



## Koralrevet ved Faxe

### Det grænseløse kridthav i en drivhusverden

I kridttiden er der uendelig varmt på Jordens overflade. Koncentrationen af kuldioxid er i visse perioder fire gange højere end i dag og vandstanden i verdenshavene er op til 200 meter højere end nutidens vandspejl. Nye have skyller derfor indover de tidligere landområder og det meste af nordvest Europa er derfor dækket af hav. Danmark er derfor i en periode på næsten 35 millioner år (fra knap 100 til 63 millioner år siden) dækket af et flere hundrede meters dybt hav. I vandoverfladen stortrives små kalkskallede organismer, der minder mest om alger. De er afhængige af Solens lys til deres overlevelse. Når de dør drysser kalkpladerne til bunden og lægger sig som et tykt lag af kalk. På havbunden imellem alle de mikroskopiske små kalkfragmenter lever et forbløffende rigt og alsidigt dyreliv. Her er bittesmå muslinger og armfødler. Her danner mosdyrene cm høje krat som søpindsvin og søstjerner ihærdigt jager imellem.

### Naturkatastrofe gør det af med 50 % af alle arter

For 65 millioner år siden på den grænse mellem Kridt og Tertiær tiden (K/T grænsen) uddør ca 50 % af alle dyr på jorden i en kæmpe økologiske katastrofe, og også dyrene i kridthavet rammes hårdt. Som følge af katastrofen bliver der en masse økologiske nicher ledige og en fantastisk mulighed for dannelse af nyt liv opstår. De overlevende arter er ikke sene til at gribe denne mulighed. På få millioner år er de fleste økosystemer fuldt reetablerede og et fantastisk liv udfolder sig.

### Livet kommer tilbage Faxe

Hvem der kommer først til Faxe er ikke muligt at sige noget om for de allertidligste lag efter den store naturkatastrofe er ikke blottede i Faxe. Så hvad der præcis sker på de to millioner år ved vi ikke. Men vi ved at det går ufattelig stærkt. I Faxe finder man noget så enestående som det første dybvands koralrev efter K/T grænsen. I kalken på Stevns finder man enkelte små koraller, men i Faxe har mulighederne været optimale for en anden art af koraller, der her har kunnet danne enorme revkomplekser. Den første korallarve fik forankret sig i de bløde kalkslam og hurtig knopskudt til flere meter høje koralbuske, der har huset i





tusindvis af små polypper. Hvorfor det lige var i Faxe at korallarven slog sig ned ved vi ikke med sikkerhed, men helt nye studier har vist at der i undergrunden dybt under Faxe har ligget en forhøjning skabt af bevægelser i Jordens yderste lag langt før Kridttiden. Denne forhøjning har virket attraktiv på netop koraller, da de foretrækker at stikke op i landskabet og suge mest mulig næring til sig. Omkring en sådan forhøjning vil der netop skabes helt specielle strømforhold.

### **De frodige koralrev dybt på havets bund**

Det myldrer med fossiler i den hvide kalk i Faxe. Faxe kaldes derfor for Danmarks fossilrigeste lokalitet. Husk at et hvert fossil repræsenterer en organisme, der var levende engang. Kalken kan deles i to hovedgrupper: koralkalk og mosdyrskalk. Koralkalken er domineret af lange stænglede koraller, mens mosdyrskalken er domineret af de små fine, aflange og flade mosdyr. Mosdyrskalken er typisk blødere og ikke helt så rig på fossiler som koralkalken. Både korallerne og mosdyrene har dannet små banker og rev på havbunden. Det er sandsynligt at der har været mosdyr banker og koralrev på samme tid. Revene og bankerne har gjort det muligt for en stor gruppe andre dyr at leve på havdybder, hvor

de ellers ikke har kunnet overleve. Disse dyr har levet godt beskyttet og med rigelige af fødemuligheder mellem koralgrenene og i mosdyrskrattet. Større dyr har jaget og ynglet på revet.

