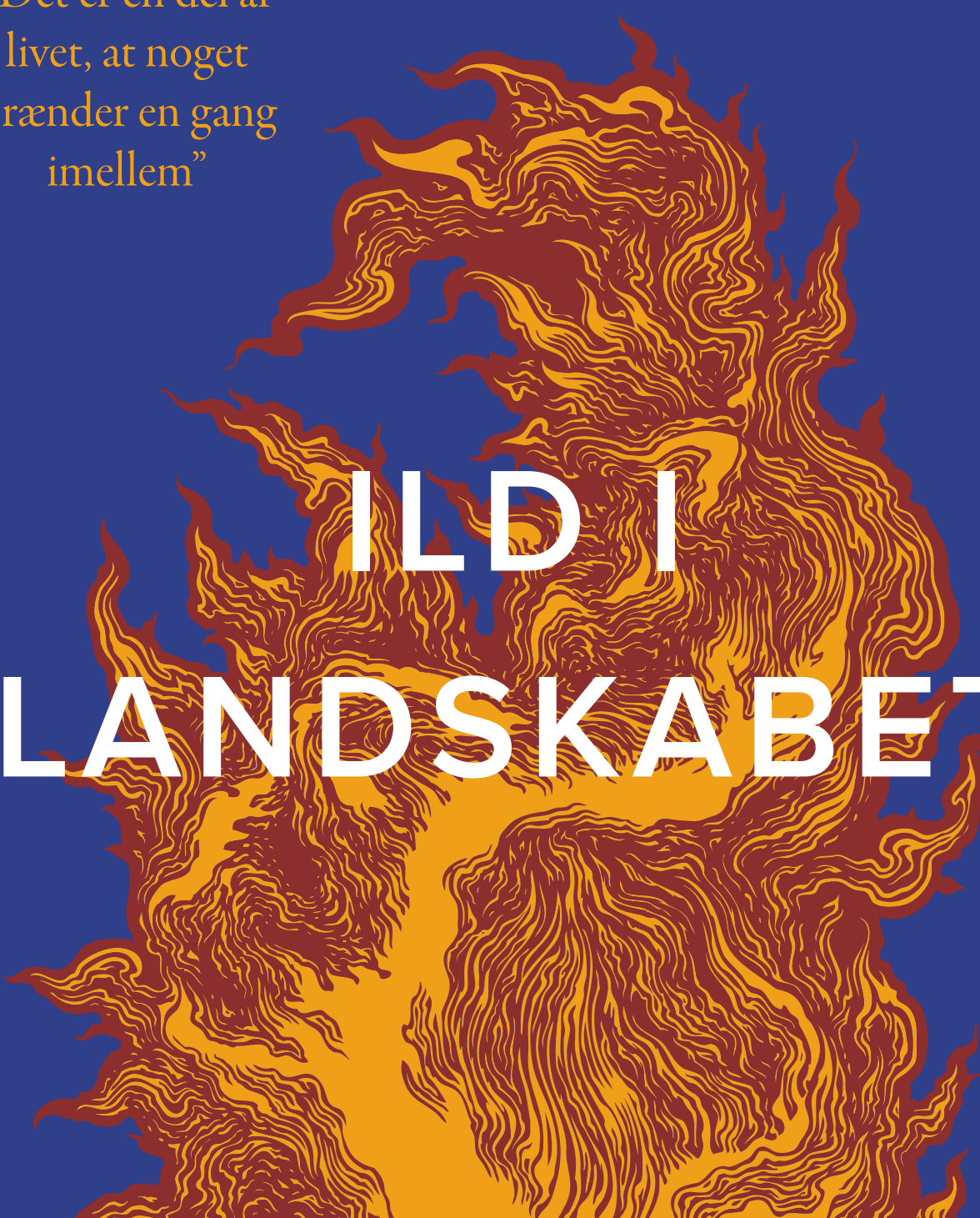


NR. ■
01
MAJ
·2022·

geo viden

“Det er en del af
livet, at noget
brænder en gang
imellem”



ILD I LANDSKABET

AUSTRALIEN SKAL
VÆNNE SIG TIL FLERE
SKOVBRANDE



6.000 ÅRS SKOV-
RYDNING AFLÆSES
UNDER ØSTJYSK SØ



"DET ER EN DEL AF LIVET, AT NOGET BRÆNDER EN GANG IMELLEM"

... men kun til en vis grad, og nogle steder i verden kan det være problematisk.

Ordene ovenfor tilhører skovfoged Henrik Schjødt Kristensen fra Naturstyrelsen Thy og er en del af hans forklaring på, hvorfor han og kollegerne sommetider brænder heden af. Afbrænding kan simpelthen bruges som nødvendig genstartsknap i bevaringen af visse naturtyper. Ilden plejede også at virke som en naturlig foryngelse af en række økosystemer i Australien. På bare 40 år er hyppigheden og intensiteten af naturbrande dog steget markant. Hvert år øges det samlede årlige areal i Australien ramt af skovbrand i gennemsnit med 2,5 gange København. Forskere med ekspertise i naturbrande kan se på klimafremskrivninger, at det kun ser ud til at blive værre i takt med den globale opvarmning. Højere temperaturer og ændrede tørkemønstre giver forøget brandfare, og da de faktorer intensiveres i takt med CO₂-niveauet, følger brandfaren i fremtiden med op. Det lyder måske ret logisk, men det har ikke desto mindre været svært sådan rent videnskabeligt at slå to streger under. Altså indtil for nylig, hvilket du kan læse mere om i artiklen på side 30 til 35.

Grundet de væsentligt anderledes temperaturer, nedbørsmængder og landskabstyper, vi har i Danmark, har vi ikke helt samme problem her, selvom tørkesommeren 2018 lige nåede at give en snert af australske forhold. Når vi ser ild i landskabet, vil den typisk være påsat af autoriserede myndigheder som Naturstyrelsen. Ilden kan nemlig under de rette forhold være et effektivt, nemt og billigt værktøj, og af samme grund har ild været brugt til at rydde landskaber i årtusinder. Da de første stenaldermennesker begyndte at drive primitive landbrug i Danmark for ca. 6.000 år siden, ryddede de skovarealer ved afbrænding og såede korn i asken. Og det er en aktivitet, der blandt andet kan ses helt tydeligt i borekerner fra

bunden af søer rundt om i landet. For når skov blev ryddet i søens opland, blev jorden ikke i samme grad holdt fast på stedet, og så modtog søen mere jord, grus og sand, når det regnede. På side 16 og frem kan du læse om, hvordan forskerne bruger den sammenhæng til at vise bølger af skovrydning koblet til de historiske begivenheder fra slutningen af sidste istid op til i dag.

Konklusionen på dette tema synes at være, at ild er en vigtig del af menneskets historie og nutid, som i visse dele af verden efter alt at dømme bliver en endnu større og problematisk del af hverdagen i fremtiden ...

På den positive front: Tusind tak for den store deltagelse i Geovidens læserundersøgelse, som vi lancerede med forrige blad. Der er mange gode ideer og forslag, vi nu kigger videre på.

God læselyst og husk at slukke dit bål eller din engangsgrill efter dig til sommer!



JOHANNE UHRENHOLT KUSNITZOFF

REDAKTØR OG SKRIBENT

INDHOLD

4 DET VIDSTE DU MÅSKE IKKE OM ILD



8



"NÅR DER ER RØG OVER THY, ER DET GODT FOR NATUREN"

14



OPSKRIFT PÅ EN HEDE

24

HVAD SKER DER, NÅR MÅN RYDDER SKOVEN SOM I STENALDEREN?



16



6.000 ÅRS SKOVRYDNING AFLÆSES UNDER ØSTJYSK SØ

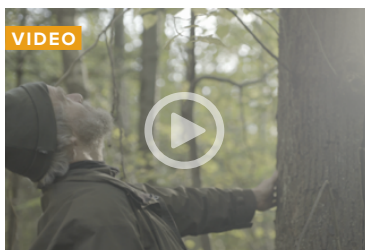
30



AUSTRALIEN SKAL VÆNNE SIG TIL FLERE SKOVBRANDE

+ DER ER MEGET MERE ONLINE!

FIND ALLE ARTIKLER PÅ [GEOVIDEN.DK/ILD](https://geoviden.dk/ild) + MEGET ANDET



Den afbrændte skov 70 år senere
Draved Skov i Sønderjylland lagde i 50'erne areal til et sælsomt forsøg med ild og agerbrug, og resultaterne kan stadig ses i skoven i dag.



Gavner ild arterne i en skov?
Geoland-værterne tager til en sjællandsk skov, hvor et træ skal slås ihjel for at skabe levesteder for flere arter.

SAGT I BLADET

“Brandsæsonerne overlapper i større udstrækning nu end for to-tre årtier siden.”

ANDREW DOWDY, S. 34

SENIORFORSKER, BUREAU OF METEOROLOGY, AUSTRALIA

+ EKSPERTER, DU MØDER I DETTE NUMMER

HENRIK SCHJØDT KRISTENSEN
Skovfoged
Naturstyrelsen Thy

BENT VAD ODGAARD
Professor emeritus
Aarhus Universitet

PETER FRIIS MØLLER
Seniorrådgiver
GEUS

ANDREW DOWDY
Seniorforsker
Australian Bureau
of Meteorology

Hvor andet ikke er
anført, er teksterne
skrevet af Johanne
Uhrenholt Kusnitzoff,
redaktør og skribent
på Geoviden.

- De fleste danske heder er menneskeskabte, blandt andet ved gentagen afbrænding.
- Ild var en vigtig del af de første landbrug i stenalderen.
- Klimaforandringer spiller en beviselig rolle i stigningen og forværringen i Australiens naturbrande.
- Naturbrande har altid været med til at forme landskaber og økosystemer. Også før menneskets indtog.
- Skovrydning gennem tiden – med og uden afbrænding – kan aflæses i kerneprøver fra bunden af søer.

Illustration: Shutterstock



DET VIDSTE DU MÅSKE IKKE OM



Ild er en stor del af den menneskelige civilisation, faktisk en af grundpillerne. Ilden lod os ændre landskabet til vores behov, og nu beror samfundet på omdannelse af ild til bevægelse og elektricitet. Ild og forbrænding findes i flere former, som både har skabende og destruerende kraft. Læs her hvordan.



HVAD ER ILD?

Ild er egentlig bare en kemisk proces. Via aktiveringsenergi i form af f.eks. en gnist fra en lighter eller et lynnedslag begynder ilt (molekyle af to oxygenatomer, også kaldet O_2 eller dioxid) fra atmosfæren at omdanne f.eks. kulstofforbindelser i et stykke træ eller tør lyng til vanddamp, CO_2 og energi i form af varme. Dette ser vi som flammer. Den hyggelige 'ild-lyd' fra et bål kommer fra små eksplosioner af vand og andre substanser inden i det brændende træ, som udvider sig i varmen. Ilden holder sig selv ved lige ved at udvikle høj varme, som gør det muligt for forbrændingsprocessen at blive ved, så længe der er brændsel og ilt.

INDVENDIG FORBRÆNDING

Forbrænding kan forløbe uden flammer og i stedet frigive kemisk energi. Det sker for eksempel inden i dig og mig og alle aerobiske (altså iltudnyttende) livsformer omkring os. Vores celler genererer nemlig hovedsageligt energi ved at forbrænde kulstofforbindelser fra vores mad via samme overordnede formel som ild: Ilt og kulstof omdannes til kemisk energi, som er cellernes brændstof. Der dannes også varmeenergi ligesom fra en flamme, og det er det, der holder kroppen varm. Ligesom ved ild dannes der en del vanddamp og CO₂ i processen, som mestendels udåndes som 'affald'. Hvilket netop er det, planter bruger til at lave ny ilt, altså CO₂ og vand. Og sådan kører kredsløbet. Forbrændingen i kroppen kræver en vis mængde aktiveringsenergi, ligesom det kræver en gnist at starte en flamme. Den sag klarer en række dertil-

indrettede molekyler (enzymer), som via en kemisk proces kaldet katalyse sørger for at starte og holde gang i 'ilden'. Men det kræver en stabil tilførsel af ny brændsel, altså rugbrødsmadder eller onsdagssnegle. Nu skal man ikke være nervøs for brandfare,

for menneskekroppen består som bekendt af cirka 60 procent vand, hvilket modvirker gnister ganske effektivt.

Alt med måde

Det hele skyldes, at ilt er meget glad for at indgå i kemiske reaktioner med andre molekyler. Faktisk så meget, at det også kan gøre skade på os. Hvis der ikke er nogen kontrol med iltten, kan den forsøge at gå i forbindelse med alt muligt utilsigtet og sætte gang i en nedbrydningsproces af vigtige ting som DNA og celler. Hvilket selvsagt ikke er sundt og kan føre til en hel række dårligdomme. Heldigvis er levende organismer netop levende af den grund, at der er blevet tænkt over den slags. For eksempel sørger de berømte molekyler antioxidant for at holde iltten koncentreret om at producere energi i cellerne og minimere ulykkerne. Deraf navnet 'anti-oxidanter' – nogle, der modvirker oxidation, som er et andet fint ord for forbrænding. Antioxidanterne laves i kroppen, men skal også indtages via kosten, især fra planter, så husk at spise salaten.

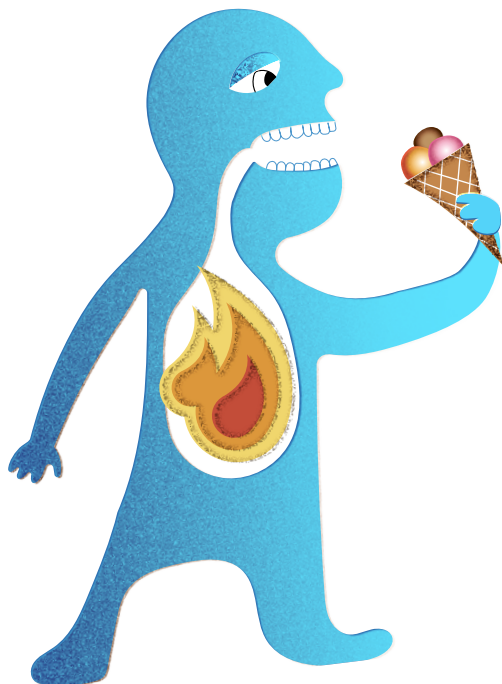


Illustration: Lykke Sandal

VÆGTLØSE FLAMMER ER RUNDE

Hvordan brænder ild ude i rummet? Det har de gode mennesker fra NASA selvfølgelig testet for os. I 2000 lavede de et forsøg med flammer i vægtløs tilstand, som viste, at flammerne bliver runde. I vores normale tyngdekraft-bestemte omgivelser styres flammens retning bl.a. af sodpartikler fra brændselsprocessen, der bevæger sig mod flammens top. Uden tyngdekraft havde sodpartiklerne ikke længere nogen 'retningsans' og bevægede sig ud i alle retninger fra den genstand, der brændte. Det skabte den flotte, sfæriske flamme, som ses her.



Kilder: USGS; Borden et al. (2017): 'Dioxygen: What Makes This Triplet Diradical Kinetically Persistent?'. JACS; Britannica; Naturen i Danmark; Naturstyrelsen (2017): 'Genopretning af heder og indlandskitter i Danmark – et LIFE+-Nature projekt'; lægemandsrapport; J.A.J. Gowlett (2016): 'The discovery of fire by humans: a long and convoluted process', Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences

DEN ENESTE PLANET MED ILD?

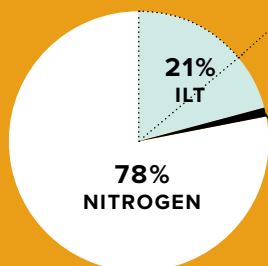
Ild kræver ilt (O₂) for at kunne brænde.

Som nævnt på forrige side er det en grundbestanddel af den kemiske proces, som ild er. Faktisk skal der i de fleste tilfælde være minimum 14 procent ilt i luften, for at der vil gå ild i typiske brændsler som papir eller træ. Iltindholdet i Jordens atmosfære er 21 procent (**se herunder**), hvilket er per-

fekte forhold for ild. Indtil videre er Jorden den eneste kendte 'brandbare' planet, hvor iltniveauet er højt nok til, at der kan gå ild i ting. (Flere gasser kræver mindre ilt for at brænde, så her er barren lavere.)

Oxygen findes naturligt på mange planeter, men på Jorden er der sket det, at levende organismer, såsom planter og særlige bakterier, også producerer det aktivt. >

JORDENS ATMOSFÆRE BESTÅR AF:



Luften skal indeholde mindst

14% ILT

for at antænde almindelige brændsler som træ eller papir. Med sine 21% er Jorden dermed et højt brandbart miljø.

