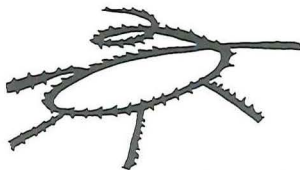


GRAPTOLITER- FASCINERENDE FORTIDSDYR



af Merete Bjerreskov

Gamle fossiler, såsom graptoliter, kan man finde i løse blokke mange steder, men især på Bornholms sydkyst i området fra Sose til Dueodde (se VARV, 1988/2, Bornholms Geologi I), har man gode muligheder for at finde graptoliter i de talrige mørkegrå til sorte skiferstykker, der findes her. Man kan dog også gå på jagt efter graptoliter ved de svenske strande, den nærmest egnede er ved Nyhamnsläge lige syd for Kullen (Fig. 1).

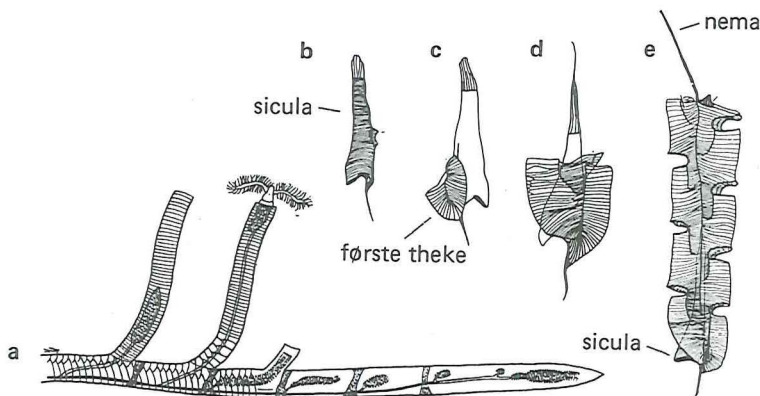


Figur 1. Silur graptolitskifer (Rastrites Skifer) blottet ved en doleritgang på stranden nord for Nyhamnsläge, Sverige. Hammeren står på skiferen og læner sig op ad doleritgangen.

Når man kløver skiferstykkerne, kan man ofte se sølvskinnende kulhinder, som er skeletrester fra graptoliter, en for længst uddød dyregruppe. Graptoliterne levede fra Mellem Kambrium til Mellem Karbon, men langt de fleste former forekom i perioderne Ordovicium og Silur, hvorfra de bornholmske og svenske skiferstykker også stammer.

Graptoliterne var kolonidyr, der var opbygget af et ydre rørformet skelet omfattende en eller flere grene. På grenene sad der rækker af bægre (theke), som hver har huset bløddelene af et enkelt individ. Kolonierne kunne være fra få millimeter til over en meter lange, og de enkelte grene var oftest 1/2–3 mm brede. Nogle former indeholdt kun få individer, medens andre kunne have op mod 30.000 theker i kolonien.

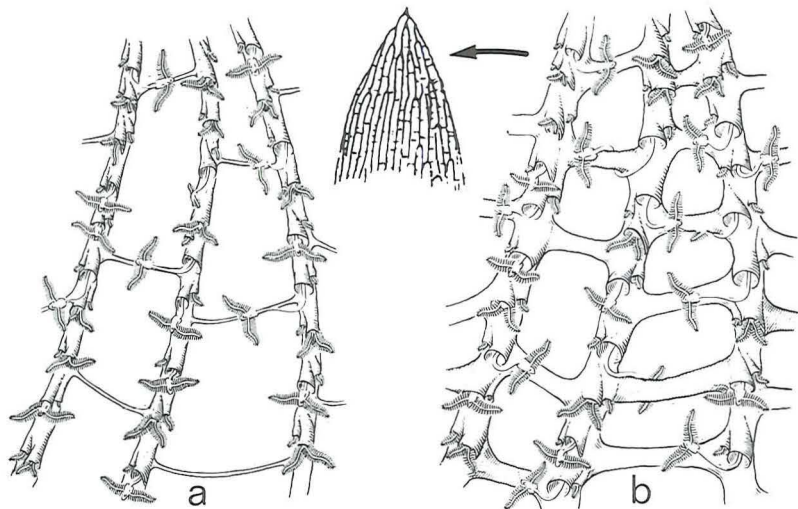
Graptolitkolonien udviklede sig fra et lille, hyppigst kræmmerhusformet larve-individ, en såkaldt sicula, og derfra voksede der en eller flere rækker af theker (Fig. 2). Disse kunne antage forskellige former, og der kunne være torne eller netformede udvækster fra både sicula og fra thekerne.



