig attraktive som føde for andre dyr. Sønemoner, enårige alger, søpindsvin og sønemoner bliver kun spist af relativt få specialiserede dyr og kun sjældent i et omfang så det påvirker biomassen - se f.eks. /1/ og referencer heri. Til gengæld er deres eget indtag af bl.a. planktoniske organismer relativt stor /2/. Eksempelvis vil en tæt begroning af sønemoner lægge beslag på zooplankton i en mængde, der vil forudsætte et søareal der som minimum er 10.000 gange større end det areal de selv dækker. Så hvor mikroalger og zooplankton ellers vil have indgået i et fødenet hvori også fisk indgår, vil de filtrerende dyr på stenrevene i langt mindre grad blive ført

videre i fødekæden. De fleste af stenrevets organismer vil blot henfalde via en nedbryderfødekæde på bunden af mikroorganismer.

Som følge af deres fastsiddende levevis i relativt strømfyldt farvand, kommer revenes organismer i berøring med store vandmængder, hvorfra de henter deres føde. I den sammenhæng udgør de mange tråd- og bladalger, der overgror stenene der hvor der er lys, en ubetydelig del af fødegrundlaget /3/. Langt hovedparten baserer sig på den produktion der sker i det omgivne vand via de planktoniske organismer. Væksten på revet er derfor afhængig af havarealer, der udgør som førnævnt adskillige størrelsesordnere mere end det areal revene selv repræsenterer. Set ud fra et fiske-



Figur 6. Sønelliike på det nyanlagte stenrev (foto taget af Søren Larsen, 26/2/1015).

produktions synspunkt, udgør langt de fleste af stenrevets organismer således en økologisk "blindgyde".

Det er velkendt at fisk holder til hvor der findes rev af forskellige former. De mange fisk tilstedeværelse skyldes imidlertid primært at de finder beskyttelse her, især i dagtimerne /3/. Deres fouragering derimod sker på basis af det liv der produceres i omgivelserne og ikke på revet selv. En nøgen konstruktion med samme fysiske stuktur men uden biologisk overgroning, vil formodentlig tiltrække stort set samme mængder af fisk.

En relativ del af havets primærproduktion kanaliseres videre i fødekæden når den går via stenrevets organismer frem for at indgå i den almindelige pelagiske fødenet. Set i det lys er stenrevene som sagt ikke særlige produktive.

Som følge af revenes evne til at opkoncentrere store mængder organisk stof fra omgivelserne, vil der her opstå en stor og spektakulær biomasse. Dette vil andet lige også medføre en større lokal diversitet. Ud over dykkere vil de mange fastsiddende organismer også tiltrække mere frit bevægende dyr (nektobethos). Ud over føromtalt beskyt-

telse, vil de fastsiddende organismer selv være med til at forme de fysiske omgivelser i retning af en mere varieret struktur. F.eks. vil en række specielle slangestjerner, børsteorme og krebsdyr ikke findes på revet uden tilstedeværelsen af større fastsiddende dyr og alger.

Referencer

- 1/ Stachowicz JJ, Bruno JF & Duffy JE (2007). Understanding the Effects of Marine Biodiversity on Communities and Ecosystems. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, Vol. 38, pp. 739-766.
- 2/ Gili J-M & Coma R (1998). Benthic suspension feeders: their paramount role in littoral marine food webs. TREE vol. 13, no. 8 August 1998.
- 3/ Miller RJ, Page HM & Reed DC (2015). Trophic versus structural effects of a marine foundation species, giant kelp (*Macrocystis pyrifera*). Oecologia 179:1199–1209

MICHAEL OLESEN, marinibiolog ved Rambøll Danmark a/s og tidligere lektor ved Københavns universitet (mco@ramboll.dk)

LENA MARIE BAU, biolog i Middelfart kommune. arbejder med naturvurdering og naturprojekter (lena.bau@middelfart.dk)

SØREN LARSEN, dykker og havbiolog (madsen-larsen@dadlnet.dk)

Vand & Jord har brug for sponsorer

Vand & Jord publicerer faglige artikler, der handler om vand og jord i bred forstand. Emner omfatter alle forhold i vandets kredsløb i naturen, rent eller forurennet, hvad enten det er nedbør, grundvand, å, sø, hav eller spildevand.

Bladet bidrager således til at vedligeholde og udbygge den faglige formidling i Danmark for de mange, der har interesse for disse emner.

