

Strandeng og saltmarsk på Stige Ø i Odense Fjord. Foto: Jeppe Nøjbjerg Hansen

Forfatterne



Jeppe Nøjbjerg Hansen er videnskabelig assistent ved Biologisk Institut, Syddansk Universitet. Han arbejder med kulstoftilbageholdelse og (gen)etablering af danske saltmarsker. jeppehansen@biology.sdu.dk



Anna Elizabeth Løvgren Graversen er videnskabelig assistent ved institut for Bioscience, Aarhus Universitet. Hun arbejder primært med kulstoftilbageholdelsen i danske saltmarsker og hvilke faktorer, som kan påvirke størrelsen heraf. au513721@au.dk



Dorte Krause-Jensen er professor ved institut for Bioscience, Aarhus Universitet. Hun arbejder primært med ålegræssenges og tangskoves økologi, den marine vegetations respons på miljøforhold og presfaktorer samt beskyttelse og retablering af marin vegetation som naturbaserede løsninger. dkj@bios.au.dk



Gary Thomas Banta er institutleder ved Biologisk Institut, Syddansk Universitet. Han arbejder bredt med kystnær og benthisk økosystems økologi. Har særlig fokus på sammenhæng mellem økologisk struktur, funktion og økosystemtjenester. banta@biology.sdu.dk

STRANDENGE

– en overset klimabuffer



Strandenge – såkaldt saltmarsk – er effektive kulstofdræn, og derfor kan omlægning af lavbundsjord langs danske kyster til saltmarsk reducere den danske CO₂-udledning. Samtidig fungerer saltmarsker som naturlige kystværn og er gode for biodiversiteten.

Med Danmarks ambitiøse mål om en reduktion af CO₂ udledningen på 19 millioner tons i 2030 skal der tænkes i nye måder både at mindske udledningen og øge langtidsoplagringen af kulstof. Et af de værktøjer, som er taget i brug, er at udtage organisk rige lavbundslande af drift. Politisk er der frem til 2030 afsat midler til at udtage 20.000 hektar organiske jorde, hvor dræning og anden aktivitet skal indstilles – med en forventet reduktion på 0,27 millioner tons CO₂-ækvivalenter om året i 2030 som følge af reduceret nedbrydning af organisk stof. Disse lavbundslande ligger fortrinsvis indlands. Det betyder, at der overses et kæmpe potentiale for udtagning af

jord langs den cirka 7300 km lange danske kystlinje.

Der findes nemlig kystnære lavbundslande, som kunne fungere som klimabuffer ved at blive omlagt til såkaldte saltmarsker i tillæg til de lavbundslande, som allerede er udvalgt til omlægning som vådområder. Saltmarsker er her en fællesbetegnelse for lavtliggende vegetationsdækkede områder, som jævnligt oversvømmes af saltvand, såsom rørsumpe, strandenge og vadegræssamfund.