Figur 2. a: Nulevende hemichordatkoloni (*Rhabdopleura*), den enkelte gren er ca. 1 mm bred (efter Wienberg Rasmussen). b–e: Vækststadier af *Glyptograptus*, en toradet graptolit. b: Sicula, c: Sicula med den første theke, d: Det tredje theke er ved at vokse ud, e: Udvokset eksemplar (efter Mitchell).

Nogle graptoliter, især de tidligste former, har haft to slags bægre, som måske har huset henholdsvis hanlige og hunlige individer. Hertil hører den tidlige Ordoviciske *Rhabdinopora* (Fig. 3), der tidligere blev kaldt *Dictyonema*, og som findes hyppigt i *Dictyonema* Skiferen (se også VARV 1988/3, Bornholms Geologi II, Palæozoikum). De fleste har dog kun haft en slags theker – måske har de været hermafroditter.

Graptoliternes rørformede skelet bestod af et proteinholdigt stof, kollagen, og skelettet er opbygget af to lag. Det indre lag, der består af alternerende halvringe, som mødes i zig-zag suturer, kaldes fusellarlag. Det ydre lag, der kaldes cortikallag, er derimod dannet af koncentriske lag. Især de ældre dele af kolonien kan hos nogle arter være omgivet af et tykt cortikallag. Med deres opbygning af fusellarlag ligner graptolitskeletterne den nulevende dyregruppe hemichordaterne – en gruppe små dyr, der også omfatter kolonidannende former.



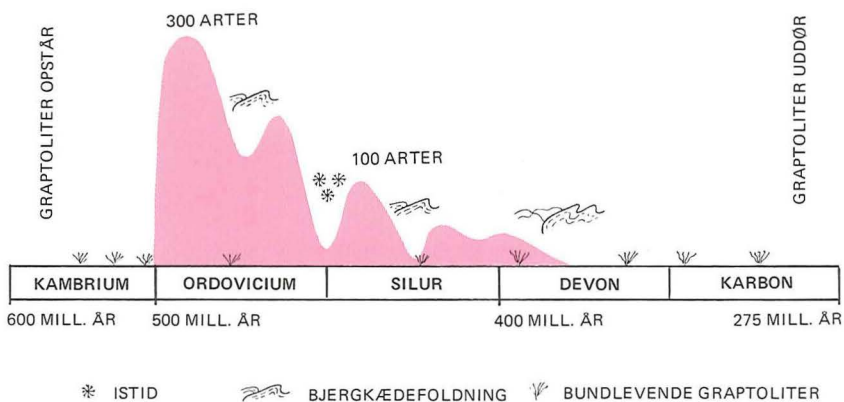
Figur 3. Skematisk rekonstruktion af en del af a: et ungt eksemplar og b: et fuldt udviklet eksemplar af *Rhabdinopora flabelliformis*. Det udviklede eksemplar har tykkere grene på grund af et mere veludviklet cortikallag, som tænkes dannet af de individer, der er kravlet ud af thekerne (efter Erdtmann).

Hemichordaterne hører til invertebraterne (de hvirvelløse dyr), men står hvirveldyrene nær. Man kender jo ikke de for længst uddøde graptoliteres bløddele, men på grund af denne lighed i skelettet forestiller man sig, at de kunne have lignet bløddelene fra disse kolonidannende hemichordater, pterobranchierne (Fig. 2).

