

Et får græsser i udmarken.
Foto: Bo Elberling

Forfatterne



Anders Bojen er kandidatstuderende.
twb613@alumni.ku.dk



Rose Cathrine Due er kandidatstuderende.
cnp760@alumni.ku.dk



Gyula Mate Kovács er postdoc. Han forsker i den rumlige udbredelse af landskabstyper og deres forandringer ved hjælp af remote sensing.
gmk@ign.ku.dk



Hans Frederik Engvej Hansen er ph.d.-studerende.
hfeh@ign.ku.dk



Bo Elberling er professor. Han forsker i processer i jordmiljøet herunder ændringer i arealanvendelse og drivhusgasser.
be@ign.ku.dk

Alle er ved Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Universitet.

SÅDAN KAN DE FÆRØSKE JORDER HJÆLPE KLIMAET



Jordbundsanalyser sammenholdt med satellitdata fra Færøerne giver viden om, hvordan man kan binde mere carbon i den færøske jord. At reducere arealet med græssende får kan få en stor effekt, mens det derimod er tvivlsomt, om det vil hjælpe meget at rejse skov, viser analysen.

De fleste forbinder klimaforandringer med billeder af smeltende is, ekstremt vejr og stigende havniveau. Færre er måske klar over, at jorden under vores fødder har afgørende betydning for mængden af drivhusgasser i atmosfæren, og at en hensigtsmæssig arealanvendelse samtidig kan være en del af løsningen. Færøerne hører til blandt de lande med størst CO₂-udledning per indbygger i verden, primært som en konsekvens af landets omfattende fiskeindustri. Det har åbnet en debat om, hvordan man kan nedbringe frigivelsen af drivhusgasser og samtidig bruge landskabet på en måde, der øger carbonoptaget i de færøske jorder. Som et led i den proces har vi kortlagt carbonpuljerne i jorden, og samtidig undersøgt hvad skovrejsning, genopretning

af vådområder og græssende får betyder, hvis man gerne vil trække mere CO₂ ud af atmosfæren, og gemme det i jorden. Det viser sig, at skovrejsning ikke altid er en god idé, men at færre får derimod kan være en effektiv måde at binde mere carbon (kulstof) i jorden.

For at kortlægge carbonpuljerne er det nødvendigt at kende både landskabets sammensætning og jordens anvendelse. Det særlige færøske landskab er fra gammel tid delt op i indmark og udmark, en opdeling som stadig eksisterer. Indmarken udgør de indhegnede, opdyrkede arealer omkring bygderne, hvor der dyrkes grøntsager, og græs til fårenes vinterfoder. Disse arealer finder man i bunden af dalene, hvor der er læ for vinden, og terrænet er tilstrækkeligt fladt til, at der kan

