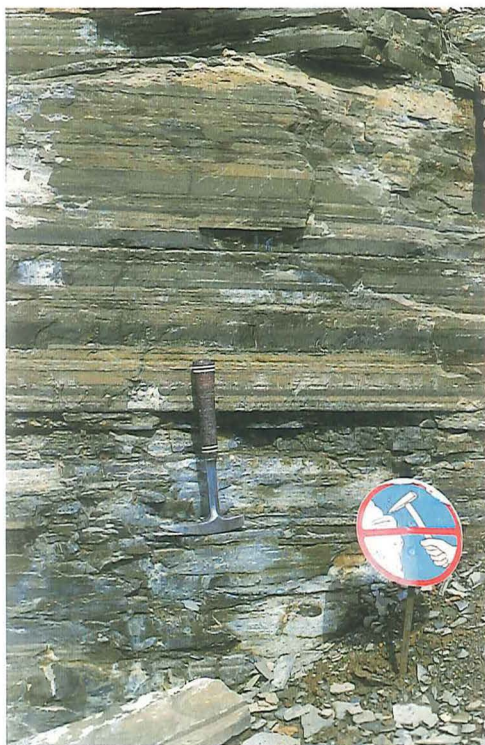


Burgess Skiferen- mærkværdigheder fra ‘Den kambriske Eksplosion’

Bent Lindow og Simon Nielsen

I den mellem kambriske Burgess skifer (518-505 millioner år) fra de canadiske Rocky Mountains har man fundet fossiler af nogle af de ældst bevarede flercellede organismer på Jorden. Burgess skiferen er en del af Stephen Formationen, Det er en mørk skifer præget af en fin ubrudt lagdeling. Stephen Formationen er aflejret under iltfattige (anoxiske) forhold på dybt, roligt vand.



Burgess skiferen er sandsynligvis aflejret ved foden af et rev og er et resultat af undersøiske mudderskred. Skiferen er karakteriseret ved graderede lag og et stort indhold af fossiler.

Sedimentet på randen af kontinentalsoklen er kendt for at være ustabil, og aflejringen af Burgess skiferen er sket som en pludselig, katastrofeagtig hændelse, hvorved dyr, der levede ved foden af revet, af turbulente mudderlaviner er blevet ført ud på dybere, iltfattigt vand.

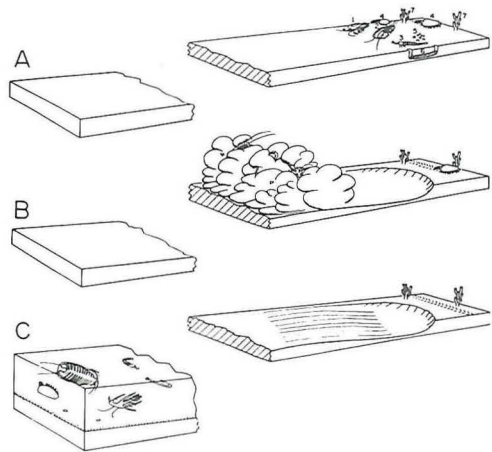
Burgess skiferen på typelokaliteten.

Foto: E. Håkansson

Model for begivenhederne, der førte til bevarelse af faunaen i Burgess skiferen.

A: Faunaens normale veliltede miljø nær havoverfladen.

B: Et mudderskred udløses og flere dyr hvirvles med i skyen, og begraves (C) levende i muddret længere nede af skrænten, hvor der hersker anoxiske forhold (efter Whittington 1985).



Dyrene er enten blevet begravet øjeblikkeligt, eller også er de omkommet på grund af meget ugunstige forhold for liv. Da transportvejen har været kort, er selv delvist opløste kadavere bevaret i nogenlunde hel tilstand.

