

Muslinge- og østersbanker

Manual for naturgenopretning



**Center for Marin
Naturgenopretning**

Kolofon

Titel: Muslinge- og østersbanker – manual for naturgenopretning

Forfattere: Jens Kjerulf Petersen, Pernille Nielsen

Udgivet: August 2025

Kvalitetskontrol: Torben Bramming Jørgensen

Ekstern
kommentering: Miljøstyrelsen

Finansieret af: Havnaturfonden

ISBN:

Forsidefoto: Daniel Taylor: Blåmuslingebanke i Limfjorden.

Udgivet af:



Sammenfatning: Denne rapport giver et overblik over den praktiske gennemførelse af naturgenopretning af muslinge- og østersbanker i danske kystnære farvande. En proces, der omhandler beskrivelse af udvælgelse af egnet område og gennemførelse herunder før-planlægning, projektdesign og fastsættelse af projektformål, forberedelse af selve etableringen af banker samt der tilførende monitoring både før og efter etableringen. Rapporten giver også et overblik over relevante regler, tilladelser og myndigheder i forhold til genopretning af muslinge- og østersbanker. Rapporten baserer sig i vid udstrækning på tidligere rapporter for Center for Marin Naturgenopretning vedrørende muslingebanke.

Indhold

Forord	4
Indledning	5
Fase 1: Første forberedelser	7
Borgerinddragelse	7
Indsamling af baggrundsviden	7
Fase 2: Projektdesign og målsætninger	9
Identifikation af egnet område	9
Miljøforhold for blåmuslingebanker	10
Havplanlægning	11
Projektlogistik og praktik	12
Fase 3: Planlægning	13
Tilladelser	13
Fase 4: Etablering	15
Etablering af blåmuslingebanker	15
Bankens form og organisering	16
Udlægning	16
Opfølgende udlægninger	17
Fase 5: Monitering	18
Flad europæisk østers	20
Hestemusling	23
Citeret litteratur	25

Forord

Med vedtagelse af Havnaturfonden er der blevet sat yderligere skub i den marine naturgenopretning i Danmark. Der har i den hidtidige marine naturgenopretning været et stort fokus på i første omgang stenrev og dernæst ålegræs. Der er således udviklet dokumentation for behov for og metoder til genopretning af tabte stenrev og ålegræsbede.

En tredje vigtig gruppe af habitater er banker af muslingearter som blåmusling, hestemusling og flad europæisk østers. Banker af disse muslingearter er vigtige habitater anerkendt både i Habitatdirektivet i form af biogene rev og i Naturgenopretningsforordningen som skaldyrsbanker. Der er i imidlertid i Danmark ikke en dækkende dokumentation af tab af disse habitater eller udviklet metoder for deres naturgenopretning, som der er for stenrev og ålegræsbede.

Havnaturfonden ved Miljøstyrelsen har ønsket et klarere grundlag for aktiviteter vedrørende naturgenopretning af muslinge- og østersbanker bl.a. med henblik på at kunne understøtte ansøgninger om naturgenopretningsprojekter til Havnaturfonden. Det gælder både i forhold til betydningen af muslinge- og østersbanker som vigtige habitater og deres bevaringsstatus samt til hvordan det rent praktisk er muligt at genoprette tabte muslinge- og østersbanker.

På foranledning af Miljøstyrelsen har Center for Marin Naturgenopretning derfor udarbejdet to rapporter om muslinge- og østersbanker, hvoraf nærværende rapport omhandler de praktiske aspekter af naturgenopretning af disse habitattyper. Nærværende rapport bygger i vid udstrækning på tidligere rapporter fra Center for Marin Naturgenopretning, som kan findes på <https://marinnatur.dk/publikationer/publikationer-fra-centeret/>

Indledning

Biogene rev er marine habitater, der består af hårde strukturer skabt af dyr, som rager op fra havbunden. I praksis og i forhold til hvad der pt. er muligt at naturgenoprette, er biogene rev lig med muslingebanker, som i bilaget til EU's Naturgenopretningsforordning optræder som en af de overordnede habitatgrupper under benævnelsen skaldyrsbanker. I Danmark har der indtil videre primært været fokus på blåmuslinger (*Mytilus edulis*), men også andre muslingearter som flad europæisk østers (*Ostrea edulis*), som har været hovedfokus i adskillige naturgenopretningsprojekter på tværs af Europa de sidste >5 år, og hestemusling (*Modiolus modiolus*) kan komme i betragtning på kort til mellemlangt sigt.

I denne vejledning vil der være fokus på blåmusling, men med relevante tilføjelser for de andre arter. En del oplysninger i vejledningen vil være relevante for alle de tre nævnte arter og der refereres her alene til begrebet "muslingebanker". Når der alene refereres til banker af en specifik art, vil det blive angivet med kursiv. *Blåmuslingebanker* er den pt. mest udbredte form for muslingebanker i Danmark og den habitattype, som det er mest nærliggende at etablere eller genetablere. Det skyldes bl.a., at adgang til yngel er relativt let, da yngelindsamling som regel baserer sig på naturlige og ofte lokale forekomster, mens etablering af rev af f.eks. flad europæisk østers og hestemusling vil være afhængig af yngel produceret i klækkerier eller alternativ flytning af individer fra et område til et andet.

Muslingebanker (alle tre arter) er komplekse levesteder, hvor den hårde overflade, men også mellemrummene mellem muslingerne kan være føde- og tilflugtssted for et mangfoldigt samfund af andre organismer. Muslingebankerne er således ofte levested for larver fra f.eks. søanemoner, rurer, hydroider, søpunge, svampe og makroalgearter som sætter sig på det hårde materiale (skallerne), hvilket tiltrækker forskellige fiske- og krebsdyrarter, som bruger muslingebankerne som skjul eller til fødesøgning. Tilstedeværelsen af disse dyr kan tiltrække yderligere dyr længere oppe i fødekæden, som opholder sig på eller tæt ved muslingebankerne.

Udover at tilføre kystzonen et hårdt, komplekst substrat, som understøtter større artsdiversitet og dermed øger økosystemets resiliens, er muslinger filtratorer, som fjerner partikler fra vandsøjlen, hvilket forbedrer vandets klarhed og fører til bedre lysforhold for bundvegetation som ålegræs og tang. Øget biodiversitet (habitat- og artsdiversitet), forbedrede lysforhold og andre økosystemfunktioner leveret af muslingebanker varierer og er påvirket af lokale miljøforhold og størrelsen på muslingebankerne.

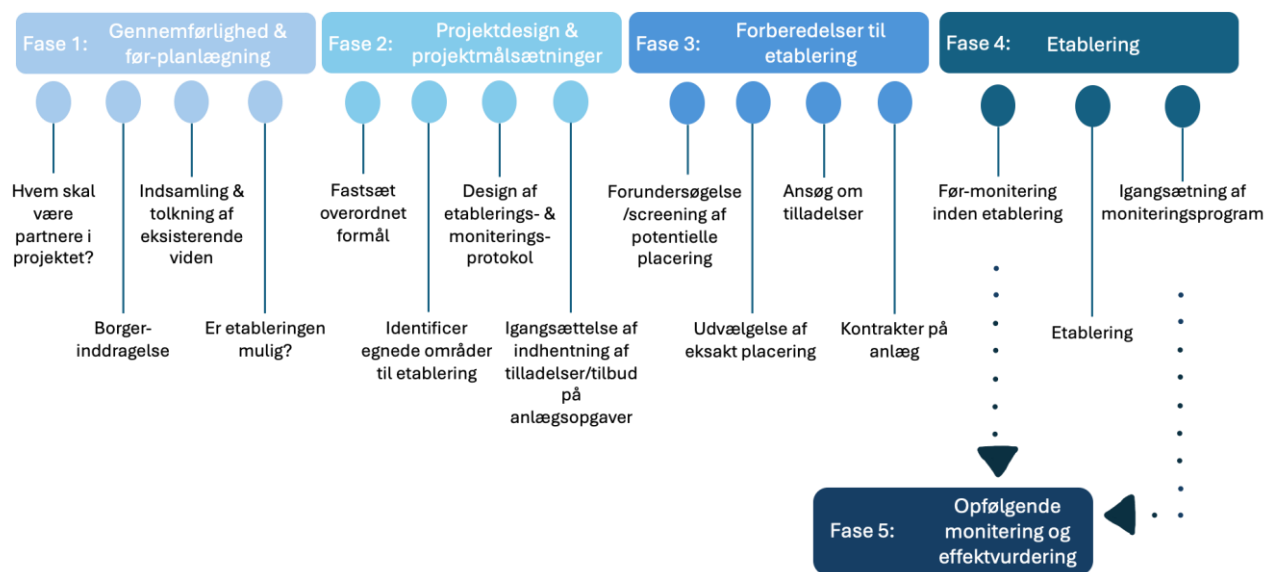
Faktaboks: Definitioner af biogene rev for Natura 2000-områder

Biogene rev af *blåmuslinger* er sammenhængende arealer på minimum 2500 m² med en gennemsnitlig dækningsgrad af blåmuslinger på minimum 30% og tilstedeværelse af mindst 3 kohorter af blåmuslinger.