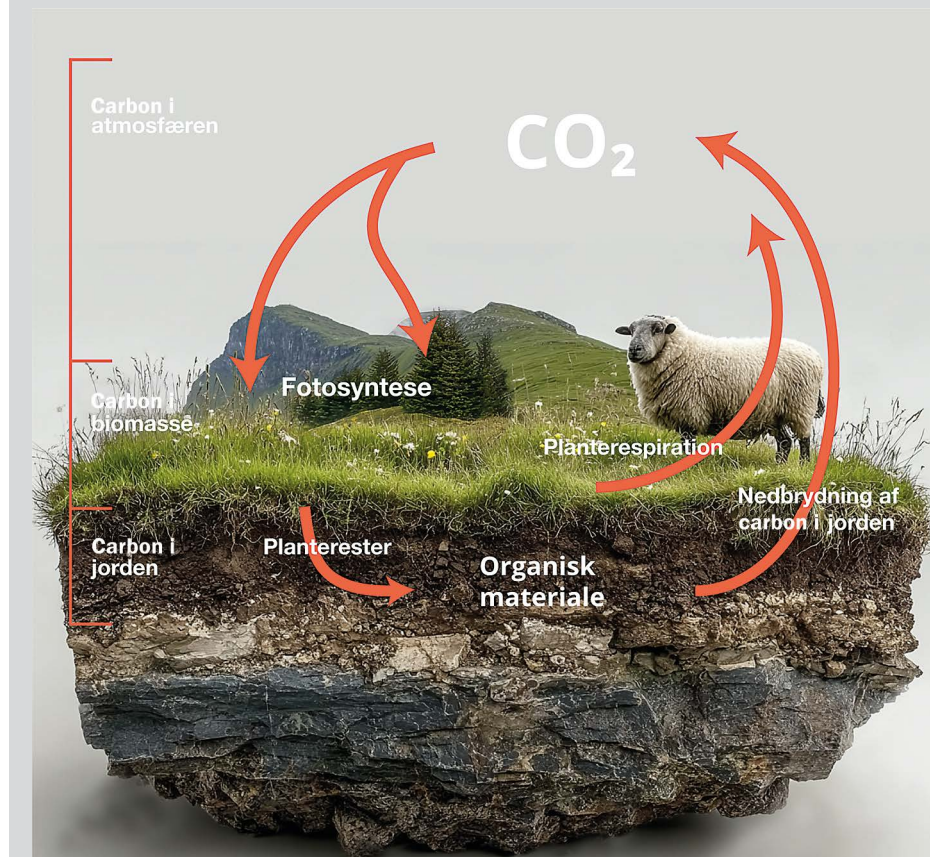
bygges huse, og jorden kan dyrkes. Det våde klima betyder, at store mængder nedbør samler sig i de flade dalbunde, og dræningskanaler, der leder vandet væk og gør jorden mere anvendelig, er en integreret del af landskabet her. Det betyder også, at mange vådområder, som i Danmark, er blevet drænet for at skabe mest muligt opdyrket areal. Udmarken, der udgør 76% af landets areal, er præget af stejle fjeldsider, som rejser sig til over 800 meters højde. Her findes gode vækstbetingelser for forskellige græsarter – året rundt græsser op mod 70.000 moderfår i landskabet, som hvert år får cirka 50.000 lam. Fårehold er dybt forankret i den færøske historie, kultur og livsstil. At Færøerne på dansk direkte betyder "fåreøerne" understreger, hvor central en rolle fårene har spillet.

Selvom Færøerne har begrænset naturlig skovvækst, har behovet for brændsel og rekreative områder siden begyndelsen af 1900-tallet ført til anlæggelse af plantager. De består primært af ikke-hjemhørende træarter hentet fra områder med lignende klima. I dag findes der 25 små plantager med et samlet areal på bare 0,6 km² – nogle med træer helt fra Patagonien.

Historiske pollendata, hentet fra bunden af søer på øen Sandø, peger på, at her aldrig har været en naturlig tæt skovvækst, som vi kender det fra Danmark. Der er dog fundet spor af piletræer, dun-birk og enebær. Bevoksningen har ændret sig i flere omgange, til dels på grund af klimaforandringer, men også som konsekvens af det stigende antal græssende får, som både holder bevoksningen nede og lægger pres på biodiversiteten. Dette er vigtig viden, eftersom mængden og typen af vegetation har stor indflydelse på, hvor meget carbon der ophobes i jorden i takt med, at planterne dør og delvist nedbrydes. I år 2000 blev der igangsat forsøg med heg-nede områder i udmarken – ikke for at holde fårene inde, men for at holde dem ude. Formålet var at undersøge, hvordan vegetationen udvikler sig uden påvirkning fra græssende får. Disse hegnede forsøgsplot indgår i vores indsamling af jorddata i samarbejde med Erla Olsen fra Færøernes Universitet. Vores resultater viser, at fraværet af får har givet markant mere carbon i de øverste jordlag her 25 år efter forsøgets start.

