

Miljøets 4. dimension

- om natur og miljø i geologisk perspektiv

Af professor Bent Odgaard, Geologisk Institut, Aarhus Universitet

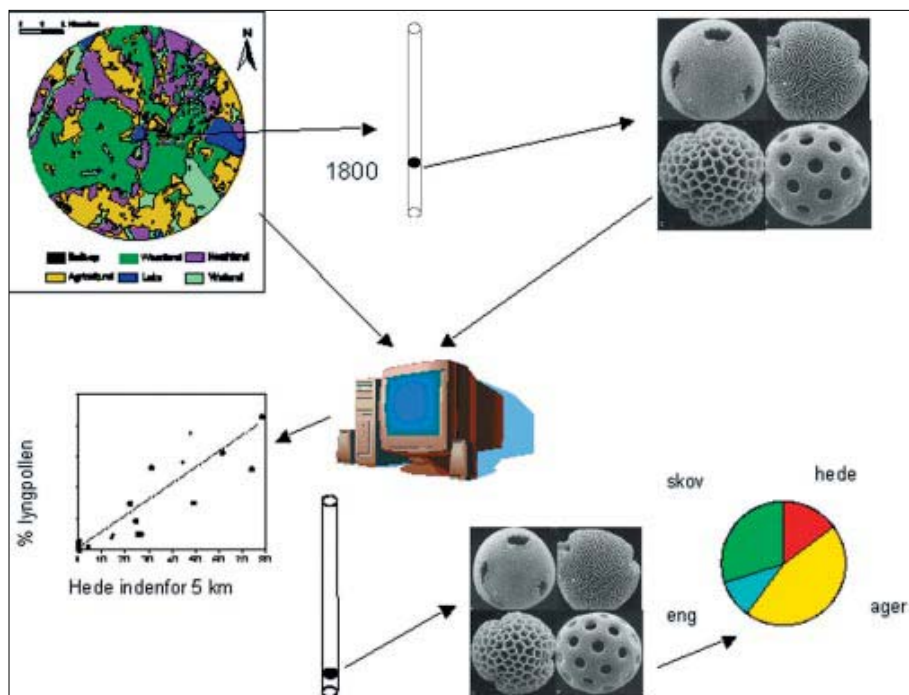
Et af de områder, hvor geologien kan bidrage til en bedre forståelse af vores samtid, er inden for forvaltningen af vores natur og miljø. Det længere tidsperspektiv på naturens dynamiske processer, som er karakteristisk for geologien, var emnet for Bent Odgaards forelæsning, da han tiltrådte som professor i palynologi på Geologisk Institut, Aarhus Universitet. Forelæsningen bringes her i uddrag.

Mikrofossiler spiller en måske paradoksal stor rolle i geologien. Hvorfor dog ikke beskæftige sig med fossiler, som man kan se i stedet for små foraminiferer, dinoflagellater, diatomeer eller pollen, der alle kræver mikroskop og en aldrig fuldendt erfaring for at genkende? Englænderne, hvis sprog vi beundrer så meget, og som de fleste af os mener, vi mestrer, bruger det interessante substantiv ”serendipity”. Stammen i dette ord er Serendip, en gammel betegnelse for det nuværende Sri Lanka, der på sanskrit betyder sådan noget som ”øen, hvor løverne bor”. I den engelske forfatter Horace Walpoles 1700-tals bog ”Three Princes of Serendip”, udmærker hovedpersonerne – de tre prinser – sig ved ofte at gøre heldige opdagelser ved åbenbare tilfældigheder. ”Serendipity”, evnen til at gøre heldige fund, spiller en vis rolle indenfor geologien.

Heldige fund

Det var serendipity at Niels Steensen (Steno) – der regnes for at være en af geologiens fædre – under sit ophold i Firenze i 1666-67 både gjorde heldige fund af såkaldte ”tungesten”. Og at fiskere samtidig fangede en usædvanligt stor haj, som Steensen fik mulighed for at dissekere, så han på baggrund af grundige undersøgelser med skarpsindighed og forskerens forsigtighed kunne konkludere at ”der er ingenting, der taler imod at tungesten kan være tænder fra hajer!”.