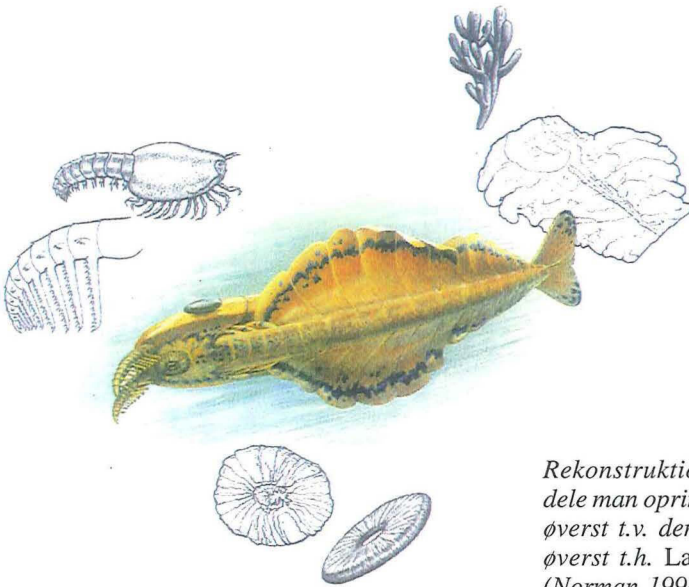
På grund af aflejringsprocessens kaotiske natur er det fossile selskab i Burgess skiferen et sammenrod af, hvad mudderlavinen har mødt på sin vej. Fossilerne er derfor først og fremmest modstandsdygtige skeletter, dels fra en bundlevende fauna, der var i live på skredtidspunktet, og dels fra en fritsvømmende fauna, der kom i vejen for mudderlavinen. Dette forhold samt de ofte meget usædvanlige fund gør det vanskeligt at bestemme, hvad der rent faktisk er hele dyr, og hvad der er fragmenter.

Til gengæld er de dyr, der er blevet fanget i mudderlavinen, ofte ekstremt velbevarede. Hårde skeletdele har selvfølgelig klaret sig bedst, men også bløddele som f.eks. ydre gæller og ganglemmer er bevaret. I enkelte tilfælde er der endda fundet velbevarede tarmsystemer med maveindhold, der ofte består af andre, mindre dyr.

Burgess skiferen er først og fremmest kendt for sin fauna af mange mærkværdige dyr, som tilsyneladende ikke er beslægtet med eller har paralleller til dyr, der er kendt fra senere geologiske perioder. Dog findes der også mange fossiler af 'almindelige' kambriske dyr som f.eks. trilobitter og brachiopoder. Her skal omtales nogle af de mere mærkværdige fossiler fra skiferen.

Anomalocaris: fra reje til Kambriums skræk

I 1892 beskrev geologen J. F. Whiteaves et fossil fra Burgess skiferen, som han tolkede til at være bagkroppen af en reje. Han navngav det *Anomalocaris canadensis*, d.v.s. 'Mærkværdig reje fra Canada'. Omkring 20 år senere beskrev en anden palæontolog, Charles D. Walcott, en cirkulær pladeformet struktur som værende en del af en gople. Denne navngav han *Peytoia*. Walcott beskrev også en anden langstrakt struktur som en slags spongie og navngav den *Laggania*. Først i 1985, da man undersøgte Walcotts enorme samling af fossiler nærmere, fandt man hele dyr, der beviste, at de tre arter faktisk var dele af et og samme dyr. 'Rejebagkroppen' var et forlem, 'goplen' var munddele og 'spongien' var selve dyrets krop. Det rekonstruerede dyr, der fik navnet *Anomalocaris* efter den først navngivne del, var ikke en gople, ej heller en lille reje, men derimod et frygteligt rovdyr - et stort leddyr, det til dato største kendte dyr fra Burgess skiferens fauna. Det største kendte eksemplar fra Burgess skiferen var ca. 60 centimeter langt, men fund af munddele fra en kinesisk art af *Anomalocaris* tyder på, at den kunne blive op til 2 meter lang.