Feltmålinger koblet med satellitdata

Fra hver arealtype har vi taget jordprøver for at analysere carbonindholdet i de forskellige jordlag og dermed at kunne beregne, hvordan landskabets topografi og anvendelse hænger sammen med mængden af carbon i jorden. Jordprøver giver generelt gode målinger, men med den indbyggede udfordring, at de målte værdier er afgrænset til netop det sted, hvor jordprøverne er taget. Fordi der hverken er tid eller



Forsimplet illustration af carbonkredsløbet på Færøerne. Illustration: Anders Bojen

Økosystemer og carbonlagring

Økosystemer kan både være en kilde til og et dræn af CO₂ i forhold til atmosfæren. Planter optager CO₂ fra atmosfæren gennem fotosyntesen, og herved bliver carbon bundet i planternes biomasse. Når planter dør, transporteres en del af det organisk bundne carbon ned i jorden som dødt organisk materiale. Under iltrige forhold kan der gennem en række mikrobielle processer blive frigjort til atmosfæren som CO₂. Hvis forholdene er rigtige – for eksempel hvis jorden er fugtig og kold – sker nedbrydningen af organisk bundet carbon meget langsomt, og der kan ophobes store mængder carbon i jorden over tid.

Klimatiske og geografiske forhold bestemmer derfor i høj grad, hvordan carbonpuljerne fordeler sig over og under jorden. I et koldt og fugtigt klima som det færøske, vil op mod 90% af carbonindholdet på et givent areal være under jorden. Hvis den våde jord tørrer ud, for eksempel ved dræning, øges nedbrydningen af dødt organisk materiale. Netop derfor er der brug for en større bevidsthed om, hvordan den eksisterende carbonpulje i jorden beskyttes bedst muligt gennem en god forvaltning, samtidig med at jorden også kan bruges aktivt til at binde mere carbon.

ressourcer til at tage jordprøver i hver en afkrog af Færøerne, bygger vi i stedet på den antagelse, at hver jordprøve er repræsentativ nok til, at vi med en vis sandsynlighed kan sige noget om carbonindholdet for hele arealet af samme type.

Men hvornår er jorden våd nok til, at vi betegner det som et vådområde og ikke udmark, hvor mange km² skov findes der, og er der mon lige

meget carbon i jorden på toppen af fjeldet og i bunden af dalen, spørger geografen. Svaret på disse spørgsmål, og mange andre, er en forudsætning for at kunne vurdere carbonpuljernes størrelse og geografiske fordeling. Heldigvis er der hjælp at hente fra rummet, hvor talrige satellitter hver dag indsamler enorme mængder data. De nyeste satellitter gør os i stand til at overvåge store arealer med avancerede sensorer,



Opdelingen af det færøske landskab i indmark og udmark ses tydeligt. Indenfor hegnet dyrkes græs, og der er gravet dræningskanaler i regulære intervaller. Udenfor hegnet strækker udmarken sig op ad fjeldsiden. Foto: Bo Elberling



Forsøgsområde med hegnede arealer i udmarken. Til venstre for hegnet har fårene ikke adgang, og vegetationen er præget af højt græs, lyng og små buske. Til højre, hvor fårene græsser, er vegetationen lavere og mere ensartet. Foto: Bo Elberling

der ikke bare tager flotte billeder, men som også kan kigge gennem skyer, give detaljeret viden om terrænets hældning, mængden af vand i vegetation og meget andet.

Brugen af satellitdata er blevet et centralt værktøj i klimaforskningen. Analyse af satellitdata giver mulighed for at se de store sammenhænge i en skala, som er svært at opnå gennem feltmålinger alene. Ved hver ny overflyvning sendes nye data ned til os, så vi kan følge udviklingen i store økosystemer over tid. I denne undersøgelse har

værktøjer til analyse af satellitdata blandt andet gjort det muligt for os at registrere små forandringer i vegetationen, vurdere variationer i jordfugtighed og knytte mønstre i vegetationen til områder, hvor får græsser. Alt sammen for at kunne bringe den detaljerede viden vi har fra jordprøverne op i en skala, der dækker hele Færøerne.