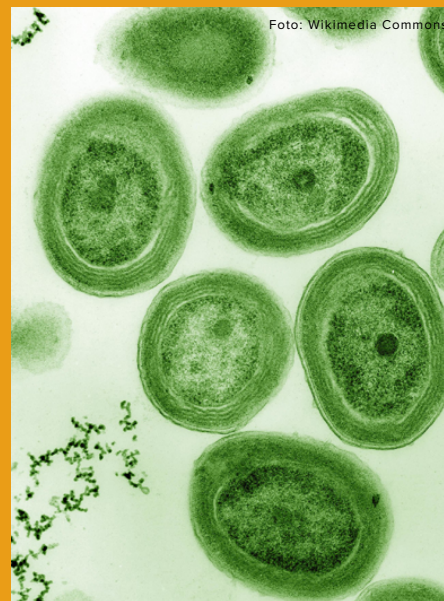


Foto: Wikimedia Commons

Mikroalger producerer ligesom alle andre planter ilt via fotosyntese. Over milliarder af år har det forhøjet iltkoncentrationen på Jorden og muliggjort åben ild.

ILDPLANTERNES GENIALE STRATEGI

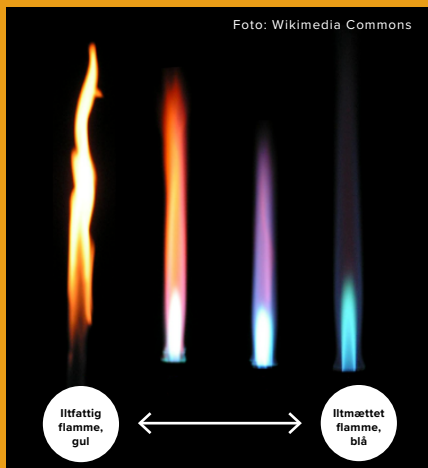
Der findes en række plantearter, der kaldes pyrofyter, altså 'ildplanter'. De har tilpasset sig områder med hyppige skovbrande i en



sådan grad, at deres frøkapsler faktisk *skal* udsættes for ild, før de åbner sig og sender frøene ud. For eksempel træ- og buskarten Banksia på billedet t.v. Den er almindelig i bl.a. Australien, hvor skovbrande er en del af det naturlige skovsystem (til en vis grænse, se s. 30-35). Dette er faktisk ret smart, for når der lige har været skovbrand, vil mange af de voksne planter være beskadigede eller måske endda døde. Det giver den nye lille plante en masse lys og ressourcer, som den ellers skulle kæmpe med de andre om. Det giver den altså et for-

spring, den ikke ville have haft uden ilden. Banksia og lignende arter, som f.eks. den australske eukalyptus, har dog også en tyk bark, som beskytter dem, og de kan også ofte skyde op igen fra rødderne. Mange fyrreskove er meget brandbare på grund af olierne i deres nåle, men også her er koglerne designet til at åbne ved eller efter høje temperaturer. Hvis hele 'forælderskoven' dør i en brand, tager en ny generation derfor hurtigt over, båret frem af den ultimative selvopofrelse fra den forrige generation som på billedet.

Fotos: Wikipedia Commons



Flammer skifter farve alt efter, hvor meget ilt de har til rådighed. Flammen til højre har alt den ilt, den kan ønske sig, og bliver derfor blå. Mod venstre får flammen mindre og mindre ilt, hvilket skaber en 'uperfekt' brænding af den brandbare gas. Det danner bittesmå sodpartikler i flammen, hvilket er det, der giver den gule farve. Hvis der var mere ilt i atmosfæren, ville vores lejrbrænde derfor blive blålige.

Det har hævet iltkoncentrationen til det usædvanligt høje niveau, vi har i dag, og som mange livsformer har udviklet sig til at være helt afhængige af. Denne iltproduktion begyndte i det stille for ca. 3,5 mia. år siden, men begyndte først rigtigt at hobe sig op i atmosfæren for ca. 1 mia. år siden – hvilket faktisk var et kæmpestort problem for mange daværende organismer. De var ikke vant til ilt og blev simpelthen forgiftet. Siden udviklede livet sig dog til at kunne udnytte iltmolekylerne, herunder fuldstændig iltafhængige pattedyr som os selv. I tidernes morgen kunne der derfor højst sandsynligt ikke opstå brande på Jorden. Der har så i stedet været en frygtelig masse lava på overfladen af den unge Jord, men det er noget ganske andet.

LAVA
ER IKKE
ILD



Lava kan ganske vist sætte ild til ting, men kun fordi den er så utrolig varm, ikke fordi den selv har noget med ild at gøre. Lava sætter bare forbrændingsprocessen i gang i brandbare materialer, som den nu møder. Ligesom et lynnedslag kan gøre.

ILDEN SKABTE VORES SAMFUND

Hvornår fandt de første mennesker ud af at bruge ild? Det er faktisk ikke helt defineret, for spor af egentlige bål er ikke helt nemme at kende fra naturlige afbrændingsspor. Der er fundet en række fordybninger i Østafrika, som bærer tegn på et begrænset område af ild og mulig afbrænding af organisk materiale. Sporene er ca. 1,5 mio. år gamle og tolkes af nogle arkæologer som første tegn på tidlige menneskers brug af ild. Der findes lignende, lidt nyere spor, bl.a. i en række huler i Sydafrika, hvor man er ret sikker på, at der har været tændt bål af tidlige mennesker for omkring 1 mio. år siden. F.eks. Wonderwerk-hulen, hvor to **forskere på fotoet th.** ser på lag, der bærer præg af at have været brændt. Der er også tegn på det, der kaldes 'regelmæssig ildbrug' i en 400.000 år gammel hule i Israel, hvor der lå aske og forkullede dyreknogeter (**foto nederst th.**).

Med tiden er vi mennesker blevet mere eller mindre afhængige af ilden. Den gav os varme, lys i mørket, muligheder for at spise flere forskellige ting, fordi vi kunne tilberede dem, en vis sikkerhed fra rovdyr m.m. Senere brugte man ilden til at smelte metaller til redskaber og våben, og senest – med en lille justering – til forbrændingsmotorer i biler, fly, el-generatorer osv.





“Når der er røg over Thy, er det godt for naturen”

Kontrolleret ild er en fast del af værktøjskassen hos Naturstyrelsens afdeling i Thy, hvor man hvert forår afbrænder flere hektar hedelandskab. Holdet kører efter reglen, at hvis der *kan* brændes, *skal* der brændes, og hvordan det hænger sammen med sund natur, kan du høre skovfoged Henrik Schjødt Kristensen forklare her.

HVOR OG HVAD ER HEDEN?

Hede er en såkaldt 'lysåben' naturtype, hvor der kun er ganske få træer eller større buske, der skygger for lysindfaldet til jordoverfladen. Det er typisk ret næringsfattige, magre jorde, hvor der er hårde betingelser for planterne, men hvor mindre buske og urter som lyng, revling, forskellige lavtyper m.m. klarer sig godt. Naturtypen er naturlig ved Nordvesteuropas vestkyster, herunder i Vestjylland, og derfor kaldes 'urtypen' også atlantisk klithede. Der findes også menneskeskabte heder længere inde i landet, som ikke altid er bundet op på klitter, men som har været spredt med vilje og vedligeholdt gennem mange hundrede år. Lyng gav nemlig græsning til husdyr hele året på de ellers magre vestjyske jorde. Oprindeligt har disse områder været skov, og de ville blive det igen uden den konstante græsning og periodevis afbrænding. De store områder med hedelandskab gav dog især i 1700-tallet store problemer med sandfygning, og derfor begyndte man fra omkring år 1800 at plante områderne til igen og/eller opdyrke landet mere intensivt, så mange af hederne forsvandt.

Hedens
udbredelse
ca. 1800



Hedens
udbredelse
ca. 1940



NU ER CIRKA 2 PCT. AF DANMARKS AREAL HEDE

De nuværende hedearealer er fredet og skal som udgangspunkt blive ved med at være hede. Det er vedtaget med Naturbeskyttelseslovens paragraf 3, som beskytter alle de lysåbne naturtyper: hede, overdrev, mose, eng, strandeng og sø. Tilsammen udgør de seks naturtyper ca. 10 pct. af Danmarks areal.

Hvert år i februar og marts kan man på vindstille dage se store røgsøjler rejse sig over det nordvestjyske landskab. Her foretager Naturstyrelsen nemlig kontrollerede afbrændinger af hedeområder inden den kommende vækstsæson. Det gør styrelsen for så vidt også i resten af Danmark, hvor der er stykker med åben hede. Hvis man ser ild og røg i landskabet, kan man tænke, at man bør ringe 112, men i dette tilfælde er ilden påsat med fuldt overlæg. Hvis vi vil blive ved med at have hedelandskab i Danmark, er man nemlig nødt til en gang imellem at brænde det af.

”Hvis vi ikke gør noget, kommer der hurtigt selvsåede træer, som vokser og skygger for jordbunden under sig, hvor de små planter ikke længere kan gro. Desuden står træerne som store luftfiltre og fanger næringsstoffer fra luften, og de næringsstoffer vaskes ned på jorden, når det regner eller tør. Det forskubber næringsbalancen på heden, som normalt domineres af planter, som er højt specialiserede i at overleve i et næringsfattigt miljø, f.eks. lyng, revling og lav. Normalt på heden har de derfor en fordel over andre, mere næringskrævende arter, men når der kommer mere næring, vil de hurtigtvoksende og næringskrævende planter som græsser – og siden løvtræer – tage al plads og lys fra de langsomt voksende, hårdføre hedearter,” fortæller skovfoged og klitplantør i Naturstyrelsen Thy Henrik Schjødt Kristensen.

Det vil sige, at uden menneskelig indgriben vil det åbne hedelandskab inden for et par årtier eller tre vokse til med tiltagende høje planter og træer, så der til sidst står en skov. >

“Hvis vi ikke gør
noget, kommer
der hurtigt
selvsåede træer.”

HENRIK SCHJØDT KRISTENSEN

SKOVFOGED, NATURSTYRELSEN THY





HENRIK SCHJØDT KRISTENSEN

ARBEJDE

Skovfoged og klitplantør i Naturstyrelsen Thy, hvor han står for naturpleje i form af en lang række projekter vedrørende hedeafbrænding, invasive arter, genopretning af vådområder og generel drift af statens store naturområder i Thy.

UDDANNELSE

Skovtekniker (nu skov- og landskabsingeniør)

HVAD ER DIT PERSONLIGE FORHOLD TIL NATURTYPEN HEDE?

Jeg har et stærkt personligt forhold til heden. Da jeg skulle til Thy i sin tid og høre mere om jobbet i Naturstyrelsen Thy, blev jeg kørt rundt i området med min forgænger. Jeg kommer fra Aabenraa, så jeg kendte ikke så meget til heden. Vi kørte igennem en masse flot skov, men da vi så kom ud af skoven og ud på den åbne hede: Altså, hold da kæft, det var en helt anden verden. Det er sådan et unikt landskab og naturtype, og det tændte noget i mig dengang, der har holdt ved lige siden. Heden betyder rigtig meget for mig, og jeg tænker faktisk tit, at jeg er enormt privilegeret sådan at kunne gå rundt på mit arbejde og kunne høre tranens trompeteren og **tinksmedens** varslende. Heden er en unik og fantastisk verden, som vi skal passe på.

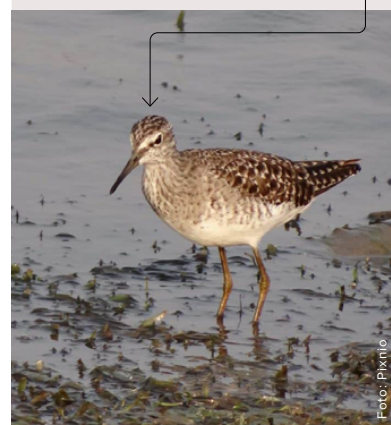


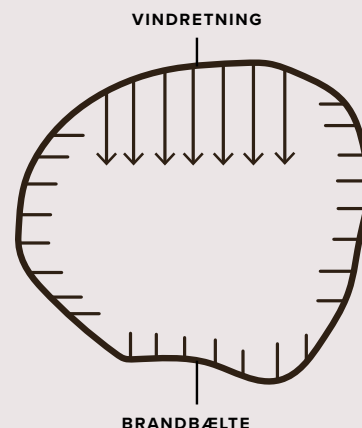
Foto: Pkino



Foto: Naturstyrelsen Thy

DET RENT PRAKTISKE

Når der brændes et stykke hede, er der på forhånd bestemt et ret præcist areal – man stikker ikke bare ild til og håber på det bedste. Ofte vil man først brænde vegetationen af i en tynd linje rundt om det planlagte areal, hvor ilden slukkes igen. Det kaldes et brandbælte og er ca. 2,5 til 4 m bredt afhængig af omstændighederne. Funktionen er at forhindre den egentlige brand i at sprede sig uden for det planlagte areal. Når det er gjort, vil man typisk tænde ild i den ende, og vinden vil sprede ild og røg ind i det markerede areal. Mandskabet følger ilden med såkaldte branddaskere og en tank med vand, så de hurtigt kan slukke igen, hvis ilden alligevel skulle bevæge sig i en forkert retning.



”Vi plejer at sige, at når der er røg over Thy, er det godt for naturen,” siger han.

MERE SKOV ER IKKE ALTID BEDRE

Hvad er problemet med mere skov, kan man spørge. Det står jo højt på den politiske dagsorden at få mere skov i Danmark. Henrik Schjødt Kristensen forklarer, at skov ganske vist er en fin naturtype, men at der også er behov for hede.

”Vores opgave er at sørge for, at de her arter, der er tilpasset heden, fortsat har et råderum og et sted at være. Det optimale er at have så mange arter som muligt, og derfor er det bedst at have en blanding af så mange forskellige slags natur som muligt. Både skov, hede, vandhuller, strandenge og så videre,” siger han.

Forskellige arter af dyr, planter, svampe og så videre opstår blandt andet, fordi der er forskel på de fysiske levesteder, så nogle levesteder fremmer evolutionen af nogle arter, mens andre levesteder fremmer andre arter. Når først planter og dyr er tilpasset en naturtype som heden, kan de ikke bare tilpasse sig en skov. Den slags tager mange, mange år, hvis det da overhovedet er muligt. Ifølge Naturstyrelsens hjemmeside er der for eksempel omkring 40 insektarter, der er direkte afhængige af tilstedeværelsen af lyng for at have noget at spise, et sted at jage, lægge æg m.m. Hvis der ikke er nogen heder, hvor lyng kan vokse, vil de uddø i Danmark, uanset hvor meget flot og artsrig skov, der ellers måtte være.

”Der er et helt samfund af arter, der er knyttet til de her områder. Så snart der kommer for meget højt græs på heden, ser vi, at fugle som hjejlen ikke vil være her længere. Mange insekter og faktisk også slanger vil gerne have de bare sandflader, der også opstår ind mellem lyngen.”

Derfor er den hede, der findes i Danmark i dag, også beskyttet af en såkaldt status quo-fredning, hvilket betyder,

at de nuværende hedeområder skal blive ved med at være hede.

RYKKER UD SOM EN CIRKUSKARAVANE

Vedligeholdelsen af den åbne hede foregår efter nøje tilrettede planer, hvor hedeområder er delt ind i mindre områder, hvis tilstand man hele tiden holder øje med.

”Vi har en prioriteringsliste over de områder, der har mest brug for at blive afbrændt. Men i sidste ende er det altid



Hederne er blandt andet kendetegnet ved dværgbuske og urter og dyreliv specialiseret i forskellig grad til de særlige planter. Hedepletvingen er f.eks. helt afhængig af tilstedeværelse af planten djævelsbid, som dens larver lever af. Den plante trives ikke i højere bevoksning, så hvis heden vokser til, forsvinder den og dermed hedepletvingen. Sommerfuglen ses primært i Nordjylland.

vejret, der afgør, om der kan brændes, så planerne ændrer sig ofte,” fortæller Henrik Schjødt Kristensen.

Derfor sørger han og holdet for altid at have en lang prioriteringsliste, så der er ”noget at tage af”, hvis vind og vejr forhindrer holdet i at brænde af på de højt prioriterede steder.

