

## **Projektansvarlig**

Mogens R. Flindt, lektor, PhD

Biologisk Institut, Syddansk Universitet

## **Titel**

”Stor-skala test af Sand-capping – Et potentielt marint virkemiddel til forbedring af miljøtilstanden i fjorde”.

## **Formål med projektet**

Mange gode naturområder og ålegræshabitater i vore fjorde er i de seneste årtier forsvundet og mange steder fremstår bunden i dag som en gold mudderbund. Intentionen i dette projekt er, at udvikle sand-capping som en bæredygtig metode til genskabelse af disse tabte bundarealer. Når sejltreder vedligeholdes i vore fjorde, opgraves store mængder sand, som oftest transporteres til fjerne klappladser. Sandet som fjernes er oftest af god kvalitet og et glimrende råstof i forbindelse med miljøbeskyttende tiltag i vore fjorde. Ved at genbruge (uforurenet) sand og lægge det ud i områder med mudderbund, vil man skabe en gunstig situation, idet: 1) lysforholdene forbedres, da resuspension af det flygtige mudder forhindres, 2) forankringsforhold for ålegræs forbedres, så der bliver mulighed for etablering af enge med stor biomassetilvækst og dermed betydelig immobilisering af kvælstof og fosfor i vækstsæsonen, og 3) aktiviteten er bæredygtig, da havnemyndighederne ikke bruger brændstof (CO<sub>2</sub>) og penge på at sejle et anvendeligt råstof til fjerne klappladser.

Basale laboratorie og felt-studier med sand-capping har bekræftet at sand/grus faktisk lægger sig som et permanent lag ovenpå muddret uden at synke gennem. Anvendeligheden og miljøgevinsten af sand-capping kan dog kun bevises ved forsøg på stor-skala, da de afledte effekter på vandets turbiditet, ålegræssets vækstpotentiale, og tilbageholdelse af næringsstoffer kun kan detekteres i et fjordområde, når store arealer udsættes for behandlingen.

## **Hvad er projektets ide?**

Store arealer i fjordene er efter mange års næringsberigelse og omfattende algevækst blevet dækket med organisk rigt sediment (mudder). Ålegræs kan derfor ikke længere få rodfæste, og fjordbunden ophvirvles så hyppigt, at de forringede lysforhold forhindrer at god miljøtilstand kan opnås. På de værst ramte lokaliteter består bunden i dag af flydende mudder, som hverken kan huse et alsidigt plante- eller dyreliv. Mudder er et dårligt substrat, da det ikke kan konsolidere på

grund af et højt indhold af vand og organisk materiale. Aflejringen af mudder på bunden har påvirket velfungerende økosystemer i mange lavvandede fjorde.

Sejlrender i fjordene skal løbende vedligeholdes, udvides og uddybes, og store mængder sand/grus bliver i denne forbindelse opgravet og sejlet ud på veldefinerede klappladser udpeget af Styrelsen for Vand- og Naturforvaltning (SVANA). En del af dette sand er af god kvalitet og ikke forurenset med miljøfarlige stoffer – dvs. tungmetaller og PAH'ere. Hvorfor ikke anvende dette materiale til at forbedre bundforholdene i de mudrede områder af fjordene? Dette er en bæredygtig løsning, da havnemyndighederne ikke behøver at sejle opgravet sand til fjerne klappladser, men i stedet kan sprede materialet ud over mudderbunden inde i fjordene. Herved overlejres og indkapsles den ustabile mudderbund af et stabiliserende sandlag (heraf navnet "sand-capping") og der genetableres kvalitetsbund. Ud over at spare penge, vil sand-capping også mindske den afledte CO<sub>2</sub>-emission. Ved at anvende det opgravede kvalitetssand i fjordene, opstår der på denne måde en miljømæssig win-win-situation.

Vi forventer, at den øgede bundstabilitet i sand-cappede områder vil føre til mindre erosion af bunden og derved et forbedret lysklima. Udlægningen af sand vil formentlig også mindske udsivningen af næringsstoffer fra det underliggende mudder, hvorved den interne næringsstofbelastning reduceres. Aktiviteten vil derfor samlet set øge muligheden for at fjordene kan nå den krævede målopfyldelse (EU's Vandrammedirektiv). De forbedrede bundforhold medfører samtidigt, at den rodfæstede vegetation igen kan genetableres i de sand-cappede områder og opbygge en stor biomasse, hvorved N- og P-næringsstoffer immobiliseres og gøres utilgængelig for fytoplankton og opportunistiske makroalger.