Carbonlagring i vådområder

Ikke overraskende er der mest carbon lagret i de færøske vådområder. De våde betingelser i jorden betyder, at dødt plantemateriale

ikke nedbrydes så hurtigt, og derfor opbygges tykke, carbonrige jordlag. I fjeldområderne er carbonlagringen begrænset af, at grundfjeldet ofte ligger tæt under overfladen. Resultater som disse er vigtige at sætte ind i en geografisk kontekst. Ifølge vores kortlægning er der få reelle vådområder tilbage, og deres andel af den samlede carbonpulje udgør derfor kun 1-2%.

Man skal huske, at uden dræningskanalerne ville et langt større areal være at betragte som vådområde. Det rejser spørgsmålet: Hvad sker der, hvis dræningskanalerne dækkes til? Studier fra Island og vestlige Irland med et lignende nordatlantisk klima viser, at der er betydelige klimagevinster ved at sløjfe dræningen, og genoprette vådområderne. Det ligner plukning af en lavthængende frugt, som man ynder at udtrykke det i klimadebatten – altså et tiltag, som giver en stor effekt for en relativt lille indsats.

Omvendt er dræningskanalerne jo gravet af en grund. Den færøske natur byder på få arealer, der egner sig til græsdyrkning, og dem har man villet udnytte bedst muligt. Behovet for arealer til græsdyrkning hænger dog tæt sammen med fårebestanden og produktion af foder. Reduceres antallet af får, falder efterspørgslen på foder tilsvarende – det kunne frigive arealer i indmarken, som i dag holdes tørre med dræning.

Færre får

Ifølge kortlægningen findes mere end 80% af carbonpuljen i udmarken. Vi har taget jordprøver fra udmarkarealer, der afgræsses af får, og sammenlignet dem med prøver fra nærliggende arealer, hvor får ikke har haft adgang siden år 2000. På de afgræssede arealer viser prøverne 14 kg carbon pr. m² i den

øverste halve meter jord, mens der på de ikke-afgræssede arealer er hele 24 kg carbon pr. m² – altså tæt på en fordobling af carbonindholdet.

Med denne viden har vi beregnet et scenarie, hvor 10% af udmarken hegnes, så fårene ikke har adgang. Ifølge vores beregninger giver det en øget årlig binding på 35.900 ton carbon – svarende til cirka 132.000 ton CO₂ – fra atmosfæren og ned i jorden. For at sætte det tal i perspektiv, udgør det op mod 13,5% af Færøernes årlige CO₂-udledninger. Beregningen rummer usikkerheder, men det ændrer ikke på, at der er tale om en betydelig reduktion, som ovenikøbet kan opnås billigt. Fåreholdet betyder nemlig relativt lidt for den færøske økonomi.

Skovrejsning på Færøerne

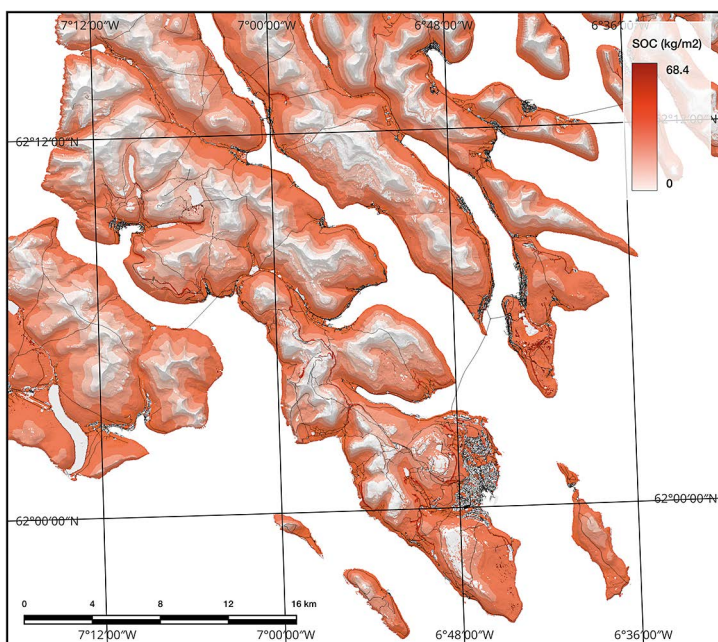
Formålene med at plante skov på Færøerne er mange. Ønskerne har blandt andet omfattet flere træer til rekreative værdier, læ, erosionskontrol og CO₂-binding via fotosyntesens optagelse af CO₂. Gode og vigtige formål, men er skovrejsning nødvendigvis en effektiv måde at binde CO₂ på under betingelser som de færøske?

