

Technical University of Denmark



Definition af biogene rev

Miljøprojekt nr. 1992

Dahl, Karsten; Petersen, Jens Kjerulf

Publication date:
2018

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Dahl, K., & Petersen, J. K. (2018). Definition af biogene rev: Miljøprojekt nr. 1992. Miljøstyrelsen,.

DTU Library

Technical Information Center of Denmark

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.



Miljø- og
Fødevareministeriet
Miljøstyrelsen

Definition af biogene rev

Miljøprojekt nr. 1992

Marts 2018



Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion:

Karsten Dahl, DCE

Jens Kjerulf Petersen, DTU Aqua

Fotos: Karsten Dahl, DCE

ISBN: 978-87-7175-612-8

Miljøstyrelsen offentliggør rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter indenfor miljøsektoren, som er finansieret af Miljøstyrelsen. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at indlægget udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse.

Indhold

Indhold 3

1.	Baggrund	5
1.1	Habitatdirektivets beskrivelse og den danske fortolkning:	5
1.2	Erfaring fra internationale konventioner og andre lande	6
1.2.1	HELCOM	6
1.2.2	OSPAR	6
1.2.3	Storbritannien	7
1.2.4	Tyskland	7
1.2.5	Sverige	7
1.3	Valg af arter	7
1.4	Valg af kriterier	7
1.5	Datagrundlag for projektet	9
2.	Blåmuslinger	10
2.1	Blåmuslingers habitat, levevis og geografisk udbredelse	10
2.2	Biogene revdannelser	11
2.3	Overvågning og kortlægning	11
2.4	Kriterier for udpegning af biogene rev af blåmuslinger	14
2.4.1	1. Areal	14
2.4.2	2. Dækningsgrad	14
2.4.3	3. Stabilitet af revet	15
2.4.4	4. Det tilknyttede artssamfund	15
2.4.5	Den samlede definition	15
2.4.6	Kortlægning af biogene rev af blåmuslinger	15
3.	Hestemuslinger	16
3.1	Hestemuslingens habitat, levevis og geografisk udbredelse	16
3.2	Hestemuslingernes spredning og rekruttering til banker.	16
3.3	Biogene revdannelser med hestemuslinger	17
3.4	Kriterier for udpegning af biogene rev af Hestemuslinger	17
3.4.1	1. Areal	18
3.4.2	2. Dækningsgrad	18
3.4.3	3. Stabilitet af revet	18
3.4.4	4. Det tilknyttede artssamfund	18

3.4.5	Den samlede definition	18
3.5	Kriterier for rev kombineret af hestemuslinger og stenrev	19
3.5.1	1. Areal	19
3.5.2	2. Dækningsgrad	19
3.5.3	3. Stabilitet af revet	19
3.5.4	4. Det tilknyttede artssamfund	19
3.5.5	Den samlede definition	19
3.6	Beskrivelser af hestemuslingerev og kombinerede rev	20
3.7	Overvågning af hestemuslinger i danske farvande	21
3.8	Kortlægning af hestemuslingebanker vha. sidescan sonar suppleret med dropvideo og ROV	21
	Konklusion	22
4.	Referencer:	23

1. Baggrund

Et biogent rev er et rev dannet af biologisk materiale. Biogene rev kan være dannet af en række arter herunder blåmuslinger, østers og hestemuslinger, samt af skaller af muslinger eller andre dyr for eksempel koraldannende dyr. Kravet er overordnet set, at der dannes et vedvarende samfund, som understøtter andre karakteristiske hårbundsarter. Danmark er forpligtet til at beskytte biogene rev blandt andet jf. habitatdirektivet, hvoraf det fremgår, at medlemsstaterne skal beskytte naturtypen *1170 Rev*, som enten kan være stenrev eller biogene rev. Ligeledes indgår følgende miljømål i Danmark havstrategi under havstrategidirektivet: *Væsentlige forekomster af hestemuslingerev i Kattegat og Bælthavet forringes ikke yderligere.*

I danske farvande kan biogene rev dannes af arterne blåmusling, hestemusling og europæisk østers, men der mangler en egentlig definition af naturtypen, som kan anvendes til at afgrænse stabile biogene rev fra midlertidige muslingebanker mv. i danske farvande.

I det følgende beskrives habitatdirektivets krav til biogene rev samt erfaringer fra andre lande. Endelig beskrives de krav, der kan sættes til et biogent rev i danske farvande, hvis det skal leve op til habitatdirektivets beskrivelse.

Definitionen er udarbejdet på bedste faglige grundlag. Det udestår herfra at tage stilling til den forvaltningsmæssige anvendelse af definitionen.

1.1 Habitatdirektivets beskrivelse og den danske fortolkning:

Rev er i Kommissionens "Guidelines for the establishment of the Natura 2000 network in the marine environment. Application of the Habitats and Birds" beskrevet som:

Reefs can be either biogenic concretions or of geogenic origin. They are hard compact substrata on solid and soft bottoms, which arise from the sea floor in the sublittoral and littoral zone. Reefs may support a zonation of benthic communities of algae and animal species as well as concretions and corallogenic concretions.

Rev inddeles dermed i stenrev af geologisk oprindelse eller biogene rev. Biogene rev beskrives nærmere som:

"Biogenic concretions" are defined as: concretions, encrustations, corallogenic concretions and bivalve mussel beds originating from dead or living animals, i.e. biogenic hard bottoms which supply habitats for epibiotic species."

Tilpasset danske forhold er 1170 rev nærmere beskrevet i "Habitatbeskrivelser, årgang 2010-12. Beskrivelse af danske naturtyper omfattet af habitatdirektivet" er udarbejdet af Naturstyrelsen og DCE. Her beskrives biogene rev som:

"Revetts hårde substrat kan være enten af biologisk oprindelse - fx levende eller døde muslingeskaller."

Rev beskrives endvidere som ragende op fra den øvrige havbund, men i beskrivelsen fremgår det, at:

Opragende bund på lokal skala gælder hårdt geologisk eller biologisk materiale, som uden at være synligt på dybdekort, alligevel ved fx side-scan undersøgelser eller anden teknik, kan erkendes at hæve sig over havbunden. For biogene 1170 rev, fx muslingebanker, hæver strukturen sig ofte gradvis og måske kun 20-30 cm, således at kriteriet om opragende bund ikke er så relevant, som for andre typer rev.

Undersøges bundforholdene findes der også rev, som består af en mosaik af biogene og geogene rev. Således ses hestemuslinger ofte på en bund med sten.

1.2 Erfaring fra internationale konventioner og andre lande

1.2.1 HELCOM

HELCOM kommissionens medlemslande har ikke fastsat en specifik definition på biogene rev. I projektet HELCOM HUB (HELCOM Underwater biotope and habitat classification system) har man benyttet en definition på mindst 10% dækning af en art som grænse for, at en art kan definere en biotops funktion. Denne definition er ikke udarbejdet specifikt for biogene rev.

Blåmuslinge- og hestemuslingebanker er dog begge på HELCOM's rødliste over truede habitater og hestemuslinger er endvidere på artsrødlisten. I rødlisten foreligger ingen nærmere definitioner.

1.2.2 OSPAR

I OSPAR er både blåmuslinge- og hestemuslingebanker på blandet sediment eller sandbund identificerede på OSPARs liste over arter og habitater, som er truede eller i tilbagegang.

OSPAR har defineret biogene rev for blåmuslinger (*Mytilus edulis*), hestemuslinger (*Modiolus modiolus*) og koralskorpealger (*Phymatolithon calcareum*) som områder med en minimumstæthed på 30% eller derover. Tæthedskravet for europæisk østers (*Ostrea edulis*) er 5 levende østers per kvadratmeter.

I OSPARs Background Document for *Modiolus modiolus* beds (2009) fremgår:

M. modiolus beds are found on a range of substrata, from cobbles through to muddy gravels and sands, where they tend to have a stabilising effect.

As M.modiolus is an Arctic-Boreal species, its distribution ranges from the seas around Scandinavia (including Skagerrak & Kattegat) and Iceland south to the Bay of Biscay.

Patches extending over >10 m² with >30% cover by mussels should definitely be classified as "bed". However, mosaics also occur where frequent smaller clumps of mussels so influence ecosystem functioning that for conservation and management purposes lower thresholds can be accepted. Individual M. modiolus beds usually extend over only a few square kilometres and often the area of a bed measures only a few hectares or less.

Scattered populations of isolated full-grown individuals or of spat at quite high densities are not classified here as "beds".