Biogene rev af *hestemuslinger* er sammenhængende arealer på minimum 100 m² med en dækningsgrad på 20% hestemuslinger og skaller, hvoraf 10% er levende muslinger og hovedsageligt består af muslinger, som er over 4 cm lange.

Der er ingen dansk definition af biogene rev af europæisk flad østers, men ifølge OSPAR er forekomster af flad østers ≥ 5 individer per m² et østersrev.

Etablering af muslingebanker omfatter overordnet fire forskellige faser (se figur 1). Fase 1 handler om gennemførlighed og forberedelse, mens Fase 2 er om projektdesign og fastsættelse af formål. Fase 3 er de praktiske forberedelser før etableringen af muslingebanken, og Fase 4 er den egentlige gennemførelse af etableringen af muslingebanken. Hertil kommer en opfølgende Fase 5, hvor etableringen af muslingebanken og de økologiske funktioner dokumenteres. I hver af faserne vil der indgå forskellige delelementer (se også Nielsen m.fl. 2023).



Figur 1. Ideel tidslinje for etablering af muslingebanker i danske farvande

Fase 1: Første forberedelser

Ved etablering af muslingebanker er det vigtigt, at projektet er skaleret rigtigt i forhold til ressourcer og partnerskab. Med den rette skalering er der et solidt fundament for, at projektet gennemføres succesfuldt og at projektets konkrete målsætninger kan indfries. Første skridt i genopretning af en skaldyrsbanke vil være at definere partnerne i projektet, hvem er udførende og hvilke roller har de forskellige partnere?

Borgerinddragelse

Inddragelse af interessenter er vigtig ved gennemførelse af projekter med fokus på naturgenopretning og naturforbedrende aktiviteter. Lokale beboere, foreninger, fiskere og andre kan bidrage på flere måder f.eks. med nyttig viden om historiske forekomster, egnede lokaliteter, design og formål, men kan også bringe forskellige kompetencer i spil, som vil gavne et konkret projekt og skabe et medejerskab, der sikrer den efterfølgende vedligeholdelse og beskyttelse af bankerne. Borgerinddragelse vil også reducere risikoen for, at projektet støder på modstand undervejs. Typiske interessenter kan være: Lokale myndigheder, erhvervshavne, fiskerierhvervet, fritidsfiskere, sportsdykkere, lystsejlere, lokale natur- og friluftorganisationer men omfatter også borgere i området, typisk tæt på kysten. Interessentinddragelse kan antage mange former og bør altid tage udgangspunkt i det givne område.

En vigtig del af borgerinddragelsen er information om projektet for at skabe viden om baggrund og formål samt undervejs om projektets udvikling og resultater. Her er det vigtigt at være opmærksom på, at marin naturgenopretning giver en særlig udfordring, da det foregår under havoverfladen, og derfor ikke umiddelbart er synligt. Formidlingen skal tilpasses det konkrete projekt og de lokale forhold, og kan omfatte mange forskellige platforme:

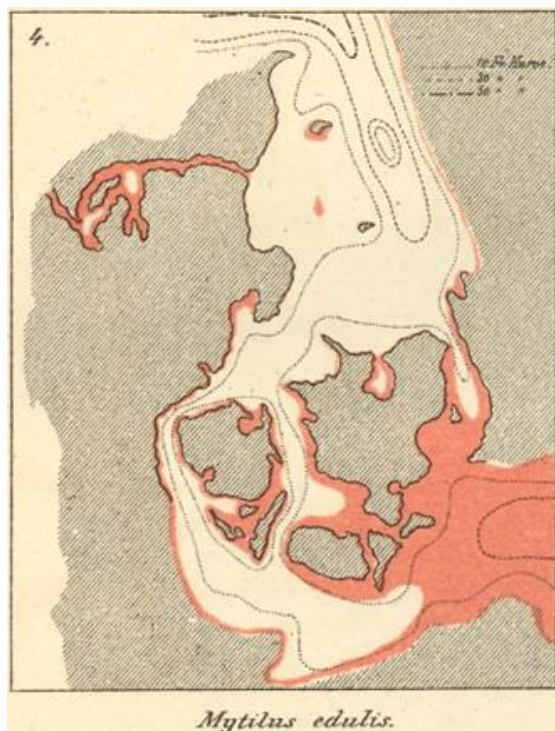
- Borgermøder enten lokalt ved det berørte farvand eller på kommunal skala.
- Hjemmeside med generel information om projektet, billeder, nyhedstjeneste, udlægning af mødereferater mm.
- SoMe platforme.
- Film på YouTube eller podcasts.
- Indslag i lokale medier.
- Fysiske nyhedsbreve til lokal uddeling.

Formidlingen er vigtig både før, under og ved afslutningen af projektet og bør derfor foregå løbende.

Indsamling af baggrundsviden

Naturgenopretning er defineret ved at være genetablering af tabte levesteder og arter, der hvor de havde historisk forekomst. Et centralt element i udvælgelsen af egnede områder er derfor en historisk analyse af forekomster af skaldyrbanker. Imidlertid er det vigtigt også at inkludere eksisterende miljøforhold for de områder, hvor der historisk har været skaldyrbanker, inden endelig udvælgelse af lokaliteten, da miljøforholdene kan have ændret sig siden de historiske forekomster. For eksempel kan historiske forekomster have forekommet i områder, der i nutiden er hyppigt ramt af iltsvind. Overordnet set, har der i et historisk perspektiv været *blåmuslingebanker* i næsten alle indre danske farvande på vanddybder <10 m (figur 2). Det kan imidlertid være vanskeligt at finde eksakt dokumentation for præcis lokalisering af de historiske forekomster. Dette behøves heller ikke, hvis det kan dokumenteres, at den givne art har været til stede i rimelige forekomster i området og suppleres med undersøgelser, som viser, at de nuværende miljøforhold er egnede samt at etablering af en banke ikke vil kompromittere aktuel forekomst af andre muslingearter eller følsomme arter.

Til dokumentation kan der inddrages lokalhistoriske kilder og optegnelser, viden fra folk med hyppig færdsel i vandområdet eller andre lokale kilder.



Figur 2. Kortlægning af forekomst af blåmuslinger i henhold til togterne med kanonbåden Hauch (Petersen 1893).

I nogle Natura 2000-områder er der sket en udpegning af *blåmuslingebanker* og *hestemuslingebanker* som biogene rev. Dette giver en yderligere indikation af, om der i området rent faktisk er muslingebanker, som kan understøtte naturgenopretning enten i form af anlæggelse af helt nye banker i området f.eks. i tilknytning til de eksisterende banker eller som supplerende tiltag til vedligehold og udvidelse af eksisterende banker. Muslingebankernes placering i Natura 2000-områderne og deres udpegningsgrundlag i henhold til både habitat og fuglebeskyttelses direktiverne kan findes på Miljøstyrelsens hjemmeside: <https://mst.dk/natur-vand/natur/natura-2000/>. For en del Natura 2000-områder ligger dokumentation af forekomster af blåmuslinger en del år tilbage.

Fase 2: Projektdesign og målsætninger

Helt centralt i design af et projekt til (gen)etablering af muslingebanker er definition af det konkrete formål med etableringen. Er der f.eks. tale om en egentlig naturgenopretning baseret på dokumentation af historisk forekomst eller ønskes et naturforbedrende tiltag, hvor de funktioner og økosystemtjenesteydelser, som bankerne har, ønskes etableret for f.eks. at nå miljøkvalitetsmålsætninger. Formålet har desuden relevans i forhold til hvilke forvaltningsforhold, der skal tages hensyn til og hvilke tilladelser, der skal indhentes. Et grundlæggende formål med etablering af permanente muslingebanker vil imidlertid altid være at skabe vigtige habitater af en nøgleart, der dermed påvirker den lokale biodiversitet. Muslingebanker bidrager til de lokale miljøforhold på flere måder, som i afhængighed af bankernes størrelse kan indgå i formålet med etableringen i større eller mindre omfang:

- Genskabe biogene rev i Natura 2000-områder til opnåelse af gunstig bevaringsstatus for naturtypen, eller for flad europæisk østers og hestemusling bidrager til styrkelse af rødlistearter.
- Skabe levesteder og fourageringspladser for fisk og fiskeyngel som f.eks. ål.
- Øge fødegrundlaget for muslingespisende (beskyttede) fuglearter.
- Styrke marine fødekæder generelt og dermed øge robustheden af det lokale økosystem.
- Forbedre vandkvaliteten i form af klarere vand over og omkring muslingebankerne i relation til udplantning af ålegræs.
- Binde næringsstoffer i den produktive periode.
- Styrke blå korridorer for spredning af organismer mellem områder.