Men geologer kæmper jo af forståelige grunde mod at være afhængige af heldige fund, og her kommer så paradokset: Små ting er lettere at finde end store! Det er



Eksempel på et såkaldt kalibreringsdatasæt, der statistisk beskriver sammenhængen mellem en mikro-fossilgruppe og fysisk/kemiske variable. Her indsamles korte sedimentkerner fra søer, som dateres med ^{210}Pb -teknik. I niveauet svarende til år 1800 udtages og analyseres en pollenprøve, og historiske kort fra begyndelsen af 1800-tallet fra samme område digitaliseres inden for en radius af 5 km. Dækningen af forskellige arealkategorier (skov, hede, ager, vådområder) udregnes og sammenlignes for et stort antal lokaliteter med pollen i søsedimenterne. Her er vist sammenhængen mellem % lyngpollen i søsedimenterne og hede inden for 5 km. Denne sammenhæng kan derefter anvendes til at estimere arealdækning af hede ud fra en fossil pollenprøve udtaget længere nede i sedimentet. (Grafik: Forfatteren)

ikke praktisk at være afhængig af at gøre heldige fund af tungesten for at kunne indplacere en aflejring i den rette geologiske periode – men derimod praktisk at undersøge indholdet af mikrofossiler i aflejringen, da mikrofossiler – hvis forholdene da har været til, at de er aflejret og bevaret – som regel findes i så store mængder, at en lille prøve er nok til at karakterisere aflejringen, stratigrafisk såvel som økologisk.

For at citere Morley i hans bog om oprindelsen og udviklingen af de tropiske regnskove: ”Der er ikke brug for en tidsmaskine for at kunne rejse tilbage gennem tiden – alt, hvad der behøves, er et godt mikroskop, tålmodighed, lidt fantasi og nogle omhyggeligt udvalgte sedimentter for at udforske de eksotiske palmekransede floder i Sydamerika før Amazonas overhovedet eksisterede, eller for at lade sig drive gennem mangrove-sumpene, som kransede Europas kyster før iskapperne udviklede sig over de nordlige kontinenter”.

Kalibreringsdatasæt

Forskere med mindre tiltro til deres egen fantasi har i stedet søgt detaljerede oplysninger om økologien for de planter eller dyr, som mikrofossilerne stammer fra.

Denne efterspørgsel efter økologiske data har ikke altid kunnet honoreres af biologerne og økologerne, som ofte ikke har beskæftiget sig særligt indgående med fx bestemte kiselalgers krav til miljø. Derfor har palæoøkologer – som beskæftiger sig med tolkninger af fortidens miljø på basis af rester af planter og dyr – ofte selv måttet indsamle oplysninger om miljøkrav hos de organismer, de arbejder med. Og af samme grund er der ikke – og kan der ikke være – nogen skarp grænse mellem disciplinerne økologi og palæoøkologi, hvad enten de folk, der udfører studierne, opfatter sig som geologer eller som biologer. Det gælder selvfølgelig i særligt væsentlig grad kvartær palæoøkologi, som beskæftiger sig med de sidste 2-3 millioner af år, hvor

fossilerne oftest kan henføres til stadigt levende arter. Et eksempel på dette er de i de sidste årtier udviklede såkaldte kalibreringsdatasæt.

Geologi og astronomi

Men til hvilket brug skal vi indsamle oplysninger om fortidens miljø og klima? Her kan der drages en parallel mellem rum og tid, mellem astronomi og geologi. Hvor astronomen er adskilt fra sine objekter i rummet ved enorme afstande er geologen adskilt fra sine begivenheder i tid, og begge videnskaber er i hovedsagen deskriptive og non-eksperimentelle.