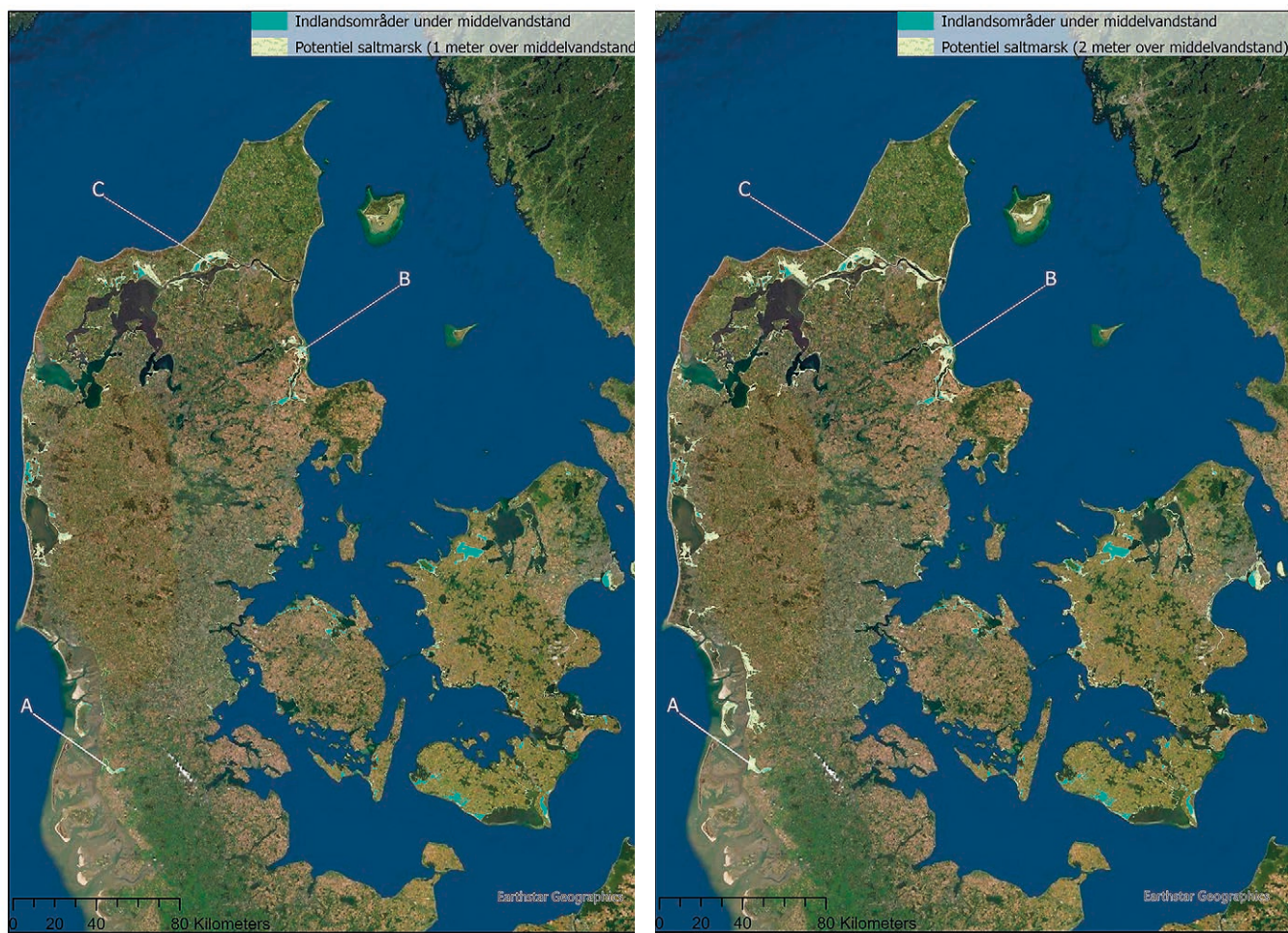
Danmark som saltmarsk-nation

Saltmarsker er interessante, fordi de har betydelig evne til at optage, akkumulere og oplagre kulstof, selv

på organisk fattige jorde, og samtidig bidrager de til kystsikring og biodiversitet.

Projektet *Blå Skove*, støttet af Veluxfonden, har siden efteråret 2019 arbejdet med at kvantificere danske saltmarskers og ålegræssenges potentiale som klimabuffer. I projektet har vi indsamlet viden om saltmarskers kulstoftilbageholdelse. Det kan sammen med et estimat af saltmarskens potentielle udbredelse bidrage til at svare på spørgsmålet: Hvordan kan genetablering af saltmarsk bidrage til at forbedre Danmarks CO₂-regnskab?

I Danmark findes der cirka 41.000 hektar saltmarsk, men potentialet



Figur 1. Kort over de potentielle saltmarsker (markeret med lysegrøn), som strækker sig henholdsvis 1 meter (tv) og 2 meter (th) over middelvandstand. Potentielt oversvømmede områder er vist med turkis og ligger enten under havets overflade eller på samme niveau som middelvandstand. De potentielt oversvømmede områder er oftest inddæmmede områder og dækker over cirka 40.000 hektar. Det potentielle saltmarsksområde er 70.499 - 142.000 hektar. Bemærk, at kortet ikke tager højde for infrastruktur, og at der kan forekomme mindre overlap med søer og vandløb.

er langt større, da vi historisk set har haft stor udbredelse af saltmarsk, som er blevet inddiget og drænet til landbrugsjord eller anden infrastruktur. Ved at bruge kort over lavbundslande og højdedata langs den danske kystlinje har Blå Skove identificeret 71.000-142.000 hektar potentielle saltmarsk-områ-