Figur 3. Blåmuslinger (*Mytilus edulis*) i Limfjorden. Foto: Dansk Skaldyrcenter

Identifikation af egnet område

Ved udvælgelse af et egnet område skal nogle overordnede kriterier tages i betragtning: Miljøforhold, havplanlægning samt projektlogistik og praktiske anlægshensyn. 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 en vurdering af potentialet for vellykket etablering af en muslingebanke. Nogle af disse kriterier er meget vigtige under planlægningen af placering, andre kan med fordel overvejes, men er ikke centrale for beslutning om placering. Der er mere detaljeret information om kriterier for udvælgelse af det rette område for etablering af *blåmuslingebanker* i Nielsen m.fl. (2023), men se også figur 4.

Miljøforhold for blåmuslingebanker

Udbredelsen af blåmuslinger strækker sig fra Vadehavet til Bornholm og fra lavtvands-linjen til større vanddybder, hvilket illustrerer, at blåmuslinger lever under mange forskellige forhold og fysiske påvirkninger. Det er derfor en udfordring at lave generelle anvisninger med specifikke værdier, som skal være opfyldt for, at et område er optimalt til etablering af blåmuslingebanker. Egnede forhold til etablering af muslingebanker er i meget høj grad 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 afgørende grundlag for, at etablering af muslingebanker bliver en langsigtet succes. De mest nødvendige miljøforhold at inddrage i en miljøforholdsanalyse er saltholdighed, vanddybde, havbundens beskaffenhed og iltforholdene i området.

Blåmuslinger tåler ikke ferskvand, men har et stort tolerancespænd i forhold til saltholdighed. Imidlertid er vækst og overlevelse påvirket ved lavere saltholdighed og især af varierende saltholdighed. 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 33 PSU. Desuden bør flytning af muslinger mellem områder med store forskelle i saltholdigheder f.eks. 10-15 PSU-enheder undgås.

Ved vanddybder mindre end 2-3 m kan stærk strøm, bølgeeksponering og isdække potentielt bryde muslingebankerne op eller endda helt ødelægge dem. Man bør derfor fortrinsvis etablere *blåmuslingebanker* på vanddybder større end 3 m. Dette er ikke i sig selv en garanti for, at af *blåmuslingebankerne* ikke kan blive påvirket af bølger og strøm. På stærkt eksponerede kyster eller i område med meget strøm, kan det være en god ide at være opmærksom på, om udlagte blåmuslinger kan etablere sig. Der kan ikke sættes præcise værdier på hvilke forhold blåmuslingerne kan tåle, så hvis man planlægger at lave udlægninger i eksponerede områder, kan det være en fordel med mindre forsøgsudlægninger. *Blåmuslingebanker* findes endvidere sjældent på vanddybder >12-15 m på grund af mangel på føde og risiko for iltvind, hvorfor vanddybder >12-15 m ikke anbefales til genopretningsformål. I denne sammenhæng gælder nogle lidt andre kriterier for stærkt tidevandspåvirkede områder, som Vadehavet, fordi *blåmuslingebankerne* her kan være blotlagte ved ebbe.

Blåmuslinger fastgør sig med byssustråde til underlaget, og de kan sætte sig på en lang række hårde substrater som f.eks. sten, grus og skaller men kan også sætte sig på f.eks. sand og mudder. Selvom blåmuslinger kan sætte sig på mange forskellige underlag, er udvælgelsen af en lokalitet med de rette sedimentforhold fundamental for at sikre en vellykket etablering og vil øge chancerne for overlevelse af de etablerede *blåmuslingebanker*. Overordnet er lokaliteter med meget vandholdigt og finkornet mudder eller områder med stor sedimentmobilitet ikke egnede, da blåmuslingerne enten synker ned i muddret eller bliver dækket af sediment. En generel anbefaling er at etablere *blåmuslingebanker* i områder, hvor sedimentet har lavt indhold af organisk stof, angivet med et glødetab (et mål for organisk indhold) mindre end 10%, som er karakteristisk for sand, sand-mudder og nogle muddersedimenttyper samt bunde med muslingeskaller.

Generelt kan blåmuslinger overleve lange perioder (dage) med moderat iltvind (2-4 mg O₂/l), mens korttidseksponering (timer) for kraftigt iltvind (0-2 mg O₂/l) kan forårsage øget dødelighed, især da iltkoncentrationer <2 mg O₂/l ofte vil være ledsaget af frigivelse af giftig svovlbrinte (H₂S). Effekter af eksponering til lave iltkoncentrationer vil være afhængig af blåmuslingernes tilstand og alder samt andre miljøfaktorer som temperatur, men en generel anbefaling er, at

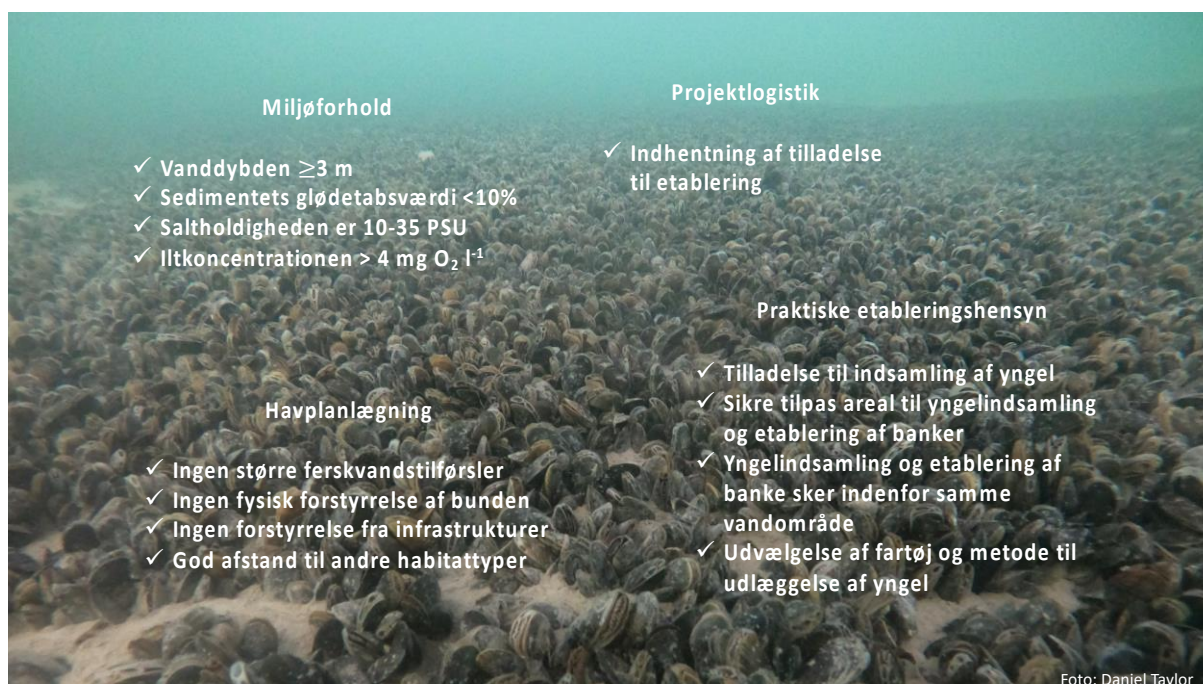
etablering af blåmuslingebanker er bedst i områder, der ikke eller kun i begrænset omfang er påvirket af iltsvind.

Foruden inkludering af disse mest nødvendige miljøforhold i sin områdeudvælgelse kan det også give mening at være opmærksom på en række eventuelt betydende faktorer, som f.eks. om fødekonzentrationen i vandet er tilstrækkelig til god overlevelse - hvilket den er i de fleste danske farvandsområder - om der er mange rovdyr som søstjerner, strandkrabber og edderfugle og om der i det generelle farvandsområde er naturlig forekomst af blåmuslinger, som på sigt kan bidrage til larveproduktion og dermed rekruttering af blåmuslinger til den udlagte banke.

Tilsvarende identifikation af egnede miljøforhold for flad europæisk østers og hestemuslinger er nødvendige før etablering af banker af de to arter. For flad europæisk østers henvises til Hughes og zu Ermgassen (2021).

Havplanlægning

Nogle områder af havbunden er afsat til råstofindvinding typisk sand eller grus. Fysisk fjernelse af havbundsmateriale kan have betydning for etablerede muslingebanker enten ved, at de fysisk fjernes ved udvindingsprocessen eller at udvindingsaktiviteterne forårsager, at resuspenderet materiale begraver bankerne 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 sediment under udvindingen. Det skal dog bemærkes, at faren for resuspenderet materiale vil afhænge af lokaliteten og kan være meget variabel. Ydermere bør områder afsat som depoter for opgravet sediment fra havne eller sejlrunder (klappladser) også undgås, herunder områder der er udpeget til bypass, som er flytning af sediment fra områder, hvor det 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. Derudover skal områder, hvor der sker sandfodring, også undgås.