I astronomiens barndom, hvilket vil sige før Kopernikus, var Jorden det selvfulgelige centrum for universet, hvorom alt, herunder sol og planeter bevægede sig. Astronomer gjorde store krumspring for at forklare planeternes bevægelser med jorden som centrum. Kopernikus' heliocentriske verdensbillede, hvor solen var centrum for planeternes, herunder Jordens, bevægelser forklarede elegant planeternes gang og var samtidig et afgørende skifte i forståelsen af mennesket i universet. Menneskets levested og dermed mennesket selv var nu ikke længere det selvfulgelige centrum i allet, men Jorden bare en af flere delvist lignende planeter.

Senere astronomiske opdagelser har ført til beskrivelse af vort solsystem som en del af Mælkevejen, en galakse bestående af myriader af andre sole, som igen er én ud af mange galakser. I de seneste år er der observeret flere hundreder andre solsystemer, dvs. sole med planeter, og vi må nu for alvor erkende, at sandsynligheden for, at der andre steder i universet findes planeter, hvorpå liv er udviklet, er til stede eller endog efter nogens mening overordentlig stor. Denne udvikling har sat sig afgørende spor i menneskets opfattelse af dets position i universet om ikke før, så da billederne af Jorden hængende frit svævende i rummet begyndte at blive sendt ned fra satellitter i en lind strøm. I det daglige taler vi stadig om, at solen står op og går ned, og at stjernesked falder ned fra himlen, men i vores baghoved er det faktiske

rumlige billede klart: Mennesket lever ikke i verdens centrum, og vores jord er kun et uendeligt lille fragment af universet.

Dynamik glemmes ofte i miljødebatten

Anderledes forholder det sig med vores opfattelse af tiden, hvor vi stadig hovedsageligt holder os fanget i den lille osteklokke, der hedder nutid. Stenos opdagelse af, at tungestenene var fossile højtynder, førte til den næste slutning, nemlig at det der i dag er bjerge, hvor stenene kan findes, tidligere har været havbund, hvorover hajer har svømmet rundt. Vi har i tidligere geologiske perioder haft meget højere CO₂-koncentrationer i luften, end vi har i dag. Temperaturen i sidste mellemistid og i begyndelsen af den mellemistid, vi lever i nu, var højere end i dag. Plante- og dyrearter har tilpasset sig voldsomme ændringer i klima og helt ændret udbredelsesområder utallige gange gennem de sidste par millioner af år. Denne kolossale dynamik i Jordens historie glemmes ofte i miljødebatten, hvor observerede miljøændringer kan nå frem til avisernes forsider som katastrofebudskaber om, at nu sker der noget hidtil uset, fordi alt vurderes ud fra det referenceniveau, at det ville være bedst med status quo, og at status quo er en naturlov.

Ulven kommer?

Ikke bare journalister, men også forvaltninger og det politiske system gør sig skyldige i manglende historisk dybde i deres syn på nutidens miljøtilstand og ændringer. Og bruges historiske data til sammenligning, er det ofte i forhold til opfattelser af situationen for 50-100 år siden som "de gode gamle dage". Denne opfattelse må fx ligge bag det Vandrammedirektiv, som EU's ministerråd vedtog i 2000. Heri angives en logisk referenceramme for vandområder, som defineres som "den miljøtilstand der ville have været i vandområdet, hvis der ikke var nogen menneskeskabt påvirkning". Heri må implicit forstås, at kun det industrialiserede menneske påvirker natur og miljø, ellers giver denne referenceramme ingen mening. En sådan forestilling om vor egen tid og tiden lige før som afgørende

forskellig fra alle andre er en parallel til det ptolomæiske verdensbillede med jorden og mennesket som centrum i kosmos og denne tidsopfattelse må i bedste fald betegnes som middelalderlig, hvis ikke oldgræsk.

Hvad skal vi da bruge det lange tidsperspektiv til, når vi observerer miljø- og klimaændringer i dag? Skal vi bruge den lange referenceramme til at tage situation afslappet, fordi alt er set før i stedet for at råbe, at ulven kommer? Skal vi vurdere, at den nuværende stigning i atmosfærens CO₂ er ubetydelig, fordi vi i for eksempel Kridttiden formodentlig havde meget højere kuldioxid-værdier? Skal vi vurdere, at når en sø allerede i Middelalderen var stærkt belastet med fosfor, så gør det nok ikke så meget, at vi bliver ved med at belaste den med næringsstoffer i dag? Er den kolosale tilbagegang gennem de sidste 30-50 år i voksesteder for den danske flora, som er tilknyttet lysåbne og ikke-næringsberigede voksesteder, ligegyldig, fordi det måske ofte drejer sig om arter, som er indslæbt med eller i hvert fald begunstiget af det præ-industrielle landbrug gennem de forudgående 6 årtusinder?