”Vi har gerne ønsker om et vist antal hektar, der skal brændes, men det er helt umuligt at forudsige, da det er så vejrafhængigt. Derfor er det bare en regel, at alle dage, hvor der er vejr til at brænde, skal der brændes. Det har vist sig at være måden at gøre det på. Det gælder simpelthen bare om at få brændt noget af i forårsmånederne, så der kan vi ikke bruge tid på at gå alt for meget i planlægnings-’mode’, for så har vinden ændret sig på det næste område også, og så sker der aldrig en skid,” konstaterer han.

Han fortæller, at hele det store hedeområde under Naturstyrelsen i Thy derfor er delt ind i delområder med hver sit brændingshold tilknyttet. Et hold består af 3-4 skovarbejdere, en traktor med vand og pumpe og så dieselsprøjter til antænding.

”Det skal være fleksibelt, så de netop kan rykke hurtigt og let fra sted til sted med alt, hvad de skal bruge, ved hånden. Lidt ligesom en cirkuskaravane.”

Han tilføjer, at der derudover selvfølgelig er en lang række

sikkerhedsforanstaltninger, der ordnes og cleses med andre myndigheder, inden selve brændingen går i gang et nyt sted. Der kontaktes blandt andet lokale brandmyndigheder og de andre hold fra Naturstyrelsen, så alle ved, hvor der brændes den dag.

DYRELIVET ER VANT TIL ILD

Man kan spekulere over, om ikke en del af de dyr, der holder til i og ved lyng og andre hedeplanter, går til under brændingerne. Henrik Schjødt Kristensen fortæller, at det er meget sjældent, de finder døde dyr, der blev fanget i flammerne.

”Fuglene flyver jo bare væk, og vildtet løber sin vej. Firben, slanger, padder og insekter skynder sig typisk ned under jorden eller ned i vandhuller. Indimellem finder vi et firben, der ikke nåede væk, men det er faktisk ret sjældent.”

Han forklarer, at det altid har været et vilkår for dyrelivet, at der kunne opstå naturbrande, og derfor har mange arter da også en form for flugtstrategi, når de ser eller lugter røg.

”Det er jo naturligt, at der opstår brand, ligesom det er naturligt, at der sker oversvømmelser, vulkanudbrud, jordskælv osv. Det har dyrelivet altid måttet forholde sig til, og ud over at det skaber noget ødelæggelse, sætter det en masse nye processer i gang. Som for eksempel lyngplanterne, der spirer med friske skud, som en masse dyr har glæde af. Forandring er en vigtig del af naturen. Måske nærmest naturen i en nøddeskal. Det er en del af livet, at noget brænder en gang imellem.” •



HEDELYNG

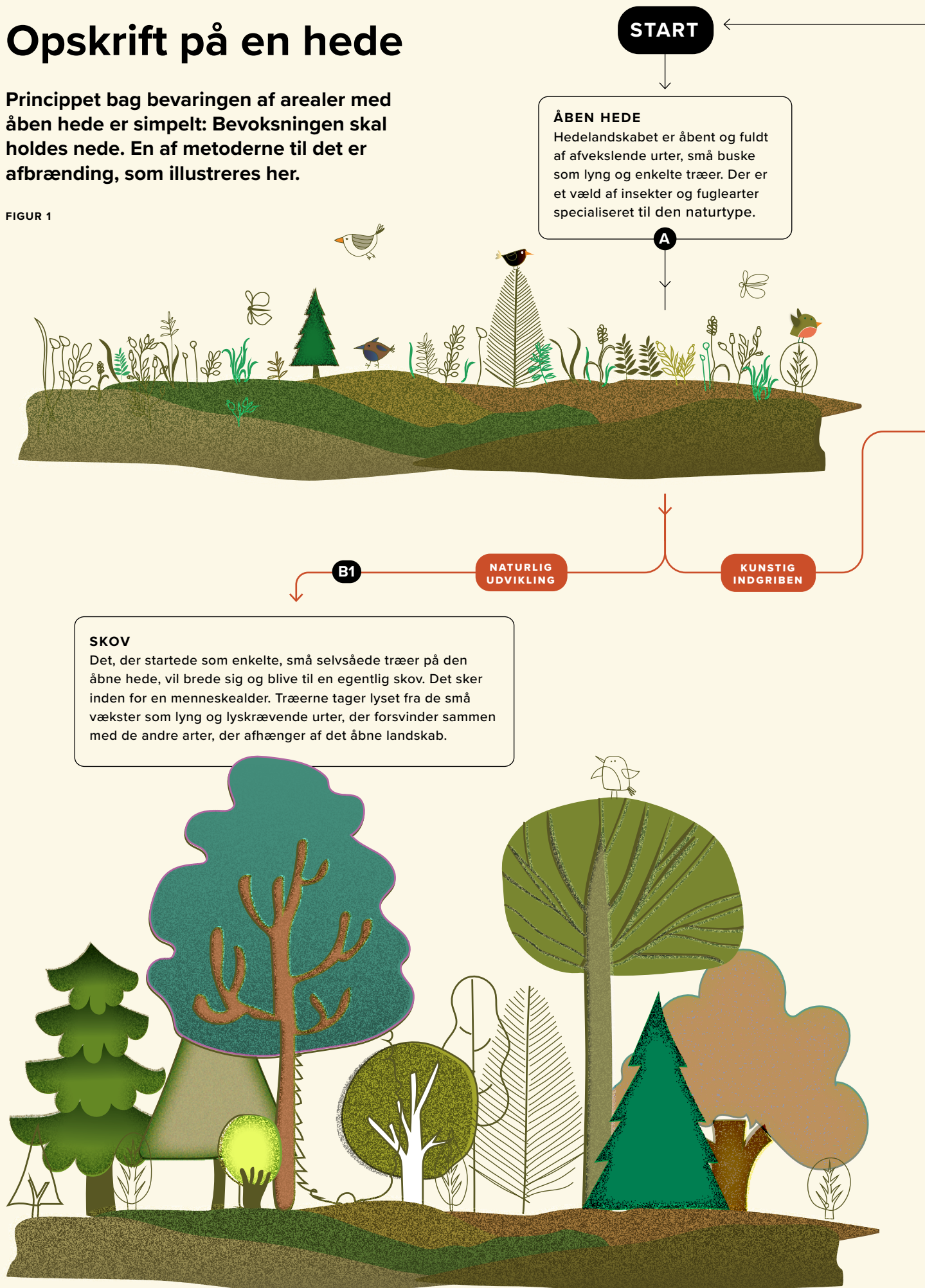


REVLING

Opskrift på en hede

Princippet bag bevaringen af arealer med åben hede er simpelt: Bevoksningen skal holdes nede. En af metoderne til det er afbrænding, som illustreres her.

FIGUR 1

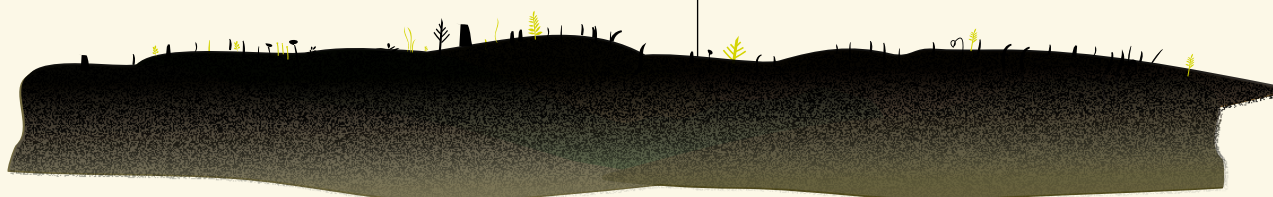


AFBRÆNDING

Autoriserede myndigheder foretager kontrollerede afbrændinger af arealer, inden de vokser til i træer og større buske.

B2**HEDE-GENSTART**

Ilden virker som at trykke på 'genstart'. Lyngen vil skyde fra rødderne med nye, friske skud og igen skabe grobund for en periode med de arter, der har det bedst på et åbent, næringsfattigt landskab.

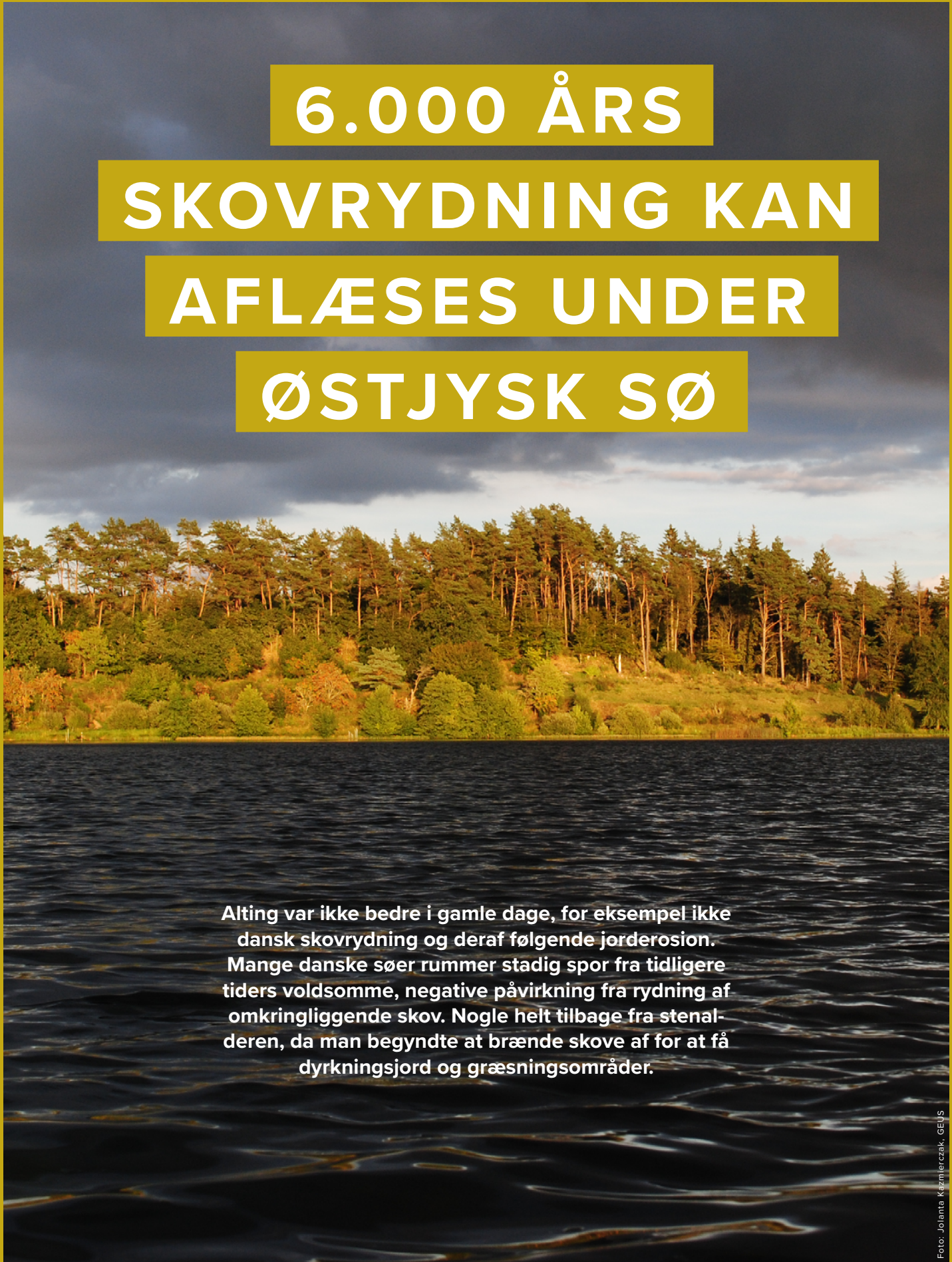
CTILBAGE
TIL START**HEDEN ER EN NATURLIG PAUSESØRM**

Heden er som nævnt en naturtype, der med tiden bliver til skov. Den blev udbredt, fordi der op gennem menneskets historie blev fældet mere og mere skov, bl.a. for at få arealer til husdyrgræsning, og græsning og gentagen afbrænding forhindrede skoven i at spire frem igen. På de sandede og derfor ret næringsfattige jorde i Vestjylland fandt man nemlig ud af, at lyng kunne bruges til græsning for dyrene både sommer og vinter. Det krævede dog, at der indimellem blev brændt ned, for at

fremskynde vækst af nye, saftige lyngskud. Man dyrkede også korn på hedearealer, selvom udbyttet var ret sparsomt. Før menneskelig indgriben har der dog også været områder med hede, eller noget der lignede. Inden vi begyndte at stikke ild til ting, opstod der jo naturlige skovbrande efter lynnedslag. Modsat myndighedernes påsatte hedebrande, der holdes til afgrænsede, planlagte flader, kan naturlige brande potentielt rydde kæmpestore områder. Her vil der i et stykke tid, afhængigt af brandens styrke, være åbent og frit, og

små vækster vil hurtigt indtage fladen. Med tiden vil skoven komme tilbage, men for en periode kan vækster som lav, lyng og de respektive tilknyttede arter af insekter, fugle og padder indfinde sig.

På den måde er heden en form for naturlig pauseskærm mellem det ene skovdække og det næste. En kunstig pauseskærm, som i mange hundrede år blev udbredt og opretholdt af mennesker. Og altså stadig gør det i dag, fordi en lang række arter nu er afhængige af, at heden bliver bevaret.



6.000 ÅRS SKOVRYDNING KAN AFLÆSES UNDER ØSTJYSK SØ

Alting var ikke bedre i gamle dage, for eksempel ikke dansk skovrydning og deraf følgende jorderosion. Mange danske søer rummer stadig spor fra tidligere tiders voldsomme, negative påvirkning fra rydning af omkringliggende skov. Nogle helt tilbage fra stenalderen, da man begyndte at brænde skove af for at få dyrkningsjord og græsningsområder.

For de uindviede vil varierende mængder af grundstoffet titanium i forskellige lag af en søbund ikke nødvendigvis ophidse. For de heldige indviede, derimod, fortælles detaljerede historier om alt fra Romerrigets fald og efterfølgende samfundsmæssige uroligheder, til arter der kommer og går. Dog mest af alt landskaber, der ændres. Eller rettere bliver ændret. Af nogen. Bent Vad Odgaard er en af de indviede i kraft af at være professor emeritus ved Institut for Geoscience på Aarhus Universitet og ekspert i dansk vegetationshistorie via f.eks. analyser af søbundskerner. Altså lange rør boret ned i en søbund og hevet op igen med alle lagene af mudder, silt og dynd indeni. Ofte adskillige meter.

”Søer er de rene arkiver for det, der er sket i deres omgivelser gennem tiden. Hvis vi er i tvivl om, hvordan noget foregik, kan vi ofte tage en kerne fra en sø og gå tilbage og læse det der,” forklarer han. Det gøres simpelthen ved at måle på sammensætning og indhold i søbundens skiftende lag, der alle sammen kan ledes tilbage til en specifik tidsperiode.

SKOVE HOLDER PÅ JORDOVERFLADEN

Søer modtager typisk både deres vand fra grundvand og overfladevand fra et stort område kaldet et opland. Når det regner eller tør efter snevejr, skyller vandet en del af overfladejorden med sig ned i søen (kaldet erosion). Hvor meget eller hvor lidt jord der skylles med, bestemmes i høj grad af bevoksningen i området, forklarer Bent Vad Odgaard.

”Når der er meget skov i et opland, holder planternes rødder fast på de øverste jordlag. Hvis den skov pludselig ryddes ved skovbrand, klimaændringer eller menneskelig indgriben, forsvinder denne effekt, og de øverste jordlag er meget modtagelige for erosion.”