Rekonstruktion af *Anomalocaris* og de dele man oprindeligt troede var andre dyr; øverst t.v. den 'originale' *Anomalocaris*, øverst t.h. *Laggania*, og nederst *Peytoia* (Norman 1994).

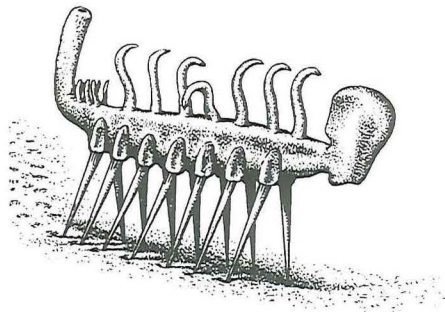
Anomalocaris har sandsynligvis svømmet i de frie vandmasser ved hjælp af overlappende skæl langs med kroppen. Skællene har skabt en fremdrivende bølgebevægelse, som hos moderne tiarmede *Sepia* blæksprutter. Dette forhold er blevet undersøgt ved hjælp af en mekanisk model af *Anomalocaris*.

Fund af trilobitter med tydelige bidemærker, der passer med *Anomalocaris*' munddele, viser, at den har jaget forholdsvis store dyr. Forsøg med den mekaniske model af *Anomalocaris* har kastet noget lys over jagtmetoden: dyret har sat sine svømmeskæl 'i bakgear' og har derved mistet sin opdrift, hvorefter den er 'faldet' ned over byttet, som den så har grebet med forlemmerne. Derefter er byttet blevet ført hen til munddelene, hvor det er blevet knust og fortæret. Det er også muligt, at *Anomalocaris* har kunnet grave sig ned på bunden med stilkøjnene stikkende op over muddret - i baghold for intetanende byttedyr.

Hallucigenia: hvordan skal den egentlig vende?

Anomalocaris tilhører en rodegruppe af dyr fra Burgess skiferen, der ikke umiddelbart kan klassificeres. Disse fossiler har kombinationer af skeletstrukturer, som gør, at de ikke ligner nogen andre fossile eller moderne dyregrupper. Mængden af sådanne ubestemmelige arter svarer til omkring en tredjedel af antallet af fundne leddyr i Burgess skiferen. Hver enkelt art er kun repræsenteret ved ganske få eksemplarer.

Kongen over alle disse ubestemmelige arter må siges at være *Hallucigenia sparsa*, som har sat grå hår i hovedet på de mange, der i årenes løb har forsøgt at rekonstruere den. Fossilet er et 3 - 4 centimeter aflangt rør med syv par pigge på den ene side og med syv tentakler ('gribearme') på den anden side. Tentaklerne har for enden anordninger, der ligner knibtænger. Den ene ende af røret ligger bøjet, mens den anden ende præges



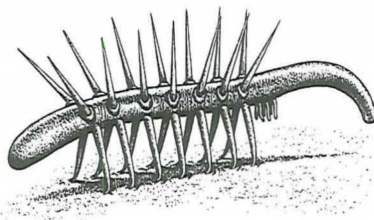
Den første rekonstruktion af *Hallucigenia* (Norman 1994).

af en uformelig masse. Modsat den uformelige klump findes tre par små tentakler.

I følge den første tolkning, der blev foretaget af dette fossil, skulle det have drejet sig om en orm. Undersøgelser har vist, at de syv tentakler lå bøjet i samme retning, tolket som 'fremad'. Herved blev den uformelige klump til dyrets hovedende. Tolkningen indebar så, at den bukkede ende med de tre par små tentakler blev holdt højt, medens dyret akavet vandrede af sted på sine syv par stive, stylteagtige ben. De bløde tentakler blev brugt til at samle mad og på ukendt vis føre det til dyrets fordøjelsessystem. Man mente, at *Hallucigenia* havde været ådselsæder, idet en gruppe af dem blev fundet omkring en stor plet organisk materiale.

