



Vejledning for udpegning af områder egnet til etablering af blåmuslingebanker

Nielsen, Pernille; Taylor, Daniel; Banke, Timi L.; Saurel, Camille; Holbach, Andreas M.; Petersen, Jens Kjerulf

Publication date:
2023

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Nielsen, P., Taylor, D., Banke, T. L., Saurel, C., Holbach, A. M., & Petersen, J. K. (2023). *Vejledning for udpegning af områder egnet til etablering af blåmuslingebanker*. Center for Marin Naturgenopretning.

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.

Vejledning for udpegning af områder egnet til etablering af blåmuslingebanker



Foto: Daniel Taylor



**Center for Marin
Naturgenopretning**

Vejledning for udpegning af områder egnet til etablering af blåmuslingebanker

Videnskabelig rapport fra Nationalt Center for Marin Naturgenopretning – 2023

Forfatterliste:

Pernille Nielsen¹, Daniel Taylor¹, Timi L. Banke², Camille Saurel¹, Andreas M. Holbach³, Jens Kjerulf Petersen¹

¹DTU Aqua, Sektion for kyst økologi

²Biologisk Institut, Syddansk Universitet

³Institut for Ecoscience, Aarhus Universitet, sektion for marin biodiversitet og eksperimentel økolog

Kolofon

Titel: **Vejledning for udpegning af områder egnet til etablering af blåmuslingebanker**

Forfattere: Pernille Nielsen, DTU Aqua, Sektion for kystøkologi
Daniel Taylor, DTU Aqua, Sektion for kystøkologi
Timi L. Banke, Biologisk Institut, SDU
Camille Saurel, DTU Aqua, Sektion for kystøkologi
Andreas M. Holbach, Aarhus Universitet
Jens Kjerulf Petersen, DTU Aqua, Sektion for kystøkologi

Udgivet: 14. juli 2023

Kvalitetskontrol: Peter A.U. Stæhr, Aarhus Universitet
Torben Bramming Jørgensen, Limfjordsrådet, Aalborg Kommune

Finansieret af: Miljøstyrelsen & Velux Fonden

ISBN:

Forsidefoto: Daniel Taylor: Nyetableret muslingebanke i Limfjorden.

Udgivet af:



Sammenfatning: **Rapporten** giver en kortfattet gennemgang af og et overblik over vigtige kriterier af både praktisk, fysisk og biologisk karakter, der har betydning for valg af passende lokaliteter til etablering af blåmuslingebanker. Kriterierne er udvalgt på baggrund af generelle forhold i danske fjorde og kystområder og vejledningen er tiltænkt som en hjælp til at planlægge arbejdet.

Indhold

Introduktion til biogene rev	5
Blåmuslingebanker	5
Anvisninger for valg af områder ved etablering af muslingebanker (site selection)	7
Miljøforhold	9
Projektlogistik	12
Havplanlægning	14
Praktiske etableringshensyn	16
Referencer	19

Introduktion til biogene rev

Biogene rev er marine habitater, der består af hårde strukturer skabt af dyr, som rager op fra havbunden. De forekommer ofte i permanent vanddækkede områder, men findes også i tidevandszonen, hvor de kan blive eksponerede ved lavvande. Kun få hvirvelløse arter kan danne biogene rev, hvor koralrev i tropiske farvande er de mest kendte. I tempererede farvande består biogene strukturer typisk af muslinger som hestemuslinger (*Modiolus modiolus*), europæiske flade østers (*Ostrea edulis*), blåmuslinger (*Mytilus edulis*) og rørbyggende orme (*Sabellaria spinulosa*). Udtrykket "rev" bruges ofte om østers- og rørbyggende ormearter, hvorimod "banker" ofte bruges om muslingearter. Fælles for de habitat-byggende organismer er, at de skaber en kompleks tredimensionel struktur - et fast substrat - som andre marine organismer kan slå sig ned på (f.eks. rørorme, rurer, søpunge og tang) eller andre mobile organismer (f.eks. krebsdyr, orme, bløddyr, små fisk eller unge fiskearter) kan bruge som skjulested og til fødesøgning. Derudover bidrager biogene rev også med andre økosystemtjenester, såsom forbedret vandkvalitet, stabilisering af sedimenter og forbedret næringsstofkredsløb i de områder, hvor de findes.

Mange menneskelige aktiviteter har bidraget til og forårsaget tab af biogene rev i et omfang, så de for nogle typer betragtes som et truet habitat. Negative påvirkninger omfatter f.eks. iltsvind, fiskeri med bundslæbende redskaber, introduktion af ikke-hjemmehørende skaldyr, sygdoms- og parasitudbrud, anden fysisk forstyrrelse af havbunden og organisk berigelse af havbunden fra afstrømning af næringsstoffer fra landbrug og spildevand. Nedgangen i forekomsten af biogene habitater fører ikke kun til tab af den konkrete habitattype, men også til tab af vigtige økosystemtjenester leveret af biogene rev. I marine økosystemer, hvor der er tabt biogene rev, kan aktiv etablering potentielt være med til at øge habitatkompleksiteten i økosystemet, og derved øge den biologiske mangfoldighed samt bidrage til sunde og robuste økosystemer og de dertilhørende økosystemtjenester (Flindt et al. 2023).