Substantial accumulations of dead shell often occur in and around the long established beds.

En tilsvarende tekst findes for blåmuslinger.

1.2.3 Storbritannien

I Storbritannien er arterne, som danner biogene rev defineret som blåmusling, hestemusling, ledormene *Sabellaria spinulosa* og *Serpula vermicularis* og koldtvands koraller som *Lophelia pertusa*.

Storbritannien har lavet en række beskrivelser af biogene rev. Særligt har der været fokus på ormen *Sabellaria spinulosa*. Hertil foreslås et scoringssystem, som skal afklare om, der er tale om et rev og kvaliteten heraf. Heri indgår revets højde over den øvrige havbund, områdets størrelse, områdets "patchiness", biodiversiteten, stabiliteten mv. Det er dog uklart, i hvilket omfang definitionen finder praktisk anvendelse.

1.2.4 Tyskland

I Tyskland findes biogene rev af blåmusling og zebamusling. Der er endnu ikke fastsat kriterier for biogene rev i Tyskland.

For den tyske del af Vadehavet har staten Schleswig-Holstein udarbejdet deskriptorer for biogene rev. Her anvendes en minimumsstørrelse på 1000m². Strukturen skal være detekterbar med gængse tekniske metoder, og hvis der er mindre end 25 m mellem biogene rev "øer" (delområder) er der tale om et kompleks. For muslinger er minimumsdækningen endvidere 10%.

1.2.5 Sverige

I Sverige har NaturVårdsverket udarbejdet en "Vägledning för svenska naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1". Heraf fremgår det, at biogene rev kan være koralrev, muslingebanker eller trekantsorm.

Hvad angår muslinger, har Sverige defineret, at biogene rev er områder med mere end 10% muslinger. Der er ikke defineret en minimumstørrelse. Sverige anvender samtidig OSPARs definition på tidevands rev af blåmuslinger, hvor dækningsgraden skal være minimum 30%, men definitionen anvendes udenfor tidevandszonen, hvor hovedparten af de svenske forekomster findes. Det er uklart, hvorledes rev, som falder mellem de to kriterier, håndteres.

1.3 Valg af arter

Der er i danske farvande særligt to arter, som danner biogene rev - blåmuslingen *Mytilus edulis* (i de østlige dele af de danske farvande omfattende også *Mytilus trossolus* og hybrider heraf) og hestemuslingen *Modiolus modiolus*. Blåmusling og hestemusling er valgt, fordi de i danske farvande danner større områder med hård bund, hvor tætheden er så høj, at revet bliver det dominerende substrat i området.

Arter såsom molboøsters, *Arctica islandica*, og europæisk østers, *Ostrea edulis*, forekommer ikke i tilstrækkelige tætheder i danske farvande eller med tilstrækkelig stabilitet til, at der er tale om biogene rev. Arten *Sabellaria spinulosa* er i danske farvande ikke rev-dannende. Udover hestemusling og blåmusling danner stillehavsøsters, *Crassostrea gigas*, ligeledes biogene rev i danske farvande. Arten er ikke medtaget her, da den er invasiv. Arten er efterhånden almindeligt forekommende i flere danske farvande, hvor den udgør en alvor trussel for hjemmehørende arter, blandt andet er den en konkurrent til blåmuslinger og til europæisk østers.

1.4 Valg af kriterier

Til definitionen er der valgt følgende fire kriterier. Kravene til hver kriterium afhænger af den revdannende art. Der vil for eksempel være forskellige krav til dækningsgraden for blåmuslinger og hestemuslinger.

1. **Areal:** En muslingebanke defineres som et biogent rev, når det er over en vis størrelse.

Afgrænsning af den arealmæssige udbredelse knytter sig til både en biologisk og en praktisk eller forvaltningsmæssig dimension. Udgangspunktet for udpegning af habitattyper er, at de i kraft af deres struktur skaber levesteder for særlige dyre- og/eller plantesamfund. De biogene rev danner, nogle gange i kombination med geogene rev, særlige levesteder for specifikke bevaringsværdige hårbundssamfund præget af høj biodiversitet og biomasse. Revet skal være af en vis størrelse for at udgøre en væsentlig habitatkomponent i området. Ligeledes lægges der ud fra et forvaltningsmæssigt synspunkt vægt på, at området har en vis størrelse. Det vil sige, at der er behov for et område af en vis størrelse, således at der er mulighed for kortlægning af revet og gennemførelse af eventuelle bevaringsforanstaltninger. Krav om arealudbredelse er dermed baseret på det præg det biogene rev sætter på det samlede område samt muligheden for at identificere revet i forbindelse med en kortlægning. Derfor opstilles en minimumsstørrelse for revet, som kan variere afhængigt af den habitatdannende art og dens biologi.

2. **Dækningsgrad:** en muslingebanke skal have en vis tæthed af muslinger, før den kan klassificeres som biogent rev.

Tætheden har afgørende betydning for, at habitatet er væsentligt anderledes end det eller de omkringliggende levesteder, og at det udgør det dominerende habitat i området. Hvis der fastsættes en lav minimumsdækningsgrad vil flere arealer vil blive medtages som biogene rev, end hvis der fastsættes en højere minimumsdækningsgrad.

Et biogent rev kan bestå af både levende og døde individer, som alle bidrager til dannelse af den hårde bund. Der sættes dog krav om, at en del af individerne skal være levende for at sikre habitatets fremtidige eksistens. Dækningsgrader, der ikke lever op til de fastsatte grænser, vurderes som utilstrækkelige til, at det er det biogene rev, som udgør det væsentligste substrat i området.

Der opstilles dermed en minimumsdækning for den revdannende art. Dækningen består af levende muslinger samt skaller. Minimumsdækningen afhænger af arten, da den naturlige tæthed er artsafhængig.

3. **Stabilitet:** En muslingebanke defineres først som biogent rev, når det opnår en vis stabilitet.

Revstrukturen skal være stabil og permanent nok til, at der kan etableres et samfund af hårbundsarter på revet. Samtidig skal det rent forvaltningsmæssigt have en vis stabilitet før man kan indføre reguleringer for området. Revet skal derfor kunne genfindes samme sted over en årrække. Stabiliteten er artsafhængig. Således vil der for kortlevende organismer være krav om at der findes flere årgange – kohorter i et område. For længere levende organismer, kan en enkelt kohorte være tilstrækkelig, hvis vi ved, at arten, når den er etableret, findes i området over mange år, i så fald kan stabilitetskravet være at en vis andel af individerne skal have opnået en minimumsstørrelse.

Krav om flere kohorter stiller ekstra krav til kortlægningen, da det kræver en faktisk prøvetagning og analyse. Kohorter kan beskrives ud fra et størrelsesspektrum af individerne på revet.

Afhængigt af arten opstilles derfor et krav til stabilitet.

4. Det tilknyttede artssamfund: Ønsket om at beskytte biogene rev er begrundet i, at revet kan blive levested for et antal arter, som ellers ikke vil eksistere i et område.

Der skal være et antal andre arter tilknyttet hårbundshabitatet. Der specificeres dog ikke krav for kriteriet om det tilknyttede samfund, da det vil medføre en væsentlig omkostning i forbindelse med en kortlægning. Artssammensætning vil afhænge af områdets saltholdighed, dybde mv. Det vurderes, at et biogent rev hurtigt vil blive koloniseret. Men man vil kunne betragte det tilknyttede samfund og finde, at der findes arter på revet, som ikke vil findes på den omkringliggende bund.

Der er i denne tekst ikke fokuseret på eksempler eller kriterier, hvor muslinger vokser tæt på et stenet område, som i sig selv lever op til kriterierne for stenrev, da der allerede foreligger en definition af stenrev, og da muslinger på et stenrev ikke skaber ny hårbund og derfor ikke et nyt habitat.

1.5 Datagrundlag for projektet

Kriterier for definition af biogene rev er blevet til på baggrund af mange års erfaringer med indsamling af data i forbindelse med DCEs undersøgelser af revlokaliteter under NOVANA programmet, DTU Aquas muslingeovervågning, kortlægning af marine habitater samt forskningsprojekter udført af DCE og DTU-Aqua.