Mit bud på en ansvarlig anvendelse af de historiske oplysninger er, at vi skal fokusere på en sammenligning af hastigheden af ændringerne og på ændringer, som er uden sidestykke i et længere tidsperspektiv. Vi skal lære af de geologiske resultater, at ændringer i sig selv er en del af naturlige systemer, men at særdeles hurtige ændringer, fx meget hurtige forsurelser af søer eller katastrofale ændringer som lokal ud døen af flere arter bør mane til kraftig eftertanke.

Miljøhistorien i forskning og forvaltning

Hvorledes kommer vi da videre, hvorledes får vi i højere grad en anvendelse af de geologiske miljøhistoriske undersøgelser i forskning, forvaltning og politiske beslutninger? Her må vi se på de hindringer, der ligger for overførsel af viden mellem geologisk forskning og forskning, der arbejder med moderne ændringer. En af disse hindringer er forskelle i skala. Det er ikke tilfældigt, at de hidtidige succesrige anvendelser af en

Dansk Geofysik arbejder med vand....

- Kortlægning af grundvandsressourcer
- Kildepladsundersøgelser
- Risikoanalyser
- Sporing af forureningskilder
- Opstilling af grundvandsmodeller
- Kortlægning af nedgravede tankanlæg og rør
- Kortlægning af råstoffer

Dansk Geofysik

Kortlægning og rådgivning

Dansk Geofysik A/S
Forskerparken
Gustav Wieds Vej 10
DK-8000 Århus C

Tel. +45 86 20 50 80
Fax. +45 86 20 97 88
E-mail: dg@geofysik.dk
Web: www.geofysik.dk

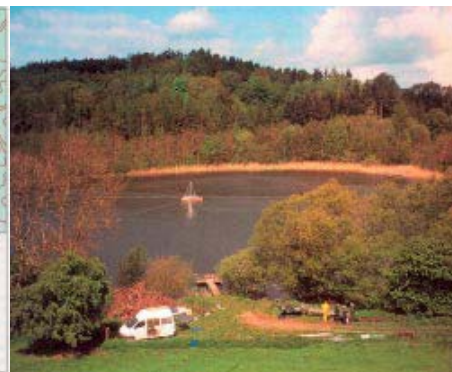
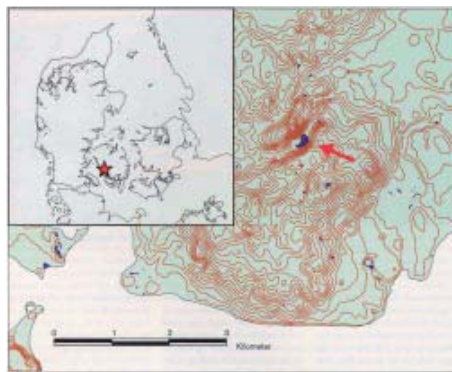
længere tidsskala, fx inden for palæolimnologien, har at gøre med en anvendelse af samme rumlige skala inden for de historiske og recente data. Inden for landskabsforskningen er der også en tilnærmelse i gang imellem de historiske og de recente discipliner med hensyn til den rumlige skala.