Blåmuslingebanker

Blåmuslingebanker er den pt mest udbredte form for biogene rev i Danmark og den habitattype, som det er mest nærliggende at etablere eller genetablere. Det skyldes bl.a. at det er relativt let at få fat i yngel, da yngelindsamling som regel baserer sig på naturlige og ofte lokale forekomster, mens etablering af rev af f.eks. europæiske fladøsters og hestemusling primært vil være afhængig af yngel produceret i klækkerier eller alternativ flytning af individer fra et område til et andet. Dette dokument beskriver udelukkende forhold af betydning for genetablering af blåmuslingebanker.

I Danmark findes blåmuslingen typisk på vanddybder fra 2 til 10 m (dog også i tidevandsområder) og ofte samlet i tætte bestande, hvorved der dannes banker. Muslingebankerne dannes, når muslingelarver bundslår (sætter sig på fast materiale), og hæfter sig med byssustråde til hinanden og andet hårdt underlag som f.eks. tomme

muslingeskaller eller små sten. Muslingebanker har en tendens til at vokse, fordi muslingerne ofte sætter sig oven på eller tæt ved siden af hinanden. Muslingebankerne vokser dog ikke uendeligt i størrelse, fordi der i midten af en bank vil blive fødemangel. Større muslingebanker består derfor af sammenhængende klumper af muslinger iblandet huller uden levende muslinger. Muslingebanker er således heterogene og komplekse levesteder, hvor mellemrummene mellem muslinger kan være tilflugtssted for et mangfoldigt samfund af andre organismer. Muslingebankerne tilvejebringer mulighed for, at larver fra andre fastsiddende organismer (f.eks. anemoner, hydroider, søpunge, svampe og makroalgearter) kan bundslå, og skaber desuden ly og fødesøgningsmuligheder for mobile organismer (f.eks. forskellige fiske- og rejearter). Tilstedeværelsen af disse dyr kan medvirke til yderligere tiltrækning af andre dyr længere oppe i fødekæden, som f.eks. søstjerner og krabber, der lever af muslinger, men også fiskearter kan tiltrækkes af den forhøjede mængde af byttedyr (inkl. muslingerne), der er knyttet til eller findes nær muslingebankerne (Figur 1).

Udover at forbedre kompleksiteten og diversiteten af kysthabitater med hårdt, komplekst substrat, er muslinger filtratorer og fjerner partikler som fytoplankton og detritus fra vandsøjlen. Dette reducerer mængden af partikler i vandsøjlen og forbedrer vandgennemslugtigheden, hvilket fører til bedre lysforhold for bundvegetation som f.eks. ålegræs og makroalger. Øget habitatkompleksitet og biodiversitet, forbedrede lysforhold og andre økosystemtjenester leveret af muslingebanker varierer og påvirkes af lokale miljøforhold.



Foto: Timi L. Banke

Figur 1. Etableret muslingebanke med associeret flora og fauna. Foto: Timi. L. Banke, SundvejleFjord

Anvisninger for valg af områder ved etablering af muslingebanker (site selection)

En række overordnede retningslinjer og procedurer i forbindelse med udpegning af områder til marin naturgenopretning, herunder undersøgelser inden etablering og efterfølgende undersøgelser til dokumentation af opnåede miljøeffekter kan findes i Stæhr et al. (2023).

Udbredelsen af blåmuslingen strækker sig fra Vadehavet til Bornholm og fra lavtvands-linjen til større vanddybder, hvilket illustrerer, at blåmuslinger lever under f.eks. forskellige saltholdigheder, sedimentforhold og fysiske påvirkninger. Dette er en udfordring i forhold til at lave generelle anvisninger med specifikke værdier, som skal være opfyldt for, at et site er optimalt til etablering af blåmuslingebanker, da egnede forhold til etablering af muslingebanker i meget høj grad er styret af lokale forhold. At vælge et egnet sted til etablering af blåmuslingebanker, hvor der lægges vægt på overlevelse, vækst og reproduktion udgør imidlertid et solidt grundlag for, at etablering af muslingebanker bliver en langsigtet succes.

Anvisningerne har til formål at give et overblik over vigtige faktorer af både praktisk, fysisk og biologisk karakter, der har betydning for valg af passende lokaliteter til etablering af blåmuslingebanker, men er også tiltænkt som en hjælp til at planlægge arbejdet. Anvisningerne er her organiseret som et katalog over kriterier, hvor alle kriterier bør tages i betragtning, men alle er dog ikke lige væsentlige. En eventuel manglende opfyldelse af et eller flere af kriterierne vil ikke automatisk udelukke etablering af en muslingebanke i et givet område, men bør give anledning til at potentialet for, at etableringen bliver vellykket, vurderes.

Nedenfor gives en kort introduktion til hvert kriterium, herunder vigtighedsniveauet. Kriterierne er grupperet i fire kategorier: Miljøforhold, projektlogistik, havplanlægning og praktiske etableringshensyn for at give et bedre overblik. Hverken rækkefølgen af de fire kategorier eller af kriterierne inden for hver kategori afspejler en prioriteret rækkefølge. Af Tabel 1 fremgår alle kriterierne. Bemærk, at denne vejledning er designet til at være universel og derfor altid skal tilpasses behov og muligheder i konkrete projekter. Den indledende vurdering skal derfor altid følges op med specifikke undersøgelser af de lokale forhold, før processen med etablering sættes i gang.

Tabel 1. Nødvendige eller eventuelle kriterier for udvælgelse af egnede områder til etablering af blåmuslingebanker. Kriterierne er opdelt i fire kategorier: Miljøforhold, projektlogistik, havplanlægning og praktiske etableringshensyn.