*Bryozokalken* (også kaldet mosdyrskalken) er dannet af millimeter store mosdyrpolypper, der lever i et skelet af kalk. Dette skelet kan have de mest fantastiske former fra flade tæpper til små grenede buske. Mosdyrene vokser indover alle tænkelige overflader. I hvert af kalkskeletterne bor i hundredvis af små polypper. I små huller sidder det lille dyret der ligesom hos korallerne fanger mad, producerer nye larver eller forsvarer kolonien mod fjender. De små mosdyr kan vokse sig store sammen og danne flere meter høje banker på havbunden. På bankerne trives et rigt dyreliv af mange andre dyregrupper. Går man rundt nede i Faxe Kalkbrud kan man tydeligt se, hvordan de forskellige banker vokser indover hinanden. De største polypper sidder der på banken, hvor der er mest strøm. Nedenunder havbunden, i omkring 1 meters dybde, har store krebsdyr kravlet rundt og gravet de mest fantastiske gravegange. Med tiden er disse gravegange systemer blevet forladt og opløst kisel er med havvandet blevet ført dernel og langsomt størknet til flint. På Stevns Klint





kan man også se mosdyrsbanker, der har samme alder som dem i Faxe Kalkbrud.

*Koralkalken* er dannet af de noget større koraldyr, der danner flere centimeter høje skeletter af kalk. Nogle af korallerne kan vokse sig op til 1 meter høje. I hvert af kalkskeletterne bor i hundredvis af små polypdyr. I små huller sidder det dyret, der ligesom hos mosdyrene fanger mad, producere nye larver eller forsvare kolonien mod fjender. Korallerne vokser sammen og danner store sammenhængende rev. Korallernes grene giver ly for mange andre dyr. I Faxe finder man de første dybvandskoraller af arten *Dendrophyllia candelabrum* (også kaldet kandelaber korallen). Det er en art, der er meget almindelige på revene i dybhavene i dag.

Dyrene, der har levet på koralgrenene eller de små mosdyrstilke, er typisk muslinger, armfødde, snegle, kalkrørsorme og langhalse. Mens de lidt større dyr som søliljerne og svampene har levet mellem grenene. Krabber, sø- og slangestjerner samt pighuder har kravlet rundt og søgt efter føde mellem grenene. Over revet har et væld af forskellige fisk, blæksprutter, hajer og krokodiller svømmet rundt.

Hver af de forskellige dyregrupper er repræsenteret ved få eller mange forskellige arter. I alt er der fundet omkring 500 arter i Faxe, men sammenligner man Faxe med de moderne dybvandskoralrev er det meget muligt at artsrigdommen kunne være omkring 1000 arter. Det er slet ikke sikkert at alle arter er beskrevet fra Faxe og at alle de dyr, der engang levede her er blevet bevaret.

Den mest artsrige dyregruppe er sneglene. Der er fundet omkring 113 forskellige sneglearter. Mosdyrene er repræsenteret af mindst 66 arter, mens der er fundet 43 arter af koraller. Muslingerne og armfødde, der i levevis minder meget om hinanden, er beskrevet som hhv. 49 og 36 forskellige arter. Kalkrørsormene er beskrevet med 29 forskellige arter. 21 arter af sø- og slangestjernerne er beskrevet mens 23 arter er beskrevet fra både pighuderne og krabberne. Søliljerne kendes fra 16 forskellige arter, mens kun 8 svampearter og 5 langhalsearter er beskrevet. Blæksprutterne kendes fra 3 forskellige arter, mens hajerne er rigt repræsenteret med 34 arter. Der er kun fundet 1 krokodilleart. Der er fundet meget få fiskerester og man har derfor ingen sikre





beskrivelser af de forskellige fiskearter på revet i Faxe.