2. Blåmuslinger

2.1 Blåmuslingers habitat, levevis og geografisk udbredelse

Blåmuslingen (*Mytilus edulis* L.) er den mest almindelige muslingeart i Danmark og forekommer som epibiontisk art i alle danske farvande på en lang række forskellige substrater rækkende fra havnemoler, vindmøllefundamenter og andre faste strukturer i vandsøjlen til den bløde mudderbund. Blåmuslinger kan findes i tætte banker såvel som mere eller mindre isolerede enkelt-individer eller små grupper på 2-20 individer. Det har generelt været antaget, at blåmuslinger primært bundslår på bunde med et vist indhold af hårdt substrat, men i en række fjordområder er blåmuslingerne også dominerende på den bløde mudderbund. Blåmuslinger findes primært på vanddybder fra 0-15 m i indre danske farvande, men kan også findes på større vanddybder, fx i Smålandsfarvandet og i Østersøen, hvor der forekommer muslinger i store tætheder på hårdt substrat ned til >23 m. Udbredelse og størrelse af de enkelte individer varierer som funktion af bl.a. saltholdighed. Den optimale saltholdighed for blåmuslinger er mellem 18-28 PSU. I Østersøen kan der forekomme indslag af den beslægtede art *Mytilus trossolus*, men i alle øvrige dele af de danske farvande er blåmuslingerne af arten *Mytilus edulis*.

I fjorde med gode livsbetingelser findes blåmuslinger i tætheder på op til ca. 10 kg m⁻², hvor de danner tætte banker med større eller mindre rumlig heterogenitet afhængigt af bankens alder, tætheden af muslinger, forekomst af prædatorer og fødetilførslen i området. Blåmuslingerne sidder sammen med hinanden i bankerne ved hjælp af byssustråde, som også kan forankres til andre hårde objekter som fx sten eller tomme skaller. Oftest er bankerne ikke homogene i hele deres udstrækning men fyldt med områder uden blåmuslinger eller med blåmuslinger i meget lave tætheder. Disse huller kan variere i størrelse fra 10-30 cm til op til flere meters afstand mellem tætte sammenhængende forekomster af blåmuslinger.

Blåmuslinger lever primært af fytoplankton og sekundært af andet partikulært organisk materiale i størrelsen ca. 3-300 µm. Koncentrationer af fytoplankton styres primært af tilførslen af næringssalte, og store bestande af blåmuslinger er derfor en indikation på eutrofierede forhold. Mange fjorde og nogle danske kystnære områder er præget af høje koncentrationer af næringssalte, og i en lang række af Natura 2000-områderne er den primære trussel mod bevaringstilstanden eutrofiering. Indsatsen for at reducere tilførslerne af næringssalte til de kystnære områder forventes at medføre at biomassen af blåmuslinger falder i fremtiden og dermed vil potentielle biogene rev enten blive reduceret i omfang eller forsvinde. Der er således for nyligt dokumenteret et generelt fald i biomassen af bentske filtratorer i danske kystnære områder, som følge af reducerede tilførsler af næringssalte (Riemann et al 2015), og blåmuslinger er den dominerende komponent blandt bentske filtratorer i danske kystnære farvande og i Østersøen. Det kan forventes, at bestanden af blåmuslinger vil falde yderligere i den kommende dekade i takt med yderligere begrænsninger af næringsstoffer til specielt de mere eutrofierede områder, så som områderne i Limfjorden. Blåmuslinger findes også i områder med stor vandgennemstrømning, hvor der ligeledes er en konstant tilførsel af fytoplankton og er derfor ikke kun forekommende i eutrofierede områder.

Blåmuslinger gyder oftest om foråret ved vandtemperaturer omkring 9°C og det primære bundslag finder sted i juni efter et larvestadie af 2-4 ugers varighed. I en lang række områder er der imidlertid løbende larvenedslag hele sommeren ofte til og med september. Afhængig af saltholdighed og fødetilførsel når blåmuslingen kønsmoden størrelse efter 1-2 år og kan leve op til 6-8 år.

En lang række organismer herunder en række fugle- og fiskearter, samt søstjerner og strandkrabber er kendte prædatorer på blåmuslinger. Muslingespisende fuglearter som fx hvinand, bjergand og edderfugl har et dagligt fødebehov for muslinger på i størrelsesordenen 0,5-1,8 kg

muslinger (fx Clausen et al 2008; Goss-Custard et al 2004), hvilket i nogle områder medfører, at det potentielle prædationstryk på muslingebanker kan være betydeligt. I habitatområde H96 Lillebælt skal der således med de reviderede fugletal årligt være 33.800 tons blåmuslinger til stede for at dække fuglenes potentielle fødebehov.

Søstjerner har blåmuslinger som primære fødeemne, og de kan under optimale forhold indtage 1/3 del af deres egen kropsvægt dagligt. Endvidere bliver de tilsyneladende stimuleret til øget fødesøgningsaktivitet, når de stimuleres sammen i tætte klynger. Søstjerner kan derfor være en potentiel regulerende faktor for blåmuslingebestande (Agüera et al. 2012), hvilket blandt andet observeres i dele af Limfjorden og på stenrev i det åbne Kattegat og i det nordlige Bælt-hav.

2.2 Biogene revdannelser

Blåmuslinger anses i kraft af deres bankedannelse for at være en autogen økosystem- og habitatkomponent (Jones et al 1994), som tilbyder habitat for associerede organismer og fungerer som fødegrundlag for en række fuglearter. Der er fra danske farvande beskrevet stabile muslingebanker på tidevandsflader særligt i Vadehavet, men også i andre områder som fx Kerteminde Fjord og Norsminde Fjord - med både hårdt og blødt substrat karakteriseret ved pletvise forekomster (delområder) af varierende tæthed, størrelse og alder af muslingerne (Svane & Ompi 1993). Delområderne kan variere over tid indenfor banken, som i det konkrete studie var klart afgrænset af de fysiske banker. I Vadehavet er det vist, at banker af blåmuslinger kan bestå over flere dekader (Büttger et al 2014), men at der kan ske forstyrrelser, som påvirker hele banker inden for et område med flere banker, ligesom udbredelse af den enkelte bank kan variere over tid. Inden for en given bank vil der være en dynamik på en meget kortere tidsskala i udviklingen af de enkelte delområder, som gør delområderne ustabile og variable (Svane & Ompi 1993).

Til relativt permanente banker af blåmuslinger, som beskrevet ovenfor, er der associeret en fauna bestående af primært mobile arter, fx gammarider, og typiske opportunistiske infaunale arter, fx polychaeter (Svane & Setyobudiandi 1996), men også andre muslingearter, strandkrabber (*Carcinus maenas*) og snegle (fx *Littorina littorea*) optræder hyppigt på muslingebanker og stor rur (*Balanus balanus*), brakvandsrur (*Amphibalanus improvisus*) og trekantsorm (*Pomatoceros triqueter*) findes ofte fasthæftet på skallerne. Udover struktur er der i muslingebanker typisk et forøget organisk indhold i form af muslingefækalier, der tiltrækker den associerede fauna. Der er ikke entydige mønstre i forekomsten af den associerede fauna indenfor bankerne, hvilket sandsynligvis er forårsaget af pletternes dynamik og manglende stabilitet over tid. Forekomst af makroalger på banker af blåmuslinger vil primært være domineret af små arter, fordi både hele muslinger og tomme skaller er for ustabile eller ringe forankret for store arter af for eksempel brunalger. I Limfjorden er der på blandede skalbunde bestående af både levende muslinger og tomme skaller primært blevet observeret små arter af både skorpeformede og oprette rødalger (Canal-Vergés & Petersen 2015).