MILJØFORHOLD		J A	NEJ	INGEN INFORMATION
NØDVENDIGE	<i>Vanddybde</i> : Vanddybde >3 m.			
	Egnet underlag: Område specifikt, men området har et lavt organisk indhold og et glødetab <10%.			
	<i>Saltholdighed</i> : Saltholdigheden er 10-35 PSU og uden større udsving i saliniteten.			
EVENTUELLE	<i>Iltsvind</i> : Området er ikke påvirket af iltsvind og iltkoncentration er derfor >4 mg O ₂ /l.			
	<i>Resuspensionsfrekvens</i> : Undgå områder med høj resuspension.			
	<i>Naturlig forekomst af blåmuslinger</i> : Blåmuslinger er observeret i de omkringliggende områder			
PROJEKTLOGISTIK	<i>Fytoplanktonkoncentration</i> : Klorofyl-a koncentrationen er >0.5 µg chl-a /l i vækstsæsonen (Mar-Okt).			
	<i>Rovdyr</i> : Ingen observationer/kendskab til rovdyr som f.eks. muslingespisende fugle eller søstjerner.			
	<i>Områdets status</i> : Er der særlige beskyttelseshensyn eller andre forhold, der skal overvejes i forbindelse med indhentning af tilladelser?			
EVENTUELLE	<i>Tilladelser</i> : Er det nødvendigt at indhente en eller flere tilladelser til f.eks. reetablering af banken eller yngelindsamling?			
	<i>Beskyttelsesstatus efter etablering</i> : Er etableringsområdet beskyttet mod fysiske forstyrrelser?			
	<i>Interessentinddragelse</i> : Er det relevant at inddrage interessenter i ide- og ansøgningsfasen eller under selve projektudførelsen.			
HAVPLANLÆGNING	Understøttende infrastruktur ved etablering/monitoring: Er de nødvendige understøttende infrastrukturer tilgængelig?			
	<i>Historiske forekomster af muslingebanker</i> : Findes der anekdotisk viden/egentlig dokumentation om forekomster af muslingebanker i området - og er det fortsat relevant?			
	<i>Udløb fra vandløb</i> : Skal der tages ekstra sediment- og saltholdighedsmålinger?			
EVENTUELLE	<i>Beskyttede områder</i> : Er etableringsområdet lokaliseret i eller tæt ved et beskyttet område?			
	<i>Områder udpeget til ressourceudnyttelse eller deponi</i> : Er etableringsområdet lokaliseret i eller tæt ved et område med ressourceudnyttelse?			
	<i>Eksisterende eller planlagte infrastrukturfaciliteter</i> : Er afstanden til infrastrukturfaciliteter >100 m?			
PRAKTISKE ETABLERINGSHENSYN	<i>Andre habitattyper</i> : Findes der andre habitater f.eks. ålegræsbede, stenrev eller ralområder i nærheden af etableringsområdet?			
	<i>Kommercielle og rekreative sejlruiter</i> : Er der tilpas afstand til sejlruiter?			
	<i>Fritidsaktiviteter</i> : Anvendes etableringsområdet af andre fritidsaktiviteter?			
NØDVENDIGE	<i>Yngelindsamling</i> g: Hvilken type yngel (bund eller fra vandsøjle), der skal anvendes?			
	<i>Overførsel af muslinge yngel mellem områder</i> : Er yngelen indsamlet inden for samme overordnede område (alternativt fra nærliggende områder), som udlægning skal foregå, .			
	<i>Arealer nødvendige til yngelindsamling og etablering af banker</i> : Er der foretaget en vurdering af, hvor store arealer, der skal anvendes til yngelindsamling og etablering af banke(r)?			
	<i>Udlægningsmetode</i> : Hvilken type fartøj skal der anvendes og hvilken metode f.eks. manuel eller mekanisk?			
EVENTUELLE	<i>Design af muslingebankerne</i> : Er der foretaget overvejelser omkring: i) tæthed af muslingerne ii) afstande mellem bankerne iii) én eller flere udlægninger iv) tidspunkt på året for etablering af bankerne			

Miljøforhold

Nødvendige

Vanddybde

Ved vanddybder <2 m kan stærk strøm, bølgeeksponering og isdække potentielt bryde muslingebankerne op eller endda helt ødelægge dem. Især nyetablerede muslingebanker kan være sårbare og dermed ustabile. En generel anbefaling er derfor at etablere muslingebanker på vanddybder >3 m, men endelig valg af placering vil naturligvis afhænge af de lokale forhold. Muslingebanker findes sjældent på vanddybder >12-15 m på grund af mangel på føde og risiko for iltsvind, hvorfor vanddybder >12-15 m ikke anbefales til genopretningsformål. I denne sammenhæng gælder for stærkt tidevandspåvirkede områder, som Vadehavet, nogle lidt andre kriterier, fordi muslingebankerne her kan være blotlagte ved ebbe.

Egnet underlag

Blåmuslinger fastgør sig med byssustråde til underlaget, og de kan sætte sig på en lang række hårde substrater som f.eks. sten, grus, skaller, levende artsfæller eller kunstige strukturer, men kan også sætte sig på forskellige typer af blødbund f.eks. sand og mudder. Til trods for den store variation i egnede substrater til bundfældning, er udvælgelsen af en lokalitet med de rette sedimentforhold fundamental for at sikre en vellykket etablering og øge chancerne for overlevelse af de etablerede muslingebanker. Generelt er lokaliteter med meget vandholdigt og finkornet mudder eller områder med stor sedimentmobilitet ikke egnede, da muslingerne enten synker ned i mudderet eller bliver dækket af mobilt sediment. Sedimentets mobilitet er en funktion af bølger, vandets strømhastighed og sammensætningen af sedimentet og er ofte forårsaget af sammenfaldende faktorer. Således er der på større vanddybde ofte et højt mudderindhold, mens bølgevirkningen er mindre, og risikoen for tildækning er dermed lavere. En generel anbefaling er at etablere muslingebanker i områder, hvor sedimentet har lavt indhold af organisk stof, angivet med et glødetab (et mål for organisk indhold) <10%, som karakteriserer sand, sand-mudder og nogle muddersedimenttyper. Som for andre kriterier gælder også her, at det endelige valg af område er specifikt og anbefalingen skal derfor ses som en rettesnor og ikke et ultimativt krav.

