

DATERING AF FOSSILER ER NØGLEN TIL JORDENS DAGBOG

HAVDYR SOM LEDEFOSSILER

Fossile havdyr dominerer inden for biostratigrafisk datering, da langt de fleste geologiske aflejringer stammer fra havet, og da svømmende eller planktoniske havdyr ofte har meget store udbredelsesområder.

Selvom vi er mange, der nok hellere vil finde et dinosaurfossil end en forstenet musling, er det ikke desto mindre den sidste fossiltype, der er mest anvendelig, når det handler om at afkode historien om Jordens udvikling.

Når du læser om dinosaurerne og andre dyr, der levede i fortiden, så står der altid noget a la: "Denne art levede for cirka 120 millioner år siden." Der står dog sjældent, hvordan man egentlig ved det. For når palæontologer, geologer eller andre er så heldige at finde en knogle eller tand fra en dinosaur i naturen, hænger der jo ikke et skilt fast med navn og alder.

Derimod ligger der ofte en længere proces bag dateringen, og typisk er det faktisk slet ikke selve fossilet, man finder alderen på, men derimod det geologiske lag, det lå i. Når det gælder rester af organismer ældre end cirka 60.000 år, er det nemlig ikke muligt at måle alderen direkte, som man for eksempel kan med mammutter og andre yngre fortidsfund ved hjælp af Kulstof 14-metoden. (Se boks 4.) Da fossilerne fra dinosaurer er mange millioner år gamle, virker metoden simpelthen ikke på dem, og man må gå anderledes til værks og finde alderen indirekte.

"Hvis du er rigtig heldig, har en anden geolog allerede været på stedet og

undersøgt og dateret laget, så du kan finde dets alder i faglitteraturen," fortæller seniorforsker i stratigrafi Sofie Lindström fra De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS), som selv arbejder med datering af især Trias- og Juralag. Det er de lag, der blev aflejret i første del af dinosaurernes levetid for 252-145 millioner år siden.

"Hvis det ikke er tilfældet, kan du være næsten lige så heldig, at der er områder med vulkansk aske, magma eller lava tæt på det lag, hvor du har fundet fossilet. Vulkansk aske kan nemlig indeholde mineraler med radioaktive isotoper. Dem kan man måle en ret præcis alder på, og den alder kan så overføres til fossilet."

Alt efter hvor i aflejringen fossilet lå i forhold til vulkanlaget, kan man regne ud, om fossilet er lidt ældre eller lidt yngre end alderen på det vulkanske materiale. Lå fossilet ovenover, må det være lidt yngre, lå det nedenunder, må det være lidt ældre. Det er nemlig så dejligt simpelt i geologien, at bjergarter aflejres

oven på hinanden i lag opefter med de ældste nederst og de yngste øverst. (Læs mere i boks 5.)

Dagbog skrevet med fossiler

Vulkanske lag er desværre ikke helt almindelige, da de kræver, at der var en vulkan i nærheden, så det er langtfra altid, at man kan hænge sin hat på den metode. Faktisk blev metoden med vulkanlagene først rigtigt taget i brug i 1950'erne, da man havde udviklet instrumenter, der kunne måle det radioaktive henfald.

Rygraden i dateringsarbejdet, som har fundet sted i over 200 år, er derfor væsentligt mere analog. Den går ganske simpelt ud på at datere fossiler og de lag, de ligger i, ved hjælp af andre fossiler og andre lag. Det er et princip, der kaldes biostratigrafi, og som udnytter evolutionens evige videreudvikling af Jordens arter. En specifik art eksisterer nemlig kun i et givet tidsrum, før den enten udvikler sig videre til nye arter eller uddør. Ligegyldigt hvor på Jorden man

finder et fossil af den art, vil den derfor stamme fra den samme tidsperiode. Det samme gælder for arterne, der kommer før og efter den. Ved at sammenligne indholdet af arter i de geologiske lag kan man derfor få en relativ alder på laget baseret på de tidsbegrænsede arter, idet arterne under må være ældre, og arterne over må være yngre. Ligesom det er tilfældet med de vulkanske askelag. Biostratigrafien er altså jagten på en slags fossilt fingeraftryk for enkelte perioder i tiden, der kan identificeres på tværs af store afstande og forskellige landskaber.

Fra den ene til den anden

Hvis du for eksempel står med et sedimentlag på Stevns, der indeholder de fossile arter a, b og c, så vil et lag i England eller Brasilien med samme fordeling af fossiler efter al sandsynlighed stamme fra den samme tidsperiode.

"Der vil altid være noget, som ser mærkeligt ud, eller som jeg ikke har set før"

Kombineret med den nyere teknologi med præcis datering ved hjælp af vulkansk aske eller lava kan man sætte endnu mere præcise aldre på, end man kunne for 300 år siden. Men ideen er stadig den samme: Hvis der viser sig at være vulkansk aske i det geologiske lag fra enten England eller Brasilien, som kan dateres, kan du regne med, at den alder også gælder for dit lag på Stevns.