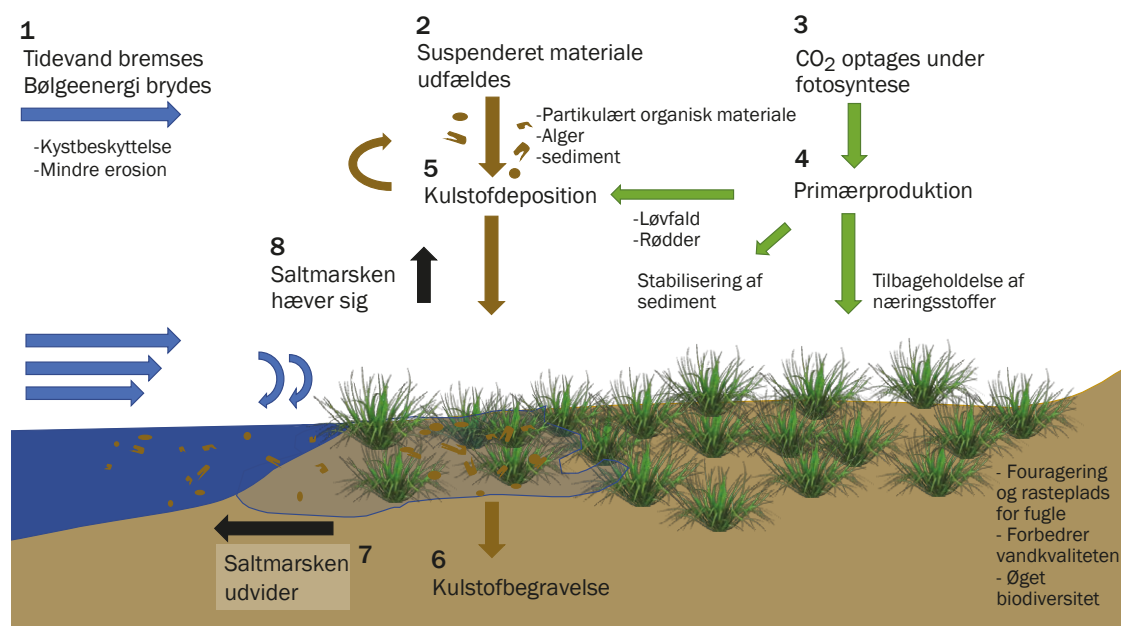
der (se figur 1). Dette tal inkluderer de 41.000 hektar, som allerede er saltmarsk i Danmark.

Hvis alle 142.000 hektar blev omlagt til saltmarsk, ville det skønsmæssigt tilbageholde 0,044 - 0,73 millioner tons CO₂-ækvivalenter om året.

Derudover vil beskyttelse og vedligeholdelse af de eksisterende 41.000 hektar saltmarsker sikre deres allerede opbyggede, store kulstoflager og årlige kulstoftilbageholdelse. Vi skønner, at kulstoflageret her udgør 6 - 23,9 millioner tons CO₂-ækvivalenter i den øvre knap halve meter af jordbunden

Saltmarsk højde (meter over middelvandstand)	Areal (hektar)	Potentiel kulstof-akkumulering Millioner tons CO ₂ / år	Kilder for kulstofdata
1	70944	0,044 - 0,36	Graversen 2018, suppleret med upublicerede data fra Blå Skove.
2	142099	0,085 - 0,73	Graversen 2018, suppleret med upublicerede data fra Blå Skove.

En kort opsummering over den potentielle saltmarsk udbredelse og kulstofakkumulering alt efter saltmarskens evne til at brede sig hhv. 1 eller 2 meter op over middelvandstand. Tabellen angiver ligeledes de kilder, som ligger til grund for minimale og maksimale kulstofs-akkumuleringer. Der er ikke taget højde for fulde klimagasbudgetter, som vil blive kvantificeret under det nystartede EU/Biodiversa projekt NordSalt.



Figur 2. Illustration af de overordnede processer, som gør saltmarsken til et kulstofdræn. Tallene angiver læseordenen. Bemærk nederste højre hjørne, hvor yderligere økosystemtjenester er nævnt.

under marsken samt en kulstofbegravelse i størrelsesordenen 0,05 – 0,20 millioner tons CO₂-ækvivalenter om året.

Et produktivt økosystem og et effektivt kulstoflager

Den effektive lagring af kulstof skyldes den periodiske oversvømmelse med saltvand. Når tidevandet jævnligt oversvømmer saltmarskerne, sænkes vandhastigheden gennem det netværk af blade og stængler, som den salttolerante vegetation skaber. Denne dæmpning af bølgeenergien giver en øget udfældning af organisk materiale fra tilførte partikler, for eksempel alger, og sediment på overfladen af saltmarsken.

Saltmarsken selv bidrager også med organisk materiale til jordoverfladen gennem planternes underjordiske dele, og når de fælder løv. Det organiske materiale begravnes af sedimenter og stabiliseres af tilvækst af rødder, stængler og blade. De periodiske oversvømmelser gør, at jorden jævnligt er vandmættet og iltfri, da iltten hurtigt opbruges af mikroorganismer, og de iltfrie forhold begrænser nedbrydningen af det organiske stof.