Saltholdighed

Blåmuslinger tilhører de marine toskallede bløddyr, som ikke tåler ferskvand, men har et stort tolerancespænd i forhold til saltholdighed. Blåmuslinger findes derfor både i højsaline marine miljøer (>35 PSU) og i brakvand med saltholdigheder <10 PSU. Imidlertid er vækst og overlevelse af både voksne og larver påvirket ved lavere saltholdighed, og især af udsving i saltholdighed, der kan have en negativ indflydelse på vækst og overlevelse. Det

anbefales derfor at vælge et område med relativ stabile saltholdigheder (undgå f.eks. områder med ferskvandstilførsel fra vandløb) og med en saltholdighed fra 10 til 35 PSU for at understøtte høj overlevelse og gode vækstbetingelser. Desuden bør flytning af muslinger mellem områder med store forskelle i saltholdigheder f.eks. 10-15 PSU-enheder undgås.

Iltsvind

Iltkoncentrationen i vandet ændrer sig i løbet af året. Således forårsager høje temperaturer en lavere opløselighed af ilt i vandet og et større iltforbrug hos både dyr og bakterier. Når der samtidig er lagdeling, så de nederste bundlag ikke tilføres iltet vand fra overfladen kan der opstå iltsvind. I kystvande opstår iltsvind i høj grad som konsekvens af afstrømning af næringsstoffer fra land, fordi næringsstofferne medfører øget produktivitet, som fører til øget iltbrug hos dyr og til nedbrydning af organisk materiale. Lave iltkoncentrationer kan medføre stress og øget dødelighed hos bunddyr. I Danmark er iltsvind defineret som iltkoncentrationer $<4 \text{ mg O}_2 \text{ l}^{-1}$ og kraftigt iltsvind som iltkoncentrationer $<2 \text{ mg O}_2 \text{ l}^{-1}$. Generelt kan blåmuslinger overleve lange perioder (dage) med moderat iltsvind ($2-4 \text{ mg O}_2 \text{ l}^{-1}$), mens korttidseksposering (timer) for kraftigt iltsvind ($0-2 \text{ mg O}_2 \text{ l}^{-1}$) kan forårsage øget dødelighed, især da iltkoncentrationer $<2 \text{ mg O}_2 \text{ l}^{-1}$ ofte vil være ledsaget af frigivelse af giftig svovlbrinte (H_2S). Effekter af eksposering til lave iltkoncentrationer vil være stedspecifikke, da både muslingernes tilstand og alder samt andre miljøfaktorer vil påvirke deres overlevelsessevne. Det anbefales derfor at etablere blåmuslingebanker i områder, der ikke er påvirket af iltsvind ($>4 \text{ mg O}_2 \text{ l}^{-1}$).

Eventuelle

Resuspensionsfrekvens

Resuspension refererer til ophvirvling af aflejret organisk materiale f.eks. fytoplankton og uorganisk materiale f.eks. sand og ler fra sedimentet til vandsøjlen som følge af høje strømhastigheder og vindinduceret bølgenedslag. Resuspension kan påvirke bundfaunaen ved enten at øge mængden af fytoplankton, som er en vigtig fødekilde, eller dække blåmuslingebanker ved høj (daglig) resuspensionsfrekvens, som medfører, at muslingerne jævnlige tildækkes helt eller delvist. Det anbefales derfor ikke at etablere muslingebanker i områder med høj forekomst af resuspension.

Naturlig forekomne blåmuslingebanker i området

Tilstedeværelse af etablerede blåmuslingebanker i området vil være en fordel i forhold til fremadrettet at sikre rekruttering af nye individer via naturligt forekommende larver, hvilket vil øge sandsynligheden for længere levetid af den etablerede muslingebanke. Observationer af flere blåmuslingebanker i områder i nærheden og op til kilometer væk vil øge sandsynligheden for vellykket rekruttering, da både hydrodynamiske forhold og varigheden af det pelagiske larvestadie vil påvirke rekrutteringspotentialet.

Fytoplanktonkoncentration (føde)

Blåmuslinger er filtratorer, og en enkelt musling kan filtrere flere liter vand i timen. For eksempel har en blåmusling på 5 cm i skallængde en filtreringshastighed på 7-8 l t⁻¹. Filtreringen påvirkes af flere faktorer som f.eks. muslingens størrelse, vandets temperatur, fødekonzentration, føde kvalitet og vandgennemstrømning. Fødebegrænsning kan forekomme i områder med enten lave fytoplanktonkoncentrationer eller lave strømhastigheder. Klorofyl-a målinger bruges ofte som et mål for fytoplanktonkoncentrationer, og blåmuslinger begynder generelt at filtrere ved klorofyl-a koncentrationer >0,5 µg Chl-a l⁻¹. Koncentrationen af klorofyl-a i de kystnære danske farvande er typisk et godt stykke over 0,5 µg Chl-a l⁻¹. Fytoplanktonkoncentrationen er derfor generelt ikke en begrænsning ved valg af område til etablering af muslingebanker.

