

Når naturen vender tilbage

- Gyldensteen Kystlagune

I marts 2014 blev kystlagunen ved Gyldensteen Strand givet tilbage til naturen. Allerede det første år indvandrede mange nye arter til lagunen, men mange af dem gik dog kraftigt tilbage igen i 2015. Formentlig vil der gå år endnu, før økosystemet er stabiliseret.

Om forfatterne



Sandra Walløe Thorsen, ph.d.-studerende. sandrawt@biology.sdu.dk



Erik Kristensen, lektor, ebk@biology.sdu.dk



Thomas Valdemarsen, lektor, valdemarsen@biology.sdu.dk

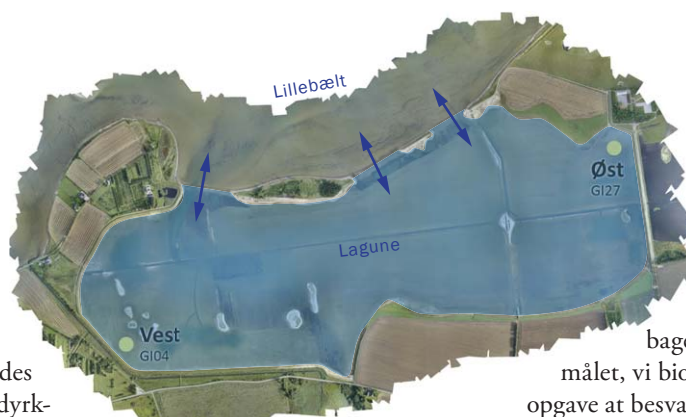


Mogens Flindt, lektor, mrf@biology.sdu.dk



Marianne Holmer, professor, holmer@biology.sdu.dk

Alle ved Biologisk Institut, Syddansk Universitet



I 1871 blev en lagune ved Gyldensteen strand på Nordfyn tørlagt, så det inddæmmede område kunne anvendes til husdyr, høslæt og dyrkning af afgrøder. Næsten 150

år senere, i slutningen af marts 2014, blev området givet tilbage til naturen igen takket være Aage V. Jensen Naturfond. Foran 5000 naturinteresserede blev digerne brudt, og forvandlingen var total. Allerede dagen efter var lagunen fyldt med vand og fremstod som en komplet marin lagune på overfladen. Men under vandoverfladen stod stubbe, græs og træer stadig. For nogle markerede fjernelsen af digerne for halvdelen af siden prikken over i'et, der afsluttede mange måneders forberedende arbejde bag digerne. Men for os biologer var det først nu, det hele begyndte!

Forventningerne

Formålet med genetableringen af kystlagunen er først og fremmest at øge biodiversiteten i de danske kystnære områder samt at sikre fuglelivet nye rasteplasser med gode fødekilder. De biologiske undersøgelser skal følge udviklingen fra landbrugsjord til havbund samt udviklingen af flora og fauna i lagunen. Hvor hurtigt vender naturen rent faktisk til-

bage? Det er spørgsmålet, vi biologer har fået til opgave at besvare.

Genskabelsen af Gyldensteen Kystlagune er også vigtig for klimaforskning, for hvad er konsekvenserne, hvis vandstanden stiger i vore have og landområder oversvømmes? Kystnære havområder kan potentielt binde store mængder kulstof, hvis nettooptaget af CO₂ hos primærproducenterne (plankton, tang og havgræsser) overstiger økosystemets frigivelse af CO₂ fra respiration.

Bunden i lagunen har været anvendt som landbrugsjord i snart 150 år og er derigennem blevet beriget med både organisk materiale og næringsstoffer. Vi antog, at oversvømmelsen ville medføre, at der ville blive frigivet store mængder næringsstoffer til lagunen. Høje koncentrationer af kvælstof (N) og fosfor (P) vil favorisere opvækst af hurtigt voksende alger. Derfor var det højest sandsynligt, at der de første år efter oversvømmelsen ville optræde massive algeopblomstringer i lagunen med udvikling af dyresamfund, som afspejlede de variable og til tider barske forhold. Vi forventede at opleve et



Græsser findes stadig under vandoverfladen i sommeren 2014, hvor de danner substrat for andre organismer, her blågrønalger.