Ålegræs er en vigtig organisme i fjorde og benyttes i EU's Vandrammedirektiv som indikator for miljøtilstanden. Veletablerede ålegræsbestande er basis for vigtige økosystem-funktioner, ved at stabilisere sediment, optage næringsstoffer, og understøtte andre biologiske organismer (fx fisk og fugle). En genetableret ålegræsvegetation i de tidligere mudrede fjordområder vil derfor starte en positiv miljø-feedback, idet lysforholdene forbedres yderligere til gavn for ålegræsset. Tætte ålegræsbestande kan desuden dæmpe bølger og strøm i en sådan grad, at kysterosion undgås/reduceres. Ålegræsset virker således også som en naturlig kystsikring. Som en ekstra gevinst vil akkumulering af ålegræsbiomasse også reducere CO<sub>2</sub>-emissionen fra fjordsystemet.

### **Hvor vil projektet blive udført?**

Odense Fjord er valgt som den primære lokalitet for projektet. Fjorden er en egnet lokalitet på grund af sin eutrofieringshistorie, hydrografi og topografi. Omkring 40% af arealet i Odense Fjord har dårlige bundforhold. Her har Syddansk Universitet (SDU) med støtte fra to strategiske forskningsprojekter (REELGRASS og NOVAGRASS) i samarbejde med SVANA og erhvervspartnerne gennem en årrække undersøgt mekanismer og årsager til ålegræssets manglende genetablering.

SDU har stor forskningsmæssig erfaring i arbejdet med sedimentforhold, næringsstoffdynamik og ålegræsgenetablering. Ledende ingeniører hos Odense Havn besidder desuden ekspertisen og de tekniske faciliteter til at realisere projektet. En allerede påtænkt udvidelse af sejlrenden til den støt voksende Lindø-terminal resulterer i en afgravning af omkring 1,5 mio. m<sup>3</sup> fjordbund. Uforurenat sand herfra, kunne bekvemt anvendes til sand-capping eksperimenterne.

### **Hvordan vil projektet blive udført?**

- Først skal der findes lokaliteter i Odense Fjord, hvor det vil være optimalt at sand-cappe. Vi har i tidligere forskningsprojekter (REELGRASS) kortlagt bunden i Odense Fjord ved at foretage sedimentanalyser på ca. 140 stationer spredt ud over hele fjorden. Baseret på disse sediment-analyser af vandindhold, tørstof, organisk indhold, N- og P-puljer, SVANA's nationale overvågningsdata og havnemyndighedens datasæt om bundforhold findes egnede lokaliteter. Dette arbejde udføres af DHI ved brug af forskellige modelværktøjer, blandt andet en sedimenttransportmodel, som kan dokumentere at bølger og strøm ikke eroderer sandet væk i de cappede områder. De udvalgte områders egnethed diskuteres efterfølgende med havnemyndighederne for afklaring af besejlingsforhold og udlægningslogistik og sendes herefter til godkendelse hos myndighederne.
- En del af det sand, som opgraves i og omkring havneanlæg, forventes at indeholde for højt indhold af tungmetaller og andre miljøfarlige stoffer til at det kan bruges i miljøprojekter. Sand som opgraves i god afstand fra havneområder forventes derimod at have så lavt indhold af skadelige stoffer, at det kan anvendes direkte til sand-capping. Sandets indhold af miljøfarlige stoffer vil dog blive analyseret inden det anvendes. Allerede eksisterende data fra klapsags-analyser af tungmetal-indhold i sedimenter fra mange områder vil indgå i undersøgelsen. Derved frembringes en kortlægning af områder med egnet og ikke-egnet sand til fremtidige sand-capping aktiviteter.
- Sand af højeste kvalitet vil typisk kunne høstes hvor havnemyndighederne holder sejlrenderne farbare tæt på de ydre rande af vore fjorde. Her er sandvandringene størst. Der vil i projektet blive lavet en undersøgelse af hvor meget materiale, der er til rådighed på nationalt niveau.
- Sand-capping vil blive foretaget i test-områder med arealer på hektar-størrelse. Udbringningen af sand kan ske ved to metoder. Ved "drysse-metoden" vil en splitpram, som indeholder det rette materiale, trækkes sidelæns hen over det område, som skal cappes, samtidig med at prammen tvangsåbnes til den rette dosering af sand. Sandlaget kan også udlægges ved "rain bowing" eller fontæne-metoden, hvor en flydende pumpe-slange via et strålerør eller en fordeler-ponton sørger for, at materialet (en blanding af sand og vand) spredes ud og opnår den rette tykkelse på havbunden. Sandet tilføres via skib eller pram til den pumpestation, som er placeret for enden af pumperøret. For begge metoder gælder, at sandet lægges ud på forskellige typer mudderbund beliggende fra 2 til