EROSION OG SØFORURENING

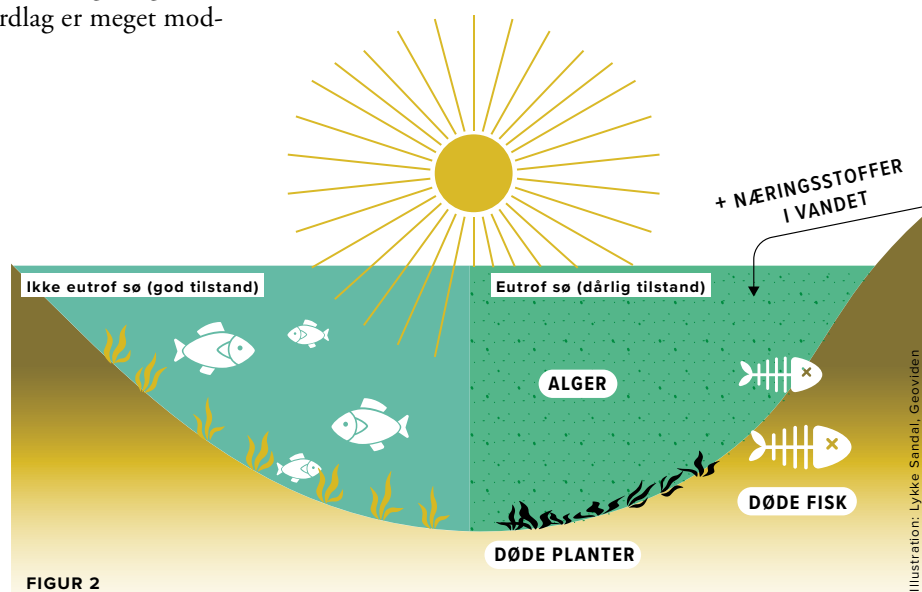
En masse erosionsmateriale skyllet ned i en sø betyder typisk, at søen bliver mere plumret. Der følger også typisk en del næringsstoffer med erosionsmaterialet. Begge dele kan være et problem for livet i søen, da bundplanterne i søen får mindre lys, når vandet er plumret, og næringsstofferne kan få særlige grupper af mikroalger og bakterier til at blomstre voldsomt op og tage ilt fra alle andre organismer i søen. Samtidig gør algeopblomstringen vandet endnu mere ugennemtrængeligt for sollys. Det kan de oprindelige søplanter og dyr ikke klare og i værste fald kan økosystemet bryde helt sammen. Eller i hvert fald ændres til kun at indeholde ganske få livsformer,

Mængden af jord, grus, mudder og så videre, som skylles ned i søerne, stiger derfor efter en skovrydning i deres opland. Med erosionen kommer også næringsstoffer, som søernes mikroskopiske alger lever af. Det ekstra input skubber til balancen i mængden af alger, hvilket påvirker økosystemet i søen negativt. Det får nemlig algerne til at blomstre voldsomt op, så vandet bliver mere uklart, og vandplanterne på bunden gror dårligere, og der kan opstå iltvind (se figur 2).

TITANIUM-METODEN

Når skovdække er afgørende for mængder af erosionsmateriale i en sø, kan man bruge en måling af erosionsmængder over tid til at se på tilhørende variationer af skovdække gennem tiden. Hvilket netop er det, man kan gøre med søbundskerner, fortæller Bent Vad Odgaard, simpelthen ved at måle, hvor meget jord, mudder osv. der er flydt ned i søen gennem tiden, hvilket netop kan ses i søbundskernernes lag. Man kan dog ikke bare gøre det ved at tage en lineal og måle lagenes længde, for kernen vil også indeholde bundmateriale fra søens egne, biologiske processer, som nedbrydning af alger m.m. Derfor går forskerne efter en indirekte måling – nemlig mængderne af det foromtalt titanium.

”Grundstoffet titanium findes i små mængder i alle danske jorde, men ikke i søer. De koncentrationer, der i dag kan måles nedefter i søbunden, må derfor være tilført med



FIGUR 2

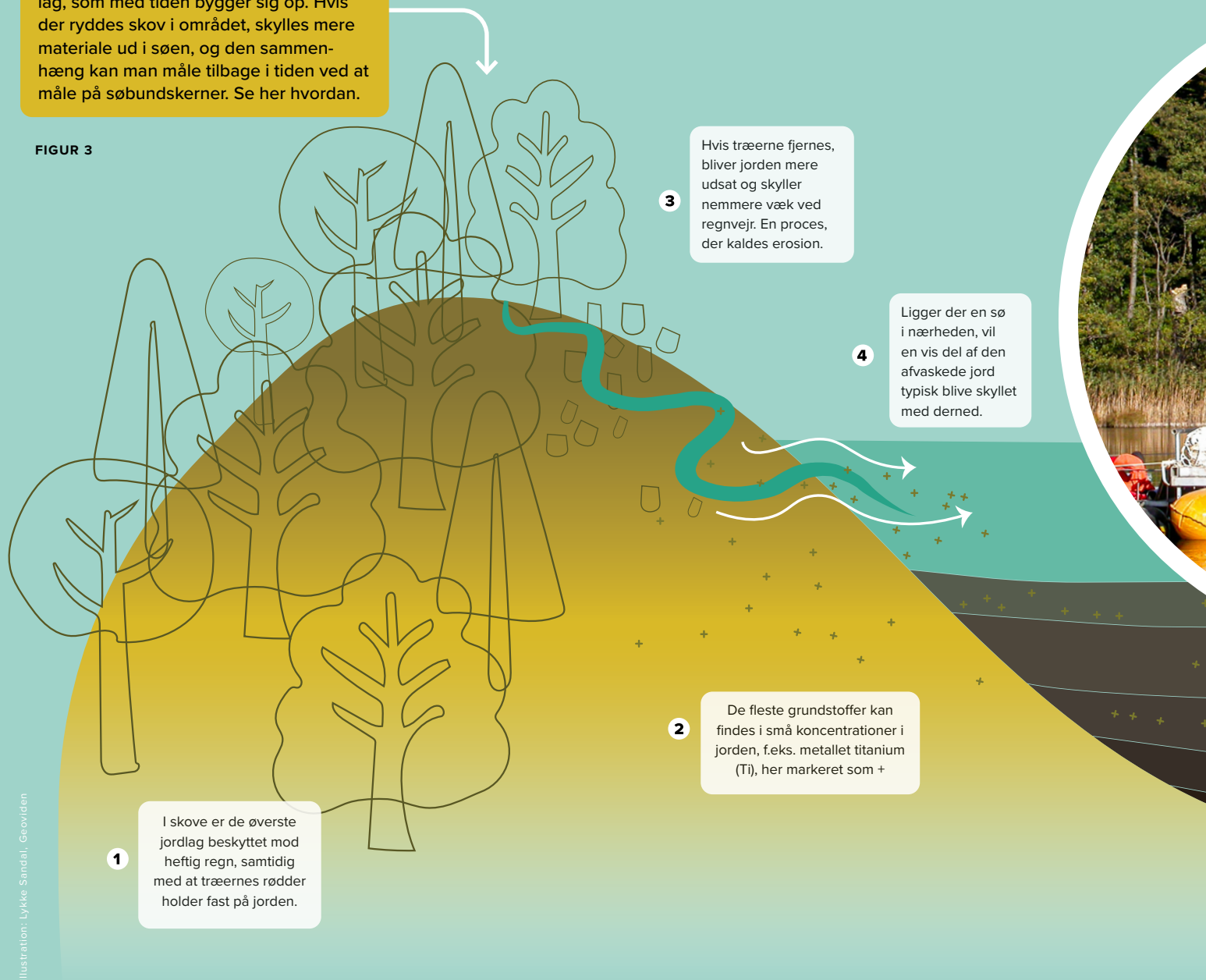
der kan klare de ekstreme forhold. En sø med sådan et unaturligt - og usundt - højt næringsindhold kaldes 'eutrof'. Langt størstedelen af danske søer er eutrofe i

større eller mindre grad. Udviklingen i søernes tilstand måles løbende af Miljøstyrelsens Nationale Overvågningsprogram for Vandmiljø og Natur (NOVANA).

SKOVRYDNING LÆSES I SØER

Når det regner, skylles små mængder jord med regnvandet ned i søer og åer. I søerne lægger jorden sig på bunden i lag, som med tiden bygger sig op. Hvis der ryddes skov i området, skylles mere materiale ud i søen, og den sammenhæng kan man måle tilbage i tiden ved at måle på søbundskerner. Se her hvordan.

FIGUR 3



1 I skove er de øverste jordlag beskyttet mod heftig regn, samtidig med at træernes rødder holder fast på jorden.

3 Hvis træerne fjernes, bliver jorden mere udsat og skyller nemmere væk ved regnvejr. En proces, der kaldes erosion.

4 Ligger der en sø i nærheden, vil en vis del af den afvaskede jord typisk blive skyllet med derned.

2 De fleste grundstoffer kan findes i små koncentrationer i jorden, f.eks. metallet titanium (Ti), her markeret som +

“[Der vil] lige efter en skovrydning ses en stor stigning i erosionsbåret titanium til en sø.”

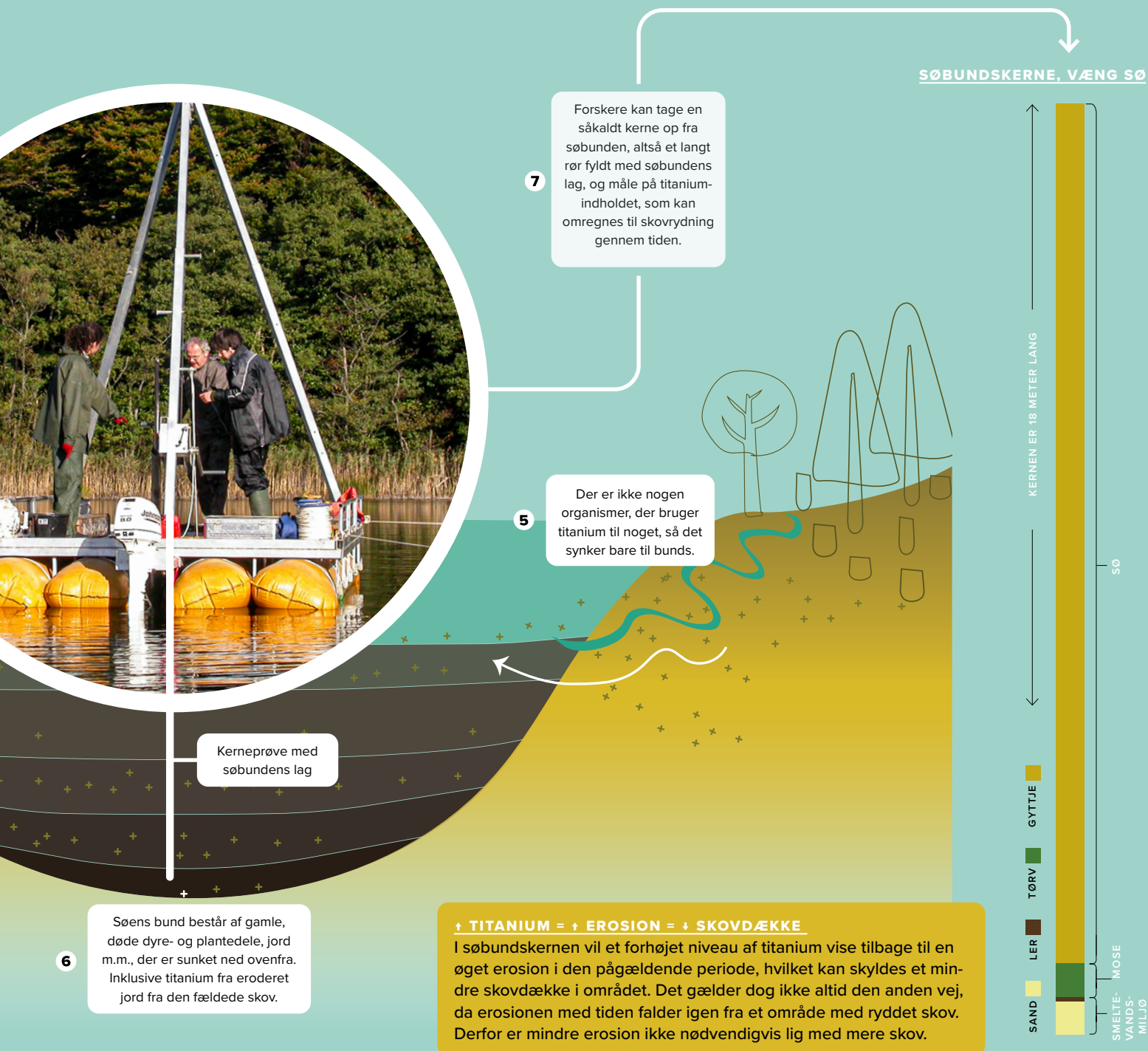
BENT VAD ODGAARD

PROFESSOR EMERITUS, AARHUS UNIVERSITET

erosionsmateriet. Desuden indgår titanium ikke i nogen naturlige kredsløbsprocesser i søerne, så den tilførte mængde bliver ved med at være der og kan dermed bruges til at estimere graden af erosion gennem tiden,” fortæller forskeren. (Se figur 3 herover).

Han tilføjer dog den vigtige huskeregel, at erosionen ikke kan oversættes til skovareal i området 1:1, for sammenhængen aftager med tiden. Lige efter et stykke skov er ryddet, er de øverste, let tilgængelige jordlag meget modtagelige for erosion forårsaget af vejr og vind.

”Når disse let nedbrydelige lag er skyllet væk, er de hårdere



jordlag tilbage, for de er ikke så nemme at erodere væk og ned i søer og åer. Derfor vil der lige efter en skovrydning ses en stor stigning i erosionsbåret titanium til en sø, men det vil falde igen med tiden, fordi jordlagene bliver tiltagende svære at erodere. Så et faldende titanium-niveau betyder ikke nødvendigvis, at der er groet en ny skov frem.”

Derfor ser forskerne især efter pludselige stigninger og nye plateauer på grafen, som mere sikkert kan tilskrives skovrydningsaktiviteter i samfundet. Mere titanium i et søbundslag er altså lig med mere erosion af jord i den pågældende periode, hvilket må være lig med mindre skov i området. Men det gælder ikke altid omvendt.

DE FØRSTE DANSKERE

Ændringer i landskabet kan på den måde registreres i bunden af en sø gennem hele søens ’levetid’. Da mange søer er flere tusinde år gamle, kan de vise os overgangen fra isdække i slutningen af sidste istid og genindvandring af de første træer, stenaldermenneskers spæde start på skovfældning og landbrug og helt frem til kulturlandskabet, vi kender i dag. Sådan en sø er Væng Sø i Østjylland, som er en af de søer, som Bent Vad Odgaard senest har været med til at analysere kerner fra. Væng Sø er cirka 9.000 år gammel og er på de år blevet fyldt op med omkring 16 meter bundmateriale, som Bent Vad Odgaard og kollegerne i 2019 undersøgte indholdet af. For 9.000 år siden var Danmark dækket af skov igen efter ➤

nogle træløse århundreder lige efter istidens afslutning for 11.700 år siden.

”Vi så et naturligt niveau af erosion i søbundens lag indtil lagene, der er dannet for cirka 5.900 år siden. Her begynder titaniumindholdet at stige,” fortæller han (**Se figur 4**). Det er her, der for første gang ryddes skov af mennesker bosat i området omkring Væng Sø.

”I starten var det ikke ret meget, bare små stykker ad gangen til såkaldt svedjebrug og græsning for deres dyr. I svedjebrug brændte menneskene skov af for at dyrke korn i asken i et par år. Når jorden blev udpint, rykkede de videre og gentog processen et nyt sted.”

I de følgende par tusinde år forsvandt mere skov, især fordi man også lod husdyrene græsse i skovene, hvor de spiste de små, nye træer, så skovene ikke blev fornyet og efterhånden svandt ind.

Denne samlede aktivitet ses som stigninger og fald på kurven, som dog generelt ligger højere end perioden for ca. 5.900-5.000 år siden. Det generelt højere niveau passer med, at befolkningstallet voksede op gennem sten-, bronze- og jernalder, i takt med at man blev dygtigere og dygtigere til at udnytte jorden på bekostning af skoven. Flere mennesker betød større behov for korn og husdyr, hvilket igen betød større behov for dyrknings- og græsningsflader.

ROMERRIGETS AFTRYK

For omkring 1.600 år siden, altså det, vi også kalder år 400, indtraf Romerrigets fald, hvilket gav enorme dønninger ud i hele Europa. Under den romerske jernalder havde en stor del af handlen og samfundet generelt været bundet op på forsyninger til det store romerske rige og dets enorme hær. Derfor opstod der efter sammenbruddet store uroligheder, krige, oprør og folkevandringer. Det havde også konsekvenser for livet i Danmark, hvilket forplantede sig som en genvækst af skov, forklarer Bent Vad Odgaard:

”Her bliver aktiviteten i samfundet skruet væsentligt ned, og man tør ikke have sine dyr gående på græs langt fra huset. Dyr og aktiviteter hives tættere på hjemmet, og det medvirker til, at der begynder at skyde mere skov op i Danmark. Skov, som inden da især blev holdt nede af græssende husdyr. Det øgede skovdække kan nu holde bedre fast på de øvre jordlag. Derfor ser vi i den periode en mindsket transport af erosionsmateriale til Væng Sø og flere andre danske søer, vi har målt på tidligere.”