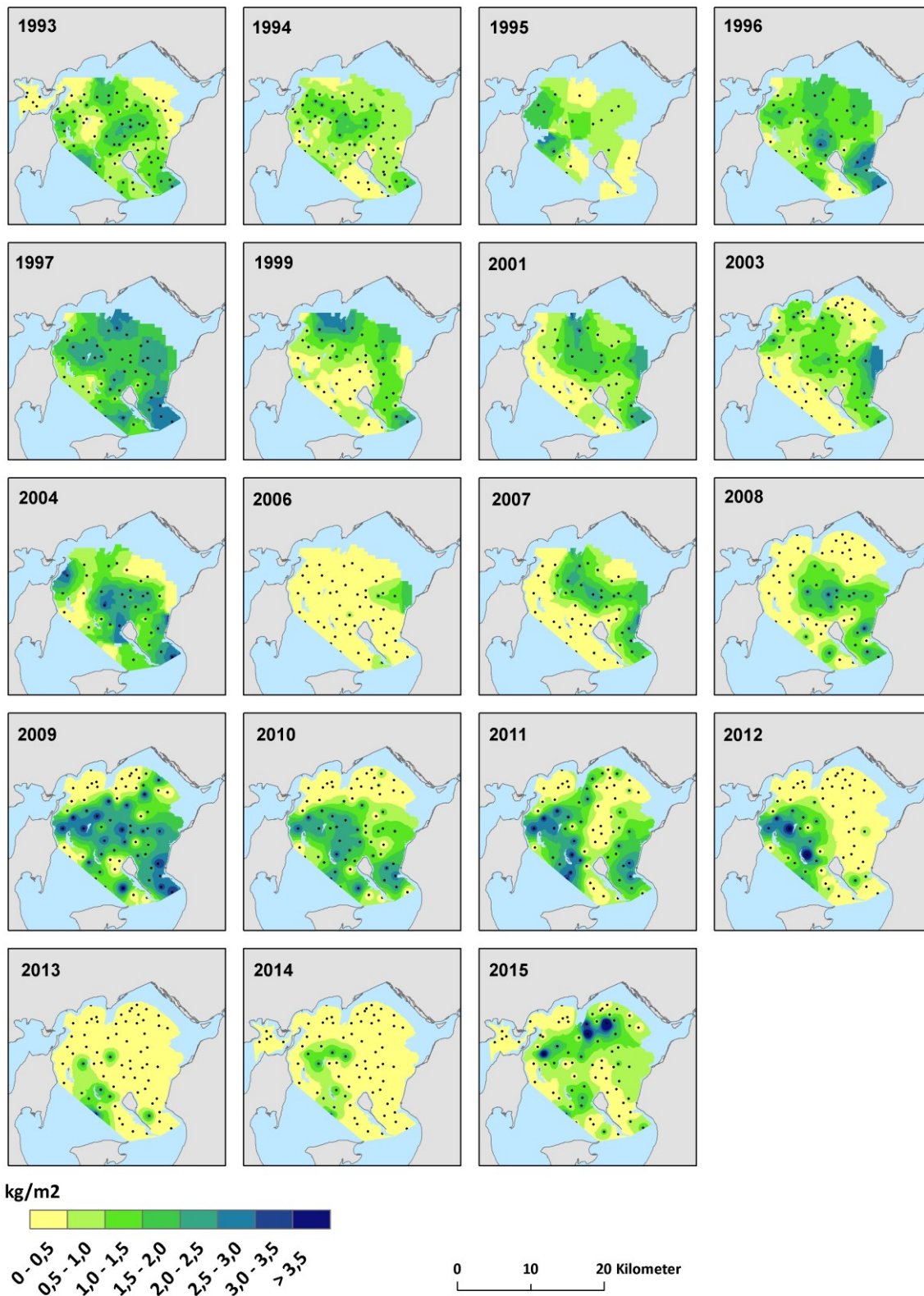
I de fleste andre områder, hvorfra tætte forekomster af blåmuslinger er beskrevet, er bankerne ofte karakteriseret ved at bestå af 1 eller max. 2 kohorter (Henriksen et al 2001) med deraf følgende mangel på stabilitet over tid.

2.3 Overvågning og kortlægning

I det Nationale overvågningsprogram for vandmiljø og natur (NOVANA) monitoreres blåmuslinger primært i forbindelse med prøvetagning for bundfauna i enkeltpunkter i hele bassiner med brug af fortrinsvis HAPS corer. Denne type prøvetagning er ikke velegnet til relativt store epifaunale organismer som blåmuslinger og kan ikke bruges til at kortlægge bankeforekomster.

DTU Aqua foretager regelmæssig monitoring af bestande af blåmuslinger i Limfjorden, Lillebælt og i perioder også i Horsens Fjord og Vadehavet med henblik på fastsættelse af fangstkvoter. Der bruges en nedskaleret skraber til monitoringen, og der indsamles i mange punkter i hele bassiner. Monitoringen omfatter en række Natura 2000-områder. I Isefjorden fiskes der også i perioder efter muslinger, men intet af dette fiskeri foregår i Natura 2000-områder og DTU Aqua har ikke opgørelse af bestanden fra området.

I habitatområderne i Limfjorden har DTU Aqua kortlagt bestanden af blåmuslinger regelmæssigt siden 1993. Bestandene i de forskellige bassiner har varieret meget i størrelse og placering af de tætteste forekomster i denne periode. En del af variationen i bestanden kan givetvis tilskrives påvirkning fra fiskeriet, men for nogle af bassinerne kan fiskeriet ikke forklare variationen. Øvrige faktorer der påvirker blåmuslingerne er fx iltsvind, prædation fra søstjerner og variationer i rekrutteringen. De eksakte årsager til blåmuslingernes årlige variation kendes dog ikke altid. I nogle af habitatområderne i Limfjorden, fx Nissum Bredning, er der ikke fundet blåmuslinger i bankelignende forekomster. Det samme gør sig gældende for området omkring Agerø, som indgår i H28. I området omkring Agerø har der ikke været fisket efter muslinger med slæbende redskaber siden 1988, men de tidligere forekomster af blåmuslinger i området er forsvundet (Dinesen et al 2015). I henhold til de regionale miljømyndigheders overvågning er der kun sjældent alvorligt iltsvind i området omkring Agerø, så udviklingen i muslingebankerne kan ikke forklares med kendte antropogene presfaktorer. Det samme gør sig gældende i den nordlige del af habitatområde H16 Løgstør Bredning. Her har der været lukket for fiskeri siden 1989 og der er ingen eller meget sjældent forekomst af iltsvind i området. Ikke desto mindre varierer bestanden betydeligt mellem år i dette område (figur 1).



Figur 1: Rumlig fordeling af bestanden af blåmuslinger i habitatområde H16 Løgstør Bredning i perioden 1993-2015 på vanddybder >3 m. Prikkerne angiver position for prøveskrab. Kortet viser den store variation i udbredelsen af muslinger fra år til år.

I habitatområde H96 Lillebælt har DTU Aqua ligeledes løbende foretaget bestandsmonitoring om end ikke i en tilsvarende lang periode. Som i områderne i Limfjorden er der stor variation i den rumlige fordeling af blåmuslinger, derimod har den samlede biomasse ikke varieret tilsvarende dog således, at der i de seneste år har været et fald i samlet biomasse.

I habitatområde H52 Horsens Fjord, havet øst for og Endelave har DTU Aqua data for tre år, heraf de nyeste fra 2015. Igen indikerer data variationer i tid og rum, og i dette område har der ikke været et fiskeri 2008-2014. Heller ikke i dette område forekommer der iltsvind, så variationerne i bestanden kan ikke umiddelbart tilskrives kendte påvirkninger. Endelig har DTU Aqua lavet monitoring af sublitorale bestande af blåmuslinger i Vadehavet ved hjælp af flyfotografering ved lavvande i midten af 00'erne. I Vadehavet varierer den rumlige udbredelse også i observationsperioden. I dette område har der ikke været fisket efter blåmuslinger siden 2008.

Der er observationer af forekomst af blåmuslinger i en lang række forskellige områder i danske farvande, herunder i en række habitatområder som fx 171 Klinteskov Kalkgrund eller 251 Femern Bælt. De hyppigt konstaterede banker af blåmuslinger hænger sammen med, at blåmuslinger er den dominerende bentiske art (målt som biomasse) i langt de fleste kystnære områder i Danmark. Der er imidlertid ikke systematiske optegnelser af forekomsterne og deres præcise placering over flere år og de fleste af bankerne er derfor ikke verificerede på samme måde som for de ovenfor beskrevne habitatområder. Det er vigtigt ved udpejningen, at de biogene revs placering er stabil for at kunne imødekomme kravene i Habitatdirektivet til arealudbredelse.

2.4 Kriterier for udpejning af biogene rev af blåmuslinger

Definition af biogene rev dannet af blåmuslinger indeholder 4 kriterier:

2.4.1 1. Areal

Blåmuslinger er til stede i stort set alle kystnære farvandsområder i Danmark også i områder, hvor der ikke er beskrevet egentlige større sammenhængende banker. Flere undersøgelser har vist, at der ikke er konsistente trends i biodiversitet som funktion af størrelse af delområder/banker af blåmuslinger. Undersøgelserne viser, at lokalitet for eksempel i relation til tidevand, saltholdighed med mere har betydning for diversiteten og sammensætningen af den associerede fauna (fx Svane & Setyobudiandi 1996, Blanchard & Bourget 1999, Lawrie & McQuaid 2001, Saier 2002). Det er således ikke ud fra en økosystemmæssig eller biodiversitetsmæssig betragtning nødvendigt at medtage alle klumper for at sikre, at unikke organismer eller den samlede biodiversitet i et Natura 2000-område bevares. Endvidere er enkelte små delområder af blåmuslinger svære at genfinde og ofte ustabile over tid, hvilket gør både identificering af biogene rev og den efterfølgende verificering og monitoring for at følge det biogene revs bevaringsstatus vanskelig at gennemføre.