Således er forståelsen for, hvilken skala der afspejles i pollensedimentationen i søer forbedret meget i de seneste år, hvilket muliggør bedre design af undersøgelser. Den økologiske forskning på større rumlig skala udvikles ligeledes stærkt gennem forskning inden for landskabsøkologi, makroøkologi og global change. Men med hensyn til tidsskala er der stadig stort behov for tilnærmelse. Det er et faktum, at et en meget stor del af de økologiske studier herunder også feltstudier udføres på en meget kort tidsskala, og at resultater ofte må forklares ud fra usædvanlige forhold som vejr og lignende. Det er også et faktum at hovedparten af de palæoøkologiske studier udføres på en tidsskala af tusinder af år eller længere og med en tidsopløsning af den enkelte observation på årtier. For i højere grad at kunne udnytte synergiene mellem undersøgelser på moderne og historiske miljøer må disse tidsskalaer bringes nærmere hinanden. Biologer må interessere sig for længere udviklinger, og geologerne for kortere tidsskalaer. En aflejringstype, som endnu ikke er fuldt udnyttet, er de laminerede sedimenter med såkaldte årsvarv, dvs med en slags årringe som i et træ. Det er så heldigt, at der i Danmark netop er fundet aflejringer med varv i den sydfynske sø Sarup.

Udforskningen af vores miljøes historie er tværfaglig. Den trækker både på humanistiske fag som historie og arkæologi og på naturvidenskabelige discipliner inden for både kemi, geologi og biologi. Miljøhistorien som disciplin passer derfor godt ind i et nyt tværfagligt initiativ inden for forskning og undervisning i miljøvidenskab, som naturvidenskabeligt fakultet ved Aarhus Universitet vil spille ud med inden for nærmeste fremtid.

Den 4. dimension

Det siges ofte, at vi ikke kan lære af historien, for den gentager sig ikke. Og rigtigt



Den lille Sarup Sø (3,6 ha) ligger i et bakket område på Sydvestfyn, godt beskyttet af bakker mod kraftige vinde. På bunden af søen er aflejret 15 meter holocænt sediment, hvoraf de nederste 3,2 meter viser tydelig årsstruktur (varv). De lyse lag består hovedsageligt af CaCO_3 , som er aflejret i perioden fra sent forår til sen sommer. De mørke lag er aflejret i perioden fra sensommer over vinter til sent forår. Et mørkt og lyst lag er tilsammen gennemsnitligt 0,6 mm tykt. (Fotos: O. Bennike og J. Laurup; topografisk kort reproduceret af Aarhus Universitet, Geologisk Institut med tilladelse G-17-99 af Kort- og Matrikelstyrelsen))

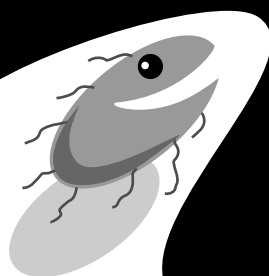
er det, at begivenhederne omkring en 2. verdenskrig aldrig vil gentage sig nøjagtigt. Vi vil næppe heller igen se præcis den balance mellem klima, dyre- og planteliv, som udviklingen i vores nuværende mellemistid har udvist. Men processerne er evigt gyldige: Selvfornedrelsen og følgenagtigheden, uden hvilken 2. verdenskrig aldrig var blevet, hvad den blev, kan betragtes dagligt i enhver sammenhæng, hvor magt og prestige er elementer. Og en global menneskeskabt klimaændring vil som i en overgang mellem istid og mellemistid

igen føre til en omfordeling af arter og vegetationszoner med deraf følgende genetisk sortering.

Geologien er i hovedsagen en deskriptiv, ikke-eksperimentel disciplin. Imidlertid registreres i geologiske aflejringer "fuldskala-eksperimenter", som vi bør drage det fulde udbytte af i vores forståelse af naturlige og menneskeskabte processer. Hvad vi gør i de tre fysiske dimensioner, længden, bredden og højden må guides af erfaringen, af det geologiske perspektiv, kort sagt af den 4. dimension. ■

VI HAR JORD I HOVEDET ..!

- og plads til mere



Bioteknisk Jordrens SOILREM er Danmarks landsdækkende jordrensere, når det gælder olie- og kemikaliefurening – med anlæg i Kalundborg, Esbjerg, Aalborg og på Ærø, Samsø og Bornholm.

Kontakt os på tlf. 59 50 46 68.



Bioteknisk Jordrens
SOILREM
- jordens bedste valg