Den første tolkning er senere blevet forkastet. I kinesiske sediment, der aflejrings- og aldersmæssigt svarer til Burgess skiferen, er der fundet fossiler, som er blevet kaldt lobopoder ('kødfødder'), f.eks. *Aysheaia* (se side 21). Sammenligninger har vist, at *Hallucigenia* måske er i familie med *Aysheaia*, og at begge dyr muligvis er i familie med de nulevende fløjsorme.

Dette slægtskab førte til, at *Hallucigenia* 'blev vendt om', så den nu kom til at vandre på tentaklerne i stedet for på piggene. Et muligt argument mod, at den gik på tentaklerne, var, at der kun ses syv, som ligger på lige linie. Det har dog vist sig, at der faktisk er syv par. Figuren viser, hvordan man tænker sig, at *Hallucigenia* vandrede på sine tentakler.



Nuværende rekonstruktion af *Hallucigenia* (Norman 1994).

Placeringen af *Hallucigenias* for- og bagende har vist sig at være problematisk. Ved fylogenetiske sammenligninger med muligt beslægtede dyr fra Burgess skiferen er gættet på dyrets orientering blevet mere kvalificeret. Sammenligningsgrundlaget er de knibtangsagtige kløer på tentaklerne. Da *Hallucigenia* blev vendt om til tentakelgang, kom disse kløer til at vende forkert sammenlignet med *Aysheaia*. Det har så ført til den konklusion, at 'klatten', der tidligere blev tolket som hovedende, nu menes at være dyret uvedkommende. For og bag på *Hallucigenia* er således blevet byttet om.



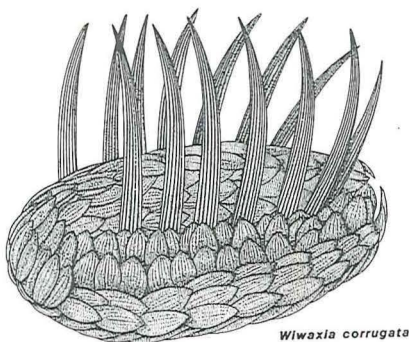
Lobopoden Aysheaia
(Norman 1994).

Wiwaxia: et panserklædt bløddyr

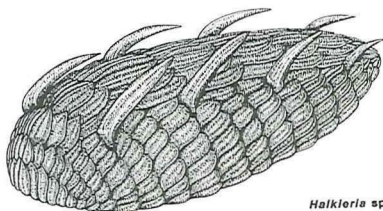
Et andet mærkværdigt dyr, der kun er fundet i Burgess skiferen, men som har samtidig slægtninge over det meste af den nordlige halvkugle, er *Wiwaxia*. *Wiwaxia* blev oprindeligt beskrevet ud fra isolerede skæl, men allerede tidligt i Burgess skiferens udgravningshistorie fandt man hele individer, der kunne vise, hvordan de forskellige typer skæl var arrangeret. Det rekonstruerede dyr lignede nærmest en grankogle.

Eksemplarer af *Wiwaxia* fra Burgess skiferen varierer i størrelse fra 3 millimeter og op til 5 centimeter, hvilket er tolket som henholdsvis unge og voksne eksemplarer. Disse udviklingslinier fra ung til voksen har også vist, at skællene fortsatte med at vokse hele livet igennem. Når dyret blev større, foretog det et hamskifte (ganske som hos nutidige krabber og andre krebsdyr), hvorved den hårde ydre del af skællene kastedes bort, så den bløde indre del kunne vokse sig større. Der er faktisk fundet fossile eksemplarer af *Wiwaxia*, der var i gang med at skifte ham på dødstidspunktet.

Wiwaxia har nok ikke været en tidlig forløber fra krebsdyrene, men derimod tilhørt en uddød gruppe af panserklædte bløddyr. Disse bløddyr har sandsynligvis kravlet omkring på havbunden, hvor de har ernæret sig af organisk materiale og ådsler. Skællene kan blandt andet have haft den funktion, at de har beskyttet *Wiwaxia* mod rovdyr som f.eks. *Anomalocaris*.