5 meters vanddybde. Dette sikrer at alle repræsentative sediment- og lysforhold indgår i vurderingerne af metodernes egnethed.

- På en del af det sand-cappede areal transplanteres der ålegræsskud i et omfang, så værdien af sand-capping i forhold til genetablering af ålegræs kan vurderes ved videnskabelige metoder. Resten af capping-arealet skal henstå som et uforstyrret kontrolområde.
- I projektperioden følges områdernes fysiske forhold med høj tidlig opløselighed ved udlægning af automatiske loggere til måling af turbiditet og bundnær lysintensitet over de anlagte sand-membraner og de omkringliggende mudderflader. Herved kan effekterne af de ændrede erosions- og sedimentations-forhold følges og beskrives nøje. Feltaktiviteterne inkluderer også en vurdering af det cappede materiales stabilitet efter udlægningen ved erosions- og massebalance-undersøgelser.
- Sæsonbaserede *in situ* flux-målinger vil blive benyttet til, at sammenligne udsivningen af N- og P-næringsstoffer fra det sand-cappede område med udsivningen fra den omkringliggende oprindelige mudderbund. Dette vil efter ekstrapolering til fuld-skala verificere, hvor meget den interne N- og P-belastning reduceres/ændres efter sand-capping.
- Effekten af sand-capping på naturtilstanden vil også blive undersøgt intenst over tid ved at sammenligne floraens og faunaens tidlige udvikling i de sand-cappede områder med den omkringliggende mudderbund. Der lægges i disse undersøgelser vægt på at beskrive, hvordan sand-capping påvirker de makrofyter (ålegræs og makroalger) og dyr (invertebrater og fisk), som har speciel stor indvirkning på biodiversiteten samt områdernes erhvervsmæssige og rekreative værdier.
- Der vil i forbindelse med monitoringen være speciel fokus på de transplanterede ålegræsområder. Der etableres nye overvågningslokaliteter i de sand-cappede områder, hvor de nationalt anerkendte metoder anvendes til beskrivelse af udviklingen i ålegræsbestandene. Disse vil blive suppleret med målinger af vækst og tab af ålegræs, og koblet til kendte faktorer som forhindrer ålegræssets genetablering. Dette gennemføres ved foto- og video-registreringer, samt egentlige målinger af ålegræssets primærproduktion og næringsstofoptag.
- Projektet vil inddrage de relevante myndigheder i forbindelse opnåelse af tilladelser til sand-capping og transplantation af ålegræs, samt vurdering af grænseværdier for sandkvalitet i forhold til miljøfarlige stoffer.

### **Hvad er det forventede udbytte?**

Projektet forventes at ville føre til udviklingen af en ny teknik til fysisk at forbedre miljøforholdene i vore fjorde. Det forventes at de nye sand-cappede områder kan koloniseres med ålegræs og vil forbedre de lokale miljøforhold med hensyn til bl.a. lys betragteligt. Det bliver derved muligt via

modeller, at beregne hvor store arealer, der skal sand-cappes i hele fjorde for, at lysklimaet på systemniveau forbedres og vækstforholdene for ålegræs optimeres. Vi forventer også, at koloniseringen med en rig og divers flora og fauna på de ny-anlagte sandflader bliver markant større end på de oprindelige mudderflader, hvilket muliggør en systemanalyse af den øgede naturmæssige, rekreative og økonomiske værdi.

## **Formidling og Guidelines**

Resultaterne vil løbende blive formidlet til både de lokale og nationale nyhedsmedier (TV, aviser og internet). Endelig vil den klassiske videnskabelige formidling foregå ved publicering i internationale peer-reviewed tidsskrifter og ved foredrag på videnskabelige konferencer.

