

Et grønnere klima

Maj 2025

Undervisning i

NATURBASEREDE LØSNINGER



CENTER FOR MAKROÖKOLOGI,
EVOLUTION OG KLIMA
KØBENHAVNS UNIVERSITET

SDU

Et grønnere klima

Et grønnere klima er et klimaundervisningsprojekt om naturbaserede løsninger. Vi har udviklet en række elevaktiverende, virkelighedsnære og løsningsorienterede undervisningsmaterialer og -aktiviteter til fællesfaglige forløb i naturfagene i udskoling.

Vi har udviklet forløbene i tæt samarbejde mellem forskere fra Syddansk Universitet og Københavns Universitet, didaktiske udviklere og erfarne lærere for at sikre relevante materialer af høj faglig kvalitet baseret på den nyeste forskningsviden.

Vi er glade for at kunne tilbyde lærere og elever i hele landet undervisningsmaterialer om et højaktuel og vigtigt emne. Vi håber, at lærerne vil bruge forløbene, gøre dem til deres egne og dele dem med kollegaer på tværs af naturfagene.

Naturbaserede løsninger er tiltag, som med udgangspunkt i naturen imødegår klimaforandringer og andre store udfordringer som f.eks. forurening, fødevarer sikkerhed og sikring af rent vand, samtidig med at de gavner biodiversiteten.

Naturbaserede løsninger handler om bevarelse og genopretning af naturlige økosystemer, øgning af naturarealet samt de samfundsgoder, som økosystemerne kan levere. Sagt på en anden måde: man arbejder *med* naturen i stedet for *imod* naturen.

Der er et kæmpe klimapotentiale i at mindske udledningen og øge bindingen af drivhusgasser og lagring af kulstof ved at beskytte, bevare og genoprette naturen.

Undervisning i naturbaserede løsninger er på mange måder oplagt. Emnet er ikke alene mere aktuelt end nogensinde, men det bygger også på kernestof i naturfagene. Her er mulighed for at arbejde med kendt stof på nye måder, når f.eks. kulstofkredsløbet, drivhuseffekten og fotosyntesen

sættes i spil med nye perspektiver og konkrete undersøgelser i lokal natur.

Med naturbaserede løsninger er der noget, vi kan gøre her og nu, som har positive konsekvenser på flere fronter. Det er fyldt med dilemmaer og valg, men også håb og handlemuligheder.

Alle materialer og ressourcer er gratis tilgængelige på www.gronnereklima.dk samt på Gyldendals fagportaler.

De fire forløb om skov, ålegræs, sø og mose samt mangrove rummer rigt illustrerede fagtekster, modeller, videoer med forskere, inspiration til feltarbejde og flere andre aktiviteter.

Det overordnede mål er at give eleverne viden om konkrete klimatiltag samt at knytte elevernes egne undersøgelser af naturen til de globale klimaproblemer og mulige naturbaserede løsninger.

I denne udgivelse om undervisning i naturbaserede løsninger går vi bag om undervisningsmaterialet. Vi har samlet en række eksperter, der på hver deres måde belyser aspekter af emnet – naturvidenskabeligt, pædagogisk og didaktisk. God læselyst!

Tak til alle forfatterne på denne udgivelse og vores medredaktør Andreas Egelund Christensen.

Tak til Villum Fonden for støtten til 'Et grønnere klima' og denne udgivelse.

Karsten Elmose Vad, Katrine Minddal og Carsten Rahbek, Center for Makroøkologi, Evolution og Klima, Globe Institute, Københavns Universitet. Gary Banta og Marianne Holmer, Syddansk Universitet.

INDHOLD

Indhold

- 4 // Klimaundervisning med forskning, fakta, håb og handlekraft
- 8 // Naturbaserede løsninger: definitioner og kriterier
- 12 // Naturbaserede løsninger kræver tværfaglighed
- 18 // Fra undersøgelse af lokal natur til abstrakt klimastof
- 24 // Feltfigurer i naturfag: kreativitet og æstetik i modellering
- 32 // Den gode felttur er den, som bliver til noget
- 38 // Hvor meget kulstof er der egentlig i en skov? Beregninger og faglige overvejelser bag skovsimulatoren
- 46 // Genskabte vådområder giver mange gevinster
- 54 // Pædagogisk mod til bæredygtighed Dunkle og utopiske perspektiver på naturbaserede løsninger
- 60 // Formidling om et klima i hastig forandring

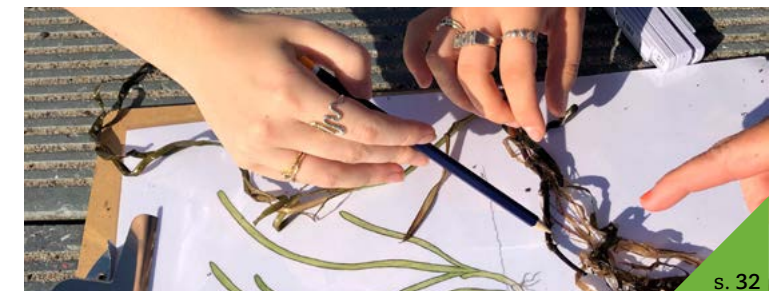
Et grønnere klima – undervisning i naturbaserede løsninger



s. 8

Naturbaserede løsninger: definitioner og kriterier

Der findes i dag forskellige definitioner på naturbaserede løsninger. EU's definition er for eksempel meget bred og forudsætter ikke, at løsningen skal være økosystembaseret.



s. 32

Den gode felttur er den, som bliver til noget

Så meget kan gå galt, når naturfagsundervisningen flytter i felten! Det er både nemmere, hurtigere og billigere at blive hjemme. Men også fattigere. Derfor er mit bud på gode felttur: Den, som bliver til noget.



s. 60

Formidling om et klima i hastig forandring

En klimadiskussion om dommedag ses af og til i den offentlige klimadebat. Spørgsmålet er, om der bevidst formidles og diskuteres med det specifikke fokus at skræmme befolkningen, ved at til- og fravælge forskellige klimapointer.

Et grønnere klima

Redaktion:
Andreas Egelund Christensen
aec@ign.ku.dk

Karsten Elmose Vad
kevad@sund.ku.dk

Katrine Minddal
katrine.minddal@sund.ku.dk

Særnummer

© Center for Makroøkologi, Evolution og Klima
Ikke-kommerciel udnyttelse tilladt med kildeangivelse

Layout og ombrydning:
Orla Hjort
www.orlahjort.dk
Tlf. 6130 3832
Tryk: Narayana Press. Oplag: 3500
ISSN 0105-4848

Forsidefoto:

Kystskrænt ved Tønballeskov.
Foto: Rune Johansen, Droneer.dk

Af: Ole Laursen

KLIMAUNDERVISNING MED FORSKNING, FAKTA, HÅB OG HANDLEKRAFT



Udplantning af mangrovetræer. Foto: Kim Cuong Nguyen Trang / Ocean Image Bank.

I Villum Fonden arbejder vi for en oplyst verden. Det gør vi ved at støtte teknisk og naturvidenskabelig forskning og uddannelse, samt miljømæssige, sociale og kulturelle formål i ind- og udland. Villum Fonden er en af Danmarks største almennyttige fonde, stiftet af civilingeniør Villum Kann Rasmussen – VELUX vinduets opfinder og grundlægger af VKR Holding A/S. I 2021 og 2022 har vi gennem uddelingsområdet Børn, Unge og Science uddelt 42 millioner kroner til 23 projekter, der arbejder med klimaundervisning for grundskole, gymnasier og erhvervsuddannelser. Et grønnere klima er et af de 23 projekter, som leverer nye konkrete undervisningsmidler, undervisningsforløb, viden, erfaringer og kompetenceløft af undervisere på klimaområdet.

Klimaundervisningens udfordringer

Vi har fra starten været meget opmærksomme på de særlige udfordringer, man løber ind i, når man som underviser skal give sig i kast med undervisning i globale kriser og potentielle uhyggelige, dystopiske fremtider.

På den ene side skal den information og viden, som børn og unge præsenteres for i forhold til klimaforandringer, udfordringer og løsninger, naturligvis baseres på forskning og fakta. På den anden side skal undervisningen klæde børn og unge på til selv at arbejde med konkrete løsninger på de mange udfordringer, der automatisk følger med klimaforandringerne. Det kræver viden, færdigheder, vilje og handlekraft i mange arenaer, og det kræver indsigt i, hvor man kan være med til at gøre en forskel.

Det er vigtigt, at vi ikke alene fokuserer på egne adfærdsændringer eller teknologiske løsninger. Der

bør f.eks. også være fokus på de politiske beslutninger og prioriteringer, som er med til at gøre en stor forskel. Corona har om noget lært os, at politisk vilje hurtigt kan skabe store forandringer. Borgeren, forskeren og politikerne bør arbejde sammen om varige og effektive løsninger. Underviserne i naturfagene bør arbejde sammen med undervisere i andre fag som f.eks. samfundsfag, dansk, billedkunst og historie om spændende klimaundervisning.

Og hvad har vi så lært?

Vi har oplevet, at mange projekter bygger på konkrete erfaringer og det solide fundament, vi i Danmark siden starten af 1990'erne har skabt, med udvikling af demokratisk miljøundervisning, uddannelse for bæredygtig udvikling og verdensmålsundervisning. Her arbejdes med handlekompetence som mål og med konkrete, virkelighedsnære problemstillinger,



Kristin Hoel / Unsplash

hvor eleverne inddrages og oplever, at de faktisk godt kan tage kvalificeret stilling til spillet mellem natur, teknologi og menneske – og arbejde med de tilknyttede samfundsmæssige og etiske problemstillinger.

Vi har også lært, at der er rigtig mange dygtige, engagerede og kreative undervisere, der kan blive ved med at få gode ideer til nye undervisningsforløb og didaktiske greb, der fungerer i klimaundervisningen. God klimaundervisning og dygtige undervisere kan blæse klimaangst, klimatræthed og klimaapati ud af klasseværelset, og erstatte det med håb og handlekraft i rejsen mod en grønnere og mere bæredygtig fremtid. Vi skal tro på det, og vi skal understøtte undervisere og elever med gode undervisningsforløb, mulighed for kompetenceløft, netværk, dilemmaer og gode løsninger på tværs af fag og handlearenaer.

Mulige fremtider

I en rapport fra EVA (Danmarks Evalueringsinstitut) fra januar 2025, "Unge perspektiver på klimaforandringer og klimaundervisning", føler 47 % af de unge på ungdomsuddannelserne sig bange, 35 % føler sig skamfulde, og 56 % oplever sig som sig magtesløse, når de tænker på klimaforandringer. Den generelle tendens i undersøgelsen er, at jo mere de ved om klimaforandringer, des mere bekymrede er de unge.

Det giver mening for de fleste af os. Vi voksne kan også være bange. Men vi skal også kende og arbejde med flere mulige fremtider og hjælpe børn og unge til - gennem klimaundervisning - at erhverve både relevant viden, mod på og lyst til at arbejde med adfærdssændringer, teknologiske løsninger og demokratiske beslutningsprocesser.

Du kan finde de fleste støttede klimaundervisningsforløb hos verdenstimen.dk eller på projekternes egne hjemmesider.



Ole Laursen
Uddelingschef for Børn, Unge og
Science i Villum Fonden



NATURBASEREDE LØSNINGER: DEFINITIONER OG KRITERIER

Af: Ann-Katrine Garn

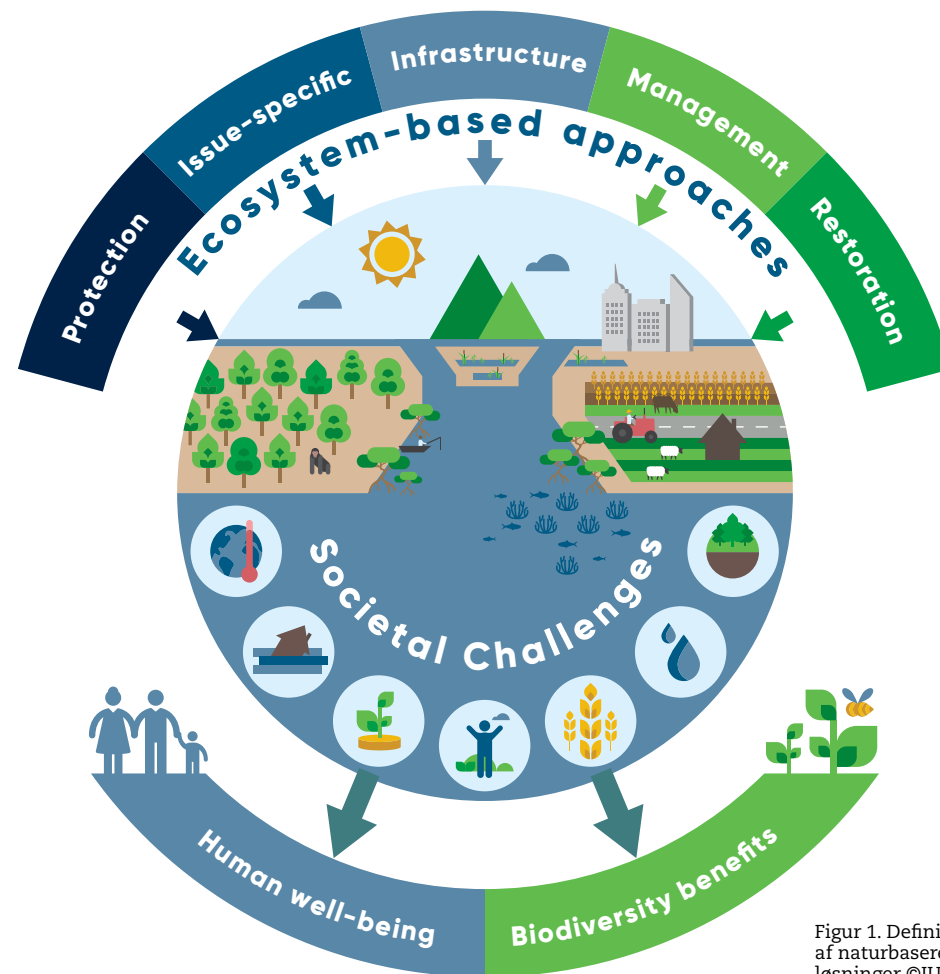
I 2019 rapporterede IPBES Global Assessment, at omkring 25 % af dyre- og plantearter er vurderet på IUCN's globale rødliste som udryddelsestruede pga. overudnyttelse og ødelæggelse af levesteder. Der er ingen tvivl om, at biodiversitetskrisen er over os, og at både arter, økosystemer og genetisk diversitet forsvinder med hastige skridt samtidig med at naturens ydelser, såsom frugtbar jord og rent vand, forringes. Flere internationale ekspertorganer, heriblandt IPCC og IPBES, peger derfor på nødvendigheden i at integrere "naturbaserede løsninger" i arbejdet med at modvirke fattigdom, klima- og biodiversitetskrisen.

Traditionelt løses samfundsmæssige udfordringer ofte ved hjælp af 'hårde' løsninger, som for eksempel floddiger for at forhindre oversvømmelser og pesticider for at beskytte afgrøder mod skadedyr. Diger er dyre og kræver meget vedligeholdelse, og pesticider dræber ikke kun skadedyr.

Naturbaserede løsninger kan vende dette rationelle, da det er mere effektivt at arbejde med naturen frem for imod den. Formålet med naturbaserede løsninger er at håndtere samfundsmæssige udfordringer samtidigt med at beskytte, genoprette og forvalte økosystemer bæredygtigt. Dermed kan man sikre både menneskelig trivsel og understøtte biodiversiteten.