Ledefossiler

De arter, der er specifikke for særlige tidsperioder, og som kan bruges til at definere tidsperioder, kaldes ledefossiler. De er nøglen til at læse den globale dagbog, fortæller Sofie Lindström. Det kræver dog en række egenskaber som fossil at blive forfremmet til ledefossil:

1. De er talrige, så de er nemme at finde.
2. De har stor geografisk udbredelse, så man kan finde dem mange steder.
3. De udviklede sig hurtigt til nye arter, så hver art har en kort tidshorisont, der gør dateringen mere præcis.

Derfor foretrækker dateringseksperterne også de mindste fossiler, såkaldte mikro-fossiler, som alger, plankton og pollen, fordi de typisk er langt mere talrige i de geologiske lag, man vil undersøge. De er desuden ofte udbredte over store afstande, fordi de kunne spredes med vand og vind. Lidt større dyr som muslinger, leddyr og andet kan også fungere, hvis de er udbredte og mange nok.

Store dyr som for eksempel dinosaurer er ubrugelige, da de er enormt

sjældne at støde på i jordlagene og derfor ikke duer til sammenligning fra det ene sted til det andet. Så selvom forskerne ganske vist bliver henrykte over at finde dinosaurfossiler, så er de ikke til nogen videre hjælp i selve dateringsarbejdet.

"Et rigtig godt ledefossil er for eksempel den uddøde gruppe af pansrede blæksprutter, ammonitter," siger Sofie Lindström.

"De eksisterer som gruppe over en lang periode på mange millioner år fra Devon til Kridt, men udvikler sig i den tid til et væld af forskellige arter, som er nemme at identificere og finde."

>

BOKS 4 – FOR GAMMELT TIL KULSTOF 14

Relativt nye fortidsfund som f.eks. denne sabelkat kan man aldersbestemme direkte og ganske præcist via Kulstof 14-metoden (¹⁴C-metoden). Det er en metode, der beror på at analysere henfaldet i det radioaktive kulstofisotop ¹⁴C.

Ved at måle, hvor meget af det oprindelige isotop der er henfaldet, kan man regne sig frem til, hvornår dyret eller planten døde. Det er nemlig kun, imens man lever, at man optager kulstof, som så ved døden begynder at henfalde. Man kan dog højst måle ca. 60.000 år tilbage i tiden, fordi der efter så mange år er for lidt ¹⁴C tilbage til at lave en ordentlig måling.



Foto: Bone Clones, Wikipedia Commons



MØD EKSPERTEN

Navn: Sofie Lindström

Stilling/arbejdsplads:

Seniorforsker i stratigrafi, De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS)

Uddannelse: Ph.d. i historisk geologi og palæontologi ved Lunds Universitet i Sverige.

Arbejder med:

Fossile sporer, pollen og mikro-alger fra Karbon til Miocæn. Jeg bruger disse til at datere lag, tolke om lagene er dannet i hav eller på land, og hvordan klimaet var, da de var levende. Jeg er særlig interesseret i store og pludselige klimaændringer dannet af storskala-vulkanisme, der ledte til masseuddøender.

Færdiggør sætningen: "Forskning i fortiden er vigtig, fordi ..."

... det kan lære os om forgangne tiders dyr og planter, og hvordan de reagerede på store klimaskift eller miljøændringer. Det kan gøre os bedre til at forstå den verden, vi lever i nu, samt de udfordringer, vi står med på grund af industrialismen og den globale opvarmning.



BOKS 5 – GEOLOGIENS DANSKE FAR

Faktisk har vi den danske naturhistoriker Niels Steensen (1638–1686), bedre kendt som Nicolaus Steno eller Stenonius, at takke for dateringen. Og faktisk for en stor del af geologien som helhed. Han opdagede i 1660'erne, at de forskellige sten- og jordlag faktisk var indblik i fortidige verdener, der var blevet aflejret oven på hinanden, efterhånden som tiden gik. På den måde kunne Jordens og livets historie læses som en bog, hvor de øverste lag var yngst og blev ældre og ældre nedefter. I 1669 sammenfattede han sine opdagelser til tre grundprincipper, der stadig er grundstenene i læren om geologiske lag og lagdelinger, kaldet stratigrafi:

1 Oprindelig horisontalitet

Geologiske lag fra hav, søer og floder aflejres (hovedsageligt) horisontalt.

2 Oprindelig kontinuitet (nu korrelation)

Geologiske lag med ens udseende og fossilindhold på to forskellige lokaliteter må oprindeligt have være forbundet som ét lag. Floder eller anden erosion har fjernet den del af laget, der oprindeligt forbandt laget på de to lokaliteter.

3 Superposition

Geologiske lag aflejres oven på ældre geologiske lag.

“Før da er især trilobitter og graptolitter gode ledefossiler for Kambrium- og Ordoviciumlagene.” (Se Figur 7.)