Graptoliterne levede alle i havet, og de tidligste former var fastsiddende på bunden. Fra begyndelsen af Ordovicium opstod de fritlevende former, hvoraf langt de fleste kun havde en slags theker (Fig. 4).

De enkelte arter havde gennemsnitlig en kort geologisk levetid, kun ca. 1 million år. Takket være deres planktoniske levevis var mange arter oven i købet i stand til at brede sig over store dele af Jordens have, og graptoliterne er derfor et meget vigtigt stratigrafisk redskab for geologer. Man har været i stand til at inddele Ordoviciet og Silur i op mod 100 verdensomspændende graptolitizoner, og det er derved blevet muligt at fin inddele datidens aflejringer, samt at foretage globale korrelationer af 400 til 500 millioner år gamle lag.

Større begivenheder i Jordens historie afspejler sig i graptoliterenes artsantal (Fig. 5). Således kan man se, at der midt i Ordoviciet skete en kraftig reduktion i artsantallet, idet et tidligere 'Atlantehav' blev stærkt formindsket, hvor-



Figur 5. Kurve, der viser antallet af graptolitarter i forhold til tiden. Endvidere er forskellige geologiske hændelser indtegnet.

ved forskellige graptolitprovinser forsvandt. Endvidere var der en markant istidsperiode på overgangen mellem Ordovicium og Silur, under hvilken graptoliterne næsten uddøde. Da klimaet igen blev varmere, og havet steg i begyndelsen af Silur, skete der en eksplosiv udvikling af nye former.

I begyndelsen af Devon uddøde alle de fritlevende former, og kun enkelte bundlevende forblev tilbage. Denne fatale nedgang skyldes sandsynligvis blandt andet, at en stor del af havområderne forsvandt, da det gamle 'Atlantehav' lukkede sig helt under den kaledoniske foldning, hvorved Nordamerika blev svejst sammen med Fennoskandia.

Skønt geologer har fundet megen praktisk anvendelse af graptoliterne, vedbliver de dog at være gædefulde fossiler. Man kender som nævnt ikke dyrenes bloddele, og man ved ikke, hvordan disse ofte meget store kolonier har været i stand til at holde sig flydende i havet, men der har naturligvis været talrige teorier om eventuelle flydemekanismer.

Mange kolonier er forsynede med strukturer, der umiddelbart ligner flydeblærer, enten udviklede på selve kolonien eller siddende på en tråd, nema, som mange kolonier er forsynet med. Ved undersøgelser af disse 'flydeblærer' har man imidlertid fundet, at de ikke var blæreformede, men bestod af flade membraner. En enkelt undtagelse er dog for nylig fundet på Bornholm, hvor en totrådet, meget almindelig graptolit (*Orthograptus*) er fundet bevaret med den lange nema udfyldt af mineralet pyrit (svovlkis) (Fig. 6 og 7). Her er det muligt at forestille sig, at kolonien kunne have flydt rundt 'ophængt' i nema, som måske var udfyldt af materiale lettere end havvandet, såsom luftarter eller fede oliedråber.

Mange graptoliter har en koloniform, som er mere eller mindre spiralsnoet, ja også menbranstrukturene er spiralsnoede, og det er derfor nærliggende at fore-