Foto: Thomas Valdemarsen.



I 2015 er det meste af den oversvømmede vegetation rådnet væk.

Foto: Sandra Walløe Thorsen.

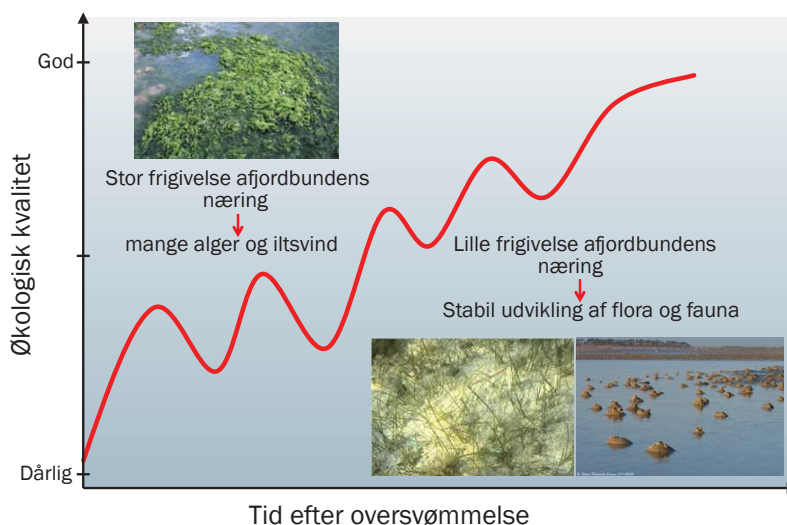
dynamisk system med store variationer i den økologiske tilstand, hvor populationer etablerer sig hurtigt, men forsvinder igen, når forholdene ændrer sig.