IUCN står for International Union for Conservation of Nature, og er verdens største og ældste netværksorganisation for naturbevarelse, med det mål at fremme bevarelse og bæredygtig udnyttelse af naturlige ressourcer ved at samarbejde med blandt andet regeringer og NGO'er. I 2009 formulerede IUCN, sammen med Verdensbanken, den første formelle definition af naturbaserede løsninger. Efterfølgende har IUCN udviklet et naturbaseret løsningsværktøj, som består af tre dele: en global standard *IUCN Global Standard for Nature-based Solutions*, en vejledning til anvendelsen af standarden og et online selvevalueringsværktøj.

Der findes i dag forskellige definitioner på natur-

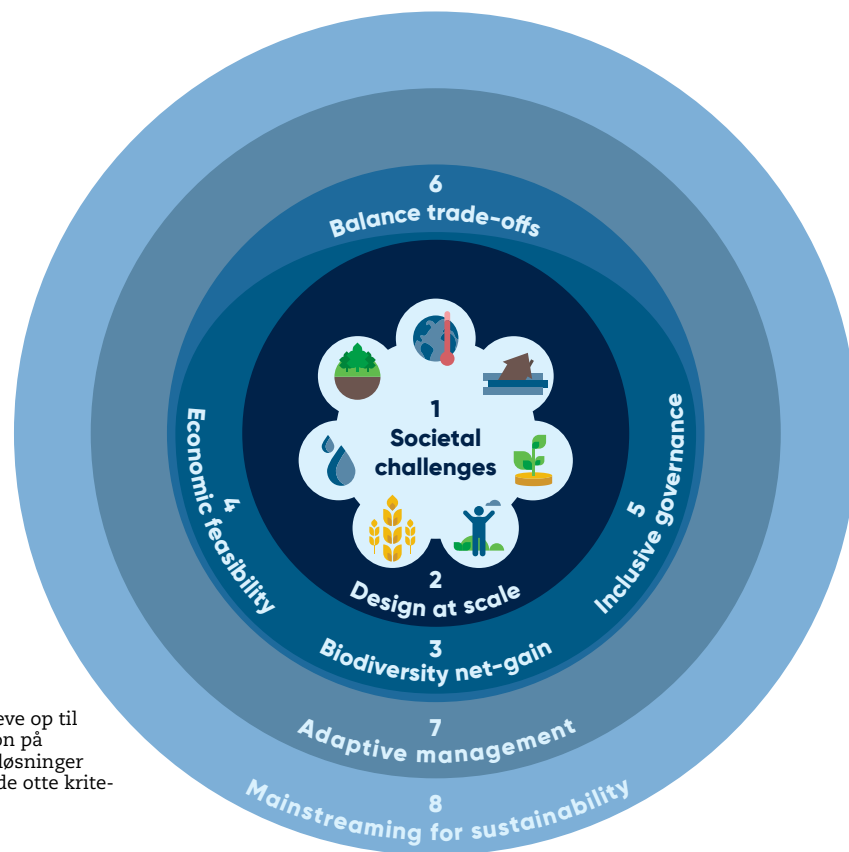


Figur 1. Definition af naturbaserede løsninger ©IUCN

baserede løsninger. IUCN's definition lyder således: "Naturbaserede løsninger er tiltag til at beskytte, bæredygtigt forvalte og genoprette naturlige og modificerede økosystemer på måder, der adresserer samfundsmæssige udfordringer effektivt og adaptivt, for at give både menneskelig trivsel og samtidig bidrage positivt til biodiversiteten".

IUCN's definition er langt hen ad vejen magen til FN's definition (se boks). Derimod er EU's definition langt bredere og forudsætter ikke, at løsningen skal være økosystembaseret: "Løsninger, som er inspireret eller understøttet af naturen, som er omkostningseffektive og samtidig gavner miljømæssigt, socialt og økonomisk og opbygger resiliens." EU's definition kan dermed være med til at udvande og skabe forvirring om hvad naturbaserede løsninger egentlig er.

FN's Miljøprogram (UNEP) definition: "Handlinger rettet mod at beskytte, bevare, genoprette og bæredygtigt forvalte naturlige eller modificerede terrestriske, ferskvands-, kyst- og marine økosystemer, som adresserer sociale, økonomiske og miljømæssige udfordringer effektivt og tilpasningsdygtigt, samtidig med at det giver menneskers velvære, økosystemtjenester, modstandskraft og biodiversitetsfordele."



Figur 2. For at leve op til IUCN's definition på naturbaserede løsninger skal man opfylde otte kriterier ©IUCN

Otte kriterier

Den globale standard er udviklet for at sikre en høj integritet og er bygget op om 8 kriterier:

1. Løsningen skal adressere en samfundsmæssig problemstilling, som ikke må være tab af biodiversitet.
2. Design og skala, som sikrer grundlag for velfungerende økosystemer, og som samtidig tager højde for både sociale og økonomiske forhold.
3. Der skal sikres øget biodiversitet.
4. Økonomisk bæredygtighed.
5. Anerkendelse og involvering af relevante stakeholders.
6. Retfærdig og transparent proces, når fordele og ulemper for involverede vurderes.
7. Løsningerne skal implementeres og forvaltes adaptivt, så man kan lære af opnåede erfaringer og justere forvaltningen for at opnå det bedste udkomme.
8. Løsningerne skal designs og forvaltes med henblik på langsigtet bæredygtighed, og for at udbrede kendskabet vil strategisk kommunikation være nødvendig.

Sammen med 28 tilhørende indikatorer, skal de 8 kriterier hjælpe projektejerne i anvendelse af standarden, og i sidste ende også forbedre effektiviteten, bæredygtigheden og tilpasningsevnen af projektejerens naturbaserede løsning. Selvvurderingsværktøjet skal hjælpe projektejerne igennem alle 8 kriterier og de 28 indikatorer, og i sidste ende lede projektejerne hen til, hvorvidt deres naturbaserede løsning opfylder IUCN's standard.

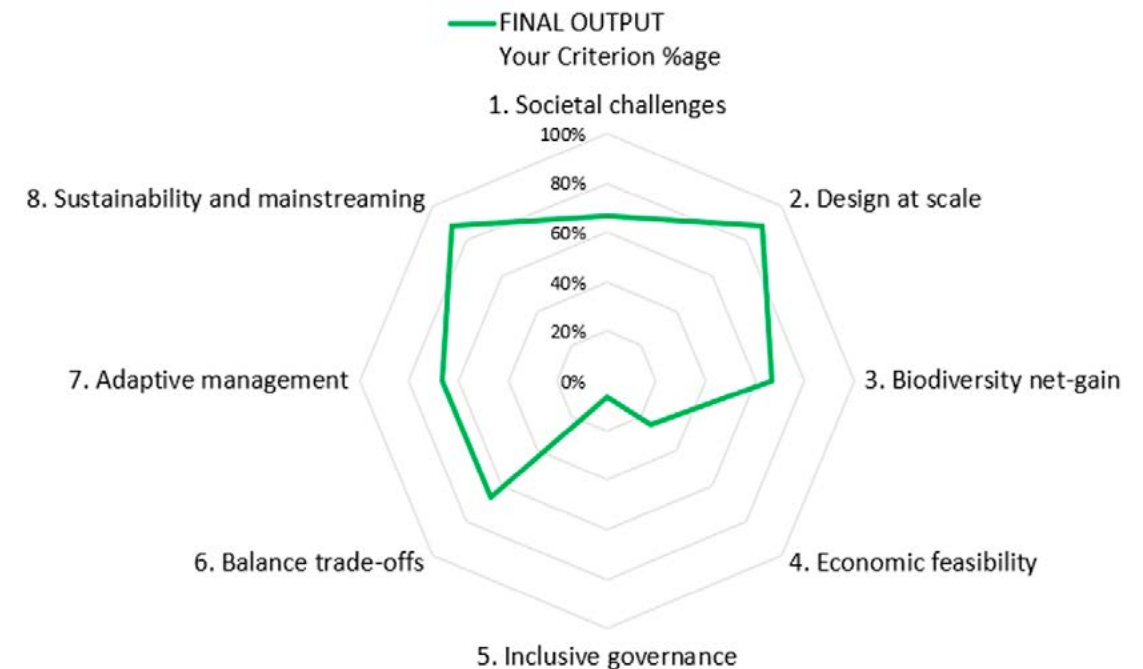
Efter udfyldelse af selvvurderingsværktøjet bliver der genereret et overblik i form af et edderkoppe-diagram, som viser hvordan projektet opfylder IUCN's standard for de 8 kriterier.

Naturbaserede løsninger i Norden

Med de omfattende krav i IUCN's definition på hvad en naturbaseret løsning er, er det ikke et hvilket som helst tiltag, som kan anses for at være en naturbaseret løsning.

Nordisk Ministerråd har udgivet en rapport om de nordiske landes viden om, og anvendelse af, naturbaserede løsninger. Her peger de på, at genopretning af vådområder kan være med til at løse samfunds-

NbS self-assessment overview



Figur 3. Edderkoppe-diagram af en fiktiv vurdering ©IUCN

mæssige problemstillinger. Et af pilotprojekterne i rapporten er Assens Kommunes projekt Holmehave. Det er et stort og ambitiøst naturprojekt på 800 hektar, som skal sikre drikkevandsinteresser, skovrejsning, etablering af vådområder samt den lokale befolknings rekreative behov.

Nordisk Ministerråd har efterfølgende ønsket at få dette projekt vurderet i forhold til IUCN's standard med det formål, at det vil bidrage til at kvalificere fremtidige projekter i Norden. Vurdering af Holmehave viste, at projektet opfylder kriterierne, og kan anses for at være en naturbaseret løsning efter IUCN's standard. Vurderingen kan bruges som inspiration og læring, og som en indgang til at anvende IUCN's værktøj. Det er det første projekt, som er vurderet efter IUCN's standard i Norden.

Hør professor Carsten Rahbek fortælle om naturbaserede løsninger og klima.



Ann-Katrine Garn
Formand for den danske IUCN nationalkomite, naturbevarelseschef i ZOO København



NATURBASEREDE LØSNINGER KRÆVER TVÆRFAGLIGHED

Af: Marianne Holmer

Naturbaserede løsninger er blevet et centralt emne i kampen mod klimaforandringer og forbedring af miljøkvaliteten på land og i vand. Disse løsninger, som omfatter alt fra genoprettelse af vådområder til skovrejsning og kystbeskyttelse, bygger på naturens egne processer og kræver en dyb forståelse af de komplekse økosystemer, de er en del af. For at implementere naturbaserede løsninger effektivt er det nødvendigt med en tværfaglig tilgang, der inddrager viden fra forskellige fagområder. I denne artikel vil jeg argumentere for, hvorfor tværfaglighed er afgørende for naturbaserede løsninger, med særligt fokus på havmiljøet og ålegræs.

Ålegræs spiller en afgørende rolle for de kystnære økosystemer i Danmark. Foto: Troels Lange

Tværfaglige emner kræver tværfaglige indsatser

Tværfaglighed i uddannelse og forskning er ikke blot en fordel, men en nødvendighed, når det kommer til komplekse miljøproblemer. Naturbaserede løsninger i havet kræver ofte samarbejde mellem biologer, oceanografer og miljøøkonomer, og engagering af lokalsamfundet i den praktiske udførsel og efterfølgende overvågning. For eksempel kan genoprettelse af et ødelagt ålegræsbed eller en braklagt landbrugsjord ikke opnås ved blot at plante nye planter eller træer. Det kræver en forståelse af de biologiske processer, der styrer væksten, de fysiske forhold, der påvirker miljøet, de økonomiske incitament, der kan fremme eller hæmme indsatsen, og den sociale accept og deltagelse fra lokalsamfundet.

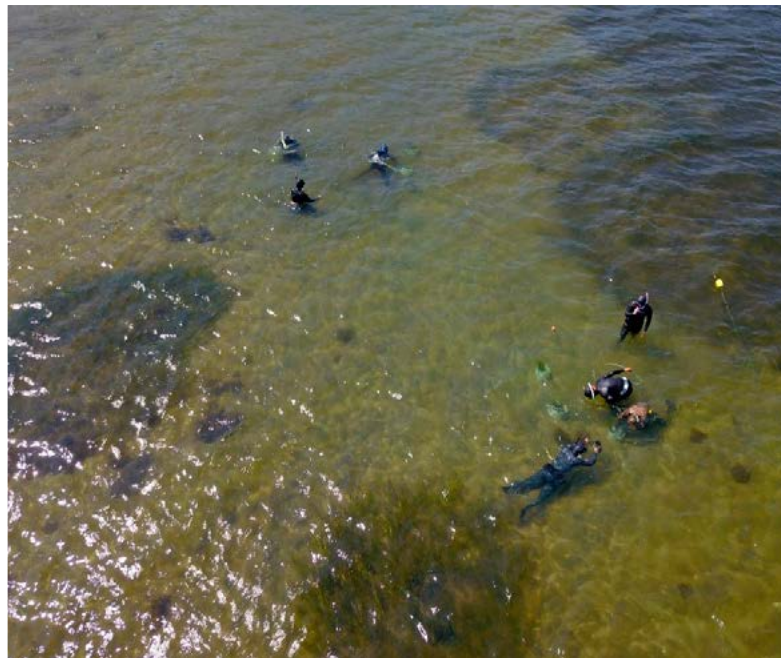
Ålegræs som naturbaseret løsning

Havmiljøet er et område, hvor naturbaserede løsninger kan have stor betydning. Et godt eksempel er ålegræs, som spiller en vigtig rolle i kystnære økosystemer. Ålegræsenge fungerer som levesteder for mange marine arter, beskytter kystlinjer mod erosion og hjælper med at opretholde god vandkvalitet ved at optage næringsstoffer. Ålegræsenge kan bidrage til det globale kulstofkredsløb ved at optage CO₂ og binde kulstof i havbunden. Men ålegræsenge er truet af mange forskellige presfaktorer, herunder kvælstofudledning fra landbruget.

Når skaden er sket, er det ikke bare lige at reetablere ålegræs. Genoprettelse kræver en dyb forståelse af de mange faktorer, der påvirker ålegræssets vækst og overlevelse. For eksempel spiller vandkvaliteten en afgørende rolle. Forurening fra landbruget i form af udledning af kvælstof fører til eutrofiering, som reducerer vandets klarhed og forhindrer sollys i at nå ålegræsset. Strømforskel, vindpåvirkning og sedimenttype påvirker også ålegræssets evne til at slå rod og vokse.

Hvorfor kan man ikke bare plante ålegræs ud?

Det er en almindelig misforståelse, at man bare kan plante ålegræs ud og forvente, at det vil trives. I virkeligheden er genoprettelse af ålegræsenge en kompleks proces, der kræver nøje planlægning og overvågning. Biologer skal forstå de specifikke krav til ålegræssets vækst, herunder lys, næring og eventuelle biologiske faktorer, som høj tæthed af sandorme eller høj forekomst af krabber, som forhindrer forankring af udplantede frøspirer. Oceanografer kan bidrage med viden om vandstrømme og sedimentdynamik, som påvirker ålegræssets evne til at etablere sig. Miljøøkonomer kan analysere de omkostninger og fordele, der er forbundet med genoprettelsesprojekter, og udvikle incitament til at opnå økonomisk støtte for at fremme naturgenopretning. Citizen science, hvor lokale borgere deltager i overvågning og genoprettelse, kan også spille en vigtig rolle ved at øge den sociale accept og ejerskab af projekterne.



Udplantning af ålegræs er en kompleks opgave, der kræver at mange forskellige fagligheder inddrages, for at det kan lykkes. Her er sportsdykkerne fra Andkær Vig i gang med udplantning. Foto: SDU og Vejle Kommune.