Fossilerne findes i flere forskellige bevaringstilstande. Typisk er armfodderne meget velbevarede fordi deres skaller består af en meget stabil calcit form, mens muslingerne og sneglene oftest kun findes som aftryk. I visse niveauer er korallerne også opløst og kun bevaret som aftryk. Det at finde et fossil er derfor fuldstændig enestående. For hver fossil organisme man står med i hånden er der i tusindvis af organismer, der ikke var så usandsynlige heldige at blive til fossiler.

### **Det lønner at tilpasse sig....**

Hver enkel af de tusindvis af fossiler fortæller deres egen historie. Nogle er dog mere iøjnefaldende end andre. Et eksempel er den lille fastsiddende armfod slægt der er repræsenteret ved to forskellige arter. Begge har sandsynligvis haft samme stamfader. De hedder begge *Rhynconella* til "fornavn" og hhv. *flustracea* (den skinnende) og *faxensis* til "efternavn". Den skinnende armfod er utrolig hyppig mens *faxensis* formen er meget sjælden. Kigger man tæt på deres form vil man opdage at den succesfulde *flustracea* form er helt skæv. Selv dens indre organer er helt skæve. Det tolker vi til at

betyde at den har tilpasset sig et liv inden mellem koralgrenene og vokset efter hvor der var plads. Mellem grenene har den levet godt og beskyttet for sultne rovdyr samtidig med at der har været rigeligt med mad. *Faxensis* formen er derimod ikke skæv, men helt symmetrisk. Den har nok stædigt holdt ved et liv yderst på koralgrenen, hvor den har været et nemt offer for sultne rovdyr. Det lønner altså at tilpasse sig, hvis man vil frem i verden.

### **Fossile fødekæder**

Det er svært at vide om de fossiler man finder egentlig har levet sammen, da man sjældent finder et fossil i færd med at spise et andet. Dog finder vi en samling af organismer med en utrolig specialiseret økologi. Her er sneglene, der i dag kun lever af koraller, her er søpindsvin med special udviklede raspetunger sikkert til at hapse polypper, her er boremuslinger specielt tilpasset til hård kalk, her er hajer der hovedsagelig lever af krabber (der er et utal af krabbearter på koralrevet).

### **Man gør sig et eftermæle**

Videnskabsfolkene elsker fossilerne fra Faxe her er ikke mindre end 50 arter beskrevet for første gang. Se listen over de 30 mest





almindelige, der alle hedder noget med

Faxe:

1. *Isocrania faxensis* (Brünnich Nielsen, 1911)
2. *Rhynchonella faxensis* (Posselt, 1894)
3. *Terebratula faxensis* (Posselt, 1894)
4. *Membranipora elegans var faxensiis* (Levinsen, 1925)
5. *Pseudholaster faxensis* (Hennig, 1898)
6. *Synechodus faxensis* (Davis, 1890)
7. *Smilotrochus faxoensis* (Forchhammer & Steenstrup, 1850/Nielsen, 1922)
8. *Cyathoceras faxoensis* (?)
9. *Faksephyllia faxoensis* (Beck, 1835)
10. *Moltkia isis var faxensis* (Steenstrup, 1846)
11. *Moltkia lyelli faxensis* (Nielsen, 1913)
12. *Crassatellites faxensis* (Ravn, 1902)
13. *Meiocardia faxensis* (Lundgren, 1867)
14. *Spondylus faxensis* (Steenstrup, 1847)
15. *Stegoconcha faxensis* (Ravn, 1902)
16. *Cerithiopsis faxensis* (Ravn, 1933)
17. *Coniscala faxensis* (Ravn, 1933)
18. *Titanocarcinus faxensis* (Fischer-Benzoni, 1866)
19. *Fusinus faxensis* (Ravn, 1902)
20. *Littorinopsis faxensis* (Ravn, 1933)
21. *Sassia faxensis* (*Tritonium* (Tidl.), Ravn, 1933)
22. *Scaphella faxensis* (Ravn, 1902)
23. *Surcula faxensis* (Ravn, 1902)
24. *Voluta faxensis* (Ravn, 1902)
25. *Wienbergia faxensis* (Ravn, 1899)
26. *Faxia macrostoma* (Ravn, 1933)
27. *Monodonta faxensis* (Ravn, 1933)
28. *Ranella faxensis* (Ravn, 1933)
29. *Solarium faxensis* (Ravn, 1933)
30. *Tryopanaxis faxensis* (Ravn, 1933)

