

SKAL .. SKAL IKKE

af Valdemar Poulsen

At mange dyr har en skal eller et skelet tager vi som en selvfølge - også når vi spiser østers eller hummer, eller mere beskedent gnaver et kyllingelår. Men det første dyreliv på Jorden kendte ikke til faste skeletdele - den "opfindelse" blev først gjort for 580-600 millioner år siden. Hvis man kaster et blik på tidsskemaet side 112, falder det straks i øjnene, at den Prækambriske periode på næsten 4000 millioner år er udelte, mens de sidste 600 millioner år af Jordens historie er splittet op i 11 perioder. Netop på grund af fremkomsten af faste skeletdele, som har gode chancer for at blive bevaret som forsteninger i lagene, har det været muligt at påvise lejlighedsvis og tilpas store ændringer i dyrelivet til detaljeret at opdele den senere del af Jordens historie - med andre ord er forsteningerne et vigtigt værktøj til aldersbestemmelser.

Det har fra gammel tid vakt undren, at evnen til at danne faste skeletdele kom samtidig til flere vidt forskellige marine dyregrupper. En forklaring har været, at dyrene var opstået i ferskvand og så af en eller anden ukendt grund er vandret ud i havet - men det er at give sorteper videre, for man havde ikke noget kendskab til søaflejringer i det kritiske tidsinterval. Man påstod naturligtvis at de pågældende søaflejringer siden er fjernet ved erosion. Dertil kommer, at biologer og fysiologer på overbevisende måde har kunnet argumentere for, at dyrelivet er opstået i havet. Skalmateriale udskilles af enkelte celler, og det er nu påvist, at arten af skalmaterialet (kitin, kalk, fosfat) bestemmes af en indbygget "nøgle" af omkring 12 aminosyrer i cellerne. Aminosyrerne er opbygget som meget komplicerede molekyler og er selv grundelementet i opbygning af æggehvideofferne. Mange forestiller sig nu en udvikling på to planer - dels udvikledes i Prækambrium en række forskellige dyreformer, og dels gennemløb den enkelte celle en helt separat udvikling med en stigende koncentration af forskellige aminosyrer. På et vist tidspunkt for godt 600 millioner år siden var koncentrationen af de kritiske aminosyrer nået op til den tærskel, som tillod udskillelse af skalmateriale. Da fast skalmateriale først var en realitet, åbnedes helt nye muligheder for videre udvikling, og man kan indledningsvis umiddelbart tænke sig en vrimmel af vidt forskellige dyregrupper. En hård konkurrence kunne dernæst ventes at få en del af grupperne til hurtigt at bukke under igen.

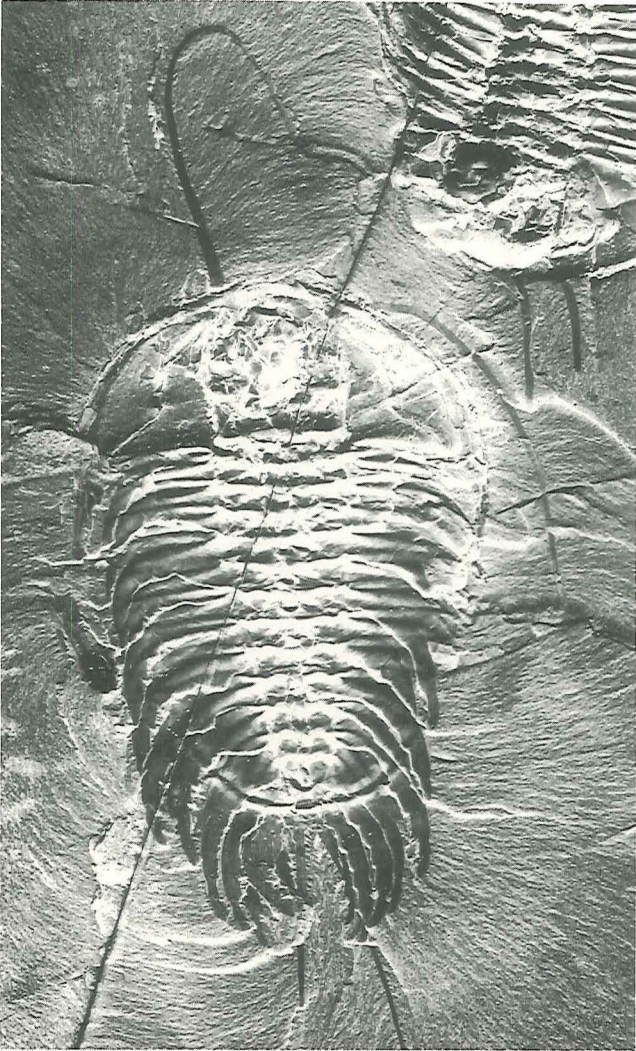
Som en konklusion af det forudgående kan man da slå fast, at der for mere end 600 millioner år siden må have eksisteret en "blød" havfauna, og at de tidligste skalbærende faunaer kan have rummet former, som snart efter uddøde. Hvordan passer det så med de reelle fund ?