Figur 4. Kriterier til brug for udvælgelse af egnet område til etablering af blåmuslingebanker.

Valg af et egnet sted til etablering af muslingebanker bør også inkludere en vurdering af eksisterende og planlagte infrastrukturanlæg. Infrastruktur som broer, tunneller og kabler, der har været på plads i mere end 5 år, kan antages allerede at have påvirket miljøfaktorer som sedimenttype, resuspension og hydrodynamik i områderne. Planlagte – men endnu ikke gennemførte – anlæg kan imidlertid påvirke de lokale forhold kraftigt. Ligeledes kan infrastrukturanlæg som f.eks. akvakultur eller kloakudløb løbende ændre miljøforhold som sedimenttype og næringsstofbelastning, der kan påvirke succesen af etablering af skaldyrsbanker.

Endelig er det vigtigt at inddrage naturbeskyttede områder i planlægningen såsom Natura 2000-områderne, hvor områdernes beskyttelsestilstand kan have betydning for muligheden for at anlægge skaldyrsbanker. Etablering af muslingebanker i beskyttede områder fordrer potentielt en form for konsekvensvurdering, hvilket kan øge de administrative krav til tilladelsesprocessen og dermed øge risikoen for forsinkelser. Placering i et beskyttet område giver ikke nødvendigvis fuld beskyttelse, da nogle menneskelige aktiviteter stadig kan være tilladte i området. Der skal derfor ske en afvejning af fordele og ulemper ved at etablere skaldyrsbankerne i beskyttede områder, og om formålet med etableringen af muslingebankerne er i overensstemmelse med de forskellige beskyttelseshensyn. I den forbindelse kan inddragelse af forekomst af andre habitattyper i områder som ålegræsbede og forekomst af andre muslingearter eller sjældne arter være vigtig.

Andre – men mindre essentielle forhold – er sejlruiter og fritidsaktiviteter. Udlægning af skaldyrsbanker kan i anlægsfasen kortvarigt påvirke sejlforholdene, men generelt set vil etablering af muslingebanker ikke ændre havbunden på en måde, der påvirker skibstrafikken eller fritidsaktiviteter. En gennemsigtig proces med interessentinddragelse vil dog kunne mindske potentielle konflikter og være med til at afdække eventuelle synergier.

Projektlogistik og praktik

Etablering af muslingebanker involverer også en del logistik og praktiske forhold som vil afhænge af arten. Vigtigste parameter er anskaffelse af udplantningsmateriale. Det vil sige det, der skal bruges til at etablere muslingebanken. Der er overordnet tre forskellige måder at skaffe muslingeyngel: 1) Ved at flytte muslinger fra områder med rigelig forekomst, 2) produktion af yngel i klækkerier og 3) indsamling af yngel i naturen på specielle yngelfang. Det er generelt set ikke hensigtsmæssigt at flytte muslinger mellem områder. Specielt for hestemusling og flad europæisk østers vil det desuden være meget problematisk at opfiske individer for at flytte dem, fordi de er sjældne og har en begrænset udbredelse og fordi det vil medføre en betydelig miljøpåvirkning og kan desuden i nogle tilfælde udgøre en biosikkerhedsrisiko. For blåmuslinger gælder, at overførsel af yngel fra et område til et andet øger risikoen for overførsel af uønskede invasive arter, parasitter eller sygdomme. Desuden kan transport af muslingeyngel til et andet vandområde være i konflikt med EU's vandrammedirektiv, da import af muslingebiomasse kan ses som import af næringsstoffer til et område. Endelig kan der potentielt være problemer med "genetisk forurening" eller uhensigtsmæssig blanding af adskilte stammer, hvis yngel flyttes over store afstande.

Udlægningsmateriale til *blåmuslingebanker* skaffes mest hensigtsmæssigt ved at indsamle yngel på anlæg designet til opsamling af blåmuslingeyngel (opdrætsanlæg) som af hensyn til forhindring af genetisk forurening og introduktion af sygdomme og parasitter helst skal være placeret i det vandområde, hvor der planlægges etablering af *blåmuslingebanker*, eller så tæt på som muligt. For hestemusling og flad europæisk østers er den eneste realistiske mulighed for produktion af udlægningsmateriale produktion i klækkerier. Det kan pt. i et vist omfang lade sig gøre for østers men endnu ikke for hestemusling.

Fase 3: Planlægning

Når et overordnet område, der er egnet til etablering af muslingebanker, er udpeget, skal der laves egentlige feltundersøgelser, som skal bruges til både at verificere, at området rent faktisk er egnet og som input til ansøgningsproceduren, hvor der skal bruges specifikke GPS-koordinater. Forundersøgelserne i felten kan med fordel kombineres med undersøgelser, der kan dokumentere f.eks. eksisterende dyre- og planteliv før etablering af muslingebanken. Det er ligeledes vigtigt at dokumentere, at miljøforholdene er egnede herunder at bølge- og strømforhold ikke er af en sådan karakter, at muslingerne ikke bliver på lokaliteten efter udlægning. Prøvetagning i forbindelse med forundersøgelserne skal gennemføres, så prøvetagningen kan bruges til efterfølgende at dokumentere effekterne af de udlagte muslingebanker. Det betyder, at der dels skal inkluderes et nærtliggende kontrolområde med lignende forhold, som hvor muslingebankerne skal placeres, og at der bruges metoder, som også vil blive anvendt ved den opfølgende prøvetagning efter etablering til dokumentation af effekterne af de udlagte muslingebanker. Omfanget af et forundersøgelsesprogram vil variere som funktion af evt. specifikke formål med etableringen, størrelsen af de udlagte banker, myndighedskrav f.eks. ved placering i Natura 2000-områder og projektets ambitioner. For yderligere information om monitorering, se nedenfor.

Tilladelser

Etablering af muslingebanker har i dansk forvaltning primært været i form af kulturbanker eller omplantningsbanker med det formål efterfølgende at fiske bankerne, når muslingerne har nået konsumstørrelse. Til denne type banker er Landbrugs- og Fiskeristyrelsen (LFST) primær myndighedsinstans. Nogle af de *blåmuslingebanker*, der har været etableret som en del af naturgenopretningsprojekter som f.eks. "Sund Vejle Fjord", har også fået deres opdrættilladelse gennem ansøgning til LFST.

Hvis der imidlertid alene skal udlægges skaller, betragtes som værende et anlæg efter Kystbeskyttelseslovens § 16a, som forvaltes af Kystdirektoratet. Forvaltningsmæssigt adskiller skallerne sig ifølge Kystdirektoratet ikke fra sten eller andre faste overflader som skal danne grundlag for rev-habitater. Dermed vil det være Kystdirektoratet, som skal behandle en ansøgning, eller som minimum høres. Indtil videre (sommeren 2025) er det dog LFST, der er primær sagsbehandlende myndighed og her der skal søges om tilladelse. I sagsbehandlingen indgår høring af andre myndigheder herunder Kystdirektoratet og Miljøstyrelsen, som ved etablering af en muslingebanke bl.a. skal tage stilling til betydning for tilgængelighed for sejlads og evt. konflikter med udpegning af beskyttede områder og miljøbeskyttelseskrav som ålegræssets dybdegrænse (se også Petersen m.fl. 2024).

Ved etablering af *blåmuslingebanker* skal der endvidere søges om tilladelse til opførelse af et anlæg til indsamling af blåmuslingeyngel (medmindre der er kommercielle anlæg i nærområdet). Tilladelser til etablering af opdrætsanlæg administreres efter Fiskeriloven og LFST er også her myndighed på området. I forbindelse med ansøgninger gennemfører LFST partshøring hos en række parter defineret af LFST og omfatter bl.a. relevante offentlige myndigheder, fiskeriforeninger og grønne organisationer. Der er visse formelle barrierer for etablering af anlæg til opdræt af blåmuslinger og disse omfatter bl.a. fredningsbælter fastsat for fisk, der bevæger sig fra vandløb ud i havet. Det er muligt at få opdrættilladelse i et Natura 2000-område, men dette vil kræve en forudgående konsekvensvurdering. Begrænsninger for placering i relation til sejltrender, klappladser, andre natur- og miljøhensyn mm. vil være en del af den konkrete sagsbehandling og fremkomme gennem partshøringerne. Aktuelt – sommer 2025 - er der et moratorium for ansøgninger om nye placeringstilladelser for opdræt. Moratoriet har været i funktion siden juni 2022. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri og LFST er pt. i gang med udformning af et nyt regelsæt for placering af og tilladelse til opdræt af blåmuslinger i vandsøjlen, som forventes at træde i kraft,

når moratoriet ophæves. I henhold til fiskeriaftalen af 2. juli 2025 vil dette ske i 2026. Dertil kommer, at der i henhold til Havplanen kun kan etableres muslingeopdrætsanlæg i de zoner, der er udpeget til muslingeproduktion. I lov vedrørende Havnaturfonden åbnes der dog op for, at der kan produceres muslinger også udenfor produktionszonerne i havplanen, hvis disse har forskningsmæssig eller udviklingsmæssig karakter, hvilket her kan tolkes som i relation til naturgenopretning. Det er derfor ikke entydigt om der aktuelt (2025) kan oprettes muslingeopdrætsanlæg i relation til naturgenopretning og det vil afhænge af en konkret ansøgning til Fiskeristyrelsen.