### Hvordan ved vi med sikkerhed, at kalken i Faxe er dannet på dybt og koldt vand?

#### 1. Dybde: ca. 300 m

Der er ingen spor af alger på fossiler, derfor er vi dybere end 150 m, men et maks er 800 m styret af placeringen af Jordens yderste skorpe i Danien-tid. I dag findes koralrevene Atlanterhavet fra 40 m i de norske fjorde, der er fyldt med ler og sand, der hæmmer lys gennemtrængningen, til mindst 1400 m. De ca. 300 m er derfor et estimat ud fra, hvor dyrene, der svarer til fossilerne fra Faxe, lever i dag, hvor tæt land lå på Faxe på aflejringstidspunktet og hvordan skorpen har set ud under Danmark.

#### 2. Temperatur: 5 til 10 grader, men dog varmere i overfladen (årlig gennemsnitstemperatur, der har været 7 grader varmere end i dag)

Temperaturen kan beregnes på to måder. Fossiler og isotoper. Blandt de bundlevende dyr kan vi sammenligne fossilerne med tilsvarende dyr, der lever på





koldtvandskoralrevene i dag. Selvom der var noget varmere i overfladen, så er temperaturen på den dybere del af havbunden konstant kølig. Blandt dyrene i overfladen er krokodillerne og de store østers, dyr, der kun, lever hvor det er meget varmt. Krokodillerne er de sjoveste fordi de også er fundet i Faxe. Kemisk har man gjort forsøg på at regne temperaturen på bunden ud ved at måle på mængden af forskellige isotoper (blandt andet ilt og karbon). Det er en ret kompliceret proces som man vil arbejde videre på i de næste par år.

### **Moderne dybvandskoralrev**

Moderne dybvandskoraller findes på bunden af oceanerne i de kolde og mørke vandmasser. Her er miljøet ofte stabilt med rigelige mængder af næringsstoffer. Ligesom de tropiske koraller på lavt vand er disse dybvandskoraller karakteriseret ved en meget speciel og artsrig fauna, der typisk ikke er kendt fra andre miljøer. Man kender endnu ikke de præcise tal på artsrigdommen på dybvandskoralrevene men der er sikkert flere tusind arter, der er tilknyttet revet i løbet af deres livscyklus. F.eks. lever her ofte mange af de helt tidlige stadier af fisk og andre større dyr, der nyder godt af beskyttelsen mellem koralgrenene.

Moderne dybvandskoraller findes potentielt set i alle have på alle dybder, men indtil videre har videnskaben primært arbejdet med de revkomplekser, der findes i Atlanterhavet. Her er de beskrevet på dybder fra 40 m til mere end 1000 m. Noget tyder på at de i troperne trives på endnu større vanddybder. Temperaturen på revene er målt til mellem 4–13°C. Dyrene lever af suspenderet organisk materiale, zooplankton og andre dyr. På grund af de store vanddybder lever der ingen fotosyntiserende (afhængige af lys) planter på disse rev.