For 25 år siden fandt man i Australien en ung-Prækambrisk "blød" fauna bevaret som aftryk i aflejringerne på grund af helt specielle forhold. Faunaen omfatter flere typer af ledorme, søfjer (en koralform), vandmænd med mere, se også tidstavlen side 112. Siden da har man gjort tilsvarende fund i England, Rusland, Sydafrika og Nordamerika. Fundene har først og fremmest bekræftet palæontologernes ideer om udviklingens forløb på overgangen mellem Prækambrium og Kambrium.

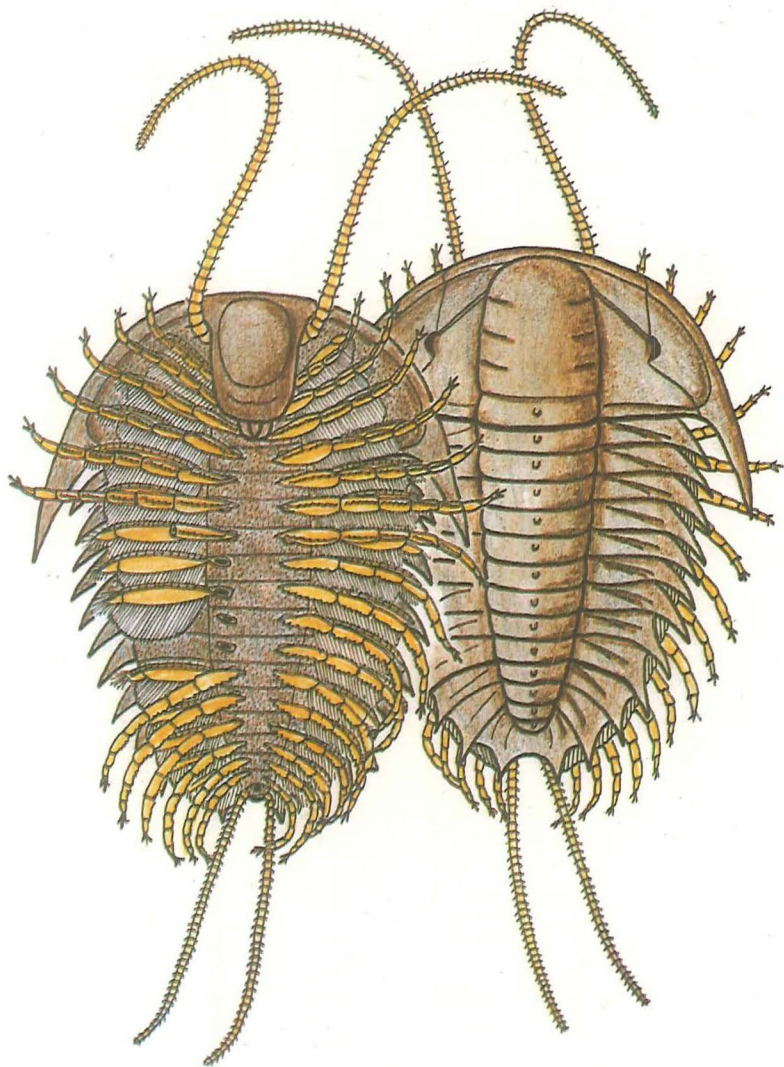
I begyndelsen af Kambrium var trilobiterne den dominerende dyregruppe. Den Kambriske trilobit *Olenoides*, figur 1, kan illustrere de vigtigste træk hos trilobiterne. Den har på ryggsiden et hovedskjold og haleskjold, og der imellem sidder en række kropsled, som bortset fra forskelle i størrelse er identiske. Såvel i hoved- som haleskjold kan ses spor af en leddeling, som fortæller at disse strukturer må bestå af sammensmeltede led. Det bliver endnu tydeligere, når man ser trilobiten fra undersiden, se figur 2. Hvert kropsled bærer et lemmepar, hvor hvert lem består af en indre gren (gangle) og en ydre fjerformet gren (til svømning og gravning?). Ganske tilsvarende lemmepar ses under hoved- og haleskjold og viser dermed, at disse skjoldenheder må bestå af sammensmeltede led "taget" fra kroppen. Mange trilobiter kunne rulle sig sammen, og når hoved- og haleskjold lukkede sig sammen mod hinanden, var den sarte underside godt beskyttet mod eventuelle fjender. Fra undersiden udgår endvidere et par antenner og halenokker, og endelig bemærker man fortil ved hovedets forkant en større "plade" - den såkaldte læbeplade, der sad foran og tildels dækkede munden. Løvrigt tyder den manglende specialisering af hovedets lemmer til klosakse på, at trilobiterne ikke kan have været aggressive rovdyr - de har for det meste levet som dyndædere.