Kystmiljø med ålegræs.
Foto: Karsten Elmose Vad

Tværfaglig tilgang til ålegræsgenoprettelse

En vellykket genoprettelse af ålegræsenge kræver en integreret tilgang, der inddrager alle disse fagområder. For eksempel kan et genoprettelsesprojekt starte med en grundig vurdering af de fysiske, kemiske og biologiske forhold i det område, hvor ålegræsset skal plantes. Dette kan omfatte målinger af vandkvalitet, strømforhold og sedimenttype. Biologer kan derefter vælge de mest egnede lokaliteter og udvikle metoder til at plante frøspirer på en måde, der maksimerer deres chancer for overlevelse. Ofte vil man starte med en testudplantning før denne opskaleres. Derudover kan lokale borgere inddrages og trænes i at plante frøspirer og efterfølgende overvåge ålegræssets vækst og rapportere deres observationer.

Vigtigheden af naturbaserede løsninger

Naturbaserede løsninger er ikke kun vigtige for at genoprette ødelagte økosystemer, men også for at afbøde klimaforandringer. Mange af de teknologier, som er i spil for at reducere CO₂-koncentrationen i atmosfæren er endnu ikke udviklet eller er for dyre at implementere i stor skala. Naturbaserede løsninger, der bygger på naturens egne processer, kan være mere omkostningseffektive og bæredygtige på lang sigt. For eksempel kan genoprettelse af ålegræsenge hjælpe med at binde CO₂ og kulstof i havbunden, samtidig med at ålegræsenge beskytter kystlinjer mod erosion, forbedrer vandkvaliteten og skaber levesteder for marine arter, hvilket igen kan støtte fiskeri og turisme.

Behov for tværfaglighed

Tværfaglighed er afgørende for succesfulde naturbaserede løsninger. Ved at inddrage viden fra forskellige fagområder kan vi udvikle mere effektive og bæredygtige metoder til at tackle klimaforandringer og miljøudfordringer. Derfor er det vigtigt at kommende generationer uddannes til at arbejde tværfagligt. Havmiljøet og ålegræs er et godt eksempel på, hvordan en tværfaglig tilgang kan føre til vellykkede genoprettelsesprojekter. Ved at forstå og håndtere de mange faktorer, der påvirker ålegræssets vækst, kan vi beskytte og genoprette vigtige økosystemer og sikre en bæredygtig fremtid for kommende generationer.

Et grønnere klima' (www.gronnereklima.dk) er et tværfagligt undervisningsmateriale om naturbaserede løsninger. Det består af flere fællesfaglige forløb om bl.a. ålegræs og skov.



Marianne Holmer

Biolog og professor i kystøkologi
Dekan, Det Naturvidenskabelige
Fakultet, Syddansk Universitet





Bebyggelse grænser op til mangroveskov i Indien.
Foto: Srikanth Manneperi / Ocean Image Bank.

FRA UNDERSØGELSE AF LOKAL NATUR TIL ABSTRAKT KLIMASTOF

Af: Lene Møller Madsen

Forskningen har gennem mange år leveret data og tolkninger til at forstå klimaforandringerne og biodiversitetskrisen. Forskere har utrætteligt deltaget i nyhedsmedier og debatter om konsekvenserne af vores levevis. Bæredygtighed er skrevet ind i læreplaner både i grundskolen og gymnasiet, og enhver folkeskoleelev kender til verdensmålene og har arbejdet med affaldssortering. Unge klimaaktivister giver liv til protestbevægelser, og forskere i Science Rebellions holder aktioner i Københavns lufthavn og får taletid i pressen om brugen af privatfly.

Elever undersøger ålegræs på stranden.
Foto: Katrine Minddal



Alligevel sidder man med en fornemmelse af, at lige meget hjælper det. Den globale gennemsnitstemperatur steg igen i 2024, og den er nu 1,6 grader varmere end før industrialisering (Copernicus, 2025). Opfyldelse af Parisaftalen synes at være langt væk. Hvorfor kan vi ikke omsætte vores viden til konkrete handlinger?

En lille, men vigtig, del af dette komplekse spørgsmål handler om hvad der sker i naturfagsundervisningen. Her lægger vi grundstenen til kommende generationers forståelser og ageren. Den undersøgelsesbaserede tilgang til læring vinder indpas, selvom det går langsomt og har trange kår. Der udvikles nye undervisningsmaterialer som naturbaserede klimaløsninger, hvor elevernes arbejde med materialerne kan give en form for håb om, at naturen kan være med til at hjælpe os. I det hele taget vinder en mere følelsesmæssig og kreativ tilgang til naturfagsundervisningen frem, måske som svar

på hvordan vi giver eleverne handlekompetence og omsætter abstrakt viden til konkrete handlinger.

Så vi er i fuld gang med at forsøge at koble elevernes konkrete erfaringer i naturen med naturvidenskabelige begreber. Men hvad er forbindelsen fra det konkrete praktiske arbejde til den abstrakte klimateori, og hvordan hjælper vi lærerne med det? Et klassisk didaktisk spørgsmål.

Koble det praktiske med det abstrakte

I hans arbejde med at forstå det praktiske arbejde i naturfagsundervisningen og dets betydning for læring, argumenterer Jonathan Osborne (2005) for, at formålet med det praktiske arbejde er at hjælpe eleverne med at skabe forbindelser mellem ideerne om verden og det vi kan kalde den virkelige verden. Altså at forbinde lokal natur til abstrakt klimateori.

Hans ræsonnement er, at naturvidenskabens teorier og ideer om den materielle og levende verden

vi lever i, ikke opstår på baggrund af det praktiske arbejde med observationer og eksperimenter. Derimod skal vi forstå det praktiske arbejde som en del af en vekselvirkning mellem den verden vi undersøger, og de teorier vi har om verden. På den ene side undersøger vi, opstiller eksperimenter, indsamler, analyserer og tolker data, på den anden side er vi engageret i at formulere teorier om verden, udvikle hypoteser og forklaringer. Midt imellem har vi brug for at være i dialog om data, deres anvendelighed og validitet, vores forståelse af sammenhænge mellem data og teoretiske ideer, identificere uklarheder, argumentere og validere egne og andres ideer om verden. På samme måde med det praktiske arbejde i undervisningen: forståelsen af abstrakt klimateori opstår ikke på baggrund af elevernes praktiske arbejde, men i en vekselvirkning mellem det konkrete og det abstrakte. Det betyder, at vi som undervisere har en rolle i at være tydelige omkring, hvilke ideer

og teorier det praktiske arbejde er en del af og hvordan. (Osborne, 2005).

Vi har imidlertid ikke gode forudsætninger for at hjælpe eleverne til at skabe disse forbindelser mellem det praktiske arbejde og teorierne. Vi mangler didaktiske overvejelser over hvordan det kan gøres. Et skridt på vejen kan være at arbejde videre med – og konkretisere i en dansk sammenhæng – det internationale arbejde omkring forskellige tænke-måder i de naturvidenskabelige fag.

Et eksempel fra geografi

Internationalt har der været et stort arbejde med at udvikle og konkretisere spørgsmålet: hvad vil det egentligt sige at tænke geografisk (Bendl et al., 2024). Der er ikke konsensus og store forskelle i svaret, dog viser en sammenfatning af litteraturen, at det at tænke geografisk både handler om centrale begreber (interconnection, place, space, environment,

Træer opmåles med målebånd.
Foto: Karsten Elmose Vad



Opmåling og kortlægning af strand..
Foto: Karsten Elmose Vad





Elever på feltarbejde i en højmose
artsbestemmer og undersøger forskel-
lige tørvemosser.
Fotos: Karsten Elmose Vad

scale, time) og tilgange (inquiry, spatial thinking, system thinking, relational thinking, creative thinking, future thinking, metacognition) (Bendl et al., forthcoming). Dette arbejde spejles til dels i en dansk sammenhæng, hvor vi i læreplanerne tænker i både fagligt indhold og kompetencer. En undersøgelse af ni forskellige landes læreplaner for gymnasie-niveauet i geografi viste imidlertid, at selvom de i varierede grad indeholder elementer af begreber og tilgange, så er sammenhængen, det at lære at tænke geografisk, ikke skrevet ind i nogle af dem (Bendl et al., forthcoming).

Hvordan kommer vi videre?

Jeg vil argumentere for, at en måde at styrke forbindelserne mellem det praktisk arbejde og den abstrakte teori er, at elever lærer at tænke geografisk, tænke biologisk osv. startende i udskoling, som de kan tage videre og udbygge og konsolidere på ungdomsuddannelserne.

Men for at skabe undervisning, hvor eleverne lærer at koble deres konkrete erfaringer i naturen med den abstrakte klimaviden, skal vi måske til at tænke på at udvikle et begrebsapparat og en model, der kan støtte lærernes arbejde med at lære eleverne at tænke geografisk, biologisk osv.?



Litteratur

- Bendl, T., Storrøsaeter, H., Madsen, L.M., Trokšiar, D., Martinière, R., Liu, S., Serame, S., Mitchell, J.T., Bagoly-Simó, P., Duan, Y., Kidman, G. (forthcoming). An International Perspective on Geography Curriculums: Paving a Way forward for Geographical Thinking. International Research in Geographical and Environmental Education.
- Bendl, T., Krajňáková, L., Marada, M., & Řezníčková, D. (2024). Geographical thinking in geography education: a systematic review. International Research in Geographical and Environmental Education, 1–19. <https://doi.org/10.1080/10382046.2024.2354097>
- Copernicus (2025). Global Climate Highlights 2024, the 2024 Annual Climate Summary, 10th January 2025.
- Osborne, J. (2015). Practical work in science: Misunderstood and badly used. School Science Review, 96(357), 16–24.

Lene Møller Madsen
Professor, Institut for
Naturfagenes Didaktik
Københavns Universitet



FELTFIGURER I NATURFAG: KREATIVITET OG ÆSTETIK I MODELLERING

Af: Connie Svabo og Katrine Bergkvist Borch

Hvordan kan elever opleve naturvidenskabelig modellering som både kreativ og meningsfuld? Feltfigurer forener faglig forståelse og æstetiske læreprocesser – og man kan arbejde med dem ved kysten, på engen eller i skoven, eller i andre naturbaserede miljøer.



Feltfigur med graf.
Foto: Emma Emilie Andersen

Hvordan arbejder man med feltfigurer?

Feltfigurer er en metode, hvor elever i et naturbaseret læringsmiljø konstruerer modeller af naturvidenskabelige fænomener ved hjælp af materialer fra miljøet. Denne tilgang understøtter arbejdet med naturbaserede løsninger ved at kombinere faglighed, kreativitet og æstetik.

Der er tre grundlæggende principper for en feltfigur (Andersen et al., 2024):

1. Feltfiguren skal illustrere en faglig pointe.
2. Feltfiguren skal konstrueres af materialer fra det miljø den illustrerer en pointe om.
3. Feltfiguren skal bygges i det miljø den omhandler.

For eksempel kan elever ved kysten konstruere feltfigurer, som vist i figur 1. Modellen illustrerer påvirkning af kvælstofudvaskning på havmiljøet, og er konstrueret af materialer fra kysten, og er bygget på stranden.

Feltfigurer kan konstrueres enten i grupper eller individuelt, og det er muligt at holde en lille ferni-

sering, hvor man forklarer sin feltfigur for resten af klassen eller for en anden gruppe. Læreren spiller en vigtig rolle ved at stille undrende spørgsmål og udfordre elevernes forståelser (Auning, 2021). Samarbejdet mellem læreren og eleverne i processen er vigtigt for at fremme den faglige forståelse.

Fleksibel formålsrettethed og æstetiske læreprocesser

Feltfigurer er en måde at arbejde med modelleringskompetence på – og særligt med proces-aspekter af modellering, hvor både æstetik og kreativitet også kan komme i spil.

Et kernebegreb for arbejdet med feltfigurer er 'flexible purposing', som kan oversættes til 'fleksibel formålsrettethed'. Begrebet er introduceret af John Dewey og videreudviklet af Elliot Eisner. Begrebet beskriver, hvordan handling og formål udvikles simultant i kreative og kunstneriske processer. Det åbner for en dynamisk proces, hvor handling og formål udvikles sammen.

Fleksibiliteten understøtter det æstetiske og



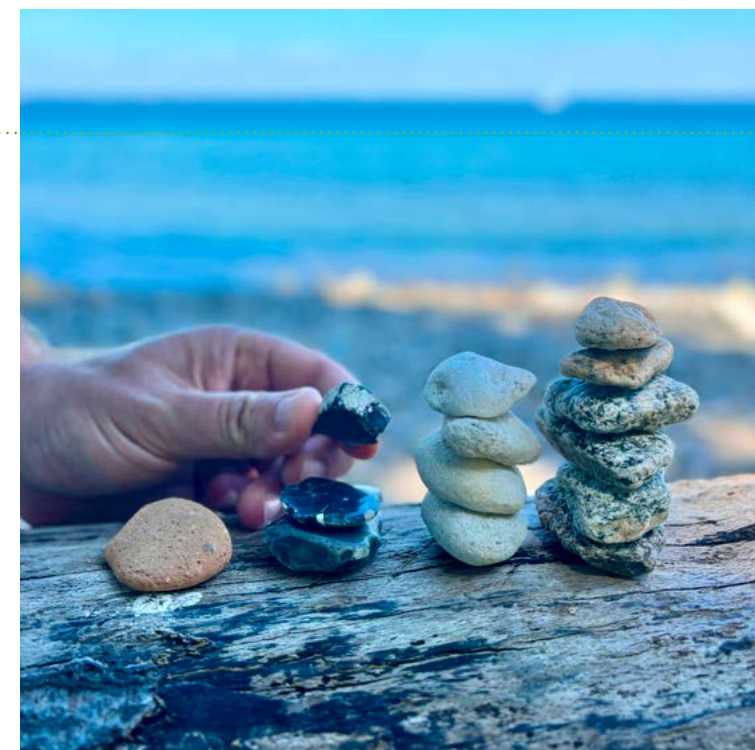
Fig. 1. Modellen illustrerer havmiljøets påvirkning af kvælstofudvaskning og landbrug. Til venstre ses et sundt havmiljø med levende vandplanter mens der til højre ses et dødt havmiljø påvirket af kvælstofudvaskning og klimaforandringer (illustreret ved en stor sky). Foto: Katrine Bergkvist Borch



kreative element i modellering. Når eleverne arbejder med feltfigurer, udforsker de hvordan materialer fra miljøet kan illustrere faglige begreber. Eisner fremhæver, hvordan denne proces kan styrke elevernes kompetence til at forholde sig til komplekse sammenhænge, problemløse og tænke både kritisk og kreativt.

Æstetik i modellering styrker elevernes kognitive fleksibilitet og kreativitet. Kreativitet i kombination med naturfag bidrager til individuel læring, men er også vigtig i forhold til udvikling af naturbaserede løsninger, og for samfundets kapacitet til at finde nye veje i en situation med klimaforandringer og biodiversitetskrise. Kreativitet har evolutionært og samfundsmæssigt været vigtig, fordi den kan være med til at forny – at understøtte udviklingen af nye forståelser.

Feltfigurer kan konstrueres på mange måder, og eleverne kan være kreative med udformningen af figurerne, der viser deres faglige forståelse.
Fotos: Emma Emilie Andersen



Feltfigurer styrker modelleringskompetence

At arbejde med feltfigurer bidrager til at styrke elevernes modelleringskompetence.

For naturfagslærere er modellering et kerneområde i fælles mål, der understøtter elevernes forståelse af forskellige typer af modeller, deres anvendelse og begrænsninger. Æstetiske og kreative processer hvor eleverne konstruerer modeller, kan bidrage til disse mål.

Gilbert (2004) beskriver fire niveauer i arbejdet med modeller:

- 1) lære at bruge en model,
- 2) lære at revidere en model,
- 3) lære at rekonstruere en model og
- 4) lære at konstruere modeller.