Fase 4: Etablering

Første skridt i etableringsfasen er at skaffe yngel. For blåmuslinger gøres det bedst og mest omkostningseffektivt ved etablering af opdrætsanlæg, hvis der ikke i området allerede er muslingeopdræt. Etablering af opdrætsanlæg til indsamling af blåmuslinger er beskrevet i detaljer i Nielsen m.fl. (2024). Udplantningsmateriale til etablering af banker af flad europæisk østers og hestemuslinger kommer fra klækkerier og kræver en anden type forberedelse (se nedenfor).

Næste fase i etableringen er at lave en monitoring af det område, hvor der skal etableres en muslingebanke. Derved får man et grundlag for senere at vurdere, om naturgenopretningen har været en succes og om målsætningerne med projektet er indfriet. Monitoringsmetoder er beskrevet nedenfor.



Figur 5. Udlagt blåmuslingbanke, hvor muslingerne har selvorganiseret sig i klumper og med barbund imellem klumperne. Foto. Timi L. Banke, SDU.

Etablering af blåmuslingebanker

Selve proceduren ved etablering af *blåmuslingebanker* bør følge nogle overordnede generelle retningslinjer:

- Muslingerne skal udlægges samme dag som de høstes eller fiskes.
- Udlægningen bør ikke ske i perioder med høj vandtemperatur eller midt om sommeren, da dette ofte medfører forøget dødelighed.
- Muslingerne skal udlægges i ét lag og ikke i bunker. Muslinger udlagt i ét lag vil efterfølgende selvorganisere sig i en klumpet fordeling, mens muslinger udlagt i bunker/meget tykke lag kan medføre, at de underste dør og dermed destabiliserer de overliggende lag.
- Udlægning bør ikke påvirke et udvalgt kontrolområde, som kan bruges til at måle effekterne af etablering af banken.

Designet af *blåmuslingebanker* er med til at optimere overlevelse og leveforholdene for muslinger i den enkelte muslingebanke ved at minimere konkurrencen om plads og føde i *blåmuslingebanken* og mellem eventuelle andre *blåmuslingebanker*, minimere prædation samt understøtte re-

kruttering. De lokale forhold på lokaliteten har i den forbindelse stor betydning. Inden og i forbindelse med etableringen af *blåmuslingebanker* er det derfor vigtigt at identificere potentielle påvirkninger f.eks. sedimenttildækning, prædatorer eller bølgeeksponering og strømforhold.

Bankens form og organisering

Blåmuslinger vil efter udlægning organisere sig i mønstre, der vil være afhængig af de lokale forhold. Årsagen til, at *blåmuslingebanker* har en varierende rumlig og ofte klumpet fordeling er, at blåmuslingerne forsøger at optimere deres placering i forhold til f.eks. føde, beskyttelse mod rovdyr samt vedhæftning til andre muslinger eller døde skaller for at reducere risiko for løsrivelse ved bølgeeksponering/turbulens. *Blåmuslingebanker* har derfor ofte en rumlig fordeling, hvor de ligger i klumper eller striber med store områder med bar bund uden muslinger imellem (figur 4). Disse mønstre har stor betydning for bankernes modstandsevne, rekruttering, vækst og overlevelse. Selvom blåmuslingerne i et vist omfang kan selvorganisere, vil det dog øge succesen af udlægning at hjælpe blåmuslingemønstrene på vej. Udlægningstæthed og mønster er en balance imellem at have tilstrækkeligt med individer til at disse kan samle sig i klumper og striber, men samtidigt ikke i så stor tæthed, at den interne konkurrence om plads og føde imellem blåmuslingerne påvirker bankens overlevelse. Udover tætheden, har størrelsen på de udlagte blåmuslinger også betydning for muslingernes evne til at klumpe sig sammen.

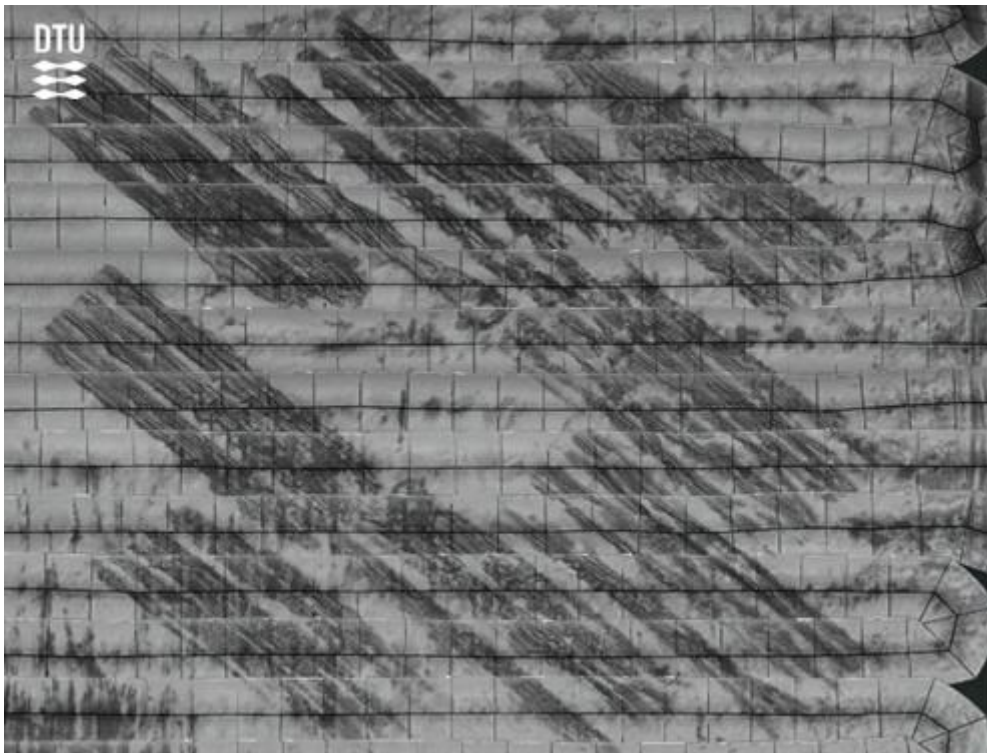
Tæthed af de udlagte blåmuslinger (kg/m^2 eller antallet/ m^2) er afgørende for muslingernes evne til at selvorganisere. På baggrund af flere studier anbefales det at udlægge i tætheder på $3\text{--}5 \text{ kg/m}^2$, hvorved der skabes rum for en vis dødelighed af de udlagte muslinger som følge af f.eks. selve behandlingen og andre forhold, der kan påvirke dødeligheden umiddelbart efter udlægning.

Overlevelse af de individuelle blåmuslinger og muslingebanken vil i høj grad afhænge af størrelsen af muslingerne. Der observeres således et større tab af små muslinger (mindre end 3 cm) umiddelbart efter udlægning og højere tætheder end med udlægning af større muslinger. Vi anbefaler derfor at anvende blåmuslinger med en skallængde større end 3 cm til etablering af blåmuslingebanker for at reducere tabet af muslinger efter udlægning og samtidig sikre en god vækst og overlevelse i banken.

Udlægning

Til udlægning af blåmuslinger kan der med fordel anvendes særlige fartøjer, hvor blåmuslingerne pumpes ud fra hver side af fartøjet eller via transportbånd, hvilket medfører en jævnere fordeling af blåmuslingerne og med den ønskede tæthed. Ved etablering af bundkulturer i Danmark er traditionen at udlægge blåmuslingerne i striber (figur 5) mens de i f.eks. Storbritannien udlægges i cirkulære mønstre. Ved udlægning i mindre skala kan blåmuslingerne skovles ud fra f.eks. bigbags på 1000 kg fra mindre både eller alternativt ved at skære hul i bigbag'en, mens den hænger udover siden af båden. Den sidste metode resulterer ofte i, at blåmuslingerne hovedsageligt falder til bunden på samme sted, og nødvendiggør tilkaldelse af dykkere til efterfølgende at fordele blåmuslingerne i den ønskede tæthed. Dette resulterer ofte i en meget ujævn fordeling og det kan samtidig være forbundet med store omkostninger at have dykkere i vandet.

