

Alle dyr forbruger fri ilt (O_2) i deres energistofskifte, men hverken O_2 eller dyr var til stede, da Jorden blev dannet. I 2013-2015 støtter Villum fondens Young Investigator Programme et forskningsprojekt, hvor vi vil kortlægge iltindholdet i havet under den Kambriske eksplosion, da dyrene pludseligt spredte sig på Jorden. Det skete for ca. 525 millioner år siden, hvor skeletbærende dyr hastigt udbredte sig i havet.

ET FRISKT PUST TIL LIVET PÅ JORDEN



Tais benytter håndholdt røntgenfluorescens-spektroskopi til at analysere grundstofsammensætningen på 600 mio. år gamle klipper.

På dette tidspunkt havde livet på Jorden allerede eksisteret i form af bakterier i mere end tre milliarder år. Et af de store spørgsmål er derfor, hvorfor dyr opstod så sent i livets historie?

DYRELIVETS UDVIKLING PÅ JORDEN

Formålet med projektet er dels at teste en hypotese om, at dyrenes fremkomst skete som følge af, at iltniveauet i atmosfæren steg, og dels at teste en hypotese om, at dyrenes fremkomst selv øgede iltniveauet, og dermed forbedrede overlevelsesmulighederne i havet. Sammenlagt kan disse to hypoteser betyde, at der eksisterede en positiv feedback-mekanisme mellem livets og miljøets udvikling, der forklarer opblomstring af dyrelivet på Jorden. En sådan opdagelse vil have vidtrækkende konsekvenser for vores opfattelse af livet på Jorden, fordi den kan understøtte eksistensen af en (ubevidst) naturlig drivkraft fra simple encellede livsformer mod større og mere komplekst organiserede organismer.

Da O_2 er en gas, og derfor ikke er bevaret over geologisk tid, kan iltniveauet i havet kun spores indirekte. Derfor har jeg sammen med danske og amerikanske forskere etableret nye eksperimentelle teknikker baseret på uran og dets isotopsammensætning, som vi anvender på geologiske prøver til at spore mængden af fri ilt i urhavet.

Målingerne kan kun foretages ét sted i Danmark – nemlig på Statens Naturhistoriske Museum, Københavns Universitet. Analyserne foretages i nye laboratorier etableret af Martin Bizzarro og James Connelly ved Grundforskningscenteret for Stjerne- og Planetdannelse (StarPlan).

Vi er i færd med at analysere geologiske prøver fra Marokko og Sibirien, som blev aflejret i havet, dengang de første skeletbærende dyr fremkom på Jorden. Dengang befandt Marokko sig på sydpolen og Sibirien ved ækvator. De to geologiske formationer repræsenterer derfor forskellige aflejningsmiljøer. Modelberegninger viser, at uran isotopsammensætningen skulle have udviklet sig ens overalt i havet og dermed parallelt op gennem den geologiske lagserie – i takt med et øget iltindhold i verdenshavet. Resultaterne af disse undersøgelser forventer vi at se i begyndelsen af 2014.

HVABEHAR? – GAV DYR ILT?

Mens reguleringsmekanismerne for indholdet af CO_2 i atmosfæren (og dets effekt på Jordens klima) anses for veletablerede af brede videnskabelige kredse, er der kun ringe indsigt i de mekanismer, som regulerer O_2 . Vi ved, at fri ilt understøtter stofskiftet hos dyr og alle andre aerobe organismer. Vi ved også, at verdenshavet var iltfattigt, før dyrene opstod – og det må

i havet og atmosfæren. Denne sammenhæng er indirekte, da alle dyr som sagt forbruger ilt. Når dyr fordøjer, pakker de en del af det organiske materiale (brændstoffet), de æder, uforbrugt i fækalieperler, som synker til bunds. Derved opbygges et overskud af ilt, som øger de havområder, der er beboelige for dyr. Med den øgede eksport af fækalieperler fra havet brydes balancen mellem ilt-produktion og ilt-forbrug, og O_2 niveauet i Jordens atmosfære og oceaner vil langsomt stige.