Feltfigurer kan anvendes på flere af disse niveauer. Elever kan revidere eller rekonstruere kendte modeller, hvis de ikke har viden og kompetencer til at konstruere en model, eller de kan konstruere en model fra bunden af. Når eleverne selv tegner eller konstruerer modeller, opbygger de en dybere forståelse for det faglige indhold og for modellens repræsentationer.

Humboldt og læringsmiljøer i naturen

Inspireret af Alexander von Humboldt kan vi genoverveje, hvordan læring bedst foregår. Humboldt revolutionerede videnskaben ved at insistere på tværdisciplinære samtaler i inspirerende miljøer – fra botaniske haver til zoologiske samlinger. Han mente, at fysiske omgivelser spiller en afgørende rolle for videnskabelige samtaler og læring. I naturfagsundervisningen kan vi trække på denne filosofi ved at bruge feltarbejde som en ramme, hvor elever ikke kun lærer gennem teori, men også gennem direkte oplevelser i naturen. At arbejde i forskellige læringsmiljøer – såsom skoven, kysten og laboratoriet – giver mulighed for dybere forståelse og sammenhæng i elevernes læring, både fagligt og æstetisk.



Feltfigur med ålegræs i forskellige nedbrydningsgrader fra friskt grønt til sort og dødt. Her kan æstetik og modelleringskompetence gå hånd i hånd.
Foto: Karsten Elmose Vad

Modelleringskompetencer i naturfag

Modellering er et centralt mål i naturfagsundervisningen i Danmark, og fremhæves som en vigtig del af Fælles Mål for naturfagene. Elevernes læring skal bygge på egne oplevelser, undersøgelser og iagttagelser, hvilket understøtter udviklingen af praktiske færdigheder, kreativitet og samarbejdsevner. Efter 6. klassetrin forventes eleverne at kunne designe enkle modeller, og i de ældre klasser skal de udvikle kompetencer til at:

- Anvende modeller med stigende abstraktionsgrad.
- Forstå modeller som værktøjer til forklaring af naturvidenskabelige fænomener.
- Vurdere modelleres anvendelighed og begrænsninger i forskellige kontekster.

Feltfigurer kan være en praktisk og engagerende måde at arbejde med disse mål på ved at kombinere kreativitet og faglighed i naturbaserede læringsmiljøer.

Feltfigurer har stor praktisk relevans for naturfagsundervisningen

Modellering er en central del af Fælles Mål i naturfag. Efter 6. klasse skal eleven selv kunne designe enkle modeller (Fælles Mål, natur/teknologi. 2019). Ved at konstruere feltfigurer får eleverne mulighed for at engagere sig æstetisk, kreativt og kropsligt. De involverer sig og arbejder med de forhåndenværende materialer. At konstruere en model kræver at eleverne forstår den faglige pointe de ønsker at vise, og det kræver at eleverne kreativt bearbejder eller manipulerer de materialer de møder i deres omgivelser. Undervejs i processen er eleverne nødt til at argumentere og forhandle om, hvordan de forskellige materialer bringes i spil – og de skal derfor samarbejde, tænke kritisk og kommunikere – og processen bidrager derfor til at bringe 21. århundredes kompetencer i spil.

Feltfigurer styrker elevernes kompetencer til at anvende og vurdere modeller i naturfag.

Feltfigurer forbinder teori og praksis på en unik måde og kan inspirere elever til at tænke 'ud af boksen' i deres tilgang til naturfaglige problemstillinger.

Så – find nogle sten, nogle pinde, noget tang og sæt i gang!

Referencer og læsestof

- Andersen, E. E., Minddal, K. & Vad, K.E. (2024). Byg feltfigurer med dine elever. Kaskelot nr. 251. Biologiforbundet.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. New York: Addison Wesley Longman, Inc.
- Auning, C. (2021). Styrkelse af folkeskoleelevers modelleringskompetencer gennem et tværfagligt samarbejde mellem naturfag og matematik. Ph.D.-afhandling
- Borch, K. B., & Svabo, C. (2025). Science Learning Environments in Higher Education: Researching Classroom, Laboratory, and Field Settings. Education Sciences, 15(2), Artikel 213. <https://doi.org/10.3390/educsci15020213>
- Dewey, J. (1938). Experience and education. Palgrave Macmillan.
- Dewey, J. (2008). Art as experience. In J. Boydston (Ed), The later works of John Dewey, 1925–1953 (Vol. 10, 1934). Southern Illinois University Press.
- Eisner, E. W. (2003). Artistry in education. Scandinavian Journal of Educational Research, 47(3), 373–384. <https://doi.org/10.1080/00313830308603>
- Garrido, A., & Couso, D. (2024). The IPM cycle: An instructional tool for promoting students' engagement in modeling practices and construction of models. Journal of Research in Science Teaching. <https://doi.org/10.1002/tea.21979>
- Gilbert, J. K. (2004). Models and Modelling: Routes to More Authentic Science Education. International Journal of Science and Mathematics Education.
- Hallström, J., Norström, P., & Schönborn, K. J. (2023). Authentic STEM education through modelling: An international Delphi study. International Journal of STEM Education, 10(62). <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00453-4>
- Pierson, A. E., Keifert, D. T., Lee, S. J., Henrie, A., Johnson, H. J., & Enyedy, N. (2022). Multiple Representations in Elementary Science: Building Shared Understanding while Leveraging Students' Diverse Ideas and Practices. Journal of Science Education and Technology, 31(6), 707–731. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2022.2143612>
- Runco, M. A. (2004). Creativity. Annual Review of Psychology, 55(1), 657–687. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.55.090902.141502>
- Tytler, R., Prain, V., Kirk, M., Mulligan, J., Nielsen, C., Speldewinde, C., White, P., & Xu, L. (2023). Characterising a Representation Construction Pedagogy for Integrating Science and Mathematics in the Primary School. International Journal of Science and Mathematics Education, 21, 1153–1175. <https://doi.org/10.1007/s10763-022-10284-4>
- Wulf, A. (2019). Opfindelsen af naturen. Den eventyrlige beretning om Alexander von Humboldt, videnskabens glemte helt. Gads Forlag.

Konceptet feltfigurer er udviklet i forbindelse med projektet 'Et grønnere klima'. Du kan læse mere i artiklen her:



Connie Svabo

Sektionsleder og professor, Forskningscenter for Naturvidenskabelig Uddannelse og Formidling (FNUG), Syddansk Universitet



Katrine Bergkvist Borch

Biolog og ph.d.-studerende, Syddansk Universitet



Af: Christina Frausing Binau

DEN GODE FELTTUR ER DEN, SOM BLIVER TIL NOGET

Vi har taget vores 8. klasser på stranden, hvor det viser sig, der nærmest ikke er noget ålegræs, som ellers spiller en hovedrolle i det program, der er lagt. Med to togsift undervejs er min 9. klasse moslet ud i efterårsskoven, og der har tydeligvis lige været svampeplukkere i weekenden - hvilket virkelig er ærgerligt, når vi nu var taget derud for at plukke så mange forskellige slags svampe som muligt for at bruge dem som eksempel på biodiversitet koblet med klassifikation og systematik.

Så meget kan gå galt, når naturfagsundervisningen flytter i felten! Det er både nemmere, hurtigere og billigere at blive hjemme. Men også fattigere.

Derfor er mit bud på gode felttur: Den, som bliver til noget.

Det giver sanselige oplevelser at konstruere feltfigurer med naturmaterialer.
Foto: Karsten Elmose Vad

Talrige faktorer kan spænde ben for overhovedet at komme afsted: For det første koster transport både tid og penge. For det andet vil jeg som lærer gerne kende min lokation og dens muligheder, hvilket kræver enten stort lokalkendskab, jeg måske har opnået i min fritid, eller ekstra forberedelse. Og for det tredje vil jeg som lærer også gerne sikre mig, at der er faglig valuta for pengene: At den dyrebare undervisningstid, der bruges på feltturen, er givet godt ud i forhold til det udbytte, eleverne har mulighed for at få.

Det er her, jeg vil slå et slag for at anlægge et bredt syn på 'udbytte'. Mulighederne for elevernes faglige udbytte af en felttur er nemlig meget større og andet end det specifikke faglige indhold, der er på programmet.

Den gode felttur slår flere fluer med ét smæk

Så når jeg tager på felttur, udgør den altid en bouillonterning af fagligt guf. Dagen skal rumme så tilpas meget indhold, at turen er tiden og besværet værd.

Typisk vil *anledningen* til feltturen være konkrete undersøgelser på stedet: Målinger af abiotiske faktorer som vind, lys, temperatur og næringsstoffer samt indsamling eller registrering af organisk materiale som smådyr, planter, alger og svampe.

Mine kolleger og jeg laver oftest en stationsorganiseret felttur, så der er et antal forskellige "poster", eleverne i grupper cirkulerer imellem i grupper. Dette giver dagen en vis dynamik og rummer samtidig mulighed for at opbygge et varieret program, der f.eks. rummer:

- Konkrete undersøgelser på stedet
- Feltfigurer på stedet
- Et element af leg og frihed fra (natur)faglige krav.

Feltfigurer er vi blevet introduceret til i forbindelse med 'Et grønnere klima', hvor konceptet er udviklet. Undersøgelser og feltfigurer kan både finde sted på stationer, hvor eleverne instrueres via en lamineret seddel og en kasse udstyr, og ved lærerbemandede stationer. I begge tilfælde er fordelen, at det kun er en mindre del af klassen, der er på stationen ad gangen, og derfor er der ikke behov for mange eksemplarer af udstyret. Rent praktisk betyder det meget for feltturens "bøvlfaktor", at der ikke skal slæbes en masse derud. Muligheden for fordybelse og en god faglig dialog med de enkelte elever er gode på lærerbemandede stationer, når der kun er én gruppe ad gangen. Ulempen er uden tvivl, at man som lærer kommer til at gentage sig selv talrige gange i løbet af dagen.

Stationen med leg kommer ind i billedet både for at logistikken skal gå op, når grupper cirkulerer mellem stationer, men også for at sikre variation i dagen og pusterum fra de intense undersøgelses- og modelleringsfaglige stationer. I den avancerede version kan det være en voksenbemandet station med trækltring eller skovstratego, mens den simple version kan være en omgang dåseskjul, eleverne selv orkestrerer.

Fordelene ved en stationsorganiseret felttur er således både, at variationen giver forskellige elever mulighed for at blomstre, at der skabes gode rammer for ro og fordybelse i faglige samtaler med god normering, og at eleverne opnår forskellige erfaringer i og med naturen. For når nu felten byder på mange aspekter, så gælder det bare om at udnytte det. De sanselige oplevelser - som at sidde i lunt sand, at ligge med lukkede øjne i skovbunden, at

mærke højmosens hængesæk gungre under sig, eller for den sags skyld regnen eller vindens pisker i ansigtet - er uundværlige dimensioner ved en felttur. Det er nemlig også en del af læringsudbyttet - og feltturens adelsmærke: Oplevelser og erfaringer i og med naturen, som kan være med til at styrke elevernes forbindelse til naturen.

Den gode felttur bygger broer

Somme tider er det, vi beskæftiger os med i naturfagene i udskolingen, i sagens natur ret abstrakt og verdensvendt. En felttur kan være med til at gøre de globale problemstillinger helt lokale og jordnære: Det er faktisk vores skov her, der er et kulstoflager, eller her på *denne her* kyst, der måske, måske ikke er ålegræs, og det ser faktisk *sådan* her ud i virkeligheden. Feltturen kan være med til at bygge bro mellem fagligt stof og konkret natur, mellem det eleverne kender og noget nyt.

Den klassiske 'hjemme-ude-hjemme', der i eventyrene beskriver handlingens opbygning, fungerer også godt som opskrift på feltturens succes: Der arbejdes med et fagligt indhold hjemme på skolen, feltturen giver nye erfaringer og oplevelser med det faglige indhold, og der er noget at arbejde videre med hjemme på skolen.

Forbindelsen mellem felten og det, der bagefter foregår hjemme, kan styrkes ved bl.a. at tage billeder af det, der foregår ude i felten, og ved at hjembringe materialer. Når feltturen rummer arbejde med feltfigurer er det endda sådan, at model og virkelighed på en måde smelter sammen. Det er med til at styrke koblingen mellem det abstrakte stof og den konkrete natur, som materialerne i 'Et grønnere klima' lægger op til.

Den gode felttur foregår i samarbejde

Når jeg slår på tromme for en stationsorganiseret felttur, er det ud fra en præmis om, at der er mere end én voksen med ud af huset. I en stram skolevirkelighed, er det min erfaring, at dette lader sig gøre, når flere fag og/eller klasser er involveret.

I forbindelse med fællesfaglige forløb er feltturen oplagt, og ofte er der flere naturfagslærere om en klasse eller årgang. I mine udskolingsklasser er vi så heldige, at vi kan trække på pædagoger fra fritidsklubben, så her har vi endda flere voksenfagligheder med på felttur. Endelig giver det helt nye perspektiver på feltturen, hvis et tværfagligt element kan dyrkes, således at også f.eks. dansk (læsning og skrivning af guldalderlitteratur on location i maj måneds bøgeskov), idræt (miniorienteringsløb) eller andre fag dels kan opnå fagligt udbytte og dels

bidrage til flere voksne på turen.

Den gode felttur kan bruges igen og igen

Som det blev bemærket indledningsvist, så er det billigere, lettere og tidsbesparende at springe feltturen over. Men med det udvidede læringsudbytte, feltturen giver mulighed for, har vi slet ikke råd til at lade være! Endda vil jeg gå så vidt, som at vi ikke kan leve op til mål og formål for naturfagene ved at blive hjemme.

"Bøvlfaktoren" giver det lavpraktiske perspektiv på den gode felttur, at den gerne skal kunne genbruges. På min skole har vi god erfaring med at opbygge kasser med materialer til feltture på konkrete lokationer. F.eks. indeholder kassen til vores skovtur laminerede kort, Naturstyrelsens folder, laminerede instrukser til selve undersøgelserne og feltfigurerne samt en liste med udstyr fra skabene, der hører til de enkelte stationer.

Når både undervisnings- og forberedelsestiden er knap, er det smart, at feltturen kan gøres til genstand for kollegial deling. På den måde kan vi naturfagslærere hjælpe hinanden med at opbygge vores fælles repertoire af gode feltture, og således kan vi berige hinanden med vores opnåede lokalkendskab f.eks. "jeg starter svampeturen her [kryds på kort] og går denne vej rundt [pil], for så passer det med frokostpause her [kryds], hvor der er lysåbent og væltede træer at sidde på..." Ved at dele feltturene med hinanden i gruppen af naturfagslærere kan vi også være med til at sikre variation i de naturtyper, vi præsenterer vores elever for.