En surrealistisk oplevelse

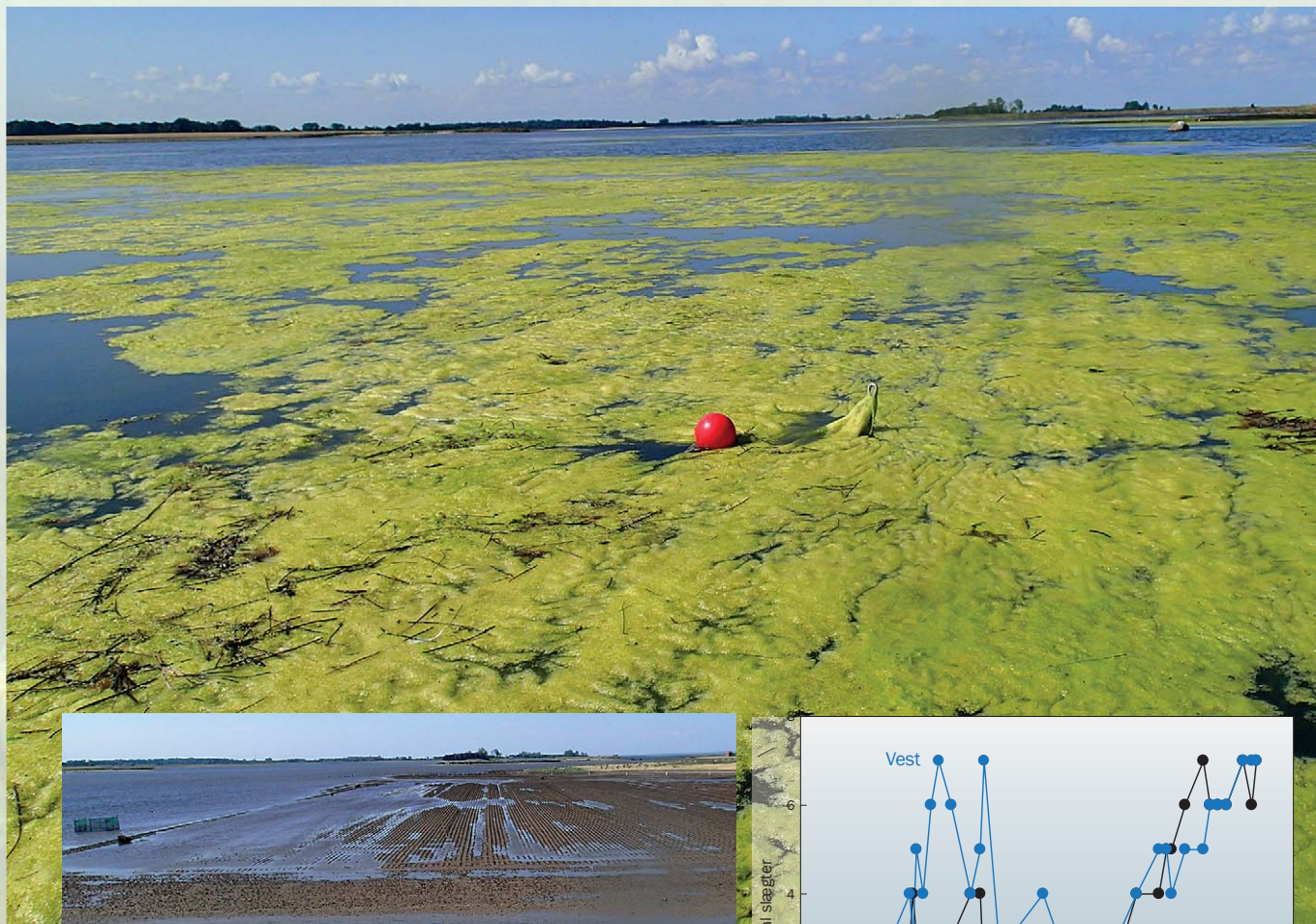
Vores første besøg efter oversvømmelsen i 2014 var surrealistisk. Ovenfra lignede det et normalt lavvandet kystområde, men under vandoverfladen stod der græs og træer som i en fremmed undervandsverden. Landplanterne døde naturligvis hurtigt og vil blive nedbrudt før eller siden. Allerede i 2015 var de synlige rester af materiale fra jordoverfladen blevet væsentligt mindre. De første gå og sejlture i området var lidt af en udfordring. Der findes naturligvis ingen søkort med angivelse af gamle træer, stubbe og udlagte sælsten, som kun lige kan skimtes i vandoverfladen ved højvande. Bunden var blød og visse steder sank vi i til over knæene. Fotodokumentation af undervandsliv skulle foregå hurtigt før partikelskyen fra vores færden indhentede os og nedsatte sigtbarheden til få centimeter.

Indvandring af alger

Lagunen har tre åbninger til det nordlige Lillebælt, den største i vest og to lidt mindre i øst, hvor tide-

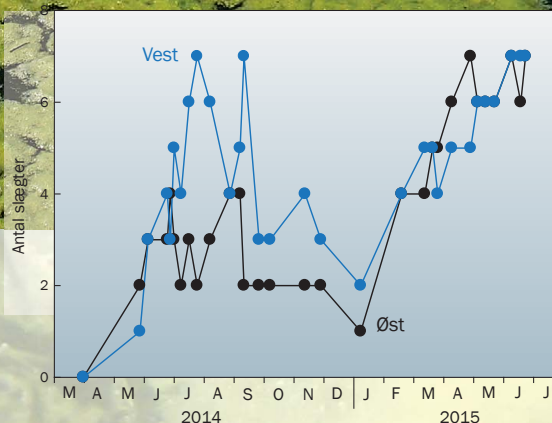


Model over forventninger til udviklingen i lagunens økologiske kvalitet i tiden efter oversvømmelsen. Det er uvist, hvornår der kan opstå et stabilt balanceret system.