Da saltmarsker samtidig er blandt de mest produktive økosystemer, overstiger saltmarskens produktion typisk nedbrydningen. Det betyder, at saltmarsken gradvist hæver sig og samtidig udvider sig mod kysten, en proces som gennem århundreder er blevet udnyttet og effektiviseret ved brug af såkaldte slikgårde i det sønderjyske marskland.

Den gradvise hævnings medfører, at saltmarsken kan blive ved med at akkumulere og oplagre kulstof over lange tidsperioder, modsat andre økosystemer som mættes af kulstof. Disse egenskaber gør samlet set, at saltmarsker oplagrer 30-50 gange mere kulstof i jorden end skovbunden på land.

De lavbundslande, der nu er udpeget til at blive taget ud af drift, ligger alle på organisk rige jorde og er etableret for at beskytte de kulstoflagre, som allerede befinder sig i jorden. Men for saltmarsker er naturlig hydrologisk dynamik en vigtigere forudsætning, da den medfører en kontinuerlig tilførsel af sedimenter og organisk materiale. Hermed fungerer saltmarsken som kulstofdræn for alle jorde, for eksempel sandjord. Saltmarsken har en fordel som klimabuffer sam-

menlignet med ferske lavbundslande. Ferske vådområder udleder betydelige mængder metangas (CH₄), en drivhusgas, som er op til 28-34 gange mere potent end CO₂. Men i saltmarsken udkonkurreres de metan-dannende bakterier af sulfat-reducerende bakterier, og derfor hæmmes dannelsen af metan kraftigt i kystnære økosystemer.

Kystbeskyttelse, biodiversitet og vandkvalitet

Saltmarskers placering på overgangen mellem det marine og det terrestriske miljø samt deres tætte vegetationsdække gør, at de også fungerer som et naturligt kystværn. Når højt tidevand eller stormfloder rammer saltmarsken, vil bølgeenergien brydes, og vandhastigheden sænkes. Dette hæmmer erosion, og bremser den bølgeenergi, som rammer bagvedliggende infrastruktur. Dertil kommer, at en sund saltmarsk typisk hurtigt kan regenerere efter storme grundet evnen til at fange og binde sedimenter og andet suspenderet materiale.

Saltmarsker fungerer derudover som levested og fourageringsområde for en lang række vadefugle og trækfugle, invertebrater og fisk.

Konkrete eksempler på saltmarskens potentiale

De to store kort vist i figur 1 er et produkt af kort over kystnære lavbundslande og Danmarks højdemodel, og de er et værktøj til at kunne udpege potentielle områder for etablering eller genetablering af saltmarsk. Kystdirektoratet har i deres seneste risikovurdering for oversvømmelse og erosion langs den danske kystlinje lagt vægt på, at vi i højere grad må acceptere oversvømmelser. Konkret har de udpeget 207 strækninger, hvor de ikke anbefaler ekstra kystsikring mod de stigende vandstande.

Der er derfor grobund for at kombinere Kystdirektoratets ønsker med tiltag, som vil sikre yderligere saltmarsker i Danmark.

Kortene her, som er uddrag af figur 1, viser tre eksempler på inddigede områder med potentiale for genetablering af saltmarsker ved en udbredelse af saltmarsken op til

1 meter over middelvandstand (øverst) og til

2 meter over middelvandstand (nederst):

A: Saltmarskpotentialet i Frederikskogene og Magrethekogene i Vadehavet nær den dansk-tyske grænse. Området er gradvist inddiget siden 1692 og frem til 1981, hvor "det fremskudte dige" blev etableret. Kystdirektoratet anbefaler ingen ekstra kystsikring på denne strækning. Nationalpark Vadehavet er en del af UNESCO's verdensarv på grund af sin enestående naturværdi, som vil blive fremmet yderligere ved at gendanne disse saltmarsker.

B: Saltmarskpotentialet ved Overgaards dæmning ved Mariager Fjord. Landvindingen med landbrug for øje fandt sted i 1961-1965. En fjernelse af dæmningen har tidligere været diskuteret men uden resultat. Kystdirektoratet anbefaler kystsikring på strækningen, men ikke ved Overgaards dæmning.

C: Saltmarsk potentialet ved Gjør og Øland. Gjør og Øland var øer i Limfjorden frem til 1921. Dæmninger og dræning har dog siden gjort dem landfaste, og jorden udnyttes i høj grad til landbrug. De to øer kan dog let erkendes, når man kigger på saltmarskpotentialet. Kystdirektoratet anbefaler her kystsikring.

For mere information om Danmarks inddigede områder på www.dettafteland.dk.