På den baggrund og i relation til punkterne 2 og 4 defineres biogene rev af blåmuslinger i danske farvande, til at være banker på minimum 50*50 m, svarende til et minimumsareal på 2500 m².

2.4.2 2. Dækningsgrad

Det er dokumenteret, at banker af blåmuslinger er meget dynamiske selv indenfor de enkelte "patches" indenfor større bankeområder (Svane & Ompi 1993). I områder med kraftig strøm eller bølgepåvirkning kan især mindre delområder flyttes i form af "drivende klumper" af blåmuslinger (Thiel & Reise 1993, Pulfrich 1995). Banker med gennemsnitlig dækningsgrad på >30% kan anses for at være betydende habitater, der på områdeniveau har en størrelse, der giver mulighed for stabilitet og reel fastholdelse af tomme skaller mellem de levende muslinger.

Minimumsdækningsgraden fastsættes derfor til 30%. Dette er i overensstemmelse med OSPARs definition af biogene rev, og dermed på linje med dele af den svenske forvaltning på området. Den danske dækningsgrad er højere sat end minimumsdækningsgraden på 10 % muslinger for Schleswig Holstein. Det skyldes en vurdering af, at man med en dækningsgrad

under 30 % vil definere områder som biogene rev, hvor muslingerne ikke vil udgøre det dominerende habitat.

2.4.3 3. Stabilitet af revet

Et biogent rev skal have en stabilitet, så revet er til stede indenfor det udpegede område over en længere årrække. Blåmuslinger er generelt kortlivede, og der er dokumenteret en meget høj grad af dynamik i afgrænsede banker over tid både nationalt i udpegede Natura 2000-områder samt internationalt. Dette er særligt et fremtrædende fænomen i eutrofierede områder, hvor store bestande af blåmuslinger under alle omstændigheder er en indikation på ugunstige forhold, og hvor bestandene kan forventes at blive reduceret i omfang i takt med implementering af vandplanernes reduktionsmål for tilførsel af næringssalte. Der er indikationer på, at de mest stabile forekomster er karakteriserede ved at bestå af flere kohorter.

Minimumsstabiliteten kan måles som tilstedeværelse af mindst 3 kohorter på revet, det vil sige, at der skal forekomme muslinger i tre forskellige størrelsesklasser.

2.4.4 4. Det tilknyttede artssamfund

Der er dokumenteret associeret fauna og flora til banker af blåmuslinger, men denne vil afhænge af specifikke betingelser i det givne område for eksempel saltholdighed, strøm- og bølgepåvirkning, tidevand og generel bundtype udenfor banken. Selvom der også er eksempler på studier, der viser, at områder udenfor de egentlige muslingebanker kan have højere biodiversitet end i banken ((Jaramillo et al 1992), viser de fleste studier forøget biodiversitet i blåmuslingebanker sammenlignet med områder udenfor.

Som beskrevet ovenfor vil de tilknyttede arter ofte være gammarider, polychaeter, andre muslingearter, strandkrabber (*Carcinus maenas*) og snegle (for eksempel *Littorina littorea*), stor rur (*Balanus balanus*), brakvandsrur (*Amphibalanus improvisus*) og trekantsorm og mindre rødalger.

2.4.5 Den samlede definition

Samlet kan biogene rev af blåmuslinger således defineres som sammenhængende arealer på minimum 2500 m² med en gennemsnitlig dækningsgrad af blåmuslinger på minimum 30% og tilstedeværelse af mindst 3 kohorter af blåmuslinger.

2.4.6 Kortlægning af biogene rev af blåmuslinger

Med definitionen af biogene rev af blåmuslinger kan en udpegning af sådanne stabile rev i Natura 2000-områder igangsættes. Som følge af den dynamiske variation i blåmuslingebanker på subtidale fjordbunde og ikke mindst fordi denne dynamik synes forstærket af det generelt høje eutrofieringsniveau i danske farvande, kan det imidlertid blive vanskeligt at identificere blåmuslingebanker, der lever op til kravene for biogene rev.

Miljøstyrelsens kortlægningsprojekter i Natura 2000-områder kan anvendes til at identificere mulige biogene rev af blåmuslinger ud fra areal og dækningsgrad. Med udgangspunkt i disse mulige revområder, kan der laves en indstilling af, hvilke biogene rev der skal endeligt verificeres ved undersøgelse af revets kohorte sammensætning og en verifikation af dækningsgraden.

3. Hestemuslinger

3.1 Hestemuslingens habitat, levevis og geografisk udbredelse

I danske farvande findes hestemuslinger typisk 2/3 del nedgravet i en havbund bestående af småsten og groft grus. Muslingerne er forankret til mindre og større sten nede i havbunden med byssustråde. På Færøerne, Norge og Island, hvor hestemuslinger også findes, lever arten typisk rent epibentisk (oven på bunden), direkte fasthæftet til klippebund eller sten. Hestemuslinger kan leve op til 30 år i danske farvande (Olesen et al, 2011).

Den bundtype hestemuslinger foretrækker i danske farvande består typisk af blandet sediment med tilstedeværelse af mindre og større sten indlejret i en groft gruset bund evt. med et tyndt lag af midlertidig aflejret finkornet materiale. Fasthæftede muslinger på større sten over bunden er ikke observeret på de danske overvågnings- og kortlægningsstationer.

Kendte forekomster af hestemuslinger i danske farvande er koncentreret om lokaliteter i Bælt-havet eller i Kattegat i forlængelse af Bælterne, hvor der er en god vand gennemstrømning. Der er også gjort enkelte observationer i Kattegat NØ for Læsø, som sandsynligvis gik tabt i 1990'erne pga. iltsvind samt på Store Middelgrund. I Bælt-havet og Kattegat ses forekomster af hestemuslinger på vanddybder større end 14-15m, hvilke er under eller i den nedre del af det typiske springlag mellem overflade og bundvand. I relation til NOVANA overvågningen af stenrev, er der ikke observeret sammenfald af betydning i forekomster af heste- og blåmuslinger. De to muslingearter er nært beslægtede og har stor lighed i form og farve. Med nogle visuelle teknikker som fx dropvideo kræver det erfaring at adskille de to arter fra hinanden. Hestemuslinger er fundet ned til ca. 200m dybde i andre lande så som Færøerne (Dinesen og Morton, 2014).

3.2 Hestemuslingernes spredning og rekruttering til banker.

Hestemuslinger gyder først i en alder fra 3-8 år (Dinesen og Morton, 2014) og ikke nødvendigvis hvert år. Hestemuslingens larver befinder sig i vandfasen i ca. 1 måned og spredes med vandstrømme. Sandsynligheden for at en banke i de åbne danske farvande koloniseres med egen yngel er derved meget lille. Bestandene i de danske bæltter befinder sig på kanten af deres udbredelsesområde mht. saltholdighed. Nye larver må formodes at komme fra bestande (donorområder) i mere saltholdige områder i Kattegat, Skagerrak eller Nordsøen. Der er på nuværende tidspunkt identificeret et par små banker i Kattegat, men der er ikke kendskab til områder i den danske del af Nordsøen og Skagerrak. Yngel som ender i danske farvande kan også komme fra fx norske farvande. Larver fra hestemuslingebestandene i Bælt-havet formodes at blive i bundvandet pga. saltholdighed og vil derfor oftest blive ført ind mod Østersøen, hvor de går tabt. Larverne har en præference for at slå sig ned i områder med allerede eksisterende banker (Dinesen og Morton, 2014).

Mindre hestemuslinger er udsat for et meget stort prædationstryk fra forskellige arter af søstjerne, krabber og konksnegle. Når muslingerne når 5 cm i længde er de stort set vokset ud af den store dødelighedsrate (Dinesen og Morton 2015). På NOVANA stationerne har dykkere aldrig observeret små hestemuslinger, heller ikke på de revområder hvor større muslinger findes. Et metocestudium på tre vanddybder med en bund domineret af småsten på Schultz's Grund kunne imidlertid påvise et betydeligt antal små nedgravede hestemuslinger inden for udlagte rammer (Dahl et al, 2004). De små muslinger blev fundet i et område hvor der i forvejen var store individer af hestemuslinger.