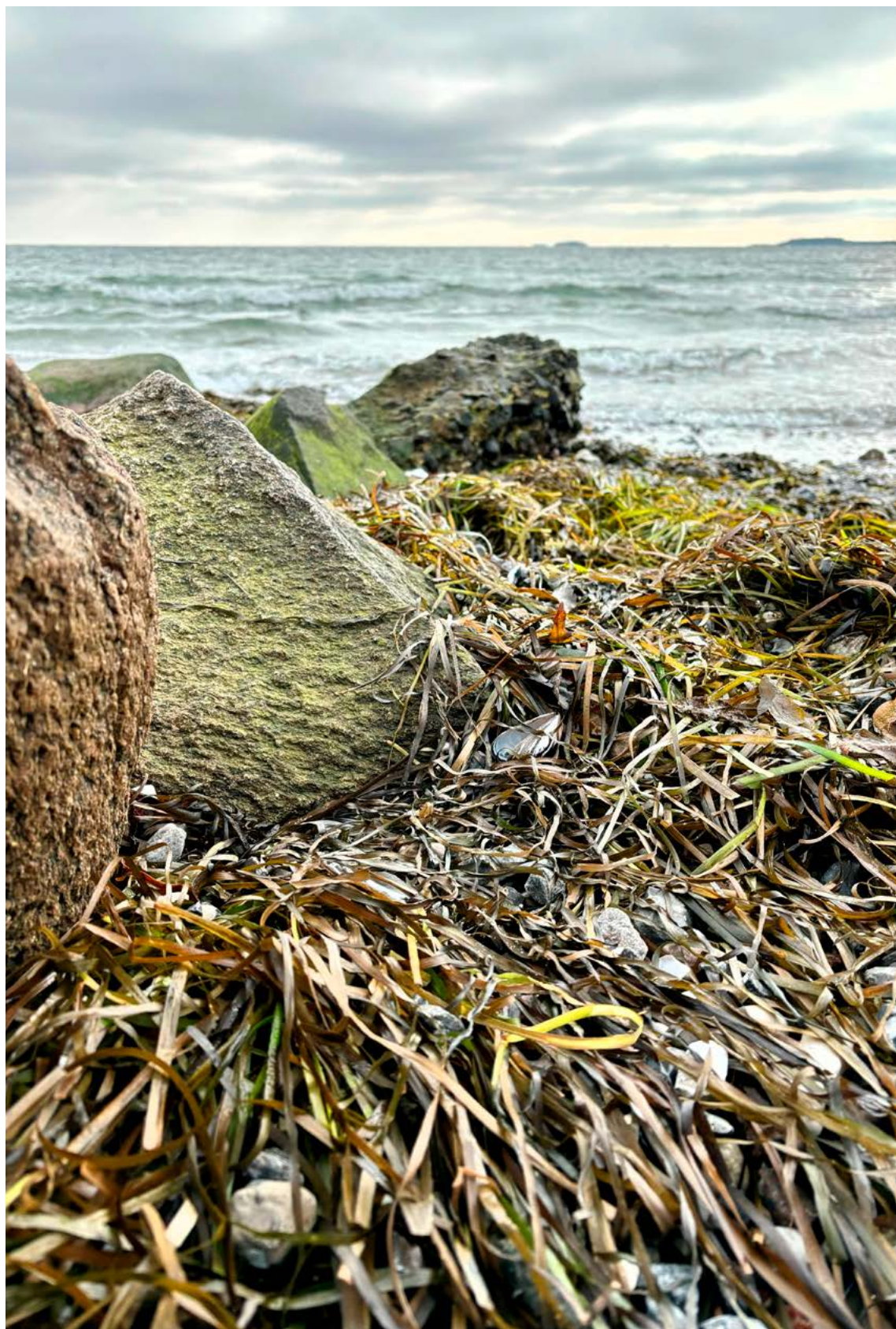
Den gode felttur er ikke nødvendigvis kun god - og det bliver også husket

Når jeg indimellem støder på gamle elever, er det lejrskolerne og feltturene, deres minder hænger fast ved. F.eks. lyse stunder som dengang de skulle ligge og lytte til skovens lyde i bøgeskovbunden i maj eller stinksvampen med det frække navn på svampeturen i efterårssolskin. Men også vadehavsturen til den kolde side i bare tæer for dem der var mødt op i ballerinaer og ikke gummistøvler, sensommerstrandturen med uventet meget solskin og solforbrændinger til følge, shelterturen der begyndte med at sidde i læ for regnen i en stiv time, indtil det klarede op... Alt det uplanlagte, der giver sanseoplevelser, som ikke kan forudses og sættes på formel. Det, vi på den lange bane håber kan bidrage til alsidighed i deres naturfundament.

På den korte bane - i selve undervisningen - udgør oplevelserne fra feltturene "huskeknager" i form af fælles referencer: "...kan I huske dér, hvor I skulle



Feltfigurer er faglige modeller, som eleverne selv bygger ude i felten af de materialer som det handler om f.eks. ålegræs. Foto: Karsten Elmoose Vad



En felttur til bøgeskoven eller mosen kan have tværfaglige elementer og rumme aktiviteter både fra naturfagene og andre fag. Fotos: Karsten Elmose Vad

*kigge efter tegn på produktionsskov og urørt skov på den anden side af den lille sø, og hvor én af grupperne endte med at gå vild?" Disse fælles erfaringer kan gøre det lettere at knytte forbindelse mellem det mere abstrakte *skoven som kulstoflager* og den konkrete oplevelse i felten - og er således med til at forbinde det universelle til det lokale.*

Bøvlet med at komme ud kan overkommes ved hjælp af feltture organiseret i stationer under samarbejde med kolleger og ved systematisk opbygning af kasser og lokalkendskab. Sammen skaber vi rammerne om gode oplevelser med og i naturen: *Ud på tur - aldrig sur.*

Forfatteren har været konsulent på projektet 'Et grønnere klima' og testet flere af forløbene sammen med sine klasser og kolleger.

Hun medvirker desuden i podcasten 'Naturfagsdidaktiske Nuancer' episode 10 om feltfigurer:



Christina Frausing Binau
Naturfagslærer og -vejleder på
Skolen på Duevej på Frederiksberg
Konsulent i Astra – det nationale
naturfagscenter



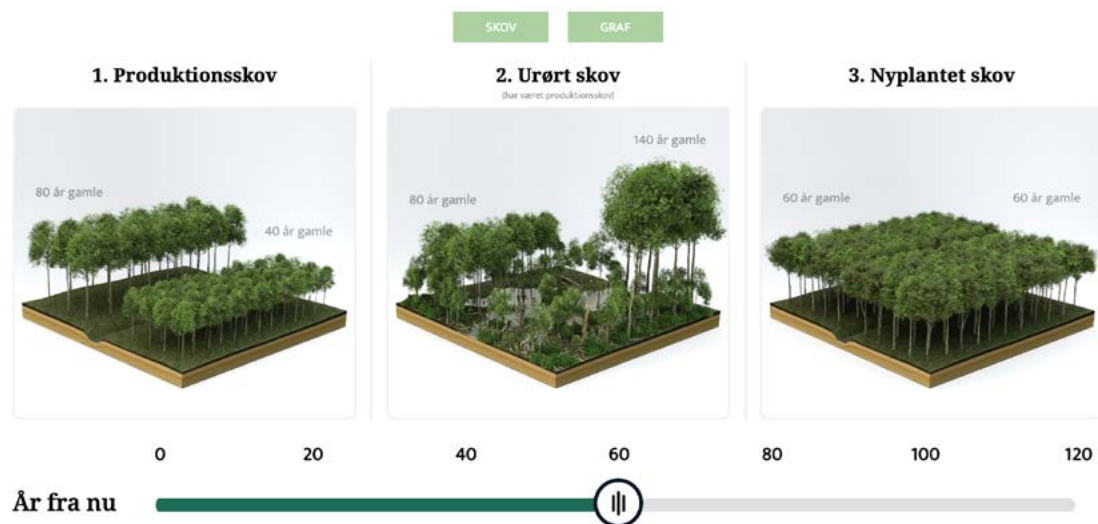
Af: Anders Højgård Petersen

HVOR MEGET KULSTOF ER DER EGTENTLIG I EN SKOV?

Beregninger og faglige overvejelser bag skovsimulatoren

Vores skoleteam på Center for Makroøkologi, Evolution og Klima (CMEC) kom med en forespørgsel til mig: "Kan du beregne og illustrere, hvor meget kulstof der er lagret i forskellige typer og aldre af skov?". Formålet var at gøre den viden tilgængelig for lærere og elever i grundskolen i form af en model. Det udviklede sig til den interaktive model, som vi nu kalder skovsimulatoren. Den er gået hen og blevet en central del af "Et grønnere klima" og i undervisningsforløbet om skov som naturbaseret løsning.

Foto: Karsten Elmose Vad



Figur 1. Skovsimulatoren – som skovene ser ud 60 år efter start.

I dag er jeg meget glad for skovsimulatoren. Den viser på rigtig fin vis nogle grundlæggende principper om en vigtig problemstilling, baseret på faglig viden og konkrete data. Det var til gengæld, med en ikke ubetydelig faglig bekymring, at jeg i sin tid sagde ja til at bidrage med viden og ideer til simpelt at illustrere ovenstående aspekter. Det er nok en bekymring, som enhver ekspert inden for sit felt ville have i den situation. Simulatoren er en model. Og en model – matematisk, grafisk eller fysisk – vil til enhver tid være en forenkling af virkeligheden. Og jo enklere modellen skal være, og jo større ens faglige viden er, jo mere af denne viden – dvs. jo mere af virkeligheden – må man udelade. Denne artikel handler om den faglige baggrund for simulatorens scenarier og nogle af de overvejelser, der er gjort. Hvilke valg er der truffet? Hvad betyder de? Og hvilke informationer er udeladt?

Valg af bøgeskov som model

Et helt grundlæggende valg er, at simulatoren tager udgangspunkt i løvskov og ikke nåleskov. Det er især begrundet i, at løvtræer helt naturligt ville dominere Danmarks skove – og store dele af naturen i det hele taget – i fravær af os mennesker. Løvskov er derfor det mest relevante, når vi sammenligner produktionsskov med urørt skov udlagt af hensyn til biodiversiteten. Ren løvskov udgør dog i dag kun

44 % af det samlede danske skovareal på ca. 640.000 ha (6.400 km²), mens resten er overvejende nåleskov. Af den årlige hugst i de danske skove på ca. 5.000 m³ træ udgør løvtræ 38 % og resten er nål.

De illustrerede principper er langt hen ad vejen de samme for løvskov som nåleskov. Kulstoflageret i skoven vokser, når en generation af træer vokser op, og det falder, når træerne høstes. Men da modellen viser konkrete tal for kulstoflageret over en konkret tidsskala, så har valget betydning. Vækststigheden af træerne, og dermed kulstoflageret, er forskellig fra træart til træart. Inden for løvtræerne er valget her faldet på bøg, fordi det er det mest anvendte løvtræ i dansk skovbrug. Men også for bøg vil væksten variere med de lokale forhold. Derfor viser simulatoren kun et gennemsnitligt eksempel. Figur 2 viser et godt eksempel på de konkrete data, som ligger bag udformningen af simulatoren.

I sammenligning med løvskoven i simulatoren vil kulstoflageret i en nåleskov typisk vokse hurtigere, men til gengæld være mindre. Typisk vil "omdriftstiden" også være kortere for nål end for løv, dvs. tiden fra plantning til høst. Omdriftstiden i simulatorens bøgeskov er sat til 100 år, og kunne også være noget længere, mens den for eksempelvis rødgran kun ville være f.eks. 60 år. Omvendt, hvis der var tale om egeskov, så ville tilvæksten være langsommere end i bøgeskoven og omdriftstiden helt oppe over 150 år.

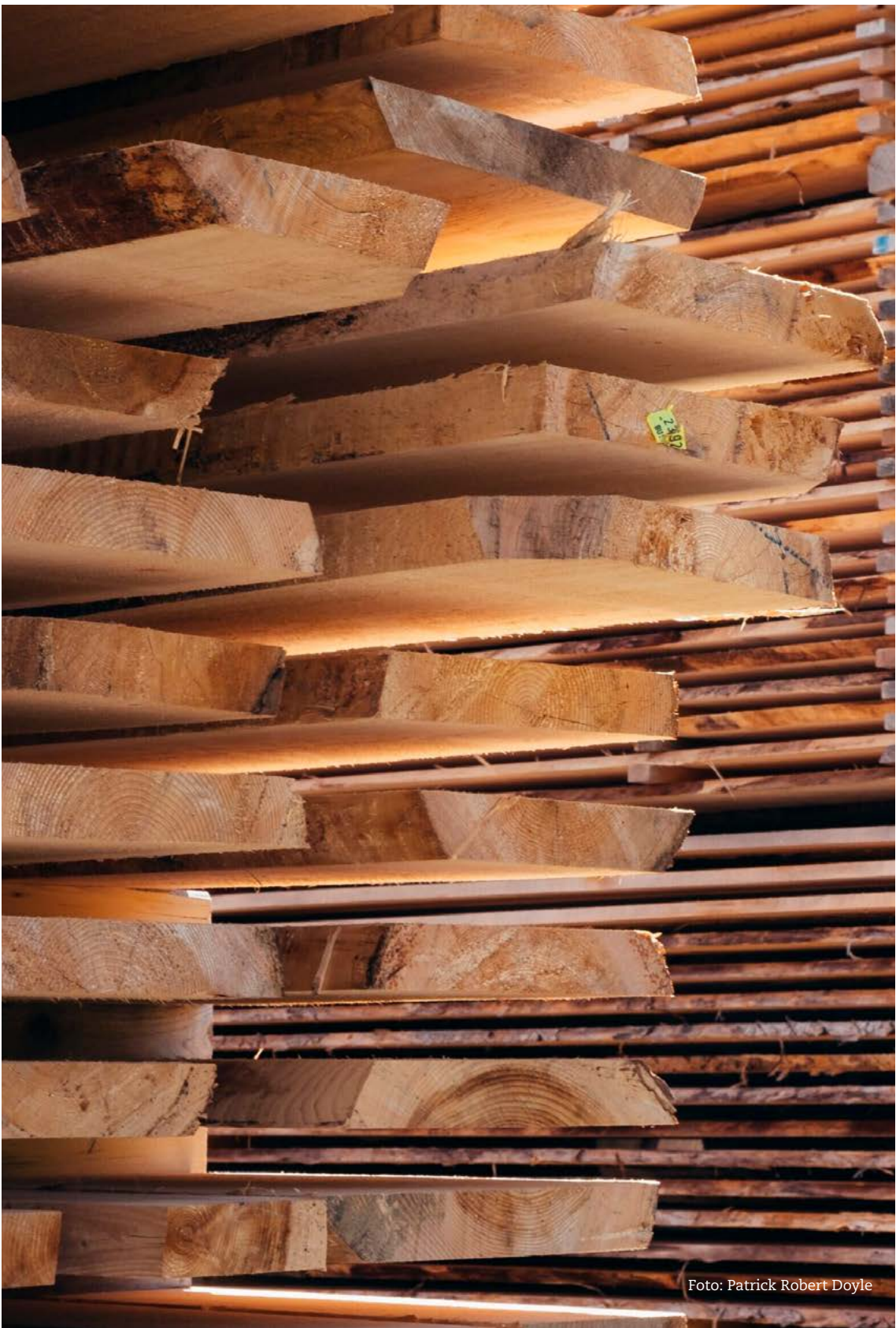
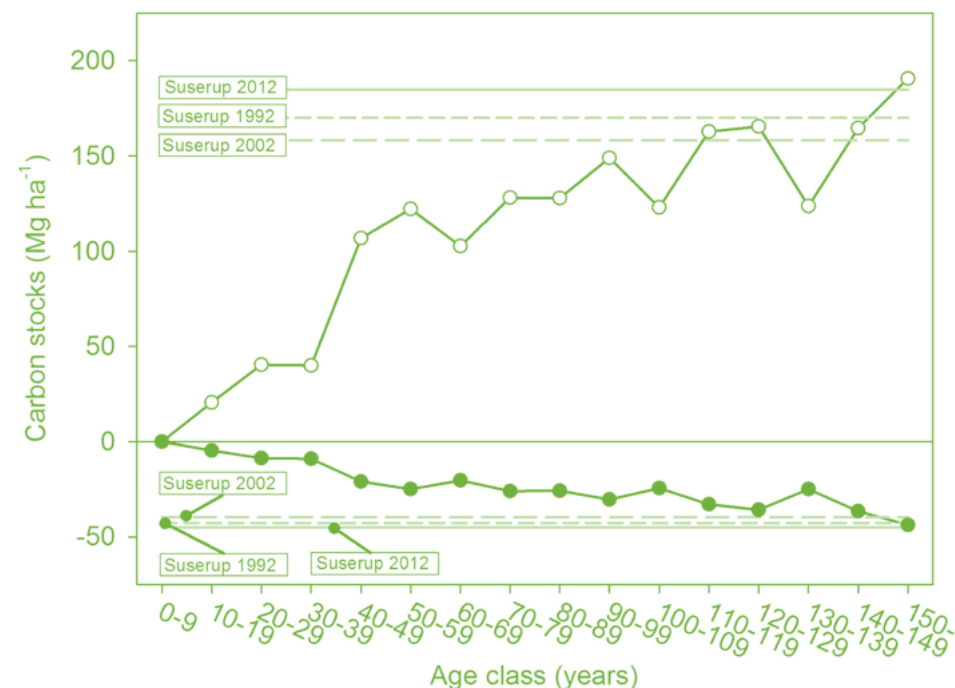


Foto: Patrick Robert Doyle



Anemoner i skovbunden.
Foto: Karsten Elmose Vad



Figur 2. Et vigtigt eksempel på de målte data, som ligger til grund for skovsimulatorens scenarie for kulstof i bøgeskov. Figuren viser kulstoflageret (tons pr. hektar) i danske dyrkede bøgeskove af forskellig alder sammenlignet med den længe urørte Suserup Skov. Lageret i den overjordiske biomasse, dvs. i stammer, grene og dødt ved, er vist over x-aksen, mens tal for den underjordiske biomasse, dvs. i rødderne, er vist som negative tal under x-aksen. Lageret i Suserup ved tre forskellige målinger er vist som vandrette linjer. (Fra Nord-Larsen et. al 2019).