Vegetation ved Ulvedyb mellem Øland og Gjørlø i Nordjylland. Her er der et stort potentiale for saltmarsk. Foto: Jeppe Najbjerg Hansen

Projektet Blå Skove

Blå Skove er et projekt støttet af Veluxfonden, som startede i 2019 i et samarbejde mellem Syddansk Universitet og Aarhus Universitet. Projektets formål er at kvantificere ålegræsenge og saltmarskers rolle som kulstofdræn og klimabuffer og undersøge muligheden for at inkludere disse bidrag i de nationale klimaregnskaber.

Yderlige læsning:

Moeslund JE, Arge L, Bøcher PK, Nygaard B, Svenning J-C. Geographically Comprehensive Assessment of Salt-Meadow Vegetation-Elevation Relations Using LiDAR. *Wetlands*. juni 2011;31(3):471–82

Aaberg M. Når Klimaet ændres: Nu bør vi acceptere oversvømmelser fra havet [Internet]. DR. 2021.

McLeod E, Chmura GL, Bouillon S, Salm R, Björk M, Duarte CM, m.fl. A blueprint for blue carbon: toward an improved understanding of the role of vegetated coastal habitats in sequestering CO₂. *Frontiers in Ecology and the Environment*. december 2011;9(10):552–60.

Gerwing TG, Davies MM, Clements J, Flores A-M, Thomson HM, Nelson KR, m.fl. Do you want to breach an embankment? Synthesis of the literature and practical considerations for breaching of tidally influenced causeways and dikes. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 30. oktober 2020;245:107024.

Graversen AE. Impacts of grazing livestock on the carbon stock and carbon sequestration in Danish saltmarshes. Specialrapport. Aarhus Universitet 2018. – Viderearbejdet til: Graversen A.E.L., Banta GT, Masque P, Krause-Jensen D. Carbon storage in Danish salt marshes in relation to grazing. *Limnology and Oceanography*, under review.



Ved at etablere nye saltmarsker på eksempelvis landbrugsjord kan man derfor øge biodiversiteten, fordi saltmarsken skaber et levested grundlag for en lang række planter og dyr.

Saltmarsker tilbageholder desuden næringsstoffer gennem planternes produktivitet og udfældningen af suspenderet materiale i havbunden. Dermed bidrager saltmarsker også til forbedret vandkvalitet.

Optimering af fremtidens saltmarsker

Fremtiden byder på mere regn, hyppigere stormfloder, højere vandstand og generelt vildere vejr. På lavbundsjordene vil kampen for at holde arealerne tørre blive en gradvist sværere proces med stigende omkostninger til følge. Og det betyder, at saltmarsker på ydersiden af diger og dæmninger kan blive fanget og klemte mellem dem og havet. Et fænomen kendt som “coastal squeeze”. Under worst case scenarier med en øget

vandstand på 1,35 meter, vurderes det, at 64-73% af alle nuværende danske strandenge kan drukne. Det betyder tab af store kulstofdræntjenester, som saltmarskerne bidrager med.

Løsningsmodellerne er mange, og en af dem, der blandt andet er brugt i Storbritannien, er at flytte digerne længere indlands, så saltmarskerne har plads til at udvikle og brede sig. Det har dog været med svingende succes. En anden løsning er helt at fjerne diger/dæmninger og tillade en naturlig kystdynamik, hvor saltmarsker naturligt indgår som en buffer. Denne løsning vil bidrage til en vildere og mere naturlig dynamik langs de danske kyster.

Kystdirektoratets seneste anbefaling er, at man accepterer og tillader oversvømmelser på visse kyststrækninger i Danmark. Specielt i de områder, hvor det er lavproduktiv landbrugsjord, som er

i fare for oversvømmelser, er tabet af infrastruktur minimalt. Kampen mod oversvømmelser og stormfloder er kort sagt for dyr i forhold til gevinsten.

Investering i en naturbaseret løsning

Saltmarskens mange funktioner opbygges gradvist, selvom det dog kan tage årtier før de genetablerede saltmarsker opnår de samme biologiske, hydrologiske og geologiske betingelser som allerede eksisterende saltmarsker. Det er i høj grad de enkelte områders udgangspunkt, og hvor effektivt man kan restaurere de naturlige dynamikker, som afgør tidshorisonten.

Genetablering af saltmarsker skal altså ses som en investering i en omstilling til et fremtidigt vådere og mere klimavenligt og biologisk mangfoldigt Danmark – en naturbaseret løsning, der bidrager til både kulstoftilbageholdelse, kystsikring, biodiversitet og vandkvalitet. ■