På mange rev af hestemuslinger kan størrelsesforskelle, som kan tilskrives forskellige kohorter, ikke observeres. I stedet har muslingerne en ensartet størrelse. Der er ikke lavet egentlige studier af aldersstrukturen i kendte hestemuslingebanker i danske Natura 2000 områder, men efter deres relativt ens størrelse at dømme, kan det ikke udelukkes, at der er tale om en enkelt eller få kohorter, som har opnået en høj alder.

3.3 Biogene revdannelser med hestemuslinger

De biogene revstrukturer består dels af de levende muslingers skalstrukturer, men også af skaller fra døde muslinger, som typisk er godt forankret i sedimentet og eller til levende hestemuslingers byssustråde.

Revstrukturene tjener som levested for en lang række arter, som også kan træffes på stenrev eller på mere grusede eller mudrede bundtyper. Et typisk samfund på en blandet bund med hestemuslinger, grus og sten er vist i på forsiden.

I den fotiske zone træffes rødalgen bugtet ribbeblad (*Phycodrys rubens*) meget ofte fasthæftet på den øvre del af levende hestemuslingers skaller og i enkelte tilfælde gælder det også for rødalgen kødblade (*Dilsea carnosa*). Ikke publicerede undersøgelser viste, at der var en markant større dækning af rødalgen på levende hestemuslinger end på omkringliggende sten i 5-10 cm størrelse på 15½ m dybde på stenrevet Schultz's Grund (personlig observation: Karsten Dahl).

Af fasthæftede dyr findes ofte forskellige søanemone- og hydroidearter, dødningehånd-koral (*Alcyonium digitatum*), rurer og trekantorm (Spirobranchus triqueter). Fritlevende dyr der ofte findes sammen med hestemusling omfatter ikke mindst søpindsvin (især grønt søpindsvin *Strongylocentosus droebachiensis*), slangestjerner (især huleslangestjerne, *Ophiopholis aculeata*, der oftest træffes under døde skaller) og søstjerner (bl.a. almindelig søstjerne, *Asterias rubens* og pigget søsol) samt forskellige sneglearter, hvoraf især almindelig konk (*Buccinum undatum*) og rødkonk (*Neptunea antiqua*) er almindelige samt forskellige arter af krabbe afhængigt af farvandsområdet (Dahl et al. 2003, Thorson 1968), se figur 2.

Figur 2: Hestemusling bevokset med rødalger og en hydroid. Omkring muslingen ses små søpindsvin.

Foto: © Karsten Dahl.



3.4 Kriterier for udpegning af biogene rev af Hestemuslinger

Hestemuslinger findes typisk på blandede sedimentbunde, hvor stabile sten forekommer. En definition på biogene rev kan derfor suppleres med en definition på kombinerede sten og hestemuslingerev.

3.4.1 1. Areal

Hestemuslingebanker består typisk af store og dermed gamle muslinger. På grund af deres størrelse udgør hestemuslingerne i sig selv ofte en særdeles stor del af biomassen i et område. Hestemuslinger er kun fundet i mindre områder og kun i relativt få områder i de kortlagte Natura-2000 områder. Opretholdelse af muslingebanker er afhængig af, at muslingelarver med vandmasser passerer eksisterende banker på det korrekte tidspunkt. For at optimere sandsynligheden for at dette skal ske, er det nødvendigt at beskytte de banker der reelt eksistere både som donor- og setlingsområder for nye muslinger.

Habitattyper inden for Natura 2000-områderne kortlægges gennem en akustisk kortlægning og en efterfølgende videoverifikation på udvalgte lokaliteter. Naturstyrelsen (nu Miljøstyrelsen) har siden 2011 forestået en række kortlægninger, hvor biogene rev er blevet visuelt verificeret. Kortlægningen omfatter områder med hestemuslinger ned til ca. 10x10 m. Denne størrelse vurderes som tilstrækkelig for at definere et rev af hestemuslinger. Størrelsen er mindre end for blåmuslinger grundet bankernes sjældenhed, og da de grundet deres størrelse allerede ved 10x10 m er den dominerende biomasse i et område.

En banke bør være mindst 10x10 m, svarende til et minimumsareal på 100 m²

3.4.2 2. Dækningsgrad

Muslingebanker vil med tiden være sammensat af både levende muslinger samt skaller af døde muslinger, som typisk er delvis indlejret i sedimentet og evt. fastholdt af byssustråde fra levende muslinger.

Dækningen af levende muslinger og døde skaller skal udgøre mindst 20% tilsammen i revets kerneområder, dog således at mængden af levende muslinger udgør mindst 10% på sedimentoverfladen, vel vidende at muslingernes dækning er ca. 50% større under havbundsoverfladen. Et hestemuslingerev afgrænses udadtil, når dækning af hestemusling bliver mindre end 5%.

Hestemuslingebanker udgør et biogent rev, hvis den samlede tæthed er 20% muslinger, hvor minimum 50 % af dækningsgraden skal udgøres af levende muslinger.

3.4.3 3. Stabilitet af revet

Hestemuslingebanker, som kan iagttages ved de gældende overvågnings- og kortlægningsmetoder, omfatter muslinger, som har nået en størrelse, der gør, at de kun er udsat for en lille naturlig dødelighed (alvorligt iltsvind undtaget). Det er ikke umiddelbart muligt ved visuelle undersøgelser at fastslå, om der er tale om flere kohorter af muslinger. Muslingernes lange levetid, fra det tidspunkt hvor de har nået en størrelse på ca. 4 cm længde, sikrer imidlertid, at etablerede biogene rev kan bestå i 20-30 år. Der er derfor ikke krav om mere end en kohorte i et rev bestående af hestemuslinger.

Hestemuslingernes langsomme vækst og høje levealder gør, at banker kan anses som stabile, hvis minimum 25% af biomassen de levende muslinger er større end 4 cm lange.

3.4.4 4. Det tilknyttede artssamfund

Muslingernes lange levetid afspejles også i de arter, som lever fasthæftet til både de levende og døde muslingers skalstrukturer, fx dødningshånd, rurer, hydroider og bugtet ribbeblad i den fotiske zone.

Det tilknyttede artssamfund består af en række fastsiddende fauna og typisk bugtet ribbeblad i den fotiske zone. Hertil kommer en række mobile arter som konksnegle, eremitkrebs, polychæter, hydroider og ikke mindst slangestjerner og søpindsvin. Samfundets sammensætning afhænger af saltholdigheden.

3.4.5 Den samlede definition

En muslingebanke defineres som hestemuslingerev, når det er minimum 100 m², opnår en central dækningsgrad på 20% muslinger og skaller, hvoraf 10% er levende muslinger og ho-

vedsageligt består af muslinger, som er over 4 cm lange. Disse rev vil typisk være grobund for en række arter, herunder rødalger, polychaeter, hydroider og slangestjerner.

3.5 Kriterier for rev kombineret af hestemuslinger og stenrev

3.5.1 1. Areal

Habitattyper inden for Natura 2000-områderne kortlægges gennem en akustiske kortlægning og en efterfølgende video verifikation på udvalgte lokaliteter. Naturstyrelsen (nu Miljøstyrelsen) har siden 2011 forestået en række kortlægninger, hvor biogene rev er blevet visuelt verificeret. Kortlægningen omfatter områder med hestemuslinger ned til ca. 10x10 m. Hestemuslingebanker består typisk af store og dermed gamle muslinger. Hestemuslingerne i sig selv udgør derfor ofte pga deres størrelse en særdeles stor del af biomassen i et område. Opretholdelse af muslingebanker er afhængig af, at muslingelarver passerer eksisterende banker med vandmasserne på det korrekte tidspunkt. For at optimere sandsynligheden for at dette skal ske er det nødvendigt at beskytte de banker der reelt eksistere både som donor- og setlingsområder for nye muslinger. Samtidig skal arealet forvaltningsmæssigt være muligt at håndtere.

En bank bør som minimum være på 500 m² for at sikre en gydebiomasse af en vis størrelse.

3.5.2 2. Dækningsgrad

Dækningen af levende muslinger, døde skaller og stabile sten bør udgøre mindst 25% tilsammen i kerneområdet, dog således at mængden af levende muslinger udgør mindst 5% på sedimentoverfladen, vel vidende at muslingernes dækning er ca. 50% større under havbundsoverfladen. I tilfælde af at hestemuslinger afgrænser et stenrev (type 3 eller type 4 bund) i henhold definition for 1170 Rev indgår hestemuslinger på linje med sten i den ydre afgrænsning dvs. den samlede dækning af sten og hestemuslinger >10%.