Blåmuslinger sætter sig på et materiale, når larverne bundslår. Udlægning af materiale, som muslingelarver kan hæfte sig ved, kan således både være et middel til at etablere en bank, men kan også understøtte bankerne under etablering ved hjælp af udlagte levende muslinger. Et egnet materiale kan være muslingeskaller. Erfaringerne med udelukkende af forlade sig på udlægning af bundslåningsmateriale til etablering af nye *blåmuslingebanker* er imidlertid meget begrænsede og ikke specielt entydige. Derfor anbefales som udgangspunkt brug af levende muslinger som primært udlægningsmateriale.



Figur 6. Sidescan sonar billede af blåmuslingebanker udlagt med skib. Udlægningen er foregået ved at blåmuslingerne er pumpet ud fra hver side af skibet og med afstand mellem udlægningsstriberne © DTU Aqua.

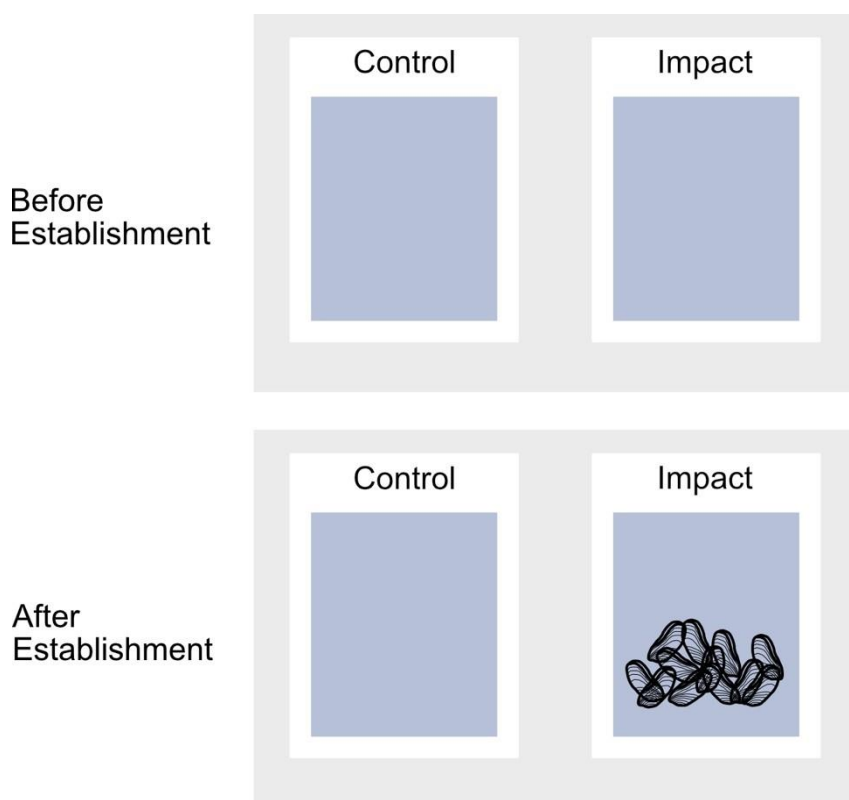
Opfølgende udlægninger

Blåmuslingebanker er levende strukturer og der kan undervejs i udlægningen og i tiden lige efter være forhold, der påvirker både de enkelte blåmuslinger og hele banken. Udover kendte omstændigheder som invasion af søstjerner kan der også komme storme, der f.eks. påvirker en bank før den er blevet tilstrækkelig etableret og organiseret til at modstå udefra kommende påvirkninger. Når man planlægger naturgenopretning af blåmuslingebanker, er det derfor vigtigt at have et perspektiv, der rækker udover en enkelt udlægning eller et enkelt år. Det kan være nødvendigt med opfølgende udlægninger, der supplerer den første udlægning. Der er endnu så få erfaringer fra danske farvande med naturgenopretning af blåmuslingebanker, at det ikke er muligt at lave generelle retningslinjer for opfølgende udlægninger. Det er derfor op til det enkelte projekt at tænke supplerende udlægninger ind i sammenhæng med det aktuelle område og de aktuelle muligheder.

Fase 5: Monitorering

Det er helt centralt, at der efter etablering af muslingebanken er en opfølgende monitorering. Monitoreringen er vigtig for dels at vise om indsatsen er lykkedes og dels for at lære af de indhøstede erfaringer. Monitoreringen skal designes, så den kan dokumentere om formål med etablering af banken er opfyldte, og skal som minimum kunne vise bankens overlevelse og udvikling. Et monitoringsprogram indeholder normalt to elementer: 1) En måling før etablering i det område, hvor banken etableres og et nærliggende et kontrolområde. 2) Effektmålinger, der både dokumenterer selve banken og dens udvikling samt de effekter banken har haft på natur og miljø (i afhængighed af formålet med projektet).

Det anbefales generelt at begynde monitoreringen cirka et år før den egentlige etablering for at dokumentere hydrologiske, økologiske og naturmæssige forhold i området inden etablering af muslingebanken. Monitoringsdata før etableringen udgør en vigtig baseline, som kan bruges til at evaluere og kvantificere effekter af den etablerede muslingebanke. Monitoreringen skal omfatte både udlægningsområdet og kontrolområdet. Et kontrolområde er et område, der har samme forhold, men som ikke er påvirket af den etablerede muslingebanke, altså et område, hvor forholdene forbliver uændrede. Det er vigtigt, at kontrolområdet har lignende habitategenskaber f.eks. i forhold til sediment, vanddybde, saltholdighed og eksponering som revområdet inden revet etableres. Desuden skal kontrolområdet ligge i tilpas afstand således, at effekterne af revet ikke påvirker kontrolområdet. Hvis det ikke er muligt at gennemføre en baselineundersøgelse (før-monitoring) inden etableringen af muslingebanken, er sammenligningen mellem etableringsområdet og kontrolområdet afgørende for at kunne dokumentere effekterne af den etablerede muslingebanke.



Figur 7. Skematisk oversigt af et Before-After-Control-Impact-design (BACI), hvor "impact området" er det område, hvor muslingebanken etableres, og "control" er kontrolområdet © DTU Aqua.

Indholdet af et monitoringsprogram skal afspejle projektets konkrete målsætninger for at kunne vurdere opnåelse af de ønskede effekter. Effekterne skal omsættes til konkrete målbare parametre,

som skal indgå i monitoringsprotokollen. Der er forskellige formål med at foretage monitoring: 1) Grundlæggende dokumentation af etableringen, 2) den tidlige udvikling/stabilitet af selve revene og 3) evaluering af om de ønskede effekter opnås (tabel 1). Ethvert genetableringsprojekt bør som minimum have et monitoringsprogram, som omfatter den grundlæggende dokumentation af etableringen, men også meget gerne den tidlige udvikling af skaldyrsbanken ("need to know"). Dokumentationen af de ønskede effekter på natur og økosystem ("nice to know") kan ofte være svære at nå indenfor projekter med kort levetid (2-3 år), men så kan økosystemtjenester og -funktioner dokumenteres i eventuelle opfølgende projekter.

Tabel 1. Overordnet inddeling af monitoringen i de tre kategorier (Grundlæggende dokumentation, Tidlig udvikling og Effekter) og de basale informationer som skal monitoreres ved etablering af blåmuslingebanker.