Wiwaxia corrugata



Halkieria sp.

Rekonstruktioner af Wiwaxia og Halkieria (Bengtsson & Morris 1984).

Et nærbeslægtet dyr, *Halkieria* fra tidlig Kambrium, er fundet på det meste af den nordlige halvkugle, blandt andet i Nordgrønland, hvorfra man har hele eksemplarer. Enkelte skæl af *Halkieria* er også fundet i kambriske aflejringer på Bornholm.

Beslægtede faunaer

Burgess skiferen er i sig selv ikke enestående; der kendes lignende tidligt kambriske faunaer fra blandt andet Kina og Nordøstgrønland. Disse faunaer er ældre, og de har været med til at kaste lys over nogle af de dyr, der er fundet i Burgess skiferen. Det er i Kina, man har fundet de største kendte eksemplarer af *Anomalocaris*. Tilsammen viser faunaerne, at der tilsyneladende har været et mangfoldigt dyreliv i havet før Kambrium, men at det først er med fremkomsten af organismer med hårde skaller i Nedre Kambrium, at mulighederne for bevarelse har været til stede. 'Den Kambriske Eksplosion' kan i virkeligheden vise sig - bare - at være resultatet af et øget bevaringspotentiale.

Farvebillederne på side 18 og 21 er benyttet med tilladelse fra Dr. David Norman og stammer hans bog: *Prehistoric Life: The Rise of the Vertebrates* (Macmillan 1994)

Litteratur

For den der måtte være interesseret i at læse mere om Burgess skiferen og andre eksempler på tidligt liv, kan Stephen Jay Goulds bog 'Vidunderlige Liv' (Gyldendal 1991) stærkt anbefales.

Ligeledes handler et af de første kapitler i David Normans udmærkede og flotte bog 'Prehistoric Life: The Rise of the Vertebrates' (Macmillan 1994) 'også om Burgess skiferen.

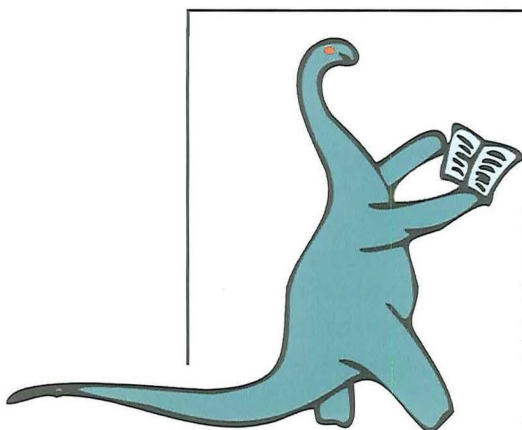
Ordliste:

Brachiopoder: Bløddyr med to skaller. Levevis og udseende minder meget om muslinger, men brachiopoder har bl.a. en helt anden måde at filtrere føde fra havvandet på. Brachiopoder optræder fra Nedre Kambrium og til i dag.

Fylogeni: Studiet af dyregrupperes nedstamning.

Spongie: Flercellet hvirvelløst marint dyr med et indre skelet bestående af silicium- og i sjældnere tilfælde calcitnåle. Kaldes også 'havsvampe'. Spongier finder fra Prækambrium og til i dag.

Trilobitter: Uddød gruppe af havlevende leddyr, der havde en tredelt skal. Trilobitter eksisterede fra Nedre Kambrium og til Perm. Se også VARV 1996,1.



Peter fejrer VARV's jubilæum ved at tilbyde vores læsere 50% prisreduktion på samtlige VARV publikationer ældre end 1996.

Tilbuddet gælder indtil 1. juni 1999. Se den ordinære prisliste på bagsiden.