Algeforekomst i den østlige del af lagunen i august 2014 (øverst) og 2015 (nederst).

Fotos: Sandra Walløe Thorsen.



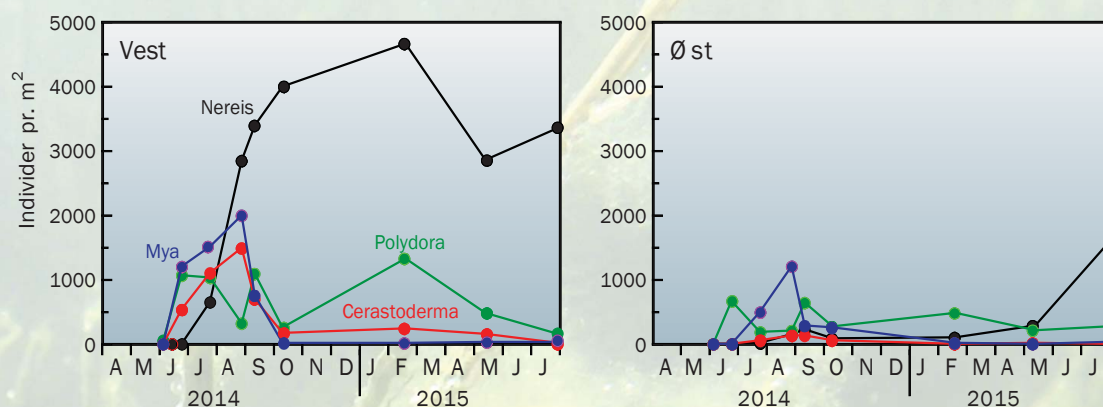
Forekomst af primærproducenter (herunder blågrønalger, havgræsser og makroalger) i den østlige og den vestlige del af lagunen i 2014 og 2015 angivet som antallet af slægter.

vandet kommer ind i lagunen. Al indvandring af marin flora og fauna foregår således gennem disse åbninger. Det foregår enten ved, at drivende alger og svømmende dyr aktivt søger ind i lagunen eller ved, at algesporer og dyrelarver passivt føres ind med tidevandet.

De første tegn på algeliv i lagunen var opblomstring af blågrønalger, som voksede på enhver overflade i maj-juni 2014. De gamle stubbe og grene virkede desuden som perfekt substrat for større tråd- og bladformede alger. I løbet af sommeren 2014 blev lagunen domineret af hurtigt-voksende grøn-, brun- og rødalger, specielt i den østlige ende. Til gengæld var diversiteten af alger højere i vest end i øst, hvilket nok skyldes, at det marine præg dominerede i vest, hvor den største åbning ud til Lillebælt ligger. En anden medvirkende faktor til masseforekomst af alger i den øst-

lige ende kan være, at vestenvind førte løstvoksende ansamlinger mod øst, hvor disse blev ophobet. Her samlede grønalgerne rørhinde (*Enteromorpha* sp) og i særdeleshed vandhår (*Cladophora* sp) sig i måtter på op mod 30 cm tykkelse og overskyggede al anden vækst. De store mængder af makroalger i 2014 påvirkede også vandet ovenover, hvor der blev målt højt klorofylindhold, hvilket normalt tyder på tilstedeværelse af fytoplankton. I dette tilfælde var det dog alene sporer fra grønalgerne og bundlevende kiselalger, som var årsag til det høje klorofylindhold.