Grundlæggende dokumentation			
Areal (m²)		Biomasse tæthed (kg/m², antal/m²)	
Opmåling af det havbundsområde, der påvirkes. Kan opgøres som to separate målinger: 1) projektets fodaftryk (anlagte banker inkl. afstanden mellem bankerne). 2) Det konkrete areal af bankerne. Metode kan være sidescan sonar eller lignende samt undervandsvideooptagelser.		Blåmuslinger har ofte klumpet fordeling. Prøverne bør indsamles på tværs (evt. langs transekter) af bankerne for at data er tilstrækkelige til at dokumentere år til år variationer.	
Prøvetagningsfrekvens: Første prøvetagning foretages 1-3 måneder efter etablering af bankerne og derefter årligt. Ved stormhændelser kan ekstra prøvetagning overvejes.		Prøvetagningsfrekvens: Første prøvetagning bør foretages 1-3 måneder efter bankerne er etableret, og derefter årligt	
Evalueringsskriterie: Bankearealet skal over tid være stabilt eller øges.		Evalueringsskriterie: Stabil eller stigende tæthed (kg/m²).	
Tidlig udvikling			
Størrelsesfordeling (antal aldersklasser)		Dækningsgrad (% muslingdække)	
Indsamling af flere prøver på tværs (evt. langs transekter) af bankerne. For hver prøve måles skallængden på min. 100 muslinger.		Sidescan-sonar monitoring foretrukket i lavvandede områder (<10 m). Alternativt kan video-transekter på tværs af revene anvendes.	
Prøvetagningsfrekvens: Første prøvetagning foretages sensommer/efterår efter etablering af bankerne. Herefter årligt sensommer/efterår.		Prøvetagningsfrekvens: Dækningsgraden bør måles lige 1-3 måneder efter udlægningen og herefter årligt og på samme tidspunkt af året.	
Evalueringsskriterie: Over tid mindst to aldersklasser/forekomst af mindre muslinger.		Evalueringsskriterie: Stabil/stigende dækningsgrad. Ingen større reduktioner.	
Effekter			
Biodiversitet: Epifauna & flora	Biodiversitet: Infauna	Lysforhold	Bentisk vegetation
Dokumentation af fastsiddende planter og organismer på banken samt mobile (f.eks. fisk og krebsdyr) organismer, der benytter banken.	Dokumentation af organismer, der lever i sedimentet, i, ved og omkring banken.	Blåmuslingernes filtration reducerer koncentrationen af mikroalger, hvilket forbedrer lysforholdene for bentiske vegetation (f.eks. ålegræs og makroalger), hvis lyset begrænser fotosyntese og vækst.	Er formålet med etablering af muslingebanker at fremme forholdene for bentisk vegetation (f.eks. ålegræs), kan ændringer i kvaliteten (densitet og dækningsgrad) af ålegræsbedene monitoreres.

For en nærmere gennemgang af metoder henvises til dokumenter om overvågning af muslingebanker publiceret af Center for Marin Naturgenopretning (Nielsen m.fl. (2024)). I september 2025 vil der desuden blive publiceret en mere detaljeret monitoringsvejledning på Center for Marin Naturgenopretnings hjemmeside.

Flad europæisk østers

Flad europæisk østers er karakteriseret som en truet art og forekommer på såvel OSPAR's som IUCN's rødliste. Østers er ikke en del af biogene rev i udpegningsgrundlaget for danske Natura 2000-områder, men arten indgår i flere habitattyper i IUCN's fortegnelse over skaldyrsbanker, som indgår i EU Naturgenopretningsforordning.



Figur 8. Flad europæisk østers (*Ostrea edulis*) i ålegræsbeltet. Foto: Camille Saurel, DTU Aqua.

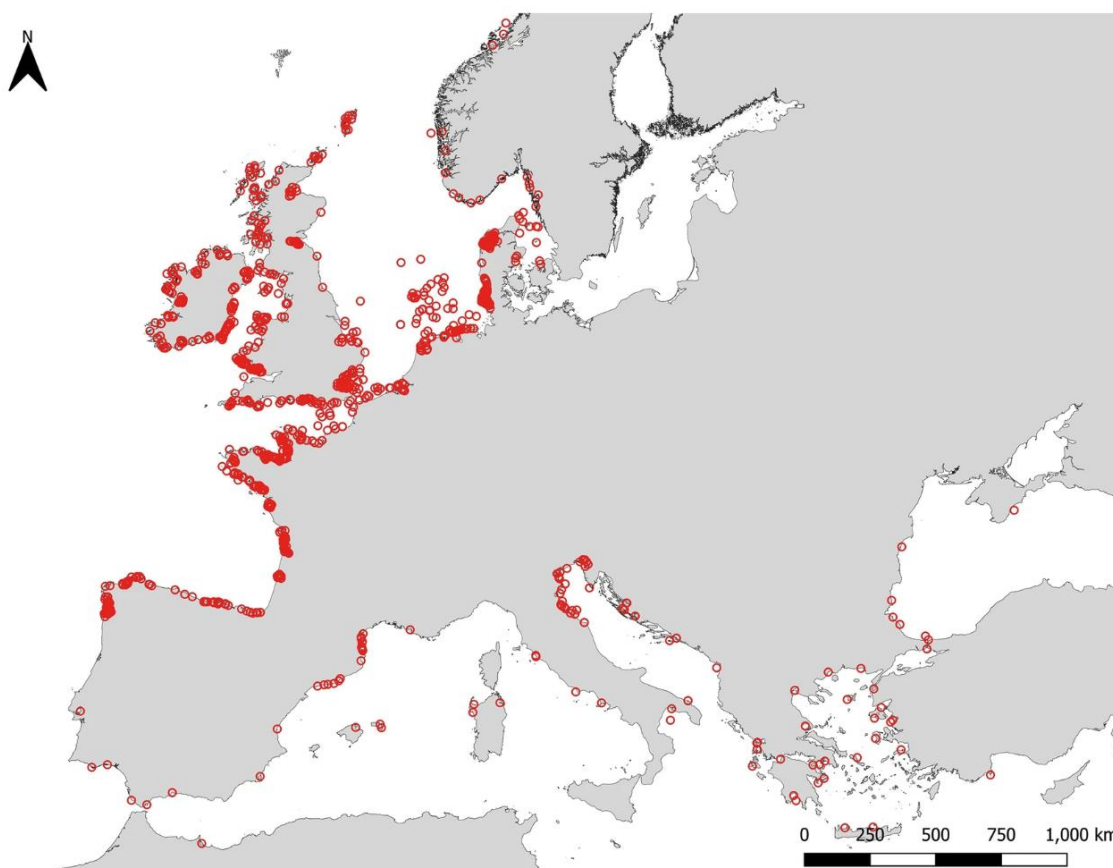
I en nylig analyse blev det konkluderet, at banker af flad europæisk østers som habitat er kollapset på europæisk plan (zu Ermgassen m.fl. 2025). Sådan har det ikke altid været. En gang var der udstrakte østersbanker langs de europæiske kyster (se figur 9). Østersbankerne er forsvundet som resultat af overfiskning, forurening og udbredelse af sygdommen bonamiose, forårsaget af parasitten *Bonamia ostrea*.

Kollapset af de europæiske østersbestande har indenfor de seneste 10-15 år igangsat en lang række initiativer til naturgenopretning af de tabte østersbanker i flere europæiske lande, men især på de britiske øer. Her er der i flere områder foretaget genopretning enten gennem udlægning af skaller eller andet hårdt materiale til nedslag af naturligt forekommende østerslarver eller ved udlægning af klækkeriproduceret østersyngel. Det har også resulteret i oprettelsen af Native Oyster Restoration Alliance (NORA, <https://nora-europe.eu>), som er en sammenslutning med det formål at fremme genopretningen af habitatet østersbanker.

I danske farvande var der frem til ca. 2014 en sund og relativt stor bestand af østers i Limfjorden, med epicenter i den vestligste del af Limfjorden og i særlig grad i Nissum Bredning,

som endda gav grundlag for et fiskeri. Imidlertid blev bestanden ramt af bonamiose og er faldet dramatisk, så der i dag kun er mindre spredte forekomster tilbage og fiskeriet er stoppet. Tidligere har der desuden været forekomster af flad europæisk østers i Vadehavet, hvorfra bestanden er forsvundet (Danmark og Tyskland) eller kraftigt decimeret (Holland).

Flad europæisk østers har tidligere været relativt udbredt i de mere saltholdige dele af de danske farvande og ofte også på større vanddybder (se figur 9). I Tyske Bugt i Nordsøen, fandtes store østersrev, som var vitale habitater og hvor samspillet mellem de forskellige organismer i østersbankens økosystem ledte til, at den tyske zoolog K.A. Möbius opfandt udtrykket 'biocenose', som beskriver hvordan de forskellige organismer interagerer og lever sammen i et habitat (Möbius 1877). Flad europæisk østers var generelt ikke særlig udbredte i danske fjorde, med undtagelse af Limfjorden (Collins 1871, Petersen 1907), men fandtes i større forekomster i bl.a. Vadehavet, Aalbæk Bugt ud for Frederikshavn og omkring Læsø (Drechsel 1890, Krøyer 1887, Petersen 1893), mens den stort set ikke er fundet syd for Anholt (Petersen 1893). Flad europæisk østers bundslår ikke på mudrede bunde, men fordrer tilstedeværelse af et skalmateriale af andre østers/muslingearter eller tilsvarende kalkholdigt eller porøst hårdt materiale for at kunne bundslå.