Rovdyr

Prædation på muslingerne af enten strandkrabber, søstjerner eller muslingespisende fugle kan føre til reduktioner eller udryddelse af blåmuslingebanker (Figur 2). Prædationstrykket kan afhjælpes ved at udvælge områder med lave forekomster af muslingespisende fugle eller søstjerner



Foto: Timi L. Banke

Figur 2. Muslingebanke med forekomster af relative tæt forekomst af søstjerner. Foto: Timi. L. Banke. SundVejleFjord

Projektlogistik

Nødvendige

Aftale om anvendelse af området og licenser

Fiskeristyrelsen skal give tilladelse til at etablere blåmuslingebanker. Udlægning af muslingebanker kan involvere forskellige typer tilladelser f.eks. kan det være nødvendigt med én tilladelse til yngelindsamling og én tilladelse til etablering af blåmuslingebanker (Figur 3). Ansøgningsprocessen kan være tidskrævende, og det anbefales derfor at ansøge om de nødvendige tilladelser tidligt i processen.

Myndighedsbehandlingen kræver, at generelle miljø- og beskyttelsesforordninger tages i betragtning. I marine beskyttede områder som f.eks. Natura 2000-områder er flere naturtyper og arter beskyttet, og enhver negativ påvirkning forårsaget af genopretningsaktiviteterne vil være kritisk, hvorfor genopretningsaktiviteter i Natura 2000-områder vil fordrer, at myndighederne foretager en konkret vurdering, inden der udstedes en tilladelse. Processen for at opnå en tilladelse kan tage lang tid og omfatter en høringsproces, der f.eks. kan medføre at det ansøgte areal skal justeres, som derefter kan føre til en ny høringsproces.

Eventuelle

Beskyttelsesstatus efter etablering

Fysiske skader på de etablerede blåmuslingebanker kan være uoprettelige. Særligt mobile fiskeredskaber med bundkontakt (f.eks. skraber eller trawl) vil kunne forårsage betydelige ødelæggelser af de etablerede blåmuslingebanker, og bankerne bør derfor fortrinsvis placeres i områder, der er lukket for fiskeri med mobile fiskeredskaber med bundkontakt. Ankring af f.eks. sejlbåde kan også forårsage ødelæggelse af de etablerede banker, ligesom håndsamlings ved snorkling også vil reducere bankernes stabilitet. Beskyttelse af de etablerede banker imod ikke-kommercielle aktiviteter er ofte vanskelig, men kan til en vis grad sikres ved at indsamle viden om den eksisterende arealanvendelse. På baggrund af denne viden kan etableringsområdet udvælges og efterfølgende vil det være en god ide at informere offentligheden om restaureringsprojektet.

Interessentinddragelse

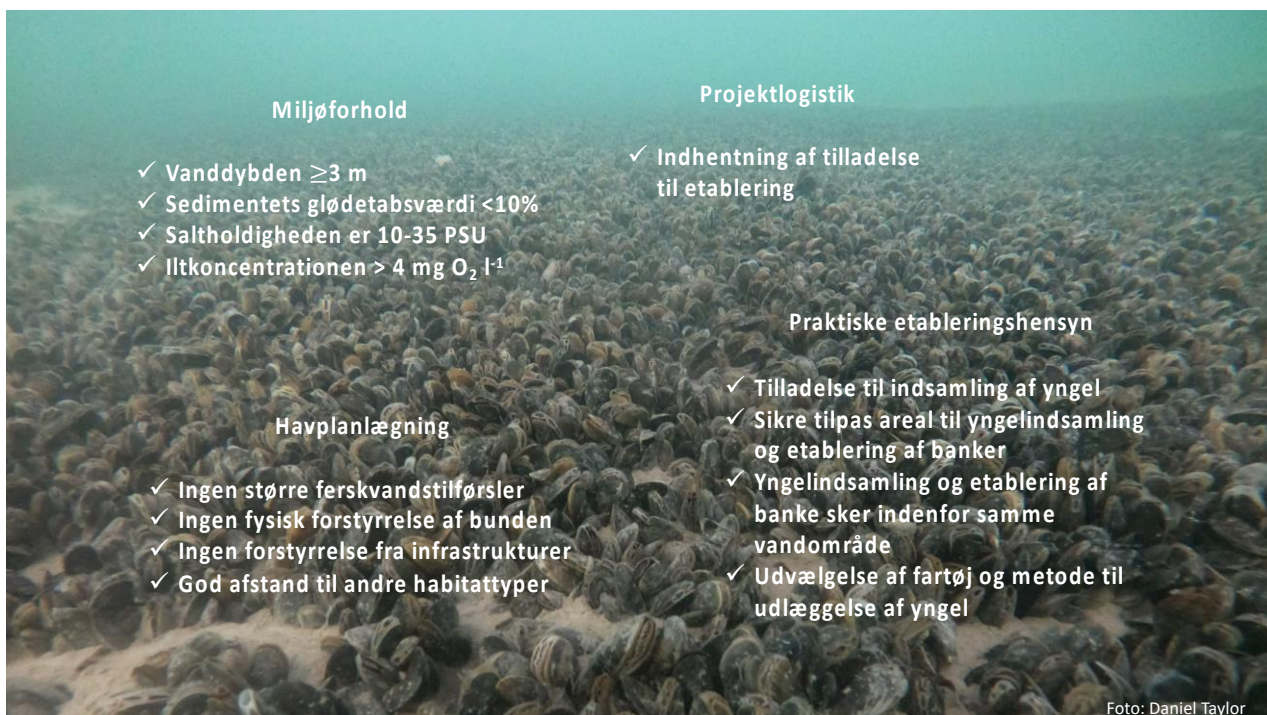
Støtte fra lokalsamfundet kan hjælpe med at sikre, at etableringen af muslingebanker bliver en langsigtet succes. Derudover kan samarbejde med forskellige interessenter, lokale skoler og generel borgerinddragelse være med til at lette det praktiske arbejde, øge omtalen og eventuelt fremme finansiering. Det anbefales at afsøge mulighederne for at inddrage relevante interessenter og udvælge fokuspunkter for at sikre inddragelse i både ide- og ansøgningsfasen og under selve projektudførelsen.

Understøttende infrastruktur ved etablering/monitoring

Tilgængelighed og afstande til understøttende faciliteter, ressourcer og operatører som f.eks. havne, muslingeopdrættere og fartøjer i området er vigtig både med hensyn til logistik, men kan også være med til at reducere omkostningerne. Desuden kan involvering af virksomheder f.eks. kommercielle muslingeopdrættere eller muslingefiskere til yngelindsamling og genudlægning hjælpe med til at optimere procedurerne og dermed spare tid, hvilket overordnet set vil bidrage til at etableringen af blåmuslingebanker bliver succesfuld.

Historiske forekomster af muslingebanker

Anekdotisk viden eller egentlig dokumentation f.eks. i form af kort over historisk udbredelse af blåmuslinger i området kan være nyttig til udvælgelse af etableringsområde. Det er især vigtigt med historisk dokumentation, hvis der i projektet er lagt vægt på naturgenopretning (Center for Marin Naturgenopretning 2023). Det er dog vigtigt at vurdere informationen omhyggeligt både med hensyn til kildernes pålidelighed og anvendelighed. Lokaltiteter med tilstedeværelse af blåmuslingebanker for længe siden er muligvis ikke længere egnede til etablering af blåmuslingebanker på grund af ændringer i fysiske og miljømæssige forhold i området (f.eks. hvis området bruges til ressourceudnyttelse eller sedimentet har ændret sig) eller der er blevet etableret infrastrukturfaciliteter, som gør, at området ikke længere er velegnet til etablering af muslingebanker om end der tidligere fandtes muslingebanker i området.



Figur 3. Kriterier vurderet nødvendige for udvælgelse af områder til etablering af blåmuslingebanker indenfor miljøforhold, projektlogistik, havplanlægning og praktiske etableringshensyn.

Havplanlægning

Nødvendige

Udløb fra vandløb

Ferskvandstilførsler påvirker både saltholdighed og sedimentbelastning og varierer over året. Store ferskvandstilførsler fra større vandløb kan forårsage både fluktuationer i saltholdigheden og forårsage tildækning ved høje sedimentbelastninger, hvilket kan have negative effekter på både overlevelse og vækst af de etablerede muslingebanker. Det anbefales derfor at foretage yderligere sediment- og saltholdighedsprøver i løbet af året, inden der etableres blåmuslingebanker i områder, der støder op til udløb fra større vandløb.

Beskyttede områder

Etablering af blåmuslingebanker i eller nær ved marine beskyttede områder (MPA'er) som Natura 2000-områder kan umiddelbart virke attraktivt, da etableringen potentielt kan gavne det beskyttede område og sikre de etablerede banker mod fiskeri eller andre forstyrrende menneskelige aktiviteter. Etablering af muslingebanker i MPA'er vil som nævnt kræve, at myndighederne vurderer, om de beskyttede naturtyper og arter påvirkes af etablering af muslingebanker, hvilket kan øge de administrative krav til tilladelsesprocessen og dermed øge risikoen for forsinkelser. Placering inden for en MPA giver heller ikke nødvendigvis fuld beskyttelse, da nogle menneskelige aktiviteter stadig kan være tilladte i området. Det anbefales derfor, at der foretages en nøje afvejning af fordele og ulemper ved at etablere muslingebanker inden for MPA'er og at formålet med etableringen af muslingebanker er i overensstemmelse med de forskellige beskyttelseshensyn.

Områder udpeget til ressourceudnyttelse eller deponi

Nogle områder af havbunden er afsat til råstofindvinding typisk sand eller grus. Enhver fysisk fjernelse af havbundsmateriale vil have betydning for etablerede banker enten ved, at de fysisk fjernes ved udvindingsprocessen eller at udvindingsaktiviteterne forårsager, at resuspenderet materiale begraver banker etableret i de tilstødende områder. Områder, der er udpeget til ressourceudnyttelse, bør derfor undgås, og tilstødende områder bør overvejes nøje med hensyn til påvirkningen forårsaget af resuspension af udvindingspraksis. Det skal dog bemærkes, at fanen for resuspenderet materiale vil afhænge af lokaliteten og kan være meget variabel. Ydermere bør områder afsat som depoter for opgravede sediment fra havne eller sejlrunder også undgås. Ligesom etablering af blåmuslingebanker i tilstødende områder kan blive påvirket af resuspenderet sediment, som kan forårsage begravelse af banker.

Eksisterende eller planlagte infrastrukturfaciliteter

Valg af et egnet sted til etablering af muslingebanker bør inkludere en vurdering af eksisterende og planlagte infrastrukturanlæg. Infrastruktur som broer, tunneller og kabler, der har været på plads i >5 år, kan antages allerede at have påvirket miljøfaktorer som sedimenttype, resuspension og hydrodynamik i områderne.

Bypass som er flytning af sediment fra typisk havneområder, sejlrender eller lignende, hvor sedimentet akkumuleres, til et nærliggende område nedstrøms på læsiden af f.eks. en havn, et sejlløb eller en mole, hvor den naturlige tilførsel af sediment er stoppet, ændrer sedimenttransport langs kysten. Potentielle bypass-områder bør derfor undgås, og det anbefales at kontakte myndighederne (Kystdirektoratet) for at identificere eksisterende bypass-tilladelser.

Tilsvarende kan infrastrukturanlæg, der er i gang (f.eks. akvakultur eller kloakudløb) løbende ændre miljøforhold som f.eks. sedimenttype og næringsstofbelastning, og det anbefales derfor at etablere muslingebanker i en afstand på >100 m fra disse aktiviteter.

Andre habitattyper

Ved etablering af blåmuslingebanker er det vigtigt at tage hensyn til de levesteder (habitater), der allerede findes på den valgte lokalitet eller i de tilstødende områder, da etableringen kan påvirke eksisterende habitater. For eksempel kan muslingebanker potentielt forbedre lysforholdene for ålegræs i nærområdet, men kan på den anden side også hindre ålegræssets udbredelse ved at konkurrere om pladsen eller øge det organiske indhold i sedimentet, hvilket kan føre til reduceret stabilitet af sedimentet. Etablering af blåmuslingebanker bør derfor ske med tilstrækkelig afstand til eksisterende habitater og vil afhænge af f.eks. habitattype, størrelsen af muslingebanken samt lokale miljøforhold.

Eventuelle

Kommercielle og rekreative sejlruiter

Etablering af blåmuslingebanker ændrer generelt ikke havbunden på en måde, der påvirker skibstrafikken, og vil ikke kræve tilladelse fra søfartsmyndighederne (Kystdirektoratet). Ud fra et praktisk synspunkt anbefales imidlertid at holde afstand til både kommercielle og rekreative sejlruiter for at undgå konflikter med de fartøjer, der anvendes til udlægning og monitoringsaktiviteter. Hvis der er behov for en tilladelse til opsamling af muslingeyngel i vandsøjlen, skal afstande til skibsfart og rekreative sejlruiter overvejes i ansøgningsprocessen

Fritidsaktiviteter.

Havet bruges til mange rekreative aktiviteter som f.eks. sejlads, badning, lystfiskeri, kajaksejlads og dykning/snorkling. I forbindelse med udvælgelse af etableringsområde til

muslingebanker kan det være en god ide at sikre en gennemsigtig proces, hvor en tidlig inddragelse af interessenter kan være med til at afdække eventuelle synergier eller afbøde potentielle konflikter.

Praktiske etableringshensyn

Målet med at etablere blåmuslingebanker kan være at understøtte forskellige økosystemtjenester som f.eks. at øge habitatkompleksiteten og biodiversiteten eller forbedre vandkvaliteten og næringsstofkredsløbet. Hvis det specifikke fokus er at etablere biogene blåmuslingerev, skal de etablerede rev overholde den nationale definition af et biogent blåmuslingerev. Den danske definition for biogene rev bestående af blåmuslinger indeholder tre kriterier: 1) Revene skal være sammenhængende arealer på minimum 2500 m², 2) have en gennemsnitlig dækningsgrad af blåmuslinger på minimum 30% og 3) tilstedeværelse af mindst tre kohorter af blåmuslinger (Miljø- og Fødevareministeriet 2018). Projekter med det specifikke formål at etablere muslingerev skal således være særligt opmærksom på, at arealstørrelse og dækningsgrad opfylder definitionerne, mens målet om tre kohorter oftest først vil være muligt at opnå over en årrække. Indtil alle tre kriterier er nået vil der således være tale om en muslingebanke og ikke et biogent rev, om end muslingebanken vil have en tilsvarende funktion og begynde at levere tilsvarende økosystemtjenester som et rev.

Kriterierne nedenfor giver en kort introduktion til de praktiske overvejelser, der kan indgå i forbindelse med udvælgelse af egnede områder. Disse inkluderer generelle oplysninger, der med fordel kan inddrages i forbindelse med udvælgelse af etableringsområde. Specifikke værdier og detaljerede oplysninger vil blive udgivet i en best practice manual for etablering af blåmuslingebanker, som vil være tilgængelig på www.marinnatur.dk senere i 2023.

Nødvendige

Yngelindsamling

Muslingeyngel er nødvendig til etablering af blåmuslingebanker. Den nemmeste og billigste måde er at indsamle yngel fra naturen, der enten kan komme fra naturlige muslingebanker eller fra muslingeopdræt, hvorimod klækkeriproduceret blåmuslingeyngel i øjeblikket ikke anbefales på grund af omkostninger og manglende tilgængelighed. Det er vigtigt tidligt i processen at identificere, hvor ynglen skal komme fra (bund eller vandsøjle), da dette vil påvirke processen for tilladelser og dermed områdeudvælgelsesprocessen. Indsamling af muslingeyngel fra naturligt forekommende muslingebanker vil kræve leje af et fiskefartøj med licens til at fiske muslinger og der kræves en tilladelse fra Fiskeristyrelsen til genudlægningen af muslingerne. Muslingeyngel fra vandsøjlen (suspenderet) kan enten komme fra kommercielle muslingeopdræt eller ved, at projektet etablerer suspenderede yngelsamlere i et område (Figur 4). Udsætning af yngelsamlere kræver tilladelse fra Fiskeristyrelsen. Uanset ynglens oprindelse anbefales det at vurdere omkostningerne og

miljøeffekterne ved selve yngelindsamling, da der vil være miljøeffekter både ved at indsamle yngel fra naturlige muslingebanker med skraber og etablering af suspenderede yngelsamlere i et område. Derudover anbefales det at inddrage erfarne muslingefiskere eller muslingeopdrættere i processen, for at øge chancerne for en effektiv og vellykket indsamling af muslinge yngel.



Figur 4. Yngelindsamling på liner. Foto: Daniel Taylor, DTU Aqua.

Overførsel af muslinge yngel mellem områder

Overførsel af muslinge yngel mellem vandområder kan være problematisk af flere årsager og kan komplicere tilladelsesprocessen. Overførsel af muslinge yngel fra et område til et andet øger risikoen for overførsel af uønskede invasive arter, parasitter eller sygdomme, som ikke nødvendigvis er skadelige for blåmuslinger, men kan være det for andre arter i modtageområdet. Desuden kan transport af muslinge yngel til et andet vandområde være i konflikt med EU's vandrammedirektiv, da import af muslinge biomasse kan ses som import af næringsstoffer til et område. Hvis det kan dokumenteres eller sandsynliggøres, at den nye muslingebanke vil være stabil eller endda vokse over tid, vil der imidlertid ikke være tale om nettoimport af næringsstoffer. Ydermere kan importen af næringsstoffer være så lav i forhold til reduktionsmål, at det ikke er betydende eller området kan have opnået "god økologisk tilstand" jf. EU's Vandrammedirektiv. Endelig kan der potentielt være problemer

med "genetisk forurening" eller uhensigtsmæssig blanding af adskilte stammer, hvis yngel flyttes over store afstande. Det anbefales således generelt, at indsamling af muslinge yngel foretages inden for samme overordnede område, som udlægning skal foregå, eller hvis dette ikke er muligt fra nærliggende områder.

Arealer nødvendige til yngelindsamling og etablering af banker

Størrelse og antal af muslinge banker, der etableres, vil afgøre mængden af yngel dvs. hvor mange tons der enten skal fiskes eller produceres på de suspendede yngelsamlere, hvilket igen vil have betydning for tilladelsesprocessen for yngelindsamlingen. Det anbefales derfor tidligt i processen at foretage et skøn over den mængde yngel, der er nødvendig for både yngelindsamling samt etablering af muslinge banker.

Udlægningsmetode

Efter indsamling af muslinge yngel, skal ynglen udlægges i det valgte område med en passende tæthed for at understøtte overlevelse af muslinge banken. Muslinge yngel kan udlægges fra et fartøj enten manuelt, mekanisk f.eks. via transportbånd eller ved at pumpe ynglen ud. Det anbefales at bruge større fartøjer til større etableringsprojekter, når tonsvis af muslinge yngel skal udlægges, både for at sikre en stabil udlægning, bedre arbejdsmiljø og på grund af generel sikkerhed.

Eventuelle

Design af muslinge banken

For at opnå en god udformning af muslinge banker anbefales det at overveje flere faktorer som: i) tæthed af muslingerne, ii) afstande mellem bankerne, iii) én eller flere udlægnings og iv) tidspunkt på året for etablering af bankerne. Det endelige design af muslinge banker vil afhænge af mængden af tilgængelig yngel, størrelsen af etableringsområdet samt tilgængeligheden af understøttende faciliteter såsom fartøjer, havne og muslingeopdræt i området, hvilket har indvirkning på behovet for arbejdskraft og omkostninger.

Referencer

Center for Marine Naturgenopretning. 2023. Begreber i relation til marin naturgenopretning Videnskabelig rapport fra Nationalt Center for Marin Naturgenopretning.

<https://marinnatur.dk/media/72359/begreber-i-relation-til-marin-naturgenopretning.pdf>

Flindt M, Jørgensen TB, Petersen JK, Stæhr PAU. 2023. Marine habitaters understøttelse af vigtige biologiske økosystemtjenester. Videnskabelig rapport fra Nationalt Center for Marin Naturgenopretning.

<https://marinnatur.dk/media/72366/marine-habitaters-oekosystemtjenester.pdf>

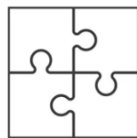
Miljø- og Fødevareministeriet. 2018. Dahl K, Petersen JK (eds). Definition af biogene rev. Miljøprojekt nr. 1992. ISBN: 978-87-7175-612-8.

<https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2018/03/978-87-93614-88-8.pdf>

Stæhr PAU, Petersen JK, Flindt M, Jørgensen TB, Dahl K, Krause-Jensen D, Markager S, Timmermann K, Svendsen JC, Nielsen P, Bach LN. 2023. Overordnet vejledning for udpegning af områder til marin naturgenopretning. Videnskabelig rapport fra Nationalt Center for Marin Naturgenopretning.

<https://marinnatur.dk/media/72368/overordnet-vejledning-for-udpegning-af-omraader-til-marin-naturgenopretning.pdf>

Center for Marin Naturgenopretning er et samarbejde mellem Aarhus Universitet, Institut for Ecoscience, DTU Aqua Institut for Akvatiske Ressourcer, Syddansk Universitet, Biologisk Institut, og Limfjordsrådet.



Centeret er finansieret af Miljøministeriet og Velux Fonden.



Centerets hovedformål er at fremme en vidensbaseret implementering af marin naturgenopretning, med henblik på at styrke marine økosystemers modstandsdygtighed, økologiske balance og en lang række økosystem tjenester i danske farvande.