I sommeren 2015 var diversiteten i øst og vest imidlertid ens, hvilket formentlig skyldtes fravær af de store mængder grønalger. Den manglende masseforekomst af grønalger i øst året efter digeåbningen kan skyldes en kombination af koldt vejr i foråret og sommeren 2015 og lavere koncentrationer af



Figuren viser bunddyr (individer pr. kvadratmeter) i den østlige og vestlige del af lagunen.

næringssalte. Frigivelsen af næringssalte fra bunden i 2015 har tilsyneladende ikke været stor nok til at medføre eksplosiv vækst som i 2014. Det er noget, vi arbejder på at kunne forklare.

Indvandring af orme og muslinger

Kort efter oversvømmelsen så vi mange små fisk i vandet – kutlinger, nålefisk, hundestejler og skrub-beyngel. Der kom også hurtigt en del svømmende og kravlede krebsdyr i området, som nød godt af den føde, som lagunen var rig på i 2014. Det var især små græssere, som ernærer sig af opportunistiske makroalger. Faktisk kunne disse græssere ikke følge med de hurtigtvoksende grønalg i 2014. Det skyldes enten for meget tilgængelig næring eller for sen indvandring af disse græssere. Om de har været medvirkende til den manglende opblomstring af grønalg i 2015 er endnu uvist.

Den bundlevende fauna er vigtig for lagunens økologi og fungerer som fødegrundlag for mange fisk og fugle. Bunddyrene indvandrede overraskende hurtigt i lagunen. De først ankomne var til vores store overraskelse små hjertemuslinger (*Cerastoderma glaucum*) og sandmuslinger (*Mya arenaria*), som blev fundet i store mængder (1000-2000 individer pr. m²) allerede i juli 2014. Derefter ankom en række børsteorme anført af frynseormen (*Nereis diversicolor*), den lille orm *Polydora cornuta* samt dansemyggelarver (*Chironomus*) og spredte blåmuslinger (*Mytilus edulis*). Et år efter oversvømmelsen (april 2015) dominerede frynseormene i den vestlige del af lagunen med op til 5000 individer pr. m². Dette er et højt antal set i lyset af, at man finder tætheder på op til 3000 individer pr. m² andre steder langs de danske kyster med optimale levevilkår. Forekomsten i øst var dog væsentlig lavere, sandsynligvis på grund af det massive algedække i sommeren 2014. Frynseormenes aktivitet er vigtig for iltning af havbunden og omsætningen af organisk materiale. Iltning af sedimentet kan gavne etablering af andre iltfølsomme bunddyr. Til vores store overraskelse forsvandt næsten alle hjertemuslinger og sandmuslinger i løbet af vinteren 2014-

15 og foråret 2015. Vi tror, at muslingerne er sultet ihjel, fordi der ikke har været føde nok i vandet, eller fordi de ikke har kunnet filtrere vandet på grund af for store mængder af uorganiske partikler, der hvirvles op fra bunden.

Er der en klimagevinst?

Vi undersøgte frigivelsen af CO₂ fra jorden lige før og efter oversvømmelsen for at få et estimat for den umiddelbare klimagevinst ved naturgenopretningsprojektet. Før oversvømmelsen blev der gennemsnitlig frigivet omkring 12.300 ton CO₂ pr. år fra lagunens areal, hvorimod frigivelsen faldt med 75 % til 3.200 ton pr. år efter oversvømmelsen. Dette hænger som nævnt sammen med faldet i jordens iltindhold efter oversvømmelsen. Vand kan kun indeholde ca. 5 % af den ilt, der er i luft, og diffusionen af ilt forløber 10.000 gange langsommere i vand end i luft. Hastigheden af mikrobielle nedbrydningsprocesser blev dermed reduceret efter oversvømmelsen og har resulteret i det dramatiske fald i frigivelsen af CO₂. Før vi jubler over denne tilsyneladende store klimagevinst, skal vi lige se lidt nærmere på de videre perspektiver. Når vi målte på CO₂-frigivelsen (respiration) og CO₂-optagelsen (primærproduktion) i jordbunden efter oversvømmelsen, så vi, at disse opvejede hinanden i løbet af året, så vi får en netto CO₂-frigivelse på nul.