Det er også en vigtig opgave for bladet at sikre, at det er muligt at få offentliggjort artikler finansieret af offentlige og internationale midler. Det er ofte et krav, at resultater opnået med finansiering af denne type skal publiceres på dansk i en form, der kan forstås af borgerne. Uden borgernes information og accept af de midler der bruges, er der en risiko for, at offentlige midler til undersøgelser bliver mindre.

Selvom redaktionsarbejdet udføres som frivilligt arbejde, kan omkostninger ved at udgive bladet ikke dækkes af abonnementsindtægter alene. Tidsskriftet kan derfor kun bestå ved, at bladet også får bidrag fra sponsorer.

Derfor opfordrer vi faglige aktører, der værdsætter faglig formidling, til at tegne et sponsorat for tidsskriftet.

Blandt de mange virksomheder som gennem årene har sponsoreret tidsskriftet er

- DHI
- Orbicon
- Rambøll
- VandCenter Syd
- GEO
- COWI
- Sweco
- NIRAS
- ATV Jord og Grundvand
- Ferskvandscentret

Sponsorer kan tegnes ved henvendelse til

Claus Hagebro (mobil: 26297009) (mail: hagebro3@hotmail.com)



Gyldensteen Strand – fra agerland til kystlagune

Det var en stor begivenhed, da Aage V. Jensens Naturfond i 2014 åbnede digerne mod havet ved Gyldensteen inddæmmede strand på Nordfyn, og havvand oversvømmede 214 ha landbrugsjord. Biologerne fra Syddansk Universitet har de seneste knap to år med stor spænding fulgt livet i den nye kystlagune. Bundlevende alger og dyr ankom hurtigt til det næringsrige område, men udviklingen har siden budt på flere overraskelser i takt med udvaskningen af næringsstoffer.

ERIK KRISTENSEN, MOGENS R. FLINDT,
SANDRA WALLØE THORSEN, MARIANNE
HOLMER & THOMAS VALDEMAREN

Historie

Gyldensten Inddæmmede Strand blev etableret i 1871 ved en omfattende landvinding og dræning af ca. 616 hektar kystlagune øst for Bogense på Fyn. Det skete ved at bygge 2273 m diger mellem Lille Stegø, Store Stegø, Lindholm og Langø over Fåreholm til Jersorepynten. Det inddæmmede område skulle bruges af Gyldensteen Gods til landbrug /1/. Det viste sig hurtigt, at området var svært at dræne og dyrke på normal vis. På trods af yderligere dræning i 1960'erne forblev jorden marginaliseret, og tanker om at genskabe de oprindelige vådområder fremkom i 1980'erne. Disse tanker blev først en realitet, da Aage V. Jensen Naturfond erhvervede hele området i 2011. Naturfonden ønskede at genskabe et nordfynsk vadehav (Gyldensteen Kystlagune) på 214 hektarer ved at fjerne digerne mellem Store Stegø, Lindholm og Langø. Et nyt dige fra fastlandet til Langø sørger nu for, at den østlige del af inddæmningen, fremstår som en lavvandet sø på 144 hektar omgivet af rørskov (Engsøen,). Det nordøstlige areal på 258 hektarer ("Reservatet") forbliver som enge, sumpe og søer. Planerne blev efter tovtrækning med myndighederne og et større entre-

prenørarbejde en realitet, da digerne blev gennembrudt den 29. marts 2014 (Figur 1).

Naturgenopretning

Aage V. Jensen Naturfond havde til formål med projektet, at genskabe et af Nordfyns vigtigste naturområder, og give offentligheden adgang til at opleve den nye natur og det rige fugleliv. Der var dog også mere videnskabelige formål med projektet, som bestod i at undersøge konsekvenserne af klimabetingede havstigninger, når lavtliggende kystområder i fremtiden oversvømmes, herunder at beskrive hvor hurtigt områdets flora og fauna etablerer

sig og skaber et stabilt økosystem, og om der er en klimagevinst med hensyn til kulstofdeponering.

De biologiske undersøgelser

Forskningsgruppen for økologi på Syddansk Universitet blev inviteret af Aage V. Jensen Naturfond til at udføre vandkemiske, biogeo-kemiske og biologiske undersøgelser i den nye marine kystlagune, så den tidlige udvikling og succession i miljøtilstanden kunne følges nøje helt fra starten. Faktisk begyndte arbejdet allerede i 2013, året før oversvømmelsen, med at beskrive jordbundens



Figur 1. Kort over Gyldensteen Inddæmmede Strand med angivelse af de tre delområder, som Aage V. Jensens Naturfond i 2014 omdannede til Kystlagunen, Engsøen og enge (Reservatet).