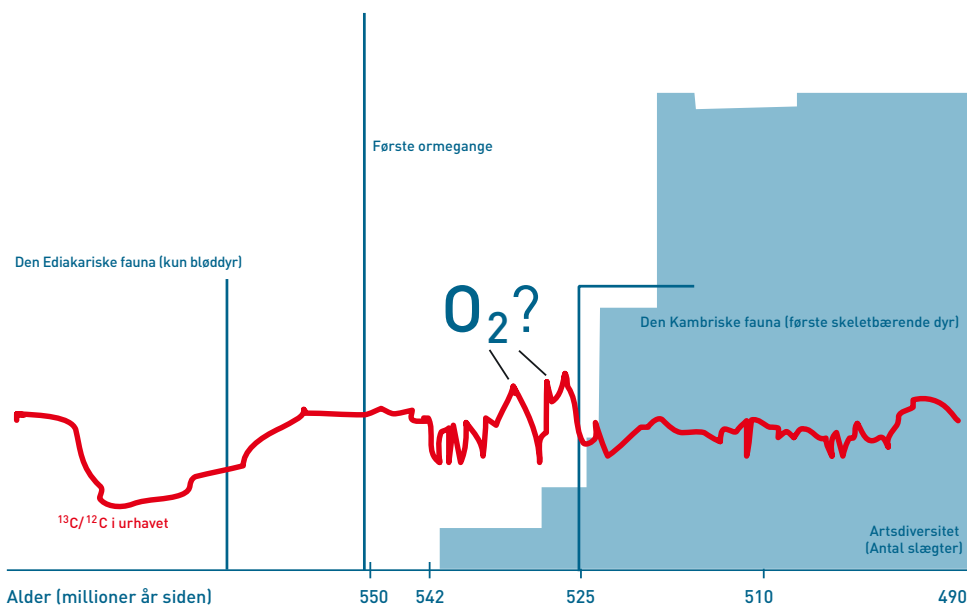
Omvendt har vi netop kunne vise, at fremkomsten af sedimentborende orme medvirker til at sænke O_2 niveauet på Jorden. Denne effekt skyldes ikke dyrenes eget iltforbrug. Når orme graver i sedimentet, fjernes fosfat fra havet. Alle organismer har brug for dette næringsstof, der bl.a. indgår i DNA, RNA, og ATP. Da kuldioxid og vand er hyppigt forekommende på Jorden, bliver fosfat den begrænsende faktor for fotosyntetisk produktion af organisk materiale. Når fosfat begraves i havbunden hæmmes dannelsen af organisk materiale i havet, og der frigives derfor mindre O_2 . Derved vil anoxiske zoner brede sig i havet, og betingelserne for dyr forringes.

Rovdyr og deres byttedyr udviklede sig hastigt under Den Kambriske Ekspllosion for 535-515

millioner år siden, men endnu ved ingen, hvordan de iltfattige zoner udviklede sig. Palæobiologiske studier viser, at både fækalieperler og bioturbation var en del af denne udvikling, men geologiske faktorer såsom kontinenternes placering, erosion og forvitring af jordskorpen spillede også en rolle for næringstilførslen til havet.

OG HVOR ER VI SÅ PÅ VEJ HEN?

Med de nye isotopdata og modelberegninger for dyrenes påvirkning af iltreguleringen på Jorden, håber vi at kunne beskrive dyrenes betydning i økosystemet og for regulering af O_2 på Jorden. Det er nemlig langt fra åbenlyst, at dyrene kunne have spillet en afgørende rolle for forekomsten af et, for dem, livsnødvendigt stof. Med projektet søger jeg også at forstå vigtigheden af henholdsvis geologiske og biologiske reguleringsmekanismer, der gav anledning til, at miljøet og dyreriget gensidigt blev tilpasset til hinanden. Resultaterne vil belyse, om økosystemer selv-reguleres i overgangen mellem encellede og komplekse livsformer. I givet fald vil det markant øge sandsynligheden for at finde højerestående liv andre steder i universet.



En af de væsentligste forandringer i miljøets og livets udviklingshistorie skete for 540-520 millioner år siden, da både skeletbærende- og sedimentborende dyr pludseligt udviklede sig i havet. Denne periode kaldes også biologiens "Big Bang", idet alle nulevende dyrerækker pludselig udviklede sig efter milliarder af år af evolution mellem encellede organismer. Med støtte fra Vilum Fondens young investigator programme, har geokemiker Tais W. Dahl udviklet metoder til at bestemme om tiltning af verdenshavene spillede en afgørende rolle, der muliggjorde dyrenes pludselige opståen og udvikling på Jorden.