Hvor meget kulstof rummer en skov?

Størrelsen af kulstoflageret i (fremtidige) gamle urørte skove vil i det hele taget være behæftet med stor variation. Mange steder vil skovene være domineret af bøg som i simulatoren, men der vil også være mange andre træarter. Og eksempelvis fugtige og våde områder vil være domineret af bl.a. eg, birk og rødæl snarere end bøg. Det vil på sigt også vise sig mange steder i eksisterende bøgeskove, der lægges urørt; når den naturlige hydrologi genetableres på arealer, der i mange år har været drænet med gravede grøfter for at øge træproduktionen. Våde og fugtige områder vil typisk også være mere lysåbne og have et mindre kulstoflager i træernes biomasse. Det samme gælder særligt tørre eller næringsfattige områder, f.eks. i Vestjylland. Omvendt kan de våde områder have et betydeligt større lager af kulstof i jorden end mere tørre arealer, hvilket heller ikke er med i simulatoren. Tilsvarende vil græsning med store planteædere (naturlige såvel som udsatte) samt forstyrrelse i form af f.eks. stormfældning og brand have betydning for, hvor tæt eller åben skove-

ne er og dermed kulstoflagerets størrelse.

Skovdrift er ikke bare skovdrift

Der er også andre forskelle på, hvordan man driver skovene end blot omdriftstiden. I den dyrkede skov illustrerer simulatoren såkaldt renafdrift. Det vil sige, at alle træerne i et givet areal fældes på en gang, når de er hugstmodne. Herefter plantes en ny generation af træer (Figur 3, øverst). Det er den enkleste måde at illustrere nedgangen i kulstoflageret, når træerne høstes og stigningen, når den ny generation vokser op. Her har vi imidlertid også foretaget et valg. I dag benyttes renafdrift nemlig især i nåleskove. I løvskov benyttes oftest et princip som kaldes skærmforyngelse (Figur 3, midt). Det indebærer, at de hugstmodne træer høstes over et antal gange fordelt på 20-30 år (ud af den samlede såkaldte omdriftstid på 100-130 år). Samtidig lader man den ny generation af træer (kaldet foryngelsen) vokse op under denne "skærm" af tilbageværende ældre træer. Herved beskyttes de unge træer mod bl.a. udtørring og skadelig opvækst af græs. Ved den-



Træruin i en dansk bøgeskov. Foto: Rune Engelbreth Larsen

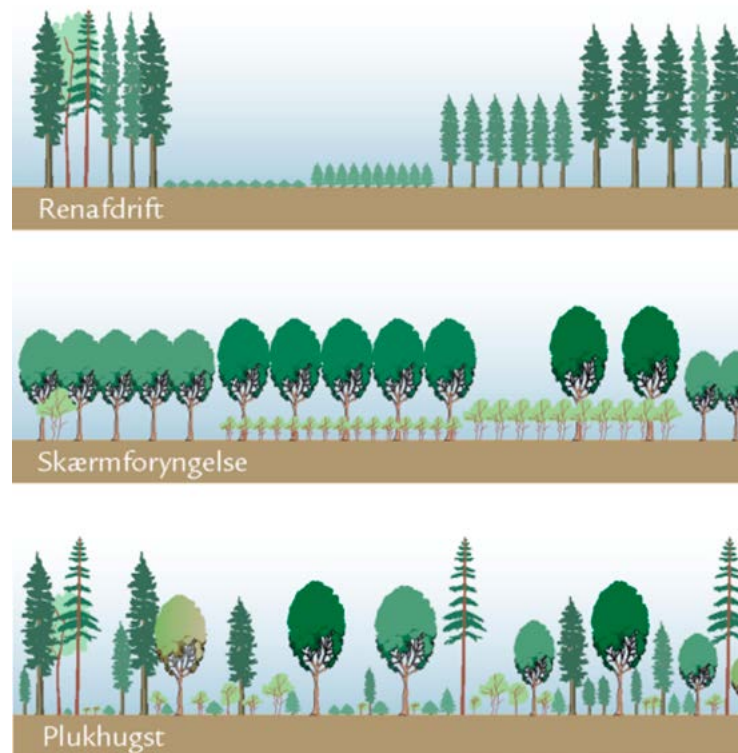
ne driftsform sker der stadig en tilvækst af kulstoflageret i årene fra de sidste gamle træer er fældet og frem til de første træer af den ny generation fældes. Overgangene i kulstoflageret er dog blødere end i simulatoren.

Endnu en anden tilgang til skovdriften er at benytte såkaldt plukhugst. Her høstes træerne løbende i takt med at de bliver hugstmodne, og samtidig lader man løbende ny træer vokse op (figur 3 nederst). Denne driftsform indgår f.eks. i statsskovenes koncept for såkaldt "naturnær skovdrift" og er udbredt i bl.a. Tyskland. Ved denne drift kan kulstoflageret, modsat simulatorens, være ret stabilt over tid, men dog typisk være lavere end i en naturlig urørt skov.

Kulstoflageret i og udenfor skoven

Et sidste vigtigt aspekt er, at simulatoren kun belyser kulstoflageret i skoven. Heri ligger da også den væsentligste pointe i urørt skov som naturbaseret løsning. Omlægning af dyrket skov til naturlig urørt

skov er central i forhold til bevarelse af biodiversitet og genetablering af naturlige økosystemer. Samtidig er der en positiv sidegevinst for klimaet, ved at kulstoflagret typisk øges i forhold til en dyrket skov, hvorved der optages CO₂, som efterfølgende holdes ude af atmosfæren. Simulatoren viser til gengæld ikke det fulde billede i forhold til CO₂ og klima i den dyrkede skov. Blandt andet er der også et kulstoflager i diverse høstede træprodukter i møbler og bygninger osv. Dette kulstof udledes dog igen som CO₂ på kortere eller længere sigt, når produkterne i sidste ende nedbrydes eller afbrændes. Derfor er det især den såkaldte substitutionseffekt der komplicerer billedet. Med substitutionseffekten menes det, at træprodukterne erstatter energi- og CO₂-tunge byggematerialer som beton og stål eller fossile brændsler som kul og olie. Herved sparer man udledning af "ny CO₂" fra undergrunden, og dermed begrænses den samlede pulje af CO₂ i atmosfæren, som skal håndteres af hensyn til klimaet. Betydningen af



Figur 3. Eksempler på forskellige principper for, hvordan skove kan drives med henblik på træproduktion. "Renafdrift" benyttes mest i nåleskov, mens "skærmforyngelse" i dag er den mest udbredte driftsform i løvskov. Eksemplerne er yderligere forklaret i teksten. Figur: Jørgen Strunge.

denne substitutionseffekt på længere sigt er dog meget usikker af forskellige årsager.

En vigtig problemstilling

Skovsimulatoren er en model. Og som det fremgår viser den en stærkt forenklet virkelighed. Men jeg synes, at det lykkes godt her at illustrere en meget vigtig problemstilling. Problemstillingen beskriver nogle helt basale økologiske mekanismer i et skov-økosystem og er samtidig yderst aktuell i dag, hvor skovenes rolle i bekæmpelse af klimaforandringer – og biodiversitetskrisen – i den grad er på dagsordenen. Jeg håber samtidig, at dette kapitel bidrager til en forståelse blandt de relevante lærere af de vigtigste simplificeringer og udeladelser i simulatoren – samt at noget af det måske endda kan videreformidles til eleverne, alt efter niveau.

Scan QR- koden her og oplev skovsimulatoren.



Kilder:

- Nord-Larsen, T.; Vesterdal, L.; Bentsen, N.S.; Larsen, J.B. (2019). Ecosystem carbon stocks and their temporal resilience in a semi-natural beech-dominated forest. *Forest Ecology and Management* 2019, 447, 67-76, <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.05.038>.

Anders Højgård Petersen
Biolog og specialkonsulent
Center for Makroøkologi,
Evolution og Klima, Globe Institute,
Københavns Universitet



Af: Emma Polauke og Theis Kragh

GENSKABTE VÅDOMRÅDER GIVER MANGE GEVINSTER

Kulstof er et allestedsnærværende grundstof og en essentiel byggesten i alt liv på Jorden. Sunde søer, moser og ådale kan, med deres iltfrie forhold i sedimentet og jorden, lagre store mængder kulstof i millioner af år, som derved holdes ude af atmosfæren. Vores invasive behandling og dræning af disse økosystemer har forringet deres naturlige evne til effektivt at tilbageholde næringsstoffer og kulstof. Tabet af vådområdenes økosystemtjenester har derved betydelig negativ påvirkning på det globale klima, naturen og biodiversiteten, og dermed også på menneskeheden. Men hvordan kan vi vende denne negative udvikling? Det kan vi ved at 'arbejde baglæns' og genskabe landskabernes naturlige hydrologi. Det er vigtig viden, når man skal undervise i naturbaserede klimaløsninger.



Gedde (*Esox lucius*) Foto: Milos Prelevic

Vi har ændret på landskabernes hydrologi

Næsten lige så længe som det moderne menneske har eksisteret, har vi flittigt modificeret landskaberne til at opfylde vores behov. I takt med at omfanget af erobrede naturområder er steget, er mange ældgamle ferskvandsøkosystemer, med en mangfoldig biodiversitet, blevet omlagt til kulturlandskaber, eller høstet for tørv til afbrænding i hjem og industri. Særligt har dræning (se figur 1), udretning og nedgravning af vandløb, afskåret den naturlige vandtilførsel til de lavtliggende vådområder: søer, moser og ådale (figur 2). Dertil har intensiv skovning, inddæmning, pløjning, dyrkning og gødskning slidt på overfladejordenes naturlige biogeokemiske forhold.

Som konsekvens er landskabernes naturlige hydrologi – dvs. hvordan vandet bevæger sig rundt på og i jorden – blevet drastisk forandret, eller helt mistet. Og dét skaber komplikationer både til lands, til vands og i atmosfæren: Jordene bliver mere kompakte, hvilket får store landområder til at synke. Det er Holland et særligt eksempel på, hvor enorme arealer af det i forvejen lavtliggende land, er sunket helt op mod 8,5 meter (figur 3) [1]. De tørre, iltede jorde tilbyder optimale leveforhold for svampe og bakterier, som omsætter jordenes organiske kulstof-

puljer til drivhusgasser, der frigives til atmosfæren, og efterlader jordene mineralske og gølge. Disse jorde er dårlige til at tilbageholde fosfor og kvælstof, hvorfor vandkvaliteten og biodiversiteten i mange ferske og kystnære habitater er i historisk dårlig tilstand (figur 4).

Vådområderne gemmer på kulstoffet

De tilbageværende ferske vådområder udfylder tilsammen 5 % af Jordens overflade, men gemmer på hele 25 % af al landbaseret kulstof [2]. Derfor er de yderst vigtige at få flere af [3]. Heldigvis findes en række virkemidler som kan fremme favorable globale samspil mellem klima, vandkvalitet og biodiversitet - nemlig ved at genskabe og permanent bevare landskabernes naturlige hydrologi [3]. Under iltede forhold nedbrydes og frigives de letomsættelige organiske kulstofforbindelser (døde dyr og planter) over kort tid som CO₂. Omvendt, i vandmættede, sure (lav pH), iltfrie miljøer, som f.eks. i sedimenter og moser, forbliver kulstoffet nær uforandret over årtusinder, fordi disse fjendtlige miljøforhold tvinger mikroorganismene til at arbejde langsomt. Dermed mindskes vådområdernes CO₂-udslip, og tillader i stedet kulstofpuljerne at blive bevarede og endda vokse. Dette ses f.eks. tydeligt på højmosernes

Fig. 1. Søholt Storskov (Maribo), hvor nedlagte landbrugsarealer befris for kilometervis af drænrør, og nye vådområder opstår efter genskabelse af dets naturlig hydrologi. Foto: E. Polauke