Korallerne findes individuelt som isolerede kolonier på havbunden eller som små enkelte rev blot et par meter høje. De kan også findes som store revkomplekser, der er op til 300 m høje og flere kilometer i diameter. Da revene typisk vokser meget langsomt, blot et par mm om året, kan de store rev være flere hundrede tusinde år gamle. På grund af revenes alder og langsomme vækst opbevarer de fuldstændig unik information om storskala klimaændringer. Samtidig kan de være meget vigtige centre for dannelsen af nye arter i dybhavet. Korallerne etablerer sig steder på havbunden hvor den er fast og hvor der ofte eller permanent flyder en stærk strøm forbi. En strøm der medbringer føde og som sørger for at fordele æg, sædceller





og larver og en strøm, der også sørger for at rense koralgrenene for sediment.

Dybvandskorallerne har været kendt siden slutningen af 1700-tallet. Den danske præst Erik Pontoppidan beskrev således allerede arten *Lophelia pertusa* i det store værk *Den Danske Atlas* (herunder Norge), der udkom fra 1763 til 1781. Det er dog først indenfor de sidste 20 år at man har været i stand til at optage billeder og danne sig et indtryk af disse enorme revkomplekser på flere hundrede meters havdybde.

### **Hvordan ved vi at kalken i Faxe er 63 millioner år gammel**

I geologien arbejder man med absolutte og relative tidsbetemmelser.

*Absolut tidsbestemmelse* fremkommer ved at datere lag fra vulkanudbrud. Vulkanudbrud henter deres materiale fra Jordens indre, hvor alle jordens grundstoffer er smeltet sammen til en stor masse (magma). Så længe at magmaet er derinde i varmen og ved det høje tryk er grundstofferne så at sige i nul, men i det øjeblik de ved et vulkanudbrud kommer op på jordoverfladen "størkner" de og nogle af dem vil langsomt eller hurtigt begynde at henfalde til et nyt grundstof eller en isotop af samme

grundstof. Så længe de ikke kommer ned i Jordens indre igen vil denne proces fortsætte indtil at der ikke er mere af det oprindelige grundstof eller isotop tilbage. Ved at analysere et fossilt vulkanudbrud kan man beregne mængden af de to stoffer og ved at kende deres halveringstid kan man så beregne hvornår de "størknedes". Der er desværre ingen vulkanske lag bevaret i Faxe. Men i andre kalklag i Nordeuropa har man fundet daterbare vulkanlag og så kan man regne en nogenlunde alder ud på lagene i Faxe ved at vurdere om de befinder sig under eller over de daterbare lag

*Relativ tidsbestemmelse* fremkommer ved at sammenligne indholdet af fossiler i bjergarterne. Nogle fossiler har kun levet ganske kort på Jorden, mens andre har levet i lang tid. Ved en grundig beskrivelse af fossilerne kan man således sammenligne deres relative forekomster i forskellige lag og derved vurdere en relativ placering af kalken i Faxe på baggrund af dens indhold af fossiler.

### **Hvad der videre hændte i Faxe?**

*Hvorfor er der ikke hav her i dag?*

Ligesom i dag ændrer havniveauet sig løbende afhængig af klimaet, mængden af is på polerne, vulkansk aktivitet og placeringen





af de forskellige plader i jordskorpen. Andre steder f.eks. i Jylland finder man havaflejringer der er yngre end i Faxe.

#### *Det hele begravnes*

I takt med at havbassinerne fyldes op med materiale begravnes Faxe kalken dybt i skorpen. Undersøgelser har vist at kalken har været mellem 5 til 700 meter nede i skorpen. Her omdannes fossilerne ved at nogle opløses, andre hærdes og rekrystaliseres. Flinten dannes i de forladte gravegange i bryozokalken

#### *Det hele løftes op igen*

De pladetektoniske bevægelser måske et resultat af kollisionen mellem Afrika og Europa løfter kalken op til jordoverfladen igen. Den er nu blevet godt bagt og hård. Fossilerne er dannet og flinten skabt.

#### *Isen trænger sig ind over Danmark*

For 100.000 år siden skrider gletcherne sig ind over Danmark i istiden og hævler alle løse lag væk. Kalken bliver tilgængelig for os i dag.