Der er flere udfordringer med skovrejsning her, som har indflydelse på den samlede carbonbinding i skoven. Skovvæksten i de 25 små plantager er spredt, og træerne bliver ikke særlig høje, og det betyder, at mængden af biomasse, og dermed mængden af carbon, bliver betydeligt mindre sammenlignet med skove længere mod syd. Dertil kommer, at den våde jord ofte drænes, så træerne bliver mere rodfaste – med for meget vand risikerer rødderne at rådne. Den opmærksomme læser har måske allerede gættet ulempen her. Dræning af jorden kan betyde et øget tab af carbon fra jorden til atmosfæren, og effekten af skovrejsningen er således i minus fra starten. Vores resultater underbygger denne hypotese: I jorden under den drænede skov målte vi 12,6 kg carbon per m² – altså mindre end i udmarken, hvor jorden får lov at passe sig selv. Vi har sammenlignet vo-



Foto: Elise B. Elberling

Jordbundsanalysen starter med indsamling af jordprøver. Der tages ringprøver i fire forskellige dybder, så ændringer af carbonindholdet i dybden kan analyseres. Det øverste jordlag er en anelse mørkere på grund af et højere carbonindhold.



Kort over carbonpuljer i jorden for et udsnit af Færøerne, angivet i enheden kg carbon per m² i den øverste halve meter. Illustration: Anders Bojen & Cathrine Rose Due

res resultater med studier fra Norge, Island og Skotland, og konklusionen er rimelig klar. Klimagevinsten ved skovrejsning på Færøerne vil være meget lille, hvis overhovedet nogen.

Sammenfattende kan vi konkludere, at det ikke nødvendigvis er en god idé at male med den brede skovpensel alle steder. Analyse af lokale processer og brug af jorden er afgørende for at forstå, hvad der virker netop her. En reduktion af

fårebestanden giver mere biomasse over jorden og dermed øget carbonlagring i jorden. Samtidig mindskes behovet for foder, hvilket igen øger incitamentet til at tilbageføre opdyrkede arealer til vådområder. I det globale klimaregnskab har Færøernes forvaltning af jorden og landskabet en ganske lille effekt, men undersøgelser som denne kan højne vores bevidsthed om, hvordan landskabet kan bidrage til både carbonlagring og klimahandling. ■

Projektet er delvist finansieret af Global Wetland Center ved Københavns Universitet, som er finansieret af Novo Nordisk Fonden.

Videre læsning

Kaj Sand-Jensen, Marta Bauman, Lars Båstrup-Spøhr og Hans-Henrik Bruun (2021): Hvilken natur kan vi få på våde lavbundslande? *Aktuel Naturvidenskab* nr. 6.

Veihe, A., Thers, M. (2007): Pedogenesis and root development in a complex geomorphologic setting of the Faroe Islands. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 38, 293–314.

Verbrugge, L.N.H. et al (2022): Navigating overgrazing and cultural values through narratives and participatory mapping: a socio-cultural analysis of sheep grazing in the Faroe Islands. *Ecosyst. People* 18, 289–302.

Elberling, Bo., Kovács, G.M., Bojen, A., Due, R.C., Hansen, H.F.E. & Erla Olsen (2025) Soil carbon stocks and storage potential in relation to land use changes in Faroese soils (artikel-udkast)