Hestemuslingebanker udgør et biogent rev, hvis den samlede tæthed af sten og muslinger er 25%, hvor af minimum 5% er levende muslinger.

3.5.3 3. Stabilitet af revet

Hestemuslingebanker, som kan iagttages ved de gældende overvågnings- og kortlægningsmetoder, omfatter muslinger, som har nået en størrelse, der gør, at de kun er udsat for en lille naturlig dødelighed (alvorligt iltsvind undtaget). Det er ikke umiddelbart muligt ved visuelle undersøgelser at fastslå, om der er tale om flere kohorter af muslinger. Muslingernes lange levetid, fra det tidspunkt hvor de har nået en størrelse på ca. 4 cm længde, sikrer imidlertid at etablerede biogene rev kan bestå i 20-30 år. Der er derfor ikke krav om mere end en kohorte i et rev bestående af hestemuslinger.

Hestemuslingernes langsomme vækst og høje levealder gør at banker kan anses som stabile, hvis minimum 25% af biomassen de levende muslinger er større end 4 cm lange.

3.5.4 4. Det tilknyttede artssamfund

Muslingernes lange levetid afspejles også i de arter, som lever fasthæftet til både de levende og døde muslingers skalstrukturer, fx dødningehånd, rurer, hydroider og bugtet ribbeblad i den fotiske zone.

Det tilknyttede artssamfund består af en række fastsiddende fauna og typisk bugtet ribbeblad i den fotiske zone. Hertil kommer en række mobile arter som konksnegle, eremitkrebs, polychaeter, hydroider og ikke mindst slangestjerner og søpindsvin. Samfundets sammensætning afhænger af saltholdigheden.

3.5.5 Den samlede definition

Et område defineres som kombineret rev (af muslinger og sten), når det har et minimumsareal på 500 m², opnår en central dækningsgrad af sten, levende muslinger og skaller udgør 25%,

hvoraf levende muslinger udgør minimum 5%. Revets ydre afgrænsning findes der, hvor den samlede dækning af sten og muslinger falder under 10%. Muslingerne på revet skal hovedsageligt være over 4 cm lange. Disse rev vil typisk være grobund for en række arter, herunder rødalger, polychaeter, hydroider og slangestjerner.

3.6 Beskrivelser af hestemuslingerev og kombinerede rev

Eksempel på biogent rev af hestemuslinger: I 1992 blev der fundet et biogent rev af hestemuslinger øst for Natura 2000 området Schultz Grund. Området bestod af en gruset bund med en dækningsgrad af levende hestemuslinger på cirka 50% samt 40% skaller i den centrale del af revet. Hestemuslinger var typisk mere end 6 cm lange. Undersøgelsen blev foretaget som en punktdykning og dækkede 100-200 m². Formålet med undersøgelsen var at lokalisere stenrev, så en detaljeret beskrivelse af hestemuslingebanken og den samfund blev ikke gennemført.

Et eksempel på et kombinerede rev af sten og hestemuslinger: På Schultz's Grund på 17,5 m dybde blev der fundet et kombineret rev. Revet består af spredte mindre banker med spredte større sten på en groft gruset bund, hvori der findes hestemuslinger. I 2015 blev bundforholdene af dykkeren beskrevet som 20% sten samt 5% levende hestemuslinger og en del skaller. Bankens samlede areal kan ikke opgøres ud fra de årlige gennemførte dykninger, der hver især ca. dækker et areal på 100 m². Biologiske komponenter knyttet til hestemuslingesamfundet kan ses i figur 2 samt forside billedet. Figur 3 viser biologiske komponenter knyttet til en rev med en kombineret hestemuslinger og stenbund.



Figur 3. Kombineret rev bestående af både sten og hestemuslinger på Schultz's Grund på 17,5m dybde. På billedet kan se både blødkorallen dødningehånd (*Alcyonium digitatum*), sort slangestjerne (*Ophiocoma nigra*) grønt søpindsvin (*Strongylocentrotus droebachiensis*). Trekantsorm (*Spirobranchus triqueter*) kan ses som hvide elementer på stenene og forskellige hydroider bla. Granpolyp (*Abietinaria abietina*) der kan kendes som den bredt fjergrenede hydroid på den store sten. Rødalgen bugtet ribbeblad (*Phycodrys rubens*) vokser her både på sten og især på hestemuslinger som er skjult under algen. Hestemuslingerne ses i forgrunden og baggrunden af billedet.

Foto: © Karsten Dahl.

3.7 Overvågning af hestemuslinger i danske farvande

I forbindelse med NOVANAs undersøgelser på stenrev er mindre hestemuslinger (<4-5 cm) aldrig blevet observeret af dykkere gennem de 25 år programmet har fundet sted. Det tidligere omtalte metodestudium (Dahl et al, 2004) påviste, at de små hestemuslinger fundet i indsamlede sugeprøver ikke var synlige for dykkere, der kun kunne registrere store muslinger i de samme rammer.

Overvågningen foregår som dykkerundersøgelser, hvor hestemuslingernes procentvise dækning på havbundsoverfladen beskrives ud fra dykkerens subjektive vurdering. Tilsvarende vurderes mængden af døde skaller oven på sedimentet i tilgift med de øvrige substratforhold.

En væsentlig faktor af betydning for registrering af muslingernes dækning er deres rumlige fordeling på bunden samt dykkeres erfaring med at lokalisere dem i de dybdeintervaller (14½-18 m) hvor rødalgen bugtet ribbeblad (*Phycodrus rubens*) typisk dækker de fleste muslinger.

3.8 Kortlægning af hestemuslingebanker vha. sidescan sonar suppleret med dropvideo og ROV

I forbindelse med Miljøstyrelsens kortlægningsprojekter af stenrev i danske farvande er hestemuslinger og blåmuslinger registreret ved blandt andet Schultz Grund, i Storebælt, Lillebælt og i Øresund. Områder med potentielle muslingebanker eller blandet muslingeforekomster og sten er synlige med sidescan akustik. Områdernes størrelse, som kan kortlægges med denne metode, varierer afhængigt af de anvendte indstillinger. Ifølge Al-Hamdani fra GEUS kortlægges områder med en rumlig opløsning på ned til ca. 10m x 10 m (pers. kom.).

Revet verificeres efterfølgende ved visuelle verifikation. Det kan være svært at adskille heste- og blåmuslinger fra hinanden, men der er dog en række kendetegn. Hestemuslingerne sidder typisk delvist nedgravet i sedimentet, hvilket aldrig er tilfældet for blåmuslinger. Hestemuslinger er oftest orienteret med den bredeste del af skallen opad, hvorimod blåmuslingers orientering kan være mere tilfældig. Dybdemæssigt findes hestemuslinger generelt på dybder større end 14-15 m. I dybdeintervallet 14½-18 m dybde er hestemuslinger som tidligere nævnt typisk helt dækket af rødalgen bugtet ribbeblad.

Konklusion

De ovenfor beskrevne definitioner er udarbejdet i et samarbejde mellem Miljøstyrelsen, DCE og DTU-Aqua. Der har gennem længere tid været behov for en dansk definition af biogene rev. Det skyldes særligt, at Danmark er forpligtet til at beskytte biogener rev i henhold til både habitatdirektivet og havstrategidirektivet. Definitionerne fra dette dokument skal derfor anvendes som udgangspunkt i forvaltningen af habitatområder, hvor Danmark er forpligtet til at beskytte habitattypen rev, hvor biogene rev indgår. Danmark har udpeget 65 habitatområder for rev. Definitionen skal ligeledes anvendes i til at opnå målsætningen i den danske havstrategi om beskyttelse af hestemuslingebanker.

Uden en klar og anvendelig definition er det svært at sikre en målrettet forvaltning eller en vurdering af eventuelle indsatser for beskyttelse af biogene rev. Samtidigt er det vigtigt, at definitionen kan anvendes i praksis i forbindelse med kortlægning. Der har derfor i arbejdet med definitionen været fokus på, at definitionen skal være anvendelig, og kunne anvendes med de teknikker til kortlægning som er tilgængelige og omkostningseffektive.