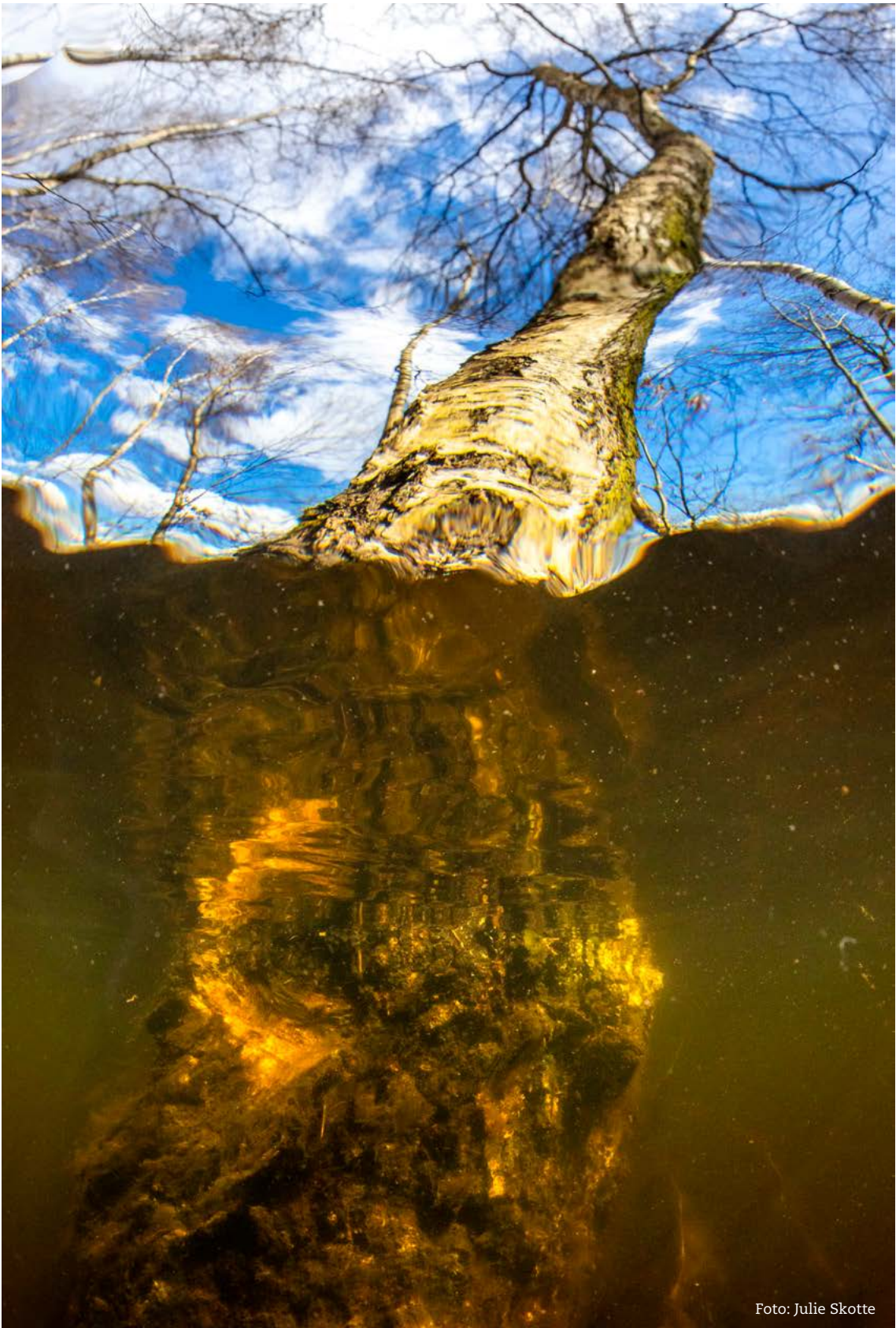


Foto: Julie Skotte

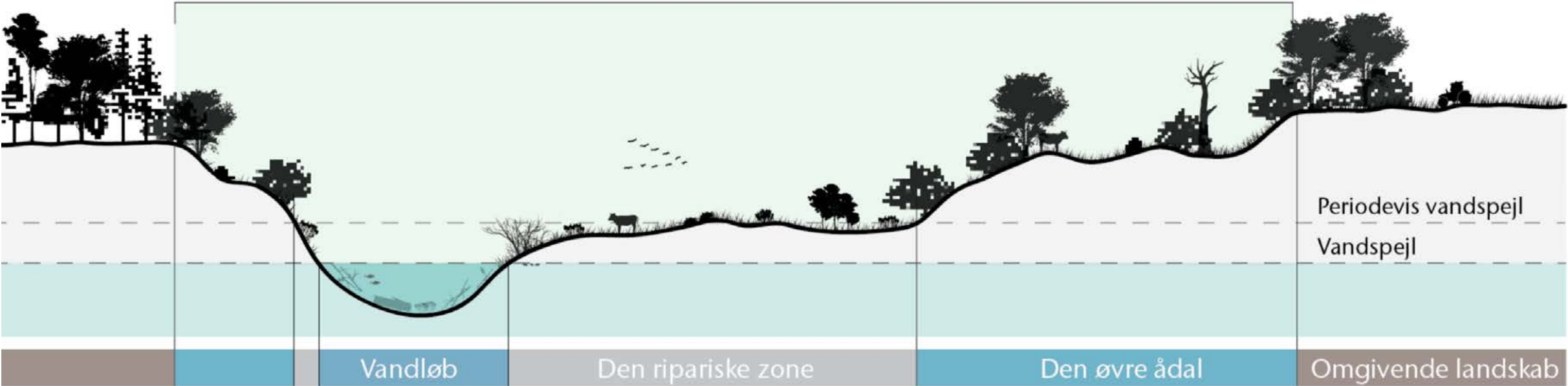


Fig. 2. Tværsnit af ådales typiske opbygning og forskellige tilhørende zoner [3].

Opbygning af en ådal. Ådale udgør store landskaber med mange nærliggende vådområder. Ved genopretning af ådale, refereres der ikke kun til restaurering af vandløbet og den ripariske zone i ådalen, der periodisk naturligt oversvømmes, men også afvandingsområder og det omgivende landskab. Den ripariske zone rummer en gradient af habitater alt efter, hvor vådt eller tørt området er, og er vigtig for mange insekter, planter og mosser.

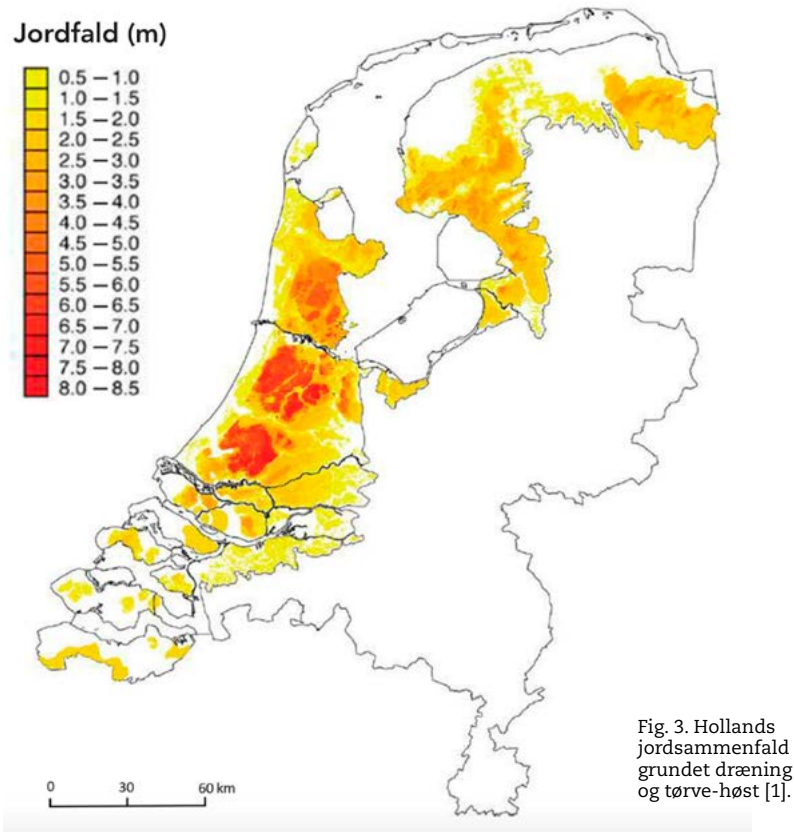


Fig. 3. Hollands jordsammenfald grundet dræning og tørve-høst [1].

yderst kulstofrige 'sphagnummos-høje', som over mange tusind år har akkumuleret kulstof ved at vokse lag-på-lag, og stadig ser næsten ud som nye (figur 5). Selv moselig, der ville nedbrydes på kort tid oppe på landjorden, har siden jernalderen ligget velbevaret her, som i en tidskapsel.

Gendannelse af vådområder giver mere end klimagevinster

I kraft af klimaforandringerne oplever vi mere ekstreme vejrphænomener. Særligt ved kombinationen af langvarige hedeølger og mere hyppige skybrud, transporteres store mængder næring fra jordene ud i søerne (figur 4), hvor det giver grobund for massive algeopblomstringer, som potentielt kan bestå af giftige algearter. Udover at forårsage langvarige iltsvind, når algerne nedbrydes, hvilket har fatale konsekvenser for det akvatiske dyreliv, tjener alger-

ne også som brændstof ved produktion af drivhusgasser. Selvom de iltfrie vådområder naturligt frigiver mere metan (en mere potent drivhusgas end CO₂) end marker og tørre skove, bliver det opvejet flerfoldigt af den mængde kulstof, der permanent lagres i vådområderne, hvilket gør at gendannelse af vådområder er en stor gevinst for klimaet.

Idet våde jorde reducerer drivhusgasfrigivelse til atmosfæren, og kraftigt mindsker kulstof- og næringsstoffrigivelse til vådområder nedstrøms, er der utallige gevinster forbundet med at genskabe naturlig hydrologi. I de senere år er mange nye danske vådområder da også med stor succes blevet skabt og genskabt (figur 1) [4]. Et af disse er Filsø (Varde), som efter at være næsten drænet bort for at dyrke kartofler under 2. verdenskrig, blev genskabt i 2012, og efter få år husede hundredvis af sjældne og truede insekter, fugle-, fisk-, og vandplantearter.



Fig. 4. Drænrør leder næringsberiget vand ud i mange vandløb og søer, hvor det skaber iltsvind, og får de sejlive ål til at gå på land.
Fotos: T. Kragh og H. Carl

Fig. 5. Sphagnummoser som de ser ud hhv. øverst i en højmos og fundet 2 m nede i våd skovbund på Søholt Storskov, efter at været begravet siden sidste istid.
Fotos: N. C. Sanden og E. Polauke



Foto: Julie Skotte

Kilder:

- 1. Stouthamer, E., et al., Dutch national scientific research program on land subsidence: Living on soft soils – subsidence and society. Proc. IAHS, 2020. 382: p. 815-819.
- 2. Nahlik, A.M. and M.S. Fennessy, Carbon storage in US wetlands. Nature Communications, 2016. 7(1): p. 13835.
- 3. Biodiversitetsrådet, Virkemidler for biodiversitet – dynamisk katalog over virkemidler og deres forventede biodiversitetseffekt, v1.0. 2024.
- 4. Hansen, K., Folk & Fortællinger fra Det Tabte Land, bind 1: Jylland. 2011.

Forskerne bag denne artikel har også leveret viden til undervisningsforløbet om sø og mose som naturbaseret løsning. Du kan finde dette og andre forløb på hjemmesiden for 'Et grønnere klima' (www.gronnereklima.dk).



Emma Polauke
Ph.d.-studerende i biologi og systemøkologi på Biologisk Institut, Syddansk Universitet



Theis Kragh
Lektor i biologi og systemøkologi på Biologisk Institut Syddansk Universitet





PÆDAGOGISK MOD TIL BÆREDYGTIGHED

Af: Nadia Raphael Rathje og
Jonas Andreassen Lysgaard

Dunkle og utopiske perspektiver
på naturbaserede løsninger

Bæredygtighed kan lyde enkelt. Det er noget med at vælge de gode løsninger for natur, mennesker og samfund, og modvirke det, der er skidt. Men i en kompleks virkelighed er bæredygtighed alt andet end enkelt - tit kræver det åbenhed over for områder, vi endnu ikke kender og forstår. Derfor kræver bæredygtighed i pædagogik og uddannelse mod.



Død rødhals (*Erithacus rubecula*).
Foto: Karsten Elmose Vad



Vandprøver fra sø.
Foto: Karstens Elmose Vad

Forskningsfeltet Uddannelse for Bæredygtig Udvikling (UBU) har siden 70'ernes miljøpædagogik undersøgt og diskuteret, hvilke implikationer bæredygtighedsområdet har for pædagogik. En fortsat diskussion i feltet er, hvilken pædagogik der kan lede til dannelsen af ansvarlige fremtidige borgere, der kan bidrage til nødvendige bæredygtige forandringer. Vare og Scott (2007) adresserer denne diskussion i deres nu klassiske sontring mellem en såkaldt UBU1-tilgang og en UBU2-tilgang. UBU1 beskrives som et klassisk fokus baseret på velinformeret, færdighedsbetonet adfærd og tankemodeller, hvor de kortsigtede mål er klart defineret og ikke mindst baseret på nyeste viden. UBU2 beskrives som et fokus på at opbygge kapacitet til at forholde sig kritisk og undersøgende til samtidens ekspertbase-rede viden og vilje til at teste nye ideer og praksisser, og dermed udforske dilemmaer og modsætninger. Væsentlige argumenter for en UBU2-tilgang er, at viden ikke nødvendigvis fører til handling, og at kritisk tænkning og undersøgende tilgange, der giver

egne erfaringer med bæredygtighedsproblemstillinger, har potentiale til at åbne for mere demokratisk deltagelse og tro på egne handlemuligheder.

Endnu et væsentligt argument for en undersøgende og kritisk tilgang er, at bæredygtighed og bæredygtige problemstillinger fremhæver det åbne og uvisse; alt det vi ikke ved, og alt det vi har brug for at forstå på nye måder. Vi kender ikke alle udfordringerne, og slet ikke alle svarene på de omskiftelige og komplekse bæredygtighedsproblemstillinger, og det har store pædagogiske implikationer. I Danmark har dette gjort ideen om handlekompetence central, når man skal tænke pædagogik, didaktik og læring i forlængelse af miljø- og klimakriser (Mogensen & Schnack 2010). Denne tilgang understreger, at faktuel viden ikke er nok, men skal spille sammen med kritisk stillingtagen og føre til konkret handling. Ikke nødvendigvis den perfekte handling, men et forsøg på den bedst mulige, informeret af al den viden vi kan samle om udfordringen, vi gerne vil adressere.

Problemet i en udfordret og omskiftelig krisetid er netop, at vores indsigt i, og viden om, de problemer, vi står overfor, hele tiden ændrer sig. Vores forståelse af f.eks. forholdet mellem vores landbrug og de indre farvandes tilstand har ændret sig markant over de sidste 20 år, og på samme måde vil mange forhold og den viden, vi har om dem, sikkert ændre sig de næste 20 år. Hvad der kan forekomme som løsninger for os nu, er således ikke nødvendigvis løsninger, når vores elever og studerende skal til at håndtere dem i deres kommende professionelle og private liv. Det betyder ikke, at vi skal opgive at handle eller finde løsninger. Men det betyder, som UBU2-tilgangen peger på, at handling og løsninger skal følges ad med løbende overvejelser om, hvad der er den bedste løsning, og hvordan den vil ændre sig over tid. En sådan tilgang kræver kritiske kompetencer (som f.eks. UNESCO's 8 kernekompetencer (UNESCO 2017)), men også et pædagogisk og didaktisk mod, når undervisning tilrettelægges.

Et dunkelt pædagogisk perspektiv

Inspiration til hvordan vi kan opbygge og håndtere et sådan pædagogisk mod kan hentes flere steder. Et eksempel kunne være nyere forsøg på at udvikle en såkaldt dunkel pædagogik. Ideen med en dunkel pædagogik er netop, at den verden, vi navigerer i, ikke er fuldt tilgængelig eller muliggør entydigt rigtige løsninger, men at der altid vil være mere på spil, end vi kan overskue og håndtere. På denne baggrund kan vi diskutere vores forsøg på at lancere løsninger kritisk, konstruktivt, men også med en ydmyghed overfor det, vi ikke måtte vide eller kunne overskue. Hvis Danmark f.eks. skal udvide andelen af skovareal drastisk, så kunne pædagogiske spørgsmål være, hvordan dette kan udfordre forholdet mellem mennesker og natur, vores økonomi eller den måde, vi forstår natur på i Danmark. Naturbaserede løsninger i et dunkelt pædagogisk perspektiv vil således mindre være konkrete projekter om at binde CO₂ eller sikre kyststrækninger, og i højere grad at insistere på, at ikke alt kan styres, og handler om menneske-



Skovrydning.
Foto: Matt Palmer

lige behov. Et eksempel kunne være arbejdet med at forstå det væld af dyr, mikroorganismer og planter der lever i Danmark, hvordan de interagerer med mennesker, men også hvordan dette har været og kunne blive anderledes. Hvad ville leve og blomstre i Danmark hvis der intet landbrug var, hvis der kun levede 10.000 mennesker i Danmark, eller alle var selvforsynende? Pædagogiske potentialer i dette perspektiv kunne være at styrke evnerne til kritisk tænkning, forståelse af forandring, men også diskussioner af hvad der er vigtigt og centralt for et land som Danmark midt i en klima- og biodiversitetskrise, der vil være med til at forme landet de kommende århundreder. Således vil en dunkel pædagogik kunne bidrage til muligheder for at forholde sig til f.eks. mere-end-menneskelige perspektiver og konsekvenser af den måde, vi tænker og handler på, når vi forsøger os med "naturbaserede løsninger" (Lysgaard 2024).