Den udtalte leddeling hos trilobiterne viser klart tilhørsforholdet til leddyrene, men en "tilsvarende" leddeling findes også hos visse grupper af orme, som dog på mange punkter er mere primitive end leddyrene. Derfor har palæontologerne forestillet sig, at trilobiternes forfædre skal søges blandt nogle ukendte Prækambriske ledorme, og træk af denne hypotetiske udvikling er skildret i figur 3.

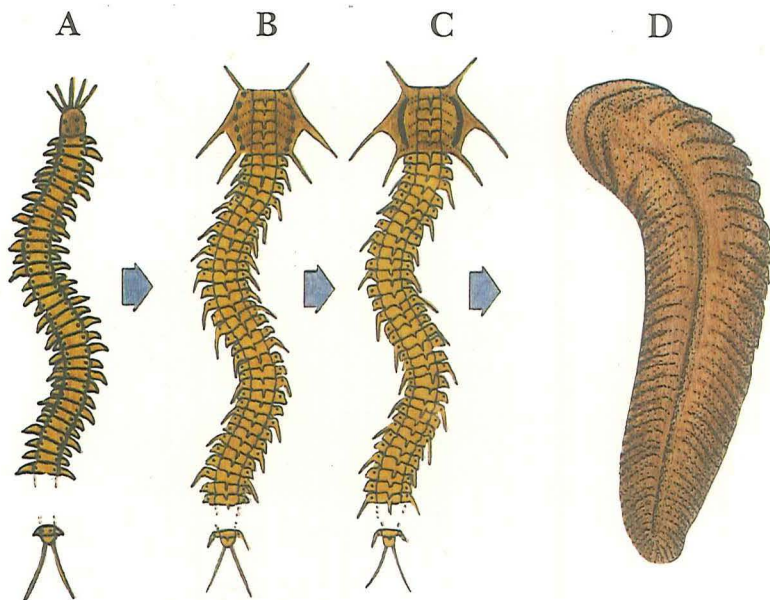
Under trilobiternes hovedskjold har de væsentligste dele af fordøjelsessystemet haft plads, og herfra udgår sanseorganer i form af antenner. Endelig sidder på ryggsiden et par store sammensatte linseøjne af samme type som dem, man finder hos for eksempel insekterne. Hovedregionen rummer da en del komplekse funktioner, og følgelig må man blandt forløberne inden for ormene vente en begyndende udvikling af et hoved ved smeltning af de forreste kropselementer. Haleregionen er ikke nær så kritisk - gattet udmunder i det bageste led, men bortset herfra og fra udviklingen af halenokker er ikke påvist mere komplicerede strukturer eller funktioner. Den rent hypotetiske tidlige udvikling er vist i figur 3A - C, og det ses, at der ikke sker nogen væsentlig udvikling i den egentlige



Figur 1. Trilobiten *Olenoides* med bevarede lemmer, antenner og halenokker. Disse dele er spinkle og kun sjældent bevarede, men den berømte Burgess Shale fra Kambrium i det vestlige USA er en sort skifer aflejret under ekstremt rolige forhold i et bassin uden ådselædere - netop derfor har denne skifer været en "guldgrube" med hensyn til fund af forsteneringer med fint bevarede detaljer.



Figur 2. Rekonstruktion af trilobiten *Olenoides* (se også figur 1). Til højre ses trilobiten fra rygsiden, og til venstre fra undersiden. Bemærk at der også sidder lemmepar under hoved- og haleskjold. Enkelte lemmepar er udeladt, så man får bedre indtryk af lemmernes fjerformede svømmegren. Let modificeret efter Størmer 1951.