PLOVENS REVOLUTION

Det blev dog til en forholdsvis kortvarig sejr for dansk skov. Ved indgangen til vikingetiden omkring år 800, altså for >

HISTORIEN LÆST I VÆNG SØS TITANIUMINDHOLD

FIGUR 4

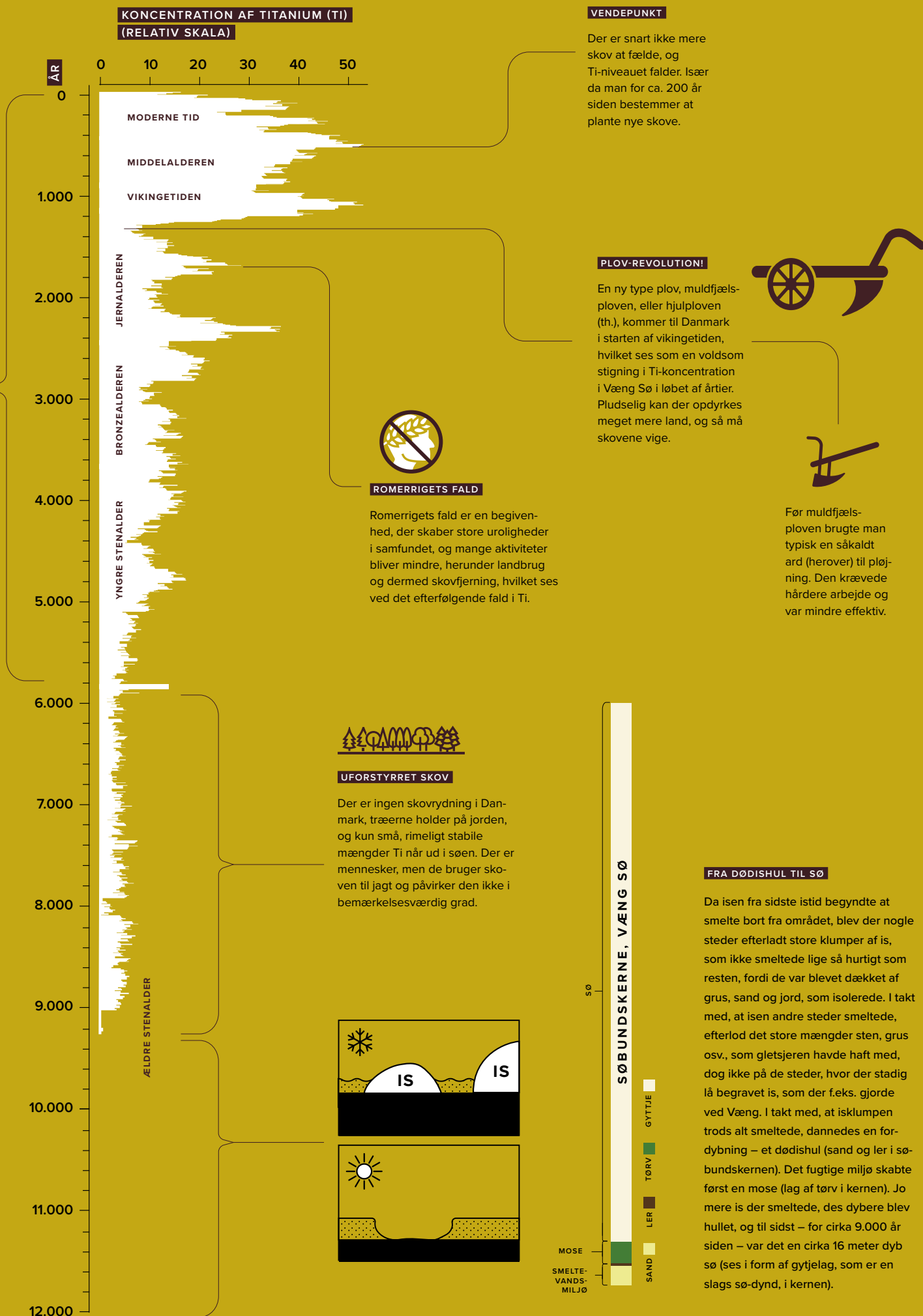


FORSTYRRET SKOV

For ca. 5.900 år siden får stenaldermenneskene den idé at fjerne små stykker skov og omdanne dem til periodevise kornmarker. Et ordentligt udbytte indebærer at flytte til et nyt sted og gentage processen med jævne mellemrum, og Ti-niveauet begynder at stige. Siden da har niveauet generelt været forhøjet og er i perioder steget voldsomt i takt med samfundets og befolkningstallets udvikling.



Forskerholdet tog en kerne fra søbunden af den midtjyske sø Væng Sø i 2019 og analyserede titaniumindholdet for de ca. 18 meter bundmateriale. Resultatet ses her som en graf over titaniumkoncentration (i relativ enhed) gennem tiden fra søbundskernens bund (ca. 12.000 år siden) til top (nutid). Samt nogle af de begivenheder, der har ledt til henholdsvis mere eller mindre skovrydning og dermed erosion og titanium-tilførsel. Væng Sø blev først en sø for omkring 9.000 år siden, men forskernes søbundskerne fik også materiale med fra perioden, før søen blev til. Her er der ikke noget nævneværdigt titaniumindhold, da titanium først ophobes, når der er en sø.



cirka 1.200 år siden, kom et nyt stykke landbrugsudstyr, der ændrede spillereglerne: muldfjælspløven. Det var en opfindelse så epokegørende, at dens indtog ses som en kæmpe stigning i titanium i Væng Sø. Med muldfjælspløven, eller hjulploven, kunne man pludselig udnytte de mere besværlige og dårlige jorde samt dyrke større arealer med stort set samme mængde arbejde.

”Før brugte man en såkaldt ard, en slags stok trukket efter et trækdyr, som lavede riller i jorden, men ikke meget mere. Muldfjælspløven, derimod, vendte jorden rundt, så man kunne blande nyt organisk materiale med og bedre bekæmpe ukrudt. Den betød også, at man kunne opdyrke langt mere lerede jorde end tidligere.”

Sammen med den nye plov kom også et voksende behov for græsningsarealer samt træ til brændsel og byggemateriale. Fra vikingetiden og op gennem middelalderen og helt til nyere tid blev skov- og naturarealer over hele landet derfor ødelagt – i ordets bogstavelige forstand – til fordel for dyrkning og græsning. Fra starten af vikingetiden og op til omkring år 1800 var titanium-niveauet i Væng Sø derfor konstant omtrent dobbelt så højt, som det havde været i de foregående 4.000 år. I år 1800 var der kun cirka fire procent skovdække tilbage i Danmark. Da der var mest skov i Danmark i starten af stenalderen, var der til sammenligning nok omkring 80 procent skovdækning, hvor resten var moser og søer.

GENOPREJSNING TIL SKOVEN

De store åbne vidder var måske nok smarte at dyrke afgrøder på, men de viste sig også at skabe problemer for de ellers så

produktive danskere. Det åbne landskab skabte store problemer i især Jylland med stærk vind og sandstorme. Der var ikke noget tilbage til at holde på den sandede jord, og så kunne vinden rask væk blæse marker og gårde helt og halvt til med sand.

”I 1805 kom derfor den første skovlov, hvori kongen bekendtgjorde, at man skulle rejse ny skov og sætte restriktioner på græsning i skoven, fældning og udnyttelse af tilbageværende skovarealer,” fortæller Bent Vad Odgaard. Og det er netop det, der gør sig gældende som det sidste store udsving på titanium-grafen fra Væng Sø.

”Siden skovloven indtrådte, er titanium-niveauet faldet i både Væng Sø og andre søer i resten af Danmark, hvor vi også har taget målinger,” siger forskeren. Samtidig har man også i større omfang ladet træer og buske gro op omkring søer og vandløb, hvilket også bremser erosionen.

Faktisk er niveauet faldet så meget, at vi er tilbage på omtrent samme erosionsniveau som i stenalderen – hvilket ellers ikke altid er noget, man forbinder med noget positivt.

Skovarealet i Danmark er i dag på omkring 15 procent, og en lov vedtaget af Folketinget i 1989 foreskriver, at skov i 2065 skal dække 25 procent af Danmarks landareal. Altså lige over 1 mio. hektar. Hvis det mål skal indfries, skal der hvert år rejses skov svarende til ca. 7.000 fodboldbaner (ca. 10.000 hektar). I de seneste år er der dog ’kun’ rejst knap 1.000 fodboldbaner skov årligt (omkring 1.400 hektar, **se figur 5**).

GAMLE SØER, NYE PROBLEMER

Hvorom alting er, er genrejsning af skov over hele landet bestemt positivt, men også kun en forbedring fra den absolutte katastrofe, påpeger Bent Vad Odgaard. Samtidig har søerne fået problemer fra en ny front.

”Plantningen af ny skov har gjort, at Væng Sø og andre danske søer ikke længere er udsat for lige så voldsom tilstrømning af erosionsmateriale som tidligere. Til gengæld er man så i de seneste par hundrede år begyndt at lægge dræn langs marker for at mindske oversvømmelser. Det forstyrrer vandbalancen og leder store mængder næringsstoffer fra gødningen på markerne ud i søerne. Det giver samme problem med algeopblomstring og iltsvind, så på den måde er vi ikke rigtig kommet videre.”

Han tilføjer, at det aldrig rigtig bliver muligt at komme tilbage til søernes oprindelige tilstand. Væng Sø og de andre kommer ikke til at kunne ligne det, de gjorde for 9.000 år siden, lige meget hvad vi gør. De fleste søer er nemlig blevet fyldt med materiale over mange tusind år, så de er meget mere lavvandede i dag, i Væng Søs tilfælde cirka 16 meter,

“Dyr og aktiviteter hives tættere på hjemmet, og det medvirker til, at der begynder at skyde mere skov op i Danmark.”

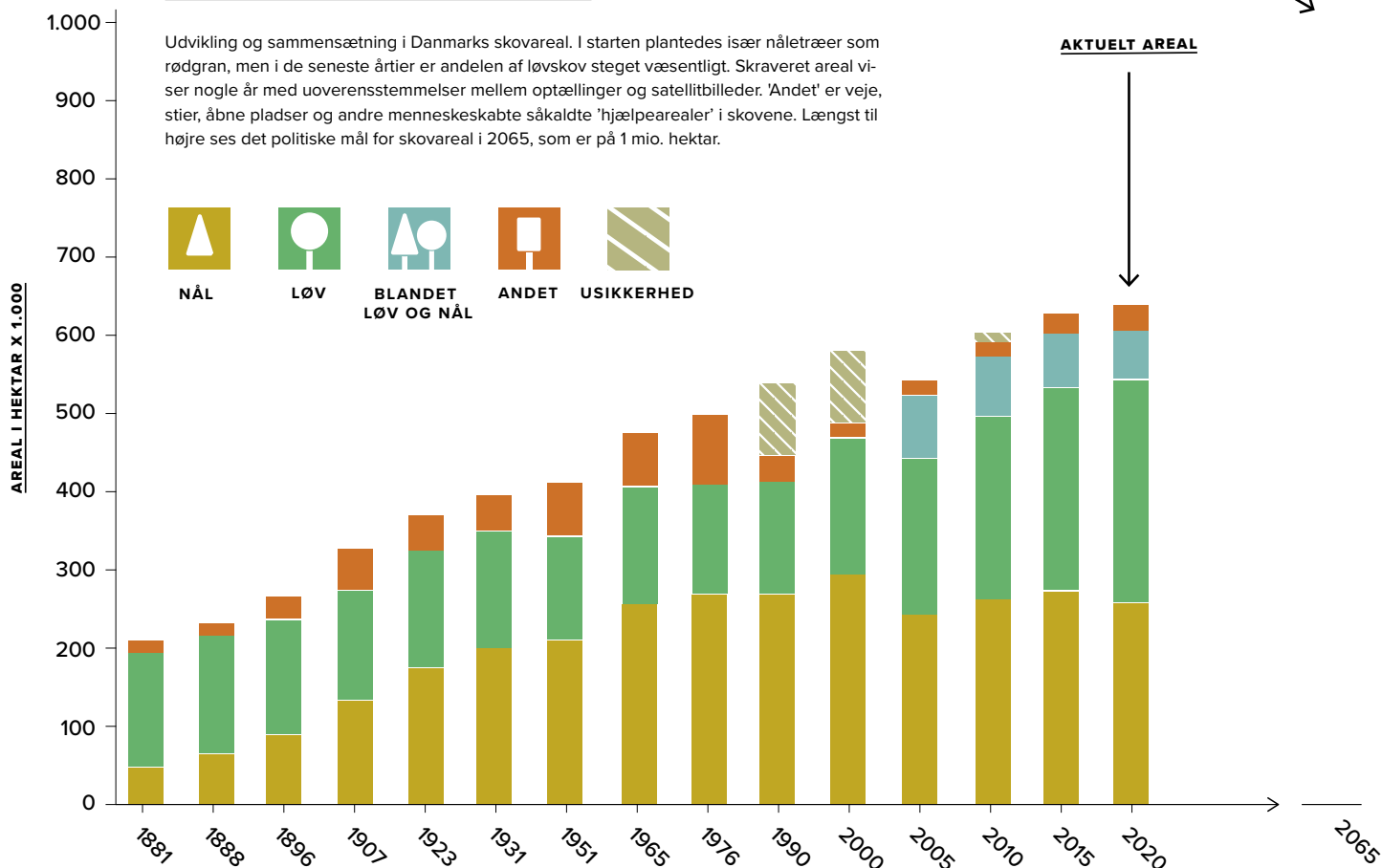
BENT VAD ODGAARD

PROFESSOR EMERITUS, AARHUS UNIVERSITET

FIGUR 5

UDVIKLINGEN I DANMARKS SKOVAREAL

Udvikling og sammensætning i Danmarks skovareal. I starten plantedes især nåletræer som rødgran, men i de seneste årtier er andelen af løvskov steget væsentligt. Skraveret areal viser nogle år med uoverensstemmelser mellem optællinger og satellitbilleder. 'Andet' er veje, stier, åbne pladser og andre menneskeskabte såkaldte 'hjælpearealer' i skovene. Længst til højre ses det politiske mål for skovareal i 2065, som er på 1 mio. hektar.



Graf: Lykke Sandal, Geovidnet baseret på Nord-Larsen, T., Johansen, V.K., Riss-Nielsen, T., Thomsen, I.M., & Jørgensen, B.B. (2021): 'Skovstatistik 2020'. Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Universitet

så den i dag kun er op til cirka to meter dyb. Det er en naturlig proces for søer alle vegne. Det lave vand gør dog søerne mere udsatte for næringsforurening, da der blandt andet ikke kan ske lige så god 'omrøring' i vandmasserne. Skal søerne være rene igen, kræver det derfor, at der nærmest ikke kan foregå noget som helst eller bo nogen som helst i søernes opland, som typisk er meget store. Det bliver ifølge Bent Vad Odgaard nok svært at indfri i et tætbeboet land som vores.

Som han siger, er det dog også spørgsmålet, om det altid er realistisk eller for den sags skyld ideelt at ville tilbage til udgangspunktet.

"Hvis vi skal genskabe naturen, som den var, inden mennesket ankom til Danmark, ville det meste være tæt skov uden ret mange af de plante- og insektarter, som vi sætter pris på i dag. Mange af dem har nemlig tilpasset sig de menneskeskabte forhold, altså marker, heder, læhegn og overdrev. Det kan vi ikke bare sådan lige rulle tilbage – vi må nærmere beskytte det, vi trods alt har," siger han. •

FORKERTE SAMMENLIGNINGER

Studiet i Væng Sø og en række andre søer har givet forskerne en ny indsigt i, at hvis man vil sammenligne søernes nutidige tilstand med den oprindelige tilstand, altså uden større menneskelig indflydelse, skal man meget langt tilbage. Typisk flere tusinde år. Derfor giver det ikke altid mening f.eks. at sige: "Søen har det bedre i dag, end den havde inden industrialiseringen" (ca. 1850). For også dengang var søerne forurenet og forstyrrede og havde været det længe. Allerede ved de tidligste skovrydninger overgik flere danske søer fra rene til næringsforurenet (eutroficeret), og de er ikke kommet tilbage til udgangspunktet siden.

Læs studiet: Bennike et al.: 'Early historical forest clearance caused major degradation of water quality at Lake Væng, Denmark', *Anthropocene* 35 (2021)



Hvad sker der, når man rydder skoven som i stenalderen?