Overhalet indenom

Sofie Lindström forklarer, at arterne i perioder kan blive overhalet af andre arter, der pludselig udvikler sig hurtigere og derfor bliver mere egnede som ledefossiler for den periode. Det oprindelige ledefossil kan altså stadig være til stede, men er for en periode ikke den allerbedste tidsmålestok. Man vil dog stadig registrere dem, da mængde og udbredelse af dem kan være med til at gøre dateringen mere sikker.

“Faktisk er den allerbedste datering den, hvor du bruger så mange metoder som muligt og ser på så mange fossiler som muligt, både store og små fra mange forskellige grupper,” tilføjer hun.

Når der mangler et fossil

Derfor er det da også svært for Sofie Lindström at sige, hvor lang tid det typisk tager hende at datere en type sediment.

“Det kommer helt an på, hvad det er. Nogle gange er det tilstrækkeligt bare at se på laget med det blotte øje, hvis sammensætningen af sedimentet og eventuelle synlige fossiler er typisk for en tid, jeg allerede kender godt.”

Indimellem er der måske ledefossiler, som mangler i prøverne, og så er hun nødt til at søge meget materiale igenem under mikroskopet for flere forskellige arter, før hun – måske – finder dem.

“Desværre er det jo sådan, at du i et sediment ikke altid finder alle de fossiler, som faktisk var der til at starte med. Der kan jo være sket mange ting med aflejringen gennem de millioner af år, der typisk er gået, fra de blev afsat. Så

nogle gange kan det godt være lidt af et detektivarbejde at finde de arter, der kan fastsætte alderen,” siger hun.

Hjælp fra gamle blyantstegninger

Heldigvis er der dog som oftest andre, der allerede har gjort en stor del af arbejdet for en, så man ikke er helt på Herrens mark, fortæller hun.

“Der er næsten altid nogen, der har fundet og dateret et lignende lag før dig, så det kan du jo finde i litteraturen, og se om det passer med det, du trods alt har fundet i dit lag. Hvis det gør, så har du en datering mere sikker.

“Det er ret cool, at man stadig kan bruge de smukke, gamle blyantstegninger af trilobitter osv. i sin forskning i dag”

ret god idé om, at så er alderen nok omtrent den samme, som de andre forskere har fundet frem til.”

Datering kræver derfor enormt meget samarbejde globalt mellem geologer, palæontologer og andre, der arbejder med undergrunden. Og siden avancerede mikroskoper og detaljerede fotografier ikke går ret langt tilbage i tiden, så må forskerne somme tider bruge gamle optegnelser fra 1800-tallet til sammenligning, forklarer seniorforskeren:

“Det er ret cool, at man stadig kan bruge de smukke, gamle blyantstegninger af trilobitter osv. i sin forskning i dag.”

Altid noget, der ikke før er set

Biostratigrafien er et felt i stadig udvikling, og selvom forskerne efterhånden har ret godt styr på de forskellige geologiske lag og samhørende tids-

perioders afgrænsninger, så bliver der hele tiden finindstillet. Sommetider dukker der et nyt ledefossil op et sted, der sætter alderen på en periode et par hundrede tusind år frem eller tilbage.

“Vi har efterhånden identificeret rigtig mange både mikro- og makrofossiler, men der vil altid være nogle, vi ikke kender endnu,” forklarer seniorforskeren.

“I én enkelt prøve under mikroskopet er der ofte tusindvis af pollen, sporer og mikroalger. Der vil altid være noget, som ser mærkeligt ud, eller som jeg ikke har set før, så jeg ikke er sikker på, hvad det er. Hver gang.”

Gode mismatches

De ukendte fossiler i prøverne kan skyldes mange ting, forklarer seniorforskeren. Det kan være, at fossiler fra en anden tidsperiode er blevet eroderet frem og siden begravet igen og

dermed er blevet blandet sammen med fossiler fra et yngre lag. Eller også er de muterede, misformede udgaver af de rigtige fossiler.

“Der kan gå meget galt. Naturen kan være rodet,” konstaterer Sofie Lindström.

Alle disse ‘mismatches’ noteres og gemmes selvfølgelig, for det kan jo vise sig, at andre forskere også finder dem i samme lag.

“Hvis det sker, søger man efter flere og flere, og så kan de måske til sidst anvendes som nye ledefossiler. På den måde er det jo bare spændende, når man finder noget, der ikke lige passer med det, man kender.” •

FIGUR 7

LEDEFOSSILER I TID OG RUM

Her ses en vilkårlig skrænt med de yngste geologiske lag i toppen (Kvartær) og de ældste i bunden (Kambrium). Hvert lag indeholder mange forskellige fossiler, men nogle af dem er særlige for lige præcis den periode. Så kan de bruges til at identificere laget og kaldes et ledefossil.

Her er vist et udvalg af de ledefossiler, man bruger til datering globalt, hvornår de er opstået og evt. uddøde, samt hvor i deres udvikling de bruges som ledefossiler.

Illustration: Lykke Sandal, Geoviden