Figur 3. Udviklingen fra ledorm til trilobit. A-C: Hypotetiske trin i ledormenes udvikling. I siderne af den cylindriske krop sidder nogle "lapper", der har tjent som en slags lemmer - rigtige lemmer kan man ikke tale om, da lemmer kræver stærke muskler, der igen kræver et indre eller ydre skelet til at give de tilsvarende solide muskelfæster. De sorte prikker angiver øjne eller lysfølsomme organer. Allerede de tidlige trilobiter havde komplekse sammensatte øjne som insekterne, og derfor må man forestille sig et forløb, hvor et egentligt hoved udvikles (B og C). Samtidig vokser de enkelte øjne (B) og smelter endelig sammen til store sammensatte øjne (C). D: Den ung-Prækambriske ledorm *Spriggina* fra Australien. Netop denne orm viser nogle træk postuleret for stadium C i den hypotetiske udvikling fra orm til trilobit. *Spriggina* er næppe selve "the missing link", men kan ialtfald støtte teorien om udviklingens forløb.

kropsregion. Derimod bliver en hovedregion efterhånden klart markeret, og de enkelte øjne eller lysfølsomme organer (markeret af sorte prikker) vokser for til sidst at smelte sammen til et par store øjne i stadium C.

I den tidligere omtalte ung-Prækambriske fauna fra Australien findes en ledorm, *Spriggina*, som på flere punkter viser lighed med den hypotetiske form i figur 3C. *Spriggina*, figur 3D, har tydeligt nok en led-delt krop, men mere interessant er det, at en større hovedregion er markeret. De forskellige fundne eksemplarer har tilfælles, at kroppen i de

fleste tilfælde er deformeret som en følge af belastningen fra de dækkende aflejringer, mens hovedet synes at have kunnet stå bedre imod - måske fordi der har været ganske svage tilløb til en begyndende skeletdannelse fortil. Hovedet har det hesteskoformede omrids, der også er karakteristisk for trilobiterne.

Der er ingen grund til at tro, at Spriggina er selve stamformen til trilobiterne, men de australske fund giver en solid opbakning til palæontologernes tanker om udviklingens gang.

Det helt store og "sensationelle" fremskridt i den skitserede udvikling var fremkomsten af lemmer - det er iøvrigt også angivet af den latinske betegnelse for leddyr - *arthropoda*, som betyder "ledfødder". Uden fast skelet til fæste for de solide muskler, som lemmer kræver, kan man ikke nå længere end visse ledorme. Bløde vedhæng (parapodier) hos ormene, se figur 3A-C, kan være forsynet med stive børster siddende i en lille indposning, hvortil der går muskler. Da trilobiterne "opfandt" lemmerne, havde disse fra starten den struktur, som vi genfinder hos for eksempel krebsdyrene idag. Med et udvendigt skelet opnås den største bevægelighed ved en opdeling af lemmerne og antennerne i mange mindre led.

Men var nu trilobiterne blandt de første skalbærende dyr i Kambrium? - det har man ialtfald troet indtil for en halv snes år siden. Men i de senere år har man - først og fremmest i Sibirien - fundet lag med trilobiter, som er noget ældre end de trilobiter, man kendte fra den øvrige verden. I de underlejrende lag har man fundet en meget rig skal- eller skeletbærende fauna af snegle og svampe foruden en lang række former, hvis placering i dyregruppe ikke er afklaret. I denne fauna var trilobiterne endnu ikke dukket op. De nye fund får konsekvenser for de geologer, som beskæftiger sig med datering på grundlag af forsteninger.

Rent traditionelt har Kambriums begyndelse været defineret ved fremkomsten af de første skalbærende fossiler. Indtil nu skulle de ældste Kambriske lag da tænkes at være karakteriseret af trilobiter - holder man fast ved det, må grænsen under alle omstændigheder flyttes en smule ned på grund af fundene af de ældste trilobiter, og samtidig må man acceptere, at skalbærende former, dog ikke trilobiter, allerede fandtes i Prækambrium. Sagen er endnu ikke uddebatteret - en sandsynlig beslutning vil være, at de første skalbærende dyr definerer undergrænsen for Kambrium, og tidsafsnittet svarende til den rige sibiriske fauna før trilobiterne er da mange steder i den øvrige verden repræsenteret af manglende aflejringer, fordi der ikke var et havdække - eller måske kan fossilløse aflejringer under trilobitførende lag svare til de sibiriske lag.

Det kan medføre, at Nexø Sandstenen på Bornholm, og som hidtil har været anset for ung-Prækambrisk, skal regnes til Kambrium. Nexø Sandstenen er tildels aflejret i ferskvandssøer og repræsenterer under alle omstændigheder et helt andet miljø end de omtalte sibiriske kalkstenslag. Der er derfor ikke noget usædvanligt ved, at sandstenen på Bornholm ikke indeholder de samme forsteninger - eller slet ingen.