Hvordan foregik det rent praktisk, da de første stenaldermennesker brændte skoven af for at dyrke korn? I midten af 1900-tallet blev danske forskere trætte af gætterier og besluttede at teste det 1:1 i en sønderjysk skov. Det er nu 70 år siden, og eftervirkningerne følges stadig.



Udklip fra videooptagelse af forsøget fra Draved Skov i 1950'erne, som også kan findes på geovid.dk. Her forsøger forskerne at sprede ilden på forsøgsarealet.

Alle sort-hvid fotos er fra videoen 'Stenalderlandbrug - et forsøg i nutiden', John E. Carrebye, Danmark, 1955, Statens Filmcentral, Nationalmuseet



Efter afbrændingen såede forskerne korn i asken for at se, hvor godt udbyttet var på det afbrændte areal sammenlignet med det ikke-brændte.

Efter en pause på nogle tusinde år blev der i 1952 atter svunget flinteøkser i en dansk skov. Nærmere bestemt Draved Skov i Sønderjylland, hvor en halv snes forskere og deres medhjælpere ved hjælp af ægte flinteøkser fældede næsten alle træer og buske i et område af skoven for derefter at stikke ild til hele molevitten. Det lyder som et tilfælde af grov vandalisme, men var faktisk et nøje planlagt videnskabeligt forsøg udført af den daværende Danmarks Geologiske Undersøgelse (DGU, nu GEUS) og Nationalmuseet.

”Forsøget skulle belyse, hvordan mennesket i bondestenalderen for ca. 6.000 år siden begyndte at rydde skoven for at dyrke korn – og hvad der skete, når bønderne forlod arealet igen, og skoven vendte tilbage,” fortæller seniorrådgiver Peter Friis Møller fra De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS), som er ekspert i vegetationshistorie og naturlig skovdynamik, altså skovøkosystemer og deres udvikling gennem tiden. Han er desuden en af dem, der stadig følger udviklingen i Draved Skov, bl.a. senfølgerne af afbrændingsforsøget.

”Stenalderbønderne brugte det, der kaldes svedjebrug, hvor man rydder et område af skoven og brænder kvas og grene fra de fældede træer af på stedet. På den måde samles træernes næringsstoffer og mineraler i asken, som så kan udnyttes af de afgrøder, der sås i asken.”

Peter Friis Møller fortæller, at det antydes i prøver fra jordbunde, søer og moser i hele landet, at ild har spillet en central rolle i skovrydning og opdyrkning. Forskerne har analyseret indholdet i jordprøver fra tilbage i tiden, og de er fulde af kulstøv. Der kan ganske vist ikke ses forskel på naturlige brande og menneskeskabte brande, men kulstøv i jorden bliver væsentligt mere almindeligt i lagene fra bondestenalderen og opefter. Hvilket næppe kan forklares med flere naturbrande, men må have en ny årsag – os.

”I Draved Skov er der for eksempel fundet kulstøv og trækulstykker i bevarede lag i jordbunden, så her ved vi, der har været gentagne ildpåvirkninger op gennem historien.”

DEN PERFEKTE KULISSE

Draved Skov blev også valgt som svedjebrugsprøvekanin, fordi den har en sammensætning af arter, der minder meget om skove fra stenalderen. Blandt andet findes der stadig en masse småbladede lindetræer, som ellers er blevet en sjældenhed mange andre steder.

”Draved er jordbunds- og træartsmæssigt noget af det tætteste, vi i nutidens Danmark kommer på urskoven. Bortset fra at bøgen kom til for omkring 3.000 år siden, er det de samme træarter, som ville have mødt stenalderbønderne, dengang de gik i gang med økse og ild,” siger Peter Friis Møller.

Den kan dog ikke længere kaldes en urskov (oprindelig skov), for der har jo netop foregået hugst, afbrændinger, rydning og dyrkning samt dræning og alt muligt andet i skoven op gennem tiden. Men påvirkningen er meget begrænset sammenlignet med andre danske skove, hvoraf langt de fleste er skovbrugsskove – altså plantager – og er plantet inden for de seneste par hundrede år. At dele af Draved er blevet skånet, skyldes først og fremmest, at skoven har ligget isoleret, og at den våde bund har været umulig at dyrke, forklarer han:

”Skoven ligger på en bakkeø omgivet af store moser, og skoven selv er også meget våd. Deraf navnet Draved, som faktisk betyder sumpskov.”

Dele af Draved er derfor blevet udnyttet i langt mindre grad end de fleste andre skove, hvilket gør, at den har en meget stor artsrigdom, blandt andet en hel masse af træarten småbladet lind. Det er den træart, der var dominerende i danske skove i stenalderen, men siden er forsvundet de fleste steder, typisk på grund af menneskelig indgriben.

EFFEKTIV DYRKNINGSMETODE

Den fred var så forbi på foromtalt forårsdag i 1952.

”Der var blevet opmålt og kortlagt et stykke skov, og så tog de ellers fat med flinteøkserne,” beretter Peter Friis Møller. ➤



+ FIND VIDEOEN PÅ
GEOVIDEN.DK

Autentisk træfældning med stenøkser på forsøgsarealet. Økehovederne var ægte, men skæfterne reproduktioner.

”Her lærte de først og fremmest, hvordan man skal håndtere flinteøkser og nok navnlig, hvordan man *ikke* skal håndtere dem. De er anderledes end moderne ståløkser, flinten er hård og skarp, men også sprød som glas, og man skal lave et mere vinklet slag, viste det sig.”

Der findes en glimrende sort-hvid stumfilm, der skildrer hele processen, samt en sekvens af flinteøksehugning, fra da den var blevet mestret (**se foto herover**). Derfra gik det over stok og sten, og kun de største, tykkeste træer blev stående tilbage.

”Efter rydning blev arealet delt op. På halvdelen af det ryddede areal blev grene og stammer spredt jævnt ud og brændt til aske, og på resten af arealet fjernede man blot grene og stammer uden afbrænding. Derpå såede og dyrkede man forskellige primitive kornsorter på begge arealer for at undersøge effekten af svedjen.”

Det viste sig, som forventet, at arealet, hvor grene og stammer var blevet brændt af oven på jorden, gav et markant bedre udbytte end det, hvor træer og grene bare var blevet fjernet (**se figur 6**). På de brændte arealer havde planterne fået adgang til næringsstofferne fra asken, som ikke fandtes på den ikke-brændte jord.

SKOVENS GENEROBRING

Efter dyrkningen lod man kreaturer græsse på dele af arealet, både brændt og ubrændt. Det regner man nemlig med, at man også ville have gjort dengang, når jorden efter et par år ikke længere var frugtbar. Så rykkede man dyrkningen videre til et

nyt skovområde, men dyrene kunne græsse i den stadig åbne skovbund for en periode. Fra 1955 lod man derfor hele området være i fred, akkurat som når bønderne i sin tid drog videre til nye ’græsgange’. Man lod skoven generobre sit tabte areal som den sidste del af forsøget. Hvilket nu har stået på i små 70 år. Forskere fra GEUS har nemlig siden holdt øje med, hvilke træarter der kom igen, hvorhenne, hvor hurtigt og hvor tæt. Senest Peter Friis Møller, som dog ’kun’ har været med siden 1985. Han kommer nu i Draved Skov flere gange om året og fortsætter studierne af den urørte skovs dynamik. Ifølge ham gik der ikke ret længe, før det ryddede område igen ’sprang i skov’, som det hedder. Dog på hver sin måde, afhængig af om arealet var blevet brændt eller ej (**se figur 7 s. 28**).

”Der faldt frø over hele arealet, men på den brændte bund var det særligt to arter, der spirede – træarterne seljepil og bævreasp. På den ubrændte bund kom der mest røn og birk. Der er simpelthen en næsten på centimeteren tydelig linje gennem skovbunden langs grænsen mellem brændt og ubrændt bund, hvor der er forskel på sammensætningen af træer den dag i dag.”

Peter Friis Møller uddyber, at der fra naturens side er faldet samme mængde træfrø på brændt og ubrændt jordbund, spredt med fugle og vind. Forskellen må altså primært skyldes afbrændingen, især tilstedeværelsen af aske, hvis indhold af mineraler har hævet jordens pH (surhedsgrad). Om jorden er sur eller basisk har nemlig stor betydning for, hvilke træer og planter der kan spire der. Jorden på de ubrændte arealer har en pH på omkring 4-5 i Draved, altså ret surt. På de brændte >



HØSTEN FOREGIK OGÅ MED STENALDERENS STENSEGL



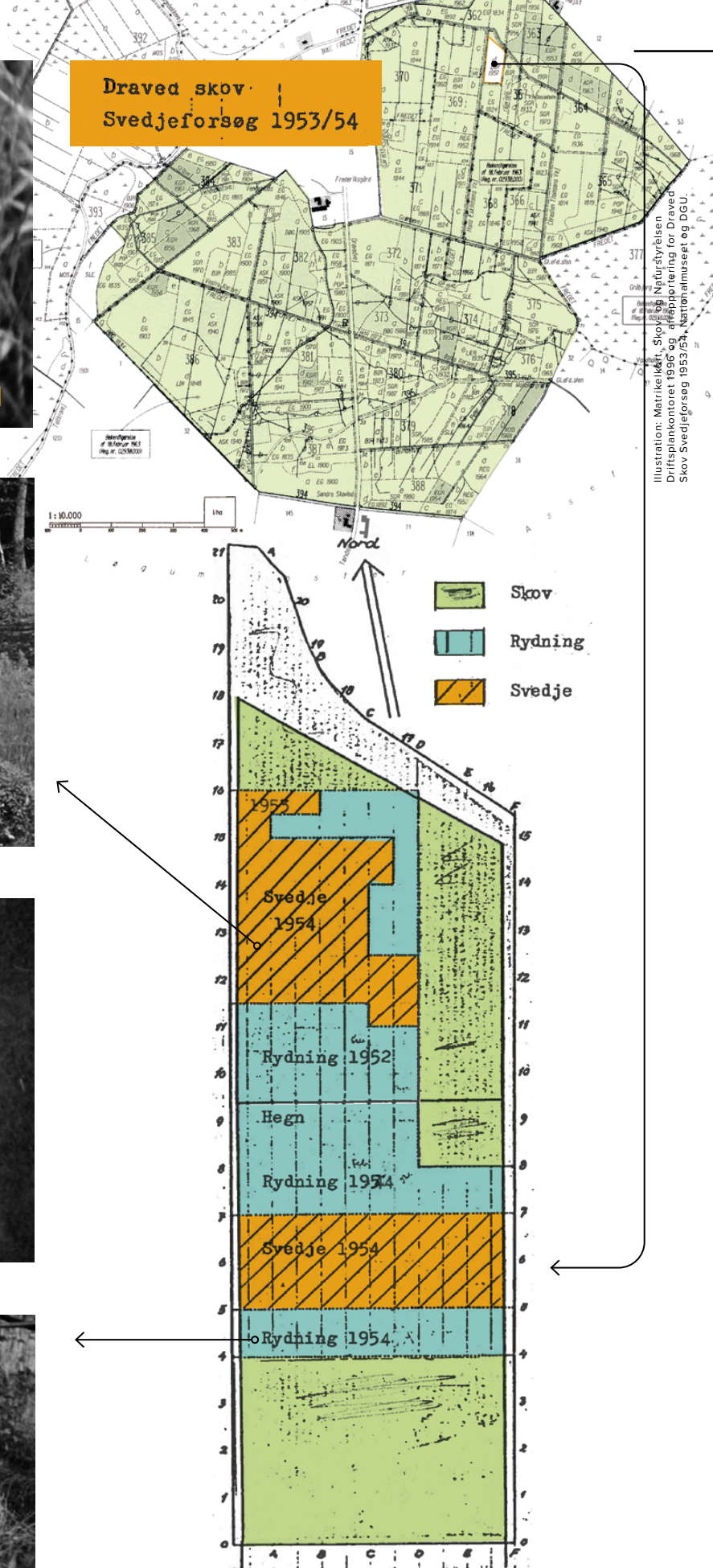
BRÆNDT JORD, GOD HØST



På svedjen vokser kornet
tæt og kraftigt



UBRÆNDT JORD, MAGER HØST



FIGUR 6

Forsøgsarealet i Draved Skov, hvor en del af skoven blev ryddet, og en del blev stående (grøn). På cirka halvdelen af det ryddede areal spredte man ryddet træ og grene ud og brændte til et jævnt lag aske (orange). Den anden halvdel af det ryddede areal fik blot fjernet de fældede træer og buske uden brænding (blå). Man dyrkede korn på begge ryddede arealer.

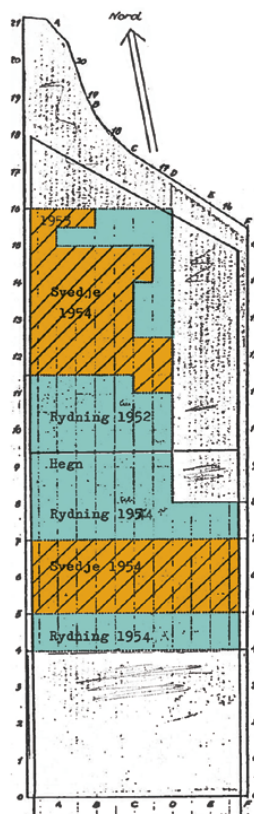
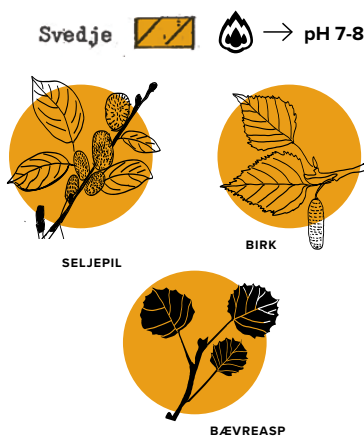
“Bævreaspene på
det brændte areal
står der derimod
stadig, kæmpestore
og tykke.”

PETER FRIIS MØLLER
SENIORRÅDGIVER, GEUS



Foto: Frederik Wolff Nisbeth Tegllhus, Underground Channel

FIGUR 7



Brændte områder (svedje) fik efterfølgende højere pH end oprindeligt, hvilket gav grobund for andre træer end dem, der spirede frem på den ikke-brændte bund (rydning).

Illustration: Lykke Sandal, Geoviden med kort fra afrapportering for Draved Skov Svedjeforsøg 1953/54, Nationalmuseet og DGU.

områder steg pH-værdien til omkring 7-8, altså et væsentlig mindre surt, nærmest basisk miljø. Det kan træerne seljepil og bævreasp godt lide, og derfor spirede de her, på den brændte og derfor mindre sure jord. Rønnebærtræer spirer bedst på sur bund, og derfor voksede de især frem på det ubrændte areal og kun i lille omfang på det brændte. Birke-træer er derimod mindre kræsne og spirede godt på både brændt og ubrændt bund.

”Der er jo sket en udvikling på de 70 år, selvfølgelig. Blandt andet med seljepilen – næsten alle de træer, der spirede frem efter forsøget, er døde nu. Bævreaspene på det brændte areal står der derimod stadig, kæmpestore og tykke.”

DEN UDSLAGSGIVENDE KRAFT

Udviklingen passer ifølge Peter Friis Møller fint med det, forskerne havde regnet med ville ske. Det er faktisk samme mønster, man ville forvente efter en naturlig skovbrand. Stenalderbøndernes indgriben med økse, ild og husdyrgræsning var blot det første skridt i dannelsen af det kulturlandskab, der har præget Danmark i årtusinder.

”Med tiden gik stenalderbønderne væk fra svedjebruget og fra at bevæge sig fra sted til sted og hele tiden rydte ny skov. I stedet begyndte de at blive mere bofaste og lave permanente landbrug, hvor de ud over at holde husdyr også dyrkede samme stykke jord og gødskede det med møg fra husdyrene m.m.,” forklarer Peter Friis Møller.

Træet, Peter står ved, er en lind, som fik lov at blive stående ved svedjeforsøget og derfor er blevet et markant træ i skoven, som han kan kende både fra luften (se tv.) og skovbunden. De grålige træer på luftfotoet tv. er de bævreaspetræer, som indvandrede på det brændte areal. De er i dag nogle af skovens største træer.



+ MERE PÅ GEOVIDEN.DK

VIDEO FRA DRAVED

Tag med Peter Friis Møller til Draved og se forsøgsområdet i dag på geoviden.dk



UNDERGROUND
CHANNEL

PODCAST: GAVNER ILD EN SKOV?