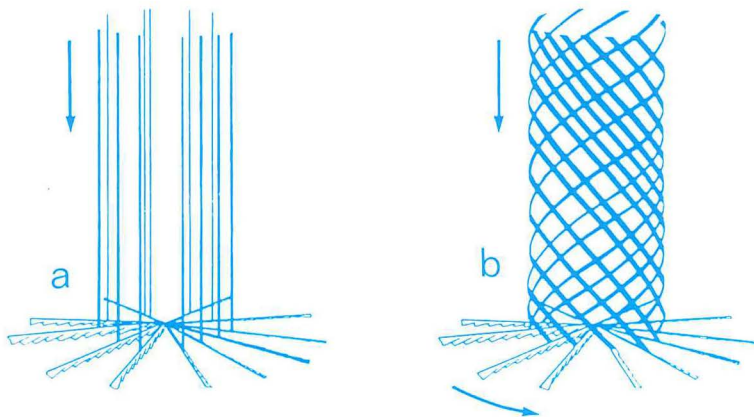


Figur 6. Orthograptus calcaratus fra Bornholms Dicellograptus Skifer. Del af koloni med lang nema, der er bevaret udfyldt af pyrit. Foto: J. Aagaard.



Figur 7. Forstørrelse af nema i figur 6. Man ser den blærede struktur. Foto: J. Aagaard.

stille sig, at kolonierne har roteret i vandmasserne. For nylig gjorde en englænder et modelforsøg med det formål at undersøge, hvordan graptoliterne muligvis har bevæget sig. Omhyggeligt konstruerede kolonier, opbygget i den rette størrelse og med den mest sandsynlige vægtfylde, blev testet i et svømmebassin i et college i Cambridge. Det viste sig, at alle graptolitmodellerne roterede, omend langsomt, medens de bevægede sig ned mod svømmebassinets bund. Der er således stor sandsynlighed for, at graptolitikolonierne havde roterende bevægelser. Da man forestiller sig, at fødeoptagelsen har foregået ved, at de enkelte små individer i kolonien opfangede mikroskopiske organismer, vil en rotation være meget fordelagtig, idet fødeoptagelsen hele tiden vil foregå i nye vandmasser og ikke i en vandmasse, som det underliggende dyr lige har optaget føde fra (Fig. 8).



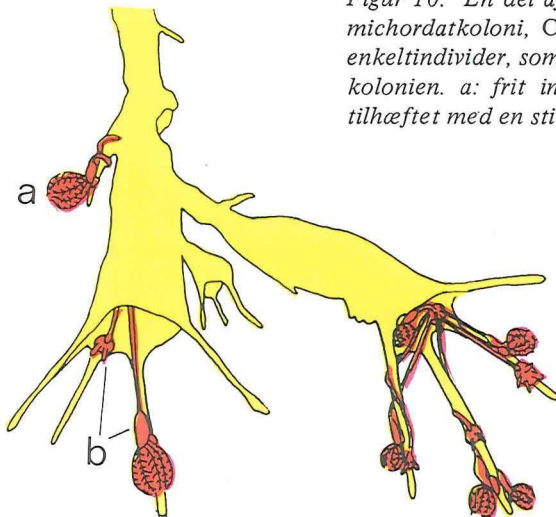
Figur 8. Skematisk tegning af de enkelte individers bevægelse ned gennem vandet ved henholdsvis a: kolonien bevæger sig lige ned, og b: kolonien roterer. (Efter Rigby & Rickards).

Nogle flergrenede kolonier har omkring den ældste del af kolonien haft skeletmembraner, der nu ses som kullhinder (Fig. 4e og Fig. 9). Membranerne har muligvis været med til at stabilisere den flydende koloni. Man ved dog ikke, hvilke mekanismer, der har forårsaget, at kolonierne overhovedet var i stand til at holde sig flydende i havet.

Det er endvidere stadig en stor gåde, hvordan graptoliterne har konstrueret alle de mærkelige 'flyderedskaber'. Enten har hele kolonien været omgivet af bløddelhinder, som dannede skeletstrukturene, eller også kunne de enkelte individer bevæge sig ud af deres theker og opbygge de forskellige kolonielementer. Sidstnævnte har man iagttaget hos nogle af de nulevende hemichordater (Fig. 10). I så fald skulle det enkelte lille individ have været i stand til at bevæge sig



Figur 9. Stort eksemplar af *Cyrtograptus* fra Nedre Silur, Nordgrønland. Kulhinderne omkring de ældste dele kan