I slutningen af projektet laves der en økonomisk og miljømæssig konsekvensanalyse af de gennemførte aktiviteter. Dette kan blandt andet resultere i anbefalinger til en ændret praksis for materialeforvaltningen på nationalt plan i forbindelse med vedligeholdelse og uddybning af sejlrender. Der vil også blive lavet tekniske guidelines/manualer med anbefalede metoder til sand-capping, samt en perspektivering af potentialet for anvendelse af sand-capping som marint virkemiddel i andre danske fjorde

## **Projektets organisation**

### **Kort beskrivelse af styringen af projektet samt partnernes rolle**

Der nedsættes en Styregruppe, som består af medlemmer fra SDU, DCE, SVANA, DHI og LPO. Styregruppen vil mødes med 3 måneders intervaller, eller når det vurderes nødvendigt for at evaluere projektets fremdrift og diskutere fremtidige aktiviteter. SDU varetager formandskab og sekretariatsfunktion for styregruppen. Der vil desuden blive etableret en følgegruppe med medlemmer fra nationale og lokale interesseorganisationer. Følgegruppen sikrer ikke kun en tæt koordinering af projektets forsknings- og formidlingsaktiviteter, men også en bredere kommunikation til relevante projekter og netværk, samt til erhvervslivet og offentlige miljømyndigheder.

#### Partnernes rolle

1) Syddansk Universitet (SDU) ved Mogens R. Flindt, Troels Lange og Erik Kristensen koordinerer projektet. SDU undersøger sandkvaliteten (miljøfremmede stoffer) og følger effekterne af sand-cappingen i Odense Fjord med hensyn til intern N- og P-belastning, bundnære lys- og turbiditetsforhold. Disse sammenholdes med kontrol-stationer på mudderbund. SDU monitorer desuden naturtilstanden og ålegræsudviklingen på de sand-cappede arealer.

2) DHI Water, Environment & Health ved Erik K. Rasmussen repræsenterer en teknologisk servicevirksomhed inden for kystvandes økologi, numerisk modellering af bentisk økologi og

effekter af restaureringstiltag. DHI vil med de rette modelværktøjer identificere egnede lokaliteter til, og senere evaluere de miljømæssige effekter af sand-capping.

3) SVANA er med i vurderingen om grænseværdier for sandkvalitet i forhold til miljøfremmede stoffer. SDU monitorer dybdegrænseudviklingen, dækningen og biomassen af ålegræsset i projektets sand-cappede områder. SVANA's professionelle dykker assisterer og vidensdeler metoder med SDU's dykkerteam, så det sikres at projektets resultater kan sammenholdes med de nationale data.

4) Lindø Port of Odense (LPO) ved Niels Kiersgaard er havnemyndighed med ansvaret for vedligeholdelse og udvidelse af sejlrenderne i Odense Fjord. LPO bidrager med ekspertise, faciliteter og teknikker der understøtter og udfører sand-capping-aktiviteterne på mudderbund i Odense Fjord.

5) DCE ved Dorte Krause-Jensen er, som statens rådgiver i natur- og miljø-spørgsmål, med i styregruppen for fagligt at følge, kommentere og diskutere projektets fremdrift.

#### **Kort beskrivelse af formandsskabet**

Lektor PhD Mogens R. Flindt (MRF) vil være projektholder i samarbejde med lektor Dr. Erik Kristensen (EK), Biologisk Institut, SDU. Disse forskere har samarbejdet i en række større nationale og internationale økologiske projekter af anvendelsesorienteret karakter. Som eksempler kan nævnes strategiske projekter om genetablering af ålegræs i danske fjorde (REELGRASS, NOVAGRASS) samt anvendelse af bynære tropiske mangroveskove til spildevandsrensning (PUMPSEA). I forbindelse med NOVAGRASS-projektet er koordinator-teamets forskningsgruppe blevet udvidet med en række nyligt uddannede erhvervsdykkere. MRF og EK har mangeårig undervisnings- og formidlingserfaring på alle niveauer fra det populære til det videnskabelige. Tilsammen har de således mere end 200 videnskabelige publikationer, 50 populærvidenskabelige artikler samt periodiske indslag i miljødebatten via aviser, radio og TV.