Geoland-podcasten er taget med Peter Friis Møller ud at 'ringe' træer med en gasbrænder. Hør hvorfor på geoviden.dk

I takt med, at befolkningstallet steg, blev mere og mere land derfor permanent opdyrket og har været det mere eller mindre lige siden. Flere steder fik noget af skoven dog mulighed for at komme tilbage gennem naturlig tilgroning eller kunstige tilplantninger.

ILD SOM MODERNE NATURPLEJE

I dag bruger man stadig ild til at ændre landskabet, men mange steder med omvendt fortegn. Det skal forstås på den måde, at den ikke bruges som redskab til at rydde og opdyrke natur, men som instrument til at fremme truede arter og naturtyper. Blandt andet er Peter Friis Møller og en række forskerkolleger i gang med et projekt under den paraply, støttet af Aage V. Jensen Naturfond. Her skal de afdække og udvikle, hvordan ild kan bruges som et såkaldt 'omkostnings-effektivt redskab i naturpleje i skov og landskab'.

"Ilden kan fortsat bruges til at forynge og sikre lynghedernes eksistens, som det har været gjort i årtusinder. Men også til at fjerne invasive træarter og dermed fremme en mere naturlig vegetation og de arter, der er knyttet til den. Blandt andet har vi med stor succes kunnet fjerne selvsået opvækst af den in-

vasive træart sitkagran," forklarer han. Derudover har holdet også eksperimenteret med at bruge ilden til at skabe hulheder i udvalgte, levende træer eller – lidt mere definitivt – til at dræbe dem for at skabe dødt træ, eller dødt 'ved'. Det skaber nye levesteder i områder, hvor man ønsker at fremme og sikre biodiversiteten, da en lang række svampe, insekter og fugle lever på eller af svækkede og døde træer.

"Dødt ved i forskellige nedbrydningsstadier og levende træer med hulheder er vigtige elementer i en artsrig skov. Dødt ved i form af stående, døde træer kan man forholdsvis hurtigt og nemt lave ved at 'ringe' træerne, altså skære eller brænde en ring rundt om stammen. Det slår ofte træet ihjel. De levende hultræer er lidt sværere, de tager sin tid."

Forskerholdet har derfor været ude at lave forskellige brændinger, store og små, i de senere år og færdiggør ifølge planen projektet med en rapport og et seminar i løbet af 2023. Ilden i landskabet er således gået fra at være noget, man fortrinsvis brugte til at fjerne naturen med, til at være noget, der fremelsker den igen. Selvom det kan virke voldsomt set udefra. •

DRAVED SKOV

FOR 14.000-12.000 ÅR SIDEN

De første træer og buske indvandrer til området efter isens forsvinden og vokser sammen til en egentlig skov, der ligger omkranset af bl.a. store mose-områder.

FOR 6.000 ÅR SIDEN OG FREM

Mennesker begynder periode-vise rydninger, afbrænding og dyrkning (svedjebrug). Generelt undgår Draved dog den store opdyrkning op gennem tiden, da den ligger så uvejsomt, omringet af mose.

START-1700-TALLET

Skovens ulve jages og skydes. Der er spredt græsning fra husdyr i skoven.

1784

Det forbydes at lade dyr græsse i Draved, og skoven indhegnes.

1922

Fredning af dele af skoven, bl.a. for at bevare den småbladede lind.

1948 (FORTLØBENDE)

GEUS påbegynder en række studier i Draved, hvor dele af

skoven kortlægges og undersøges og bl.a. bruges til at forbedre måden at tolke skovhistorie på ud fra bl.a. pollenanalyser fra skovens søer, moser og jordbund. Flere af forsøgsområderne fredes.

1952 (FORTLØBENDE)

Afbrænding og nedhugning af ca. 0,5 hektar skov ud af de samlede ca. 200 med stenøkser + dyrkning af korn i asken. Udviklingen følges stadig af GEUS.

1992

Det vedtages, at Draved skal

være fuldt fredet fra år 2000.

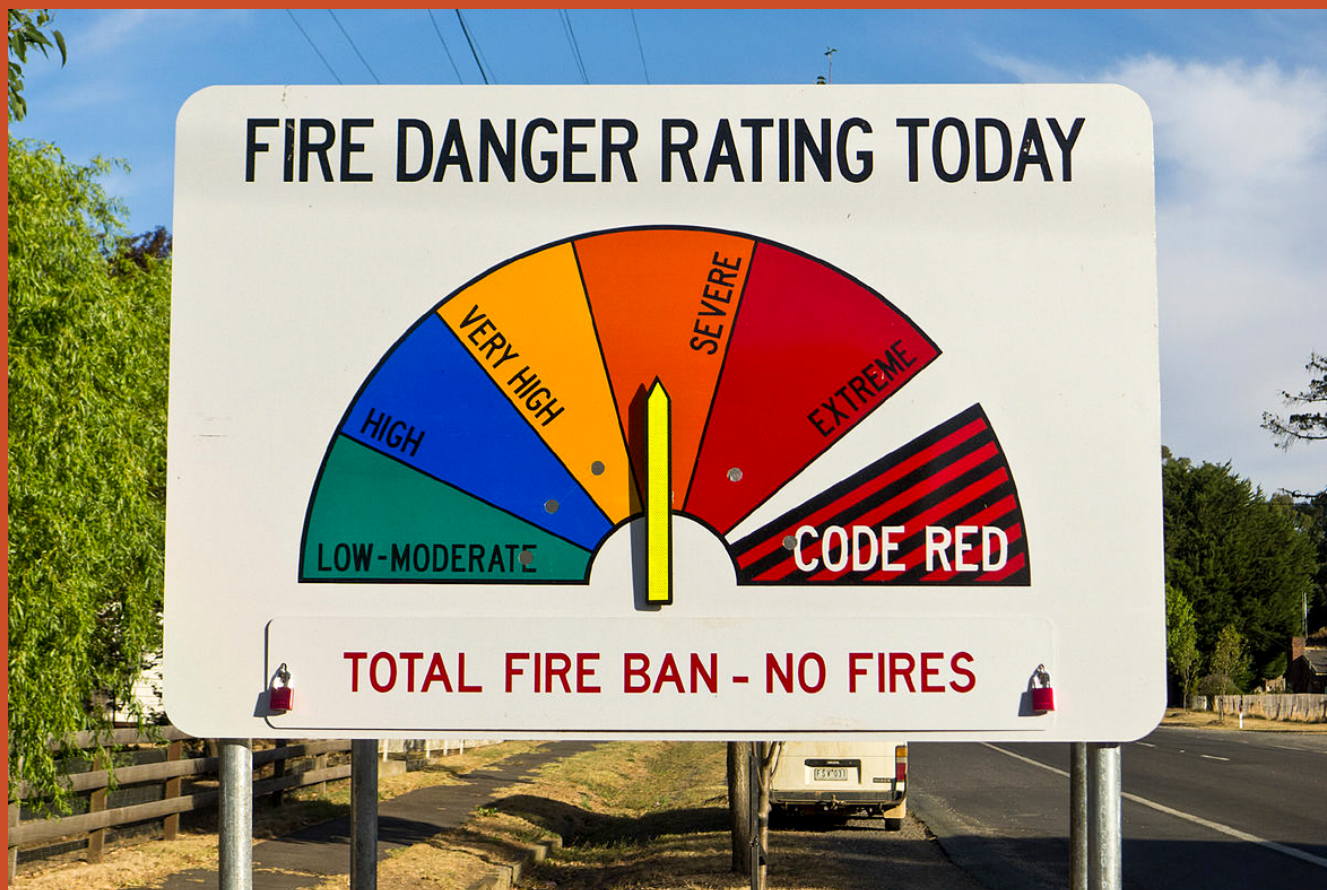
Samtidig begyndte man at nedlægge menneskeskabte drænggrøfter, så grundvandsniveauet kunne stige til det naturlige – høje – niveau. Områder med (menneskeskabt) nåletræsbeplantning fjernes.

2000

Hele Draved Skov får officiel status af urørt skov, dvs. ingen menneskelig indgriben må forstyrre de naturlige processer.

2022

Draved Skov udnævnes til nationalpark.



Fotos: Wikimedia Commons

AUSTRALIEN SKAL VÆNNE SIG TIL FLERE SKOVBRANDE

BRANDSÆSON 2019/2020: THE BLACK SUMMER



- Døde: 33 direkte og 450 af røgforgiftning
- Hjem ødelagt: 3.500
- Brandfare: FFDI-niveau højeste nogensinde for december (ekstrem til katastrofal brandfare).
- 'Ildvejr': Gennemsnitstemperatur for hele Australien var 2,41° C over normalen. Forårsnedbør var det laveste målt, 62 procent under gennemsnit. Vegetation og jord var derfor knastørre. Der var lav luftfugtighed og kraftige vinde.

Store dele af Australien er blevet varmere og mere tørre i sommermånederne, hvilket giver flere og værre skovbrande. Forskere følger udviklingen tæt, for fremtiden under klimaforandringerne ser brandfarlig ud, og det er nødvendigt at vide så meget som muligt om sammenhængene.

I de sidste måneder af 2019 og de første af 2020, lige før covid-19 trådte ind på verdensscenen, hærgede de værste skovbrande i mands minde Australiens østkyst. På de sociale medier kunne du ikke undgå at støde på skræmmende videoer af de frådende ildinfernoer eller hjerteskrærende billeder af forbrændte koalaer. Flere hundrede mennesker døde enten af forbrændinger eller røgforgiftning, og tusinder af hjem brændte ned. Brandene var så voldsomme, udbredte og

ødelæggende, at vinteren 2019-2020 i Australien nu er kendt som The Black Summer.

Faktisk havde australierne forudset en meget alvorlig brandrisiko det år, og muligvis var katastrofen derfor mindre, end den kunne have været. Det fortæller seniorforsker Andrew Dowdy fra den australske pendant til DMI, Bureau of Meteorology. Han er ekspert i ekstreme vejrfænomener og er en af de førende forskere indenfor det særlige meteorologiske felt 'fire weather' eller brandfarligt vejr. Altså sammenhængen mellem vejr, klima og naturbrande.

"Vi havde faktisk udsendt en advarsel i starten af den australske ild-sæson i 2019, fordi vi kunne se, at forholdene var ekstremt farlige og signifikant anderledes end i de foregående år, vi har målt," siger han, da Geoviden fanger ham meget tidligt om morgenen grundet de ti timers tidsforskel.

Han og kollegerne fra Bureau of Meteorology kunne simpelthen se på deres 70 års data over de atmosfæriske forhold og tørketilstande, at der især i det sydøstlige Australien var optræk til en ekstraordinært sprængfarlig situation. Jorden og vegetationen var ekstremt tørre efter måneder med voldsom tørke og usædvanligt høje temperaturer, også gennem den australske vinter (vores sommermåneder). Dertil kom blandt andet kraftige kastevinde, som truede med at sprede og forværre eventuelt opståede skovbrande, for blot at nævne et par af de udløsende faktorer. Der havde allerede været brande op til advarslen, men der kom – ganske rigtigt – mange flere, som over de næste par måneder åd sig igennem mere end 240.000 km² af den australske sydøst-kyst. Altså mere end fem gange Danmarks areal.

ET OPLYST GRUNDLAG

Forskernes data og følgende advarsel til befolkning og myndigheder om, at brandsæsonen ville blive særligt slem, gjorde altså muligvis, at landet var lidt bedre forberedt.

"Ser vi på antallet af døde fra en anden voldsom brandhændelse kendt som Black Saturday i februar 2009 (som startede 7. februar og brændte til 14. marts med 173 døde, red.), så ville man have regnet med flere døde i 2019-2020-sæsonen, som var væsentligt mere omfattende. Vi kan jo ikke vide det helt 100 procent, men det har formentlig hjulpet, at vi nu kan forudsige det bedre," siger Andrew Dowdy.

FLERE MEGABRANDE

Megabrander er, når mere end 1.000.000 hektar brænder på et år. Det svarer til arealet af Fyn og Sjælland. I de 90 år, der er naturbrandsdata for i Australien, har der været fire år med megabrander. En enkelt var i 1939, mens tre af dem var efter årtusindeskiftet (2003, 2009 og 2019/20). Hvilket er med til at tegne et billede af, at brandsituationen er blevet værre.

MCARTHUR FOREST FIRE DANGER INDEX (FFDI)

McArthur Forest Fire Danger Index (FFDI) bruges overalt i Australien til at beregne den aktuelle brandfare i et område. Den samler en række faktorer, der tilsammen viser, hvor stor faren er for, at der opstår en naturbrand:

$$FFDI = 2e^{(0.0338T+0.0234W-0.0345RH+0.987\ln(DF)-0.45)}$$

T = daglig maksimumtemperatur

RH = relativ luftfugtighed

W = vindhastighed

DF = tørkefaktor som resultat af daglig nedbør og maksimumtemperatur

Resultatet af udregningen giver et tal, der på en skala viser, om faren er lav-moderat til katastrofal.

KATEGORI	BRANDFARE-INDEKS (FFDI)	
	SKOV	GRÆSSLETTE
Katastrofal	100+	150+
Ekstrem	75-99	100-149
Alvorlig	50-74	50-99
Meget høj	25-49	25-49
Høj	12-24	12-24
Lav-middel	0-11	0-11

I Danmark har vi en lignende skala, og den daglige brandfare kan følges på brandfare.dk

Kilde: Noble, I.R., Bary, G.A.V. & Gill, A.M.: 'McArthur's fire-danger meters expressed as equations'. Australian Journal of Ecology 5, 201-203 (1980)

Forudsigelserne bygger på en ny måde at samle data på, så forskerne kan lave nationale og regionale prognoser for brandfaren – faktisk flere uger ud i fremtiden. Andrew Dowdy fortæller, at det bygger på en større samling og samkøring af data om tidligere brande, målinger af vejr, nedbør, vandindhold i jorden, vegetation og meget mere. Tilsammen giver det et ret præcist billede af, hvor der er risikozoner.

"På den måde kan vi sende beskeden videre til de relevante enheder, som så har bedre tid til at arrangere og uddelegere brandfolk og brandslukningsmateriale, fly osv. Så nu kan der i højere grad træffes beslutninger på et oplyst grundlag," forklarer han.

KLIMAFORANDRINGER ER EN FAKTOR

Han tilføjer, at der i de seneste små fem års tid er sket en ændring i folkestemningen angående den voksende fare fra naturbrande, og dermed også når det gælder villigheden til at prioritere en bedre forebyggende indsats. I 2018 udgav han og en række kolleger nemlig et ret skelsættende videnskabeligt studie i tidsskriftet Journal of Applied Meteorology and Climatology. Her satte de for første gang data fra det seneste århundredes naturbrande sammen, og det viste tydeligt, at klimaforandringerne spillede en indiskutabel rolle i den farlige udvikling.

Det kunne de blandt andet se ved, at temperaturstigninger og tørkeperioder landet over kunne ses i områder, der havde særligt mange dage med stor brandfare. Dette måles på en skala, der kaldes McArthur Forest Fire Danger Index

>

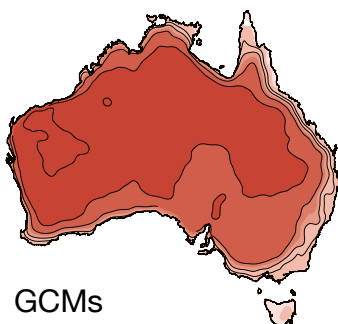
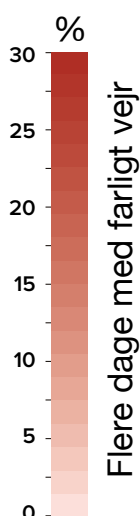


HVAD ER EN NATURBRAND?

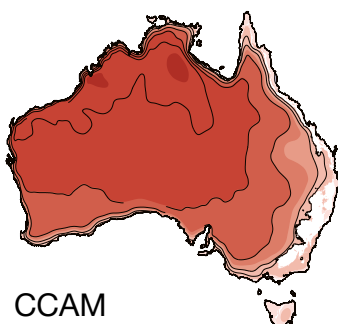
En brand, der opstår i naturen og spredte sig gennem tør vegetation. Naturligt opstår de typisk ved lynnedslag, men nu startes de mest af mennesker, typisk ufrivilligt.

FIGUR 8

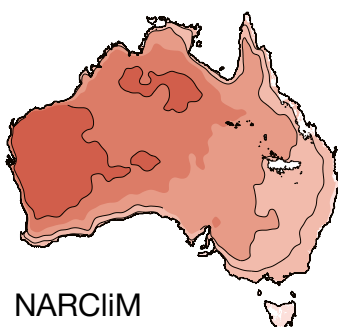
Procentvis stigning i antal dage med brandfarligt vejr fra 1990-2009 til 2060-2079. Der er brugt tre forskellige typer klimamodeller (GCMs, CCAM, NARCIIM), men de viser alle en stigning i brandfare over hele Australien. Brandfarligt vejr er defineret som en FFDI-score over 25. Hvide områder er area-ler med modsatrettede data.