Den store frigivelse af CO₂ fra jorden før oversvømmelse skyldtes hurtig nedbrydning af rodrester fra landbrugsafgrøder dyrket året før. Denne nedbrydning gik næsten i stå ved oversvømmelsen, og rodresterne blev deponeret i jorden. Ifølge undersøgelser vil en kornmark binde 600 g kulstof om året, hvilket betyder at der i 2013 var bundet ca. 4.700 ton CO₂ i afgrøderne på Gyldensteens 214 ha. Det betyder, at den egentlige klimagevinst er ca. 7.600 ton CO₂. Hvis klimagevinsten skal fortsætte i de efterfølgende år, skal primærproduktionen og den permanente deponering af alger i lagunen være af en størrelsesorden som ved landbrugsproduktion. Det vil højst sandsynligt ikke ske. Fx havde vi i højsommeren 2014 et algedække på 75-100 % i ca. en fjerdedel af



Blæretang på nippet til at blive dækket i ophvirvlet bundmateriale.

Foto: Sandra Walløe Thorsen

Fakta om Gyldensteen Strand

5 km øst for Bogense på Fyn
Inddæmmet i 1871

616 ha tidligere landbrugsareal købt af Aage V. Jensen
Naturfond og leveret tilbage til Naturen.

Kystlagunen har et areal på 215 ha, som blev oversvømmet
den 29. marts 2014.

Der er ingen permanente ferskvandstilløb til lagunen. Hvis
vandstanden i den tilstødende engsø bliver for høj, kan der
periodevis forekomme overløb til kystlagunen.

Ca 90 % af lagunen har en gennemsnitsdybde på under 1 m.
Lagunen har tre åbninger

lagunen. Tørbiomassen i dette område var 335 g/m² baseret på 50 stikprøver. De tørrede alger indholdt i gennemsnit 28,6 % kulstof, og derfor tilbageholdt algedækket i sommeren 2014 kun ca. 50 ton kulstof (svarende til ca. 190 tons CO₂). Algerne døde naturligvis senere på året, hvorefter de enten blev eksporteret til Lillebælt eller sank ned og blev nedbrudt på bunden af lagunen. Kun den lille rest, der ikke blev omsat, kunne blive deponeret i lagunens bund, hvilket helt sikkert er meget mindre end den umiddelbare klimagevinst i 2014. Målinger i 2015 har desuden vist, at den totale primærproduktion i lagunen er nogenlunde i balance med nedbrydningen – altså ingen klimagevinst. Den nye kystlagune kan derfor

kun blive en permanent klimagevinst, såfremt økosystemet i fremtiden optager mere CO₂ end der frigives ved nedbrydning. Det kan ske, hvis der kommer en dominans af langsomtvoksende makroalger eller planter som havgræsser.

Den umiddelbare klimagevinst er måske alligevel permanent, fordi nedbrydningen af organisk kulstof i landbrugsjord normalt er større end tilførslen med afgrøder. Altså forsvinder den organiske pulje i jorden gradvist, hvilket jo forhindres i den oversvømmede jord ved Gyldensteen.

For tidligt at drage endelige konklusioner

Alt i alt har udviklingen ved Gyldensteen Strand den første tid efter digebruddet budt på flere overraskelser. Måske nærmer tilstanden i lagunen sig hurtigere forholdene i Lillebælt uden for digerne, end vi havde forudset. Det er dog endnu for tidligt at drage endelige konklusioner, så vi må vente og se hvilke nye overraskelser lagunen vil bringe os i årene fremover. Vi vil i løbet af de næste år fortsætte med at følge udviklingen i næringsstofferne og etableringen af alger, planter og dyr i det nye økosystem, og hvorledes dette påvirker klimagevinsten. Vi formoder dog, at der vil gå en rum tid, før området nærmer sig en stabil balance. ■