Et kritisk utopisk perspektiv

En måde at illustrere dette pædagogiske rum på kan være at tale om fremtiden og de muligheder og umuligheder, den rummer. I uddannelse ligger der

altid et fremtidsperspektiv, idet uddannelse uddanner mennesker til noget fremtidigt, og dermed har indlejret mere eller mindre eksplicitte forestillinger om denne fremtid. På den ene side er fremtiden åben og ikke til at forudsige. På den anden side forsøger vi at bevæge os imod en ønskværdig fremtid igennem bl.a. uddannelse. Når det handler om bæredygtig uddannelse, forstærkes fremtidsperspektivet, for uanset om vi taler FN's verdensmål eller om naturbaserede bæredygtige løsninger, så handler det om mulige måder, hvorpå uddannelse kan bidrage til en bæredygtig omstilling og en bedre verden. Det rejser spørgsmål om, hvilke verdener og hvilke forandringer vi ønsker og drømmer om, altså en utopisk dimension. Utopisk tænkning kan forstås som en hverdagspraksis alle mennesker har, når vi drømmer om anderledes og bedre verdener (Levitas 2011). At arbejde med fremtidsforestillinger og utopier, og hvad der er et meningsfuldt liv som en del af bæredygtighedsfeltet, kan understøtte, at undervisningen ikke kun kommer til at handle om alt det, vi ikke skal og ikke må, men i højere grad også om det meningsfulde, vi gerne vil skabe. Alle er blevet undervist i fortiden i historiefaget, men

ganske få har haft timer i fremtidsforestillinger, visionsudvikling eller udvikling af kritisk utopiske horisonter. Nogle af de erfaringer, vi selv har haft med at arbejde med kritisk utopiske horisonter i undervisning, viser, at det kræver øvelse at tænke ud over det, som vi allerede kender. Samtidig kan arbejdet med fremtidsforestillinger og drømme synliggøre nære, erfaringsbaserede dilemmaer og komplekse problemstillinger for eleverne og de studerende. Som vi andre, drømmer de nemlig også om flyrejser til Dubai og om genbrugstøjbyttestationer på én gang. Den dissonans, disse skismaer bringer med sig, har pædagogisk refleksivt potentiale.

Afrunding

Vi står over for et stort pædagogisk udviklingsarbejde, når der skal arbejdes med kritiske og konstruktive perspektiver på klima, bæredygtighed og naturbaserede løsninger.

Bæredygtighedspædagogik taler ofte programmatisk om håb og handling som centrale områder, vi håber på at kunne give elever og studerende. De dunkle og utopiske perspektiver, vi her kort har skitseret, peger på, at det er vigtigt ikke at forsimple disse dagsordener. For det er komplekst at handle og svært at have håb, der fører til handling. Et vigtigt sted at starte er lærerens mod til at vove sig ud i nye og usikre problemstillinger og tilgange til bæredygtighedsundervisning.

Fremtidsforestillinger kan hjælpes på vej af modeller, der viser forskellige mulige scenarier. Se f.eks. 'Skoven som kulstoflager', 'Ålegræs og næringsstoffer' samt landskabsmodellerne i 'Søer, kulstof og klima'. De kan alle findes på hjemmesiden for 'Et grønnere klima'.



Bibliografi og referencer

Hvis det ovenstående har vakt din interesse, så er der meget mere at hente i disse udgivelser:

- Carlsson, M., & Lysgaard, J. A. (2024). Bæredygtighed i uddannelse og pædagogik. Pædagogisk Indblik. DPU. <https://dpu.au.dk/viden/paedagogiskindblik/baeredygtighed-i-uddannelse-og-paedagogik>
- Husted, M., Madsen, K. D., Møller, T., & Jørgensen, N. J. (2023). Pædagogik for bæredygtighed på en gyngende grund. I M. Husted, N. Jørgensen, & K. Dahl Madsen (red.), Bæredygtighed og dagtilbudspædagogik : eksperimenter, dilemmaer og læreprocesser (s. 158-173). Frydenlund.
- Jónsson, Ó. P., Demant-Poort, L., Wolff, L.-A., Clausen, S. W., Walk-Johansson, E., Oras, R., & Gunnarsdóttir, G. J. (2024). Sustainability Education in the Nordic Countries. Nordisk Ministerråd. <https://pub.norden.org/nord2024-038/nord2024-038.pdf>
- Levitas, R. (2011). The concept of Utopia. Witney, Peter Lang.
- Lysgaard, J. A., & Jørgensen, N. J. (2020). Bæredygtighedens Pædagogik. Frydenlund.
- Lysgaard, J. (2024). Dunkel Dannelse. In J. Schønau & M. H. Richter (Eds.), På gyngende Grund - Bæredygtig dannelse i et højskoleperspektiv: Højskolernes Forlag.
- Mogensen, F., & Schnack, K. (2010). The action competence approach and the 'new' discourses of education for sustainable development, competence and quality criteria. Environmental Education Research, 16(1)
- Rathje, N. R. (2023). Er der en whole school derude? Potentialer og barrierer i en whole school-tilgang til uddannelse for bæredygtig udvikling. Studier i læreruddannelse og profession, årgang 8(1), 48-70.
- UNESCO. (2017). Education for Sustainable Development Goals - Learning Objectives. UNESCO.
- Vare, P., & Scott, B. (2007). Learning for a Change: Exploring the Relationship Between Education and Sustainable Development. Journal of Education for Sustainable Development, 1(2).

Nadia Raphael Rathje
Lektor, ph.d.
Københavns
Professionshøjskole



Jonas Andreassen Lysgaard
Lektor, DPU
Aarhus Universitet





Isbjerg ved Ilulissat, Grønland
Foto: Camilla Elmose Tresselt



Skovbrand på Tasmanien, Australien.
Foto: Matt Palmer.

FORMIDLING OM ET KLIMA I HASTIG FORANDRING

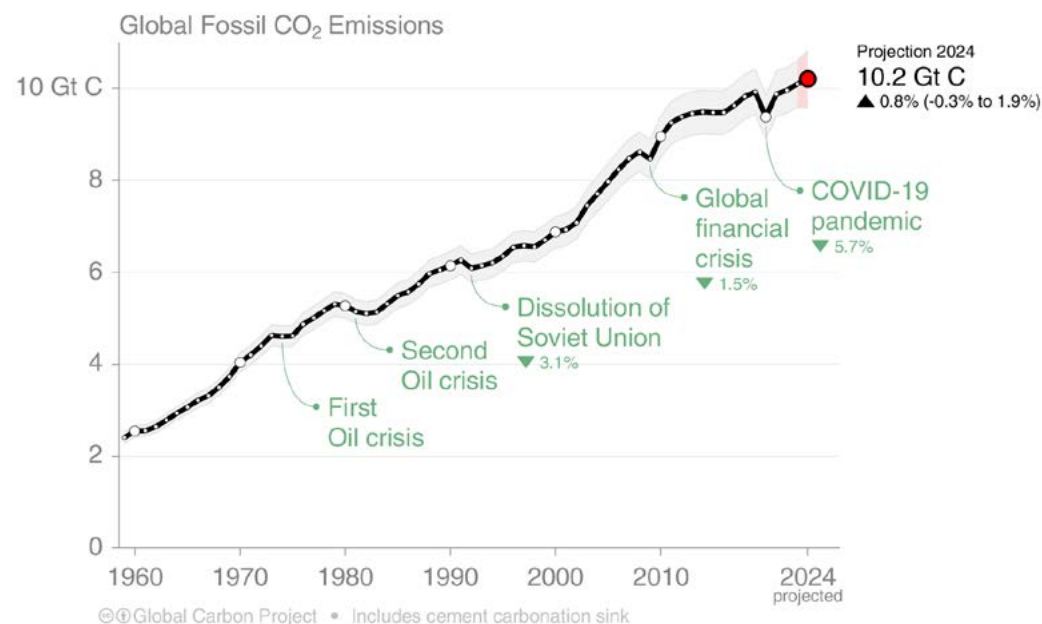
Af: Sebastian Mernild

En klimadiskussion om dommedag samt dystre og dystopiske fremtidsudsigter ses af og til i den offentlige klimadebat. Spørgsmålet er, om der bevidst formidles og diskuteres med det specifikke fokus at skræmme befolkningen, ved at til- og fravælge forskellige klimapointer, grafer og figurer for at fremme et bestemt politisk budskab, som f.eks. dommedag? Inden spørgsmålene diskuteres, bør vi opdateres (objektivt) om klimaforholdene og på den seneste klimaudvikling. Hvor står vi i dag, når det kommer til klimatendenser, variationer og ekstreme, og hvad kan der forventes at ske ud i tid mod f.eks. 2100, eller på den anden side af 2100? Vi lever i en tid, hvor klimaet globalt set ændrer sig hurtigt, og hvor sporene mod varmere og mere ekstreme forhold er lagt.

Udfordringen

Klimaet ændrer sig, hvilket det altid har gjort. Ifølge FN's klimapanel (IPCC) er det nu klart, at menneskers aktiviteter har opvarmet Jordens klima markant i løbet af de seneste årtier (her er tale om vurderinger, der bygger på videnskabelige peer-review artikler og rapporter). Dette har ført til hurtige og omfattende ændringer i atmosfæren, havene, iskapperne og økosystemerne. Den gennemsnitlige lufttemperatur på jordens overflade er steget hurtigere siden 1970 end i nogen anden periode på 50 år inden for de sidste 2000 år. Året 2023 og 2024 var rekordsættende, bl.a. når det kommer til klodens middeltemperaturstigning siden industrialiseringen. WMO (World Meteorological Organisation) har meldt ud, at 2024 blev endnu varmere end 2023, med en middeltemperatur på den anden side af en tempera-

turstigning på 1,5 grader. Menneskeskabte klimaforandringer er allerede årsag til flere ekstreme vejrforhold over hele verden. Der er kommet mere dokumentation for, at vi ser flere hedebølger, kraftig regn, tørke og tropiske storme. Siden 1950 er der sket en stigning i både hyppigheden og intensiteten af kraftig nedbør i de fleste lande, og dette skyldes sandsynligvis menneskelig indflydelse. Varmebølger er også blevet hyppigere og mere intense i de sidste 70 år, og nogle af disse varmebølger i det seneste årti ville være meget usandsynlige uden menneskeskabte klimaforandringer. For eksempel var sommeren 2024 den varmeste sommer målt globalt, men også for Europa og i særdeleshed for øgruppen Svalbard. For hver halve grad, temperaturen stiger yderligere, vil vi se flere ekstreme temperaturer, kraftigere regn og mere alvorlig tørke. Mange af de ændringer, der



Figur 1. De globale udledninger af CO₂ til atmosfæren fra 1958 til i dag (kilde: Global Carbon Project: <https://globalcarbonbudget.org/gcb-2024/>). Den røde prik viser udledningerne i 2024, der var rekordsættende. Trækkes der to tendenslinjer gennem hver af de sidste to årtier, dels én tendenslinje fra 2001–2010, dels én tendenslinje fra 2011–2020, da ses en aftagende hældning, og dermed et fald i stigningstakten.

sker på grund af drivhusgasudledningerne, vil være irreversible i flere hundrede, ja, måske tusinder af år. Dette gælder især for havene, isykkerne og havniveauet, som nu stiger hurtigere end i nogen anden periode i de sidste 3000 år. Beviserne for, at disse ændringer skyldes menneskers indflydelse, er blevet endnu stærkere.

Forståelsen

I dag har vi en bedre og dybere forståelse af de processer, balancer og kredsløb, der påvirkes, når stigende udledninger af drivhusgasser udledes til atmosfæren. Dette omhandler ændringer inden for følgende forhold: Kulstofkredsløbet, energibalancen og det hydrologiske kredsløb. Disse tre systemer er komplekse og tæt forbundne, så når der sker ændringer i den ene, vil det også påvirke de to andre. En forståelse af disse tre systemer er kompleks, og derfor formidles oftest kun f.eks. temperaturforholdene (en del af energibalancen) og ændringer i denne til offentligheden. Vi har alle en forståelse af, hvad f.eks. 0°C, 20°C, 36-37°C og 100°C føles som – og dermed også en forståelse af, hvordan temperaturerne føles på henholdsvis en sommer- og en

vinterdag. Men når det kommer til formidlingen og forståelsen af klimaet og dets forandringer i offentligheden, synes der at være sket et skift over tid. Vi videnskabsfolk formidler objektivt om vores viden. For mit eget vedkommende bliver der hverken skruet op eller ned for retorikken. Det er data, der fortæller historien, og data ligger til grund for formidlingen. Når data forlader min hånd, er jeg ikke længere herre over hvorledes data anvendes, også i politiske diskussioner – som f.eks. i en diskussion om dystre fremtidsudsigter og dommedag. Diskussioner om dommedag i et klimaperspektiv vil være en politisk drevet diskussion, da der klimavidenskabeligt ikke er evidens for en sådan diskussion. I sådant et tilfælde vil der være et missing link mellem vores forståelse af klimadata, og den måde data politisk bliver misbrugt på.

Formidlingen

Men gennem de seneste mere end 20 år har jeg erfaret, at den objektive formidling jeg står på mål for, er blevet opfattet på en sådan måde, at jeg af politiske fløje, fraktioner og interesseorganisationer er blevet kaldt for alarmist (dette var tilbage i nullerne).



Meget vel fordi, gætter jeg på, at de videnskabelige data og den objektive videnskabelige formidling ikke passede ind i deres politiske agenda og mission. I dag opleves det modsatte, nemlig, at jeg ofte får en fyldt mailboks, hvor jeg bliver skældt ud for ikke at skræmme nok. Igen kommer folks politiske holdninger ind, og de er tydeligvis irriterede over, at de folkevalgte politikere ikke gør nok. Og at jeg som forsker bl.a. bærer skylden for denne politiske langsommelighed.

Set fra mit ståsted er der en klar stillingtagen, netop, at der hverken skal skrues op eller ned for retorikken. Data fortæller historien, som sagt, hvor ingen nuancer bliver glemt, hverken dem der viser, at der måles og beregnes rekordsættende globale

udledninger af CO₂ til atmosfæren (som f.eks. i 2023 og 2024), eller dem der viser, at stigningstakten (hældningen) i CO₂-udledningen er aftaget over de seneste to årtier (Figur 1). Nuancerne er vigtige, også i et formidlingsperspektiv, for at klæde befolkningen så godt som muligt på med klimaviden. Men det viser ligeledes kompleksiteten i data, og hvorfor det er vigtigt, at begge budskaber – både det rekordsættende og det tendensmæssige – fremmes og synliggøres.

For mig handler det hverken om til- og fravalg af pointer, grafer eller figurer, men om at klæde befolkningen på til at forstå klimaet, dets tendenser, variationer og ekstremer på en sådan måde, at det kan bibringe med "viden til forandring".

Forfatteren har været en del af den rådgivende ekspertgruppe for projektet 'Et grønnere klima'. [QR-kode <https://gronnereklima.dk/>]



Sebastian Mernild
Ph.d., Dr.Scient og Professor i klimaforandringer og leder af SDU Climate Cluster. Hovedforfatter FN's Klimapanel (IPCC)



Kære læser.

Bliv klogere på klimaundervisning og naturbaserede løsninger – naturvidenskabeligt, pædagogisk og didaktisk.

Du modtager dette blad som medlem af Biologiforbundet, Geografforbundet og/eller Danmarks Naturfagslærerforening. De tre faglige foreninger for naturfag er nemlig samarbejdspartnere i projektet 'Et grønnere klima'.

'Et grønnere klima' er et klimaundervisningsprojekt om naturbaserede løsninger. Det er udviklet af Center for Makroøkologi, Evolution og Klima på Globe Institute, Københavns Universitet, i samarbejde med Syddansk Universitet. Projektets materialer og ressourcer er gratis tilgængelige på www.grønnereklima.dk. Denne udgivelse er en gave til dig, der interesserer dig for naturvidenskab, naturbaserede løsninger og klimapædagogik.

Udgivelsen består af en række artikler, hvor eksperter på hver deres måde belyser aspekter af naturbaserede løsninger og undervisning. Artiklerne kan bruges som supplement til de fællesfaglige forløb i projektet 'Et grønnere klima', men de kan også læses for sig selv.

Udgivelsen er støttet af Villum Fonden.

VILLUM FONDEN