GCMs



CCAM



NARCIIM

Figure: Eiter Dowdy, A.J., Ye, H., Pepler, A. et al.: 'Future changes in extreme weather and pyroconvection risk factors for Australian wildfires', Sci Rep 9, 10073 (2019) <https://doi.org/10.1038/s41598-019-46362-x>

(FFDI, se s. 31). En skala, der også ses på skilte rundt over hele Australien, hvor borgerne kan se den aktuelle status for brandfare. Skalaen måler faren i et område fra lav-moderat til katastrofal/'code red'.

"Når vi fremskrev udviklingen (i et efterfølgende studie) i antal dage på et år med brandfarligt vejr til anden halvdel af det nuværende århundrede, var brandfaren størst i de klimascenarier, hvor der var mest CO₂ i atmosfæren. Hvilket sammen med en række andre beregninger fik os til at konkludere, at jo værre den globale opvarmning bliver, des mere brandfarligt vejr vil vi se i Australien," fortæller Andrew Dowdy.

Der blev taget udgangspunkt i tre forskellige typer klimamodeller under det klimascenario, hvor CO₂-udledningen bliver ved med at stige, hvilket er realiteten lige nu. Her viste alle beregninger, at der i store områder af Australien ville være markant flere dage med brandfarligt vejr i årene 2060-2079, end der var i årene 1990-2009 (se figur 8).

>

BRANDFARLIGE GLOBALE TENDENSER

I februar 2022 udgav FN en rapport kaldet 'Spreading like wildfire: The rising threat of extraordinary landscape fires' om den forventede udvikling i naturbrande globalt som konsekvens af bl.a. klimaforandringer. Forskerne konkluderer, at på globalt plan vil intense naturbrande være steget:

14%
i 2030

30%
i 2050

50%
i 2100

Derudover er der tre hovedkonklusioner:

- Arktis har tidligere været nærmest immun over for naturbrande, men her vil der ske en markant stigning.
- Klimaforandringer og naturbrande forstærker hinanden. Bl.a. fordi store mængder CO₂ vil frigives fra arktisk tundra og skov, hvis/når de brænder.
- Stater bør prioritere investeringer i både brandforebyggelse og -beredskab.



Indenfor fagområdet 'fire weather' (brandfarligt vejr) regner man ofte i brandår i stedet for kalenderår. Et brandår i Australien går fra juli til juni, som er fra deres vinter til vinter.

“... jo værre den globale opvarmning bliver, des mere brandfarligt vejr vil vi se i Australien.”

ANDREW DOWDY

SENIORFORSKER, BUREAU OF METEOROLOGY,
AUSTRALIEN



Foto: Wikimedia Commons



OMVENDTE ÅRSTIDER

Højsæsonen for naturbrande i Australien er naturligt nok om sommeren, når det er varmest og tørrest, altså i december, januar og februar. Årstiderne er nemlig omvendt på den sydlige halvkugle på grund af Jordens hældning.

'Brandfarligt vejr' er dage med et FFDI-tal på 25 og derover, hvilket er 'meget stor fare' på skalaen. Alle tre klimafremskrivinger forudsagde vel at mærke, at næsten hele Australien ville få flere brandfarlige dage, hvilket ifølge erfaringerne betyder flere brande og større brændte arealer. I klimafremskrivningen er hele kontinentet rødt.

"Det er sådan set temmelig nedslående," som han siger.

Der var dog den ene gode ting ved studiet, at folk nu for alvor fik øjnene op for, at der kommer til at være flere og værre brande; at den stigning, australierne har oplevet de seneste årtier, ikke blot er en naturlig variation, der med tiden lægger sig igen. Det bliver faktisk værre. Det er på den baggrund, at hele beredskabet i Australien er blevet bedre i de senere år, siger Andrew Dowdy.

REGNSKOVSBRANDE

Det kan også være nemt at misforstå situationen, for naturbrande er en naturlig del af landskabets dynamik i Australien. Eukalyptustræer og flere andre arter i landet er indrettet til at kunne overleve brandene, og nogle arter forplanter sig endda bedre, hvis der har været en skovbrand, der genstarter økosystemet. Men kun til en vis grad. I de seneste årtier er brandene ud over at være blevet mere voldsomme og sprede sig til større arealer, også opstået hurtigere efter hinanden på samme sted. Før var der længere 'hvileperioder', hvor planter

og dyr kunne genetablere sig. Derudover brænder det oftere uden for sæsonen nu end før i tiden. Man plejede at regne med en brandsæson om sommeren og en brandfri sæson om vinteren, men nu flyder de to mere sammen (se figur 9). Faktisk er omfanget af brande uden for sæsonen steget eksponentielt siden 1987.

"Brandsæsonerne overlapper i større udstrækning nu end for to-tre årtier siden. De australske brandmyndigheder plejede at arbejde meget sammen med nordamerikanerne og skiftes til at hjælpe hinanden. Når der var brandsæson det ene sted, var sæsonen ovre det andet. Nu er den skillelinje ikke så klar længere, og det gør det sværere at låne fly, mandskab osv.," siger Andrew Dowdy.

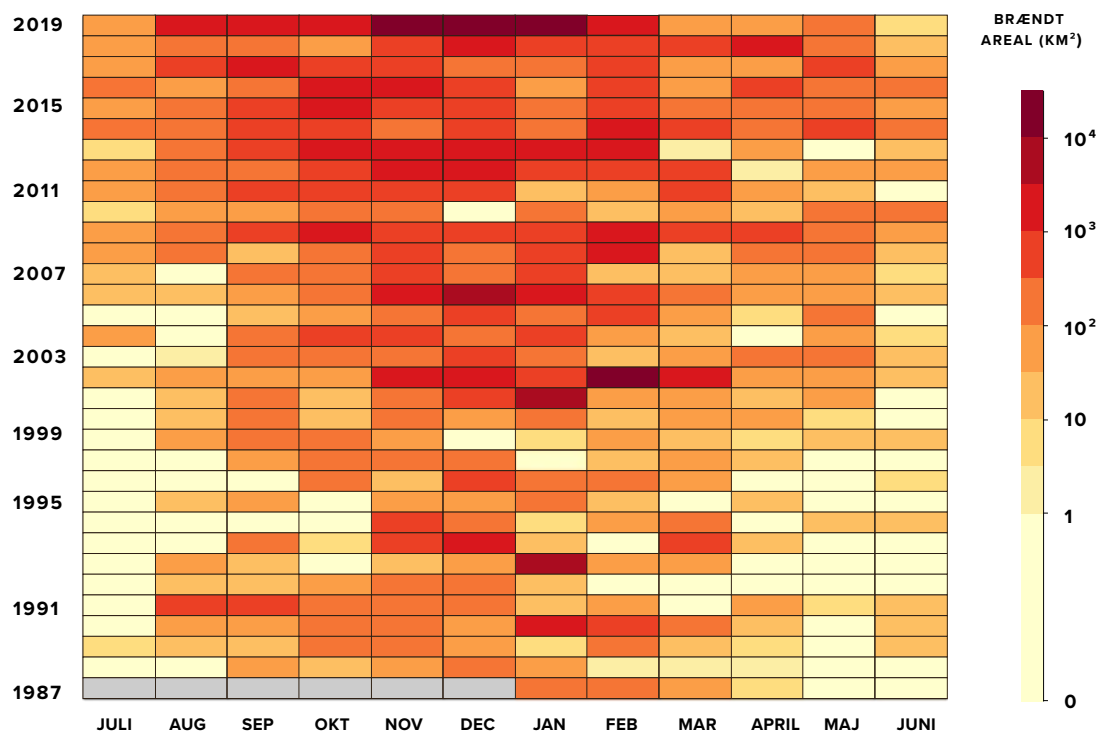
Noget andet er, at ilden også spreder sig ind i områder, der slet ikke er vant til det, og som bestemt ikke har godt af det. For eksempel Australiens ældgamle regnskove, der også primært ligger langs østkysten.

"I de australske regnskovsområder er der over de seneste år registreret flere brande. Det er ellers normalt meget våde områder, hvor man forventer, at ild hurtigt vil dø ud, men flere gange har det vist sig ikke at være tilfældet."

Det noget selvmodsigende ord 'regnskovsbrande' er et af de nyest tilkomne grene til forskningsfeltet, fortæller Andrew

FIGUR 9

Brændt areal i Australien i løbet af et brandår (juli til juni) fra 1987 og frem. Her ses det blandt andet, at det ikke kun brænder markant mere i ildsæsonen (vores vintermåneder), men også udenfor sæsonen (vores sommermåneder).



Figur: Efter Canadell, J.G., Meyer, C.P., Cook, G.D. et al.: 'Multi-decadal increase of forest burned area in Australia is linked to climate change'. Nat Commun 12, 6921 (2021) <https://doi.org/10.1038/s41467-021-27225-4>



MØD EKSPERTEN

ANDREW DOWDY

STILLING

Seniorforsker ved det australske Bureau of Meteorology

UDDANNELSE

- Bachelor i teoretisk fysik og eksperimentel fysik, University of Adelaide
- Ph.d. i atmosfærisk fysik ved University of Adelaide

ARBEJDER MED

Forskning i ekstremt vejr, herunder naturbrande (wildfire), tordenvejr, cykloner m.m.

Specialiseret i brandfarligt vejr (fire weather) og sammenhænge mellem vejr, klima, naturbrande og ændringer i forbindelse med især den globale opvarmning.

Er bl.a. 'Lead chief investigator' i projektet Extreme Weather Projections under Australiens National Environmental Science Programme og arbejder for at forbedre brandberedskab og -kendskab nationalt og globalt.

Dowdy. Flere af hans kolleger arbejder derfor sammen med skovøkologer om at forstå det nye fænomen, og hvilke risici og dynamikker der gør sig gældende for regnskovsbrande.

ILD-ATMOSFÆRE-ILD-LOOP

Noget af det, der er afgørende for, at der starter en brand, er tilstedeværelsen af en gnist. Om der kommer flere af dem, er lidt sværere at sige. Men i takt med, at nærmest alle andre omstændigheder for spredning af ild stiger i især det tæt-befolkede sydøstkyst-område, vil selv en uændret mængde 'gnister' formentlig give en stigning i brændt areal.

I gamle dage, inden mennesker begyndte at tænde ild alle vegne, blev naturbrande typisk antændt af lynnedslag, såkaldt 'dry lightning', altså lyn fra uvejr, hvor der kun følger lidt eller ingen regn med, så ilden ikke slukkes med det samme. Det fænomen er lidt svært at lave prognoser for mange år ud i fremtiden, fortæller Andrew Dowdy, da lyn er en flygtig og yderst dynamisk størrelse.

Dog kan forskerne sige så meget, at der i årene 2000 til 2016 er sket en 50 procents stigning i de tørre lynnedslag langs den brandplagede sydøstkyst siden 1980'erne og 90'erne. Så den umiddelbare forventning er, at det nok fortsætter, hvilket ifølge seniorforskeren også er underbygget af de enkelte studier, der er lavet indtil nu. Der er samtidig tale om en selvforstærkende proces med de flere og stærkere brande, for de kan nemlig selv skabe de tørre lyn. Årsagen er, at når en brand er så voldsom, at den skaber ændringer i atmosfæren omkring sig, kan det fremme de regnfattige tordenskyer længere fremme, en proces kaldet pyrokonvektion. Skyerne kaldes pyrocumulonimbus-skyer, altså ild-tordenskyer. Det har Andrew Dowdy og kollegerne også studeret og fundet en stigning i inden for de seneste tre årtier. I 2009 kunne de endda se det ske på satellitbillederne under de store brande omkring Melbourne i februar 2009 (Black Saturday).

"Her startede pyrokonvektions-lyn en ny brand 100 kilometer foran ildens daværende frontlinje. Det er det, man kan kalde et ild-atmosfære-ild-loop. Det var første gang, vi kunne

inkludere observationer af det fra satellitter, der fangede det, imens det skete."

MENNESKELIGE GNISTER

Den sidste kilde til gnister er selvfølgelig os selv. Langt størstedelen af naturbrande i Australien – og de fleste andre steder for den sags skyld – opstår på grund af menneskelige aktiviteter: gnister fra diverse mekanisk udstyr, landbrugsmaskiner, biler, cigaretskodder, ukrudtsbrændere, bål, grillfester. Vi efterlader generelt et bredt spor af antændingsmuligheder, hvor vi går. Ligesom de tørre lyn ser udbredelsen og intensiteten af menneskelige aktiviteter kun ud til at stige. Og derfor er der ikke nogen tegn på, at vi kommer til at holde op med at lave gnister.

"Den menneskelige faktor er ikke rigtig noget, vi kan lave fremskrivninger på med vores modeller. Men i Australien ser vi, som mange andre steder, at der nu bliver bygget i områder, hvor der ikke før boede mennesker. Menneskelig tilstedeværelse vil – sandsynligvis – medføre en øget risiko i de områder."

Som han selv siger, så er det hele "sådan set temmelig nedslående". Men håbet med forskningen er, at de klare resultater kan give anledning til endnu mere markante klimatilpasningstiltag, der forhåbentlig kan bremse udviklingen. Og de skarpkantede fakta har som sagt også banet vejen for forbedringer af landets brandberedskab.

"I mange byer ser man nu afmærkede arealer til evakuering og tilflugt, og generelt er folk meget opmærksomme i brand-sæsonen, også på grund af FFDI-skiltene langs vejene, der viser den aktuelle brandfare. Folk ændrer planer i forhold til FFD-indekset." •

"I de australske regnskovs-områder er der over de seneste år registreret flere brande."

ANDREW DOWDY

SENIORFORSKER, BUREAU OF METEOROLOGY,
AUSTRALIEN



NÆSTE GEOVIDEN: FARVEL TIL OLIEDANMARK

Danmark har været et olie- og gasproducerende land siden 1972, da H.K.H. Prins Henrik åbnede for hanen ved siden af skibsreder Mærsk Mc-Kinney Møller. Men om nogle årtier skal det være slut. Geoviden kigger på, hvad olieeftersforskningen har bragt med sig, og hvordan man rent praktisk lukker for et oliefelt.

Foto: Wikimedia Commons



GEUS

DE NATIONALE GEOLOGISKE
UNDERSØGELSER FOR DANMARK
OG GRØNLAND (GEUS)
Øster Voldgade 10
1350 København K
Tlf: 38 14 20 00
E-mail: geus@geus.dk



INSTITUT FOR GEOVIDENSKAB
OG NATURFORVALTNING (IGN)
Øster Voldgade 10
1350 København K
Tlf: 35 32 25 00
E-mail: ign@ign.ku.dk

STATENS NATURHISTORISKE
MUSEUM (SNM)
Øster Voldgade 5–7
1350 København K
Tlf: 35 32 23 45
E-mail: snm@snm.ku.dk



AARHUS UNIVERSITET
INSTITUT FOR GEOSCIENCE (IG)
AARHUS UNIVERSITET
Høegh-Guldbergs Gade 2
B.1670
8000 Aarhus C
Tlf: 89 42 94 00
E-mail: geologi@au.dk

geo viden

Udgiver: Geocenter Danmark

Ansvarshavende:
Mette Buck Jensen, GEUS

Redaktør og skribent:
Johanne Uhrenholt Kusnitzoff, GEUS

Design: Lykke Sandal, GEUS

Korrektur: Caroline Dea Rutter, GEUS

Tryk: Strandbygaard

Forsideillustration: Shutterstock

Eftertryk: Tilladt med kildeangivelse,
videresalg ikke tilladt

Kontakt: geoviden@geus.dk

ISSN: 1604-6935 (papir)

ISSN: 1604-8172 (elektronisk)

GEOCENTER DANMARK

Geoviden udgives af Geocenter Danmark og er målrettet undervisningen i gymnasierne. Bladet udkommer tre gange om året. Abonnement er gratis og tegnes på geoviden.dk. Her kan man også læse bladet og finde ekstrap materiale såsom video.

Geocenter Danmark, der udgiver Geoviden, er et samarbejde mellem De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS), Institut for Geoscience ved Aarhus Universitet samt Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning og Statens Naturhistoriske Museum, begge ved Københavns Universitet. Geocenter Danmark er et center for geovidenskabelig forskning, uddannelse, rådgivning, innovation og formidling på højt internationalt niveau.