I forsøget på at hente inspiration og finde en fælles linje med andre landes forvaltninger, er der skelet til de definitioner, der findes i nabolandene og i de regionale konventioner som Danmark indgår i. Det kan dog konkluderes, at der både er store forskelle på disse definitioner, herunder i definitionens brugbarhed. I den danske definition har der været fokus på, at finde en definition, som netop er tilpasset danske forhold, og som kan anvendes i en kortlægning.

I definitionen er der fastsat fire generelle kriterier, som efterfølgende er udmøntet på 2 revdannende arter – blåmusling og hestemusling, som anses som de væsentligste revdannende arter i danske farvande. Der kan i fremtiden blive behov for at udvide definitionen til at omfatte flere arter, hvilket er muligt under samme kriterier.

4. Referencer:

- Agüera, A., Trommelen, M., Burrows, F., Jansen, J. M., Schellekens, T., & Smaal, A. (2012). Winter feeding activity of the common starfish (*Asterias rubens* L.): The role of temperature and shading. *Journal of Sea Research*, 72, 106-112.
- Blancard, D., Bourget, E. 1999. Scales of coastal heterogeneity: influence on intertidal community structure. *Marine Ecology Progress Series* 179: 163-173.
- Büttger, H., Nehls, G., Stoddard, P. 2014. The history of intertidal blue mussel beds in the North Frisian Wadden Sea in the 20th century: Can we define reference conditions for conservation targets by analyzing aerial photographs. *Journal of sea Research* 87: 91-102.
- Canal-Vergés, P. & Petersen, J.K. 2015. Faglig understøttelse af nye forvaltningsprincipper for muslingefiskeri - Kortlægning af makroalger og ålegræs i Natura 2000-områder i Limfjorden. DTU-Aqua rapport 304-2015, 44 pp.
- Clausen, P., Laursen, K. og Petersen, K.I. (2008). Muslingebanker versus fugleliv I den vestlige Limfjord. Kapitel i Dolmer, P. et al. Udvikling af kulturbanker til produktion af blåmuslinger i Limfjorden. DTU-Aqua rapport august 2008.
- Dahl, K., Lundsteen, S. og Helmig S.A. 2004, Stenrev – havbundens oase. Miljøbiblioteket no. 2 G.E.C.Gads Forlag.
- Dahl, K., Nicolaisen, J., Nielsen, R. & Tendal, O.S. 2004: Udvikling og afprøvning af metoder til indsamling af flora og fauna på småstenede hårbundshabitater. Danmarks Miljøundersøgelser. 85 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 521.
- Dinesen, G.E. & Morton B. (2014) Review of the functional morphology, biology and perturbation impacts on the boreal, habitat-forming horse mussel *Modiolus modiolus* (Bivalvia: Mytilidae: Modiolinae), *Marine Biology Research*, 10:9, 845-870, DOI: 10.1080/17451000.2013.866250
- Dinesen G.E., Canal-Verges, P., Nielsen, P., Filrup, K., Geitner, K. & Petersen, J.K. 2015: Effekter af muslingefiskeri på bundfauna. DTU-Aqua rapport 305-2015, 33 pp
- European Commission, 2007, Guidelines for the establishment of the Natura 2000 network in the marine environment, Application of the Habitats and Birds Directives, http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/marine/docs/marine_guidelines.pdf
- Goss-Custard, J.D., Stillman, R.A., West, A.D., Caldow, R.W.G., Triplet, P., le V. dit Durell, S.E.A. & McCrorty, S. (2004). When enough is not enough: shorebirds and shellfishing. – *Proc. Royal Soc. Lond. B*.271: 233-237.
- Henriksen, P., Andersen, J. et al 2001. Marine Områder 2000 – Miljøtilstand og Udvikling. NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser Faglig Rapport fra DMU nr. 375, 110 pp.
- Jaramillo, E., Bertrán, C., Bravo, A. 1992. Community structure of the subtidal macrofauna in an estuarine mussel bed in Southern Chile. *PSZNI Marine Ecology* 13: 317-331.
- Jones, C.G., Lawton, J.H., Shachak, M. 1994. Organisms as ecosystem engineers. *Oikos* 69: 373-386.
- Lawrie, S.M., McQuaid, C.D. 2001. Scales of mussel bed complexity: structure, associated biota and recruitment. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 257: 153-161.
- Naturstyrelsen og DCE, 2010 opt. 2012, Habitatnøggle, ver. 1.04 Appendiks 4a, 7. maj 2010, http://bios.au.dk/fileadmin/bioscience/Fagdatacentre/Biodiversitet/Habitat-beskrivelser-app4b-ver104_opdatering-havtyper2012.pdf

- Nielsen, P., Fomsgaard, C., Geitner, K. & Petersen, J.K. 2015. Konsekvensvurdering af fiskeri på blåmuslinger i Lillebælt 2015. DTU Aqua Rapport 292-2015.
- Olesen, M., Johansen, S. B., Göransson, P., 2011: Øresunds unikke dyreliv er truet. *Aktuel Naturvidenskab* 2: 32-36.
- OSPAR Commission Secretariat, Background document on Intertidal *Mytilus edulis* beds on mixed and sandy sediments, 2015
- OSPAR Commission, Ivor Rees, Background Document for *Modiolus modiolus* beds, Biodiversity Series.
- Pulfrich, A. 1995. Reproduction and recruitment in Schleswig Holstein Wadden Sea edible mussel (*Mytilus edulis* L.) populations. Thesis, Institut für Meereskunde, Christian-Abrechts-Universität Kiel, Germany.
- Riemann, B., Carstensen, J., Dahl, K., Fossing, H., Hansen, J.W., Jakobsen, H.H., Josefson, A.B., Krause-Jensen, D., Markager, S.S., Stæhr, P.A., Timmermann, K., Windolf, J., Andersen, J.H. 2015. Recovery of Danish Coastal Ecosystems After Reductions in Nutrient Loading: A Holistic Ecosystem Approach. *Estuaries and Coasts* DOI 10.1007/s12237-015-9980-0.
- Saier, B. 2002. Subtidal and intertidal mussel beds (*Mytilus edulis* L.) in the Wadden sea: diversity differences of associated epifauna. *Helgoland Marine Research* 56: 44-50.
- Svane, I, Ompi, M. 1993. Patch dynamics in beds of the blue mussel *Mytilus edulis* L.: Effects of site, patch size, and position within a patch. *Ophelia* 37:187-202.
- Svane, I. Setyobidiandi, I. 1996. Diversity of associated fauna in beds of the blue mussel *Mytilus edulis* L.: Effects of location, patch size, and position within a patch. *Ophelia* 45: 39-53.
- Thiel, M.K., Reise, K. 1993. Interaction of nemertines and their prey on tidal flats. *Netherland Journal of Sea Research* 31: 163-172.
- Thorson, G. i Nørrevang, A., Meyer, T. J. (red.), 1968: *Modiola-epifaunaen: et artsrigt samfund*. Danmarks Natur, Bind 3, Havet. Politikens forlag: 208-218.

Definition af biogene rev

Rev er en naturtype i danske have med stor artsrigdom. Det kan enten være stenrev eller såkaldte biogene rev. Rev er hård bund, hvor der vokser arter som tang, søpunge, rurer og dødningehånd. Hvis den hårde bund er dannet af et dyr, kaldes det et biogent rev.

I Danmark er biogene rev dannet af enten blåmuslinger eller hestemuslinger. Danmark er ifølge habitatdirektivet forpligtet til at beskytte disse biogene rev, men der har ikke tidligere været en egentlig definition på, hvornår der er tale om et rev, og hvornår det er en mere kortlevende samling af muslinger. Derfor har Miljøstyrelsen i samarbejde med Århus Universitet (DCE) og DTU-Aqua lavet definition på danske biogene rev.

Definitionen består af en række kriterier for de to arter. Det drejer sig om minimumskrav til revenes arealmæssige udbredelse, muslingernes tæthed og revets stabilitet. Kravene er forskellige for de to arter, da de lever forskellige steder og har forskellig biologi. F.eks. er der for hestemuslingen, som er gået tilbage og kun kendes få steder i danske farvande, krav om et minimumsareal på 100 m², en dækningsgrad på minimum 20 % muslinger, og mindst 25 % af muslingerne skal have en størrelse på 4 cm. Derimod er kriterierne for blåmuslinger, at minimumsarealet er 2500 m², en dækningsgrad på 30 % og et stabilitetskrav på 3 aldersklasser af muslinger (kohorter).

Det betyder, at der nu er en definition til brug for kortlægninger af havbunden, så revene på sigt kan blive beskyttet mod forstyrrelser og andre trusler.



Miljøstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

www.mst.dk