Figur 9. Historisk udbredelse af flad europæisk østers fra Thurstan m.fl. 2024

Produktion af udlægningsmateriale og procedurer for udvælgelse af egnede områder er beskrevet i detaljer på europæisk plan via NORA-netværket, hvorfor der henvises til disse publikationer på <https://nora-europe.eu/nora-publications/>. I Storbritannien og Frankrig har der været anvendt både udlægning af materiale til bundslåning af naturligt forekommende østerslarver og klækkeriproduceret yngel. I Danmark har der været lavet forsøg med opsamling af naturligt forekommende larver i Limfjorden med brug af forskellige typer af opsamlingsmaterialer. Forsøgene har ikke været entydigt vellykkede, fordi der dels satte sig mange af den invasive stillehavsøsters på materialerne, dels fordi de generelt blev bevokset med andre typer organismer. Endvidere er det et problem, at

den vilde bestand i Limfjorden er inficeret med parasitten *Bonamia*. Det anbefales derfor i Danmark at bruge yngel produceret under kontrollerede forhold, fortrinsvis i et klækkeri med biosikkerhedsprocedurer, der forhindrer yderligere spredning af parasitten. I DTU Aquas klækkeri i Nykøbing Mors er det i dag muligt at producere sygdomsfrit yngel. Der er også lavet de første forsøg med udplantning af yngel i Løgstør Bredning i 2024, men der er endnu ikke resultater klar, som kan danne grundlag for konkrete anbefalinger i forhold til naturgenopretning af østersbanker i andre områder. Viden om egnede udplantningsmetoder vil blive opnået indenfor kort tid (1-3 år) og det vil herefter være muligt at igangsætte naturgenopretning af østersbanker i egnede områder.

Naturgenopretning af *østersbanker* skal overordnet man følge de samme procedurer som fremstillet i figur 1, men der skal naturligvis tages højde for de artsspecifikke forhold omkring egnethed af områder jf. de internationale guidelines til aktiv naturgenopretning af østersbanker, herunder dokumentation af historisk forekomst, som ofte adskiller sig fra historiske forekomster af blåmuslingebanker. Ligeledes adskiller de praktiske aspekter omkring produktion af østers samt udvælgelse af egnet bundslåningsmateriale og udlægningsmetode sig også fra naturgenopretning af *blåmuslingebanker*.

Hestemusling

Hestemusling er ligesom flad europæisk østers på OSPAR og IUCN's lister over truede arter ligesom habitater defineret af forekomster af hestemusling optræder i bilaget over habitattyper i relation til EU Naturgenopretningsforordningen. Hestemuslinger er også defineret som biogene rev i den danske implementering af Habitat-direktivet og der er udpeget biogene rev bestående af hestemuslinger i flere Natura 2000-områder. Der er således væsentlige årsager til at interessere sig for banker af hestemuslinger i relation til marin naturgenopretning.



Figur 10. Hestemusling (*Modiolus modiolus*) på lavt vand i Limfjorden. Foto: Camille Saurel, DTU Aqua

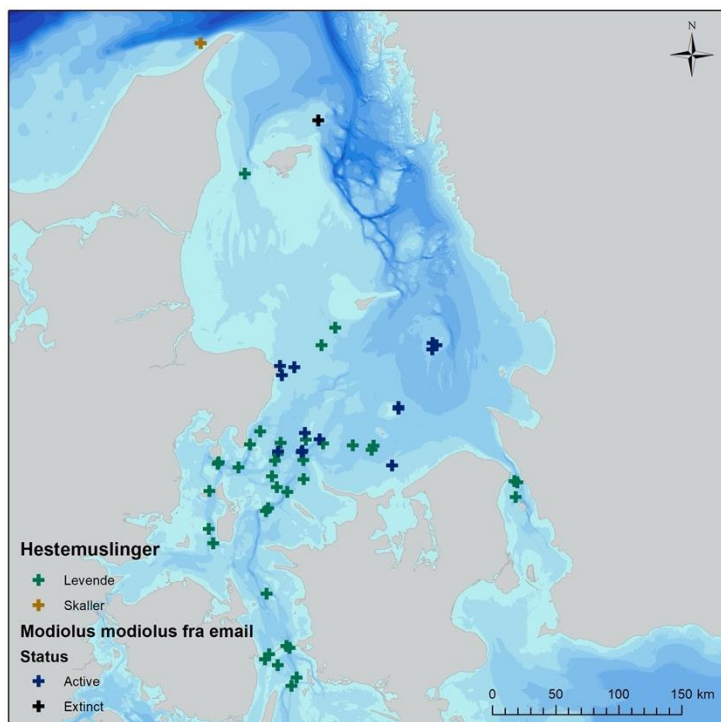
Hestemusling er en langsomt voksende og langlivet art, der kan blive >20 år. Den findes i spredte forekomster, hvor den skaber mindre banker, der består af både levende muslinger og skaller. Hestemuslinger forekommer typisk på dybere vand end blåmuslinger og kan findes på dybder op til 200 m ved Færøerne. I de historiske kilder med angivelse af positioner i Kattegat, Øresund og Storebælt (Figur 11) fandtes hestemuslinger typisk i områder med vanddybder på 14-18 m, og stednavne som Skagerrak, Lillebælt, Limfjorden, Venø Bugt, Nissum Bredning, Odde-sund, Nykøbing Mors og Thisted Bredning er angivet, mens der ikke er fundet optegnelser over observationer af hestemuslinger i områder med lavere saltholdighed som f.eks. det sydlige Bælt-hav.

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 bun-

den er ikke observeret på de danske overvågnings- og kortlægningsstationer. Her 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.

Aktiv naturgenopretning af hestemuslingebanker er i dag ikke muligt. Selv hvis det var muligt at flytte fra en vild bestand til et nyt område, ville det være problematisk at begynde af fjerne eller udtynde bestande af en truet art. Der foregår pt. (2025) udvikling af metoder til produktion af hestemuslingeyngel i klækkeri hos DTU Aqua med henblik på at skabe mulighed for at lave naturgenopretning med brug af udsætningsmateriale produceret i klækkeri. Dette arbejde omfatter også metoder til at overføre klækkeri-produceret hestemuslingeyngel til egnede områder for genetablering af historiske forekomster eller bestandsophjælpning i eksisterende forekomster.

Når det på et tidspunkt bliver muligt at lave yngel af hestemuslinger i klækkeri og der er udviklet metoder til at overføre dem til havmiljøet, vil naturgenopretning af hestemuslingebanker skulle følge de generelle beskrivelser af faser i et projektforsløb som beskrevet i figur 1. Der vil være forskelle i begrænsende miljøforhold og i faktisk udførelse af naturgenopretningen, men forhold omkring interessentinddragelse, målsætninger, tilladelser og monitoring vil følge de samme generelle retningslinjer som for blåmuslinger.



Figur 11. Forekomst af hestemusling i danske farvande i perioden 1800-1970 baseret på arkivudtræk fra Statens Naturhistoriske Museum.

Citeret litteratur

Hughes A, zu Ermgassen PSE (2021). European Native Oyster Habitat Restoration Site Selection Checklist, Native Oyster Restoration Alliance, Berlin, Germany. <https://noraeeurope.eu/wp-content/uploads/2021/11/NORA-Site-Selection-Checklist-2021-11.pdf>

Möbius KA.(1877). Die Auster und die Austernwirtschaft. Verlag von Wiegandt, Hempel & Parey: Berlin,

Nielsen P, Taylor D, Banke TL, Saurel C, Holbach AM, Petersen JK (2023). Vejledning for udpegning af områder egnet til etablering af blåmuslingebanker. Center for marin naturgenopretning https://marinnatur.dk/media/72440/bla-musling_udpegningsvejledning.pdf

Nielsen P, Taylor D, Petersen JK, Freitas P, Banke TL, Johansson I, Saurel C (2024). Vejledning til etablering af blåmuslingebanker og opfølgende monitoring. Center for marin naturgenopretning <https://marinnatur.dk/media/72649/vejledning-til-etablering-af-blaamuslingebanker-og-opfoelgende-monitoring.pdf>

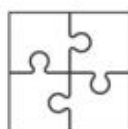
Petersen CGJ (1893). Det videnskabelige udbytte af kanonbaaden "Hauchs" togter i de danske have indenfor Skagen i aarene 1883-1886 + separat atlas med kort over arternes udbredelse. A.F. Høst. København.

Petersen JK, Jørgensen TB, Flindt M, Dahl K (2024). Teknisk administrative udfordringer ved marin naturgenopretning. Videnskabelig rapport fra Center for Marin <https://marinnatur.dk/media/72806/teknisk-administrative-udfordringer-ved-marin-naturgenopretning.pdf>

Thurstan RH, McCormick H, Preston J m.fl. (2024). Historical dataset details the distribution, extent and form of lost *Ostrea edulis* reef ecosystems. *Sci Data* **11**, 1198 <https://doi.org/10.1038/s41597-024-04048-8>

zu Ermgassen PSE, McCormick H, Debney A, Fariñas-Franco JM, Gamble C, Gillies C, Hancock B, Laugen AT, Pouvreaux S, Preston J, Sanderson WG, Strand Å, Thurstan, RH (2025). European Native Oyster Reef Ecosystems Are Universally Collapsed. *Conservation Letters.*, 18: e13068. <https://doi.org/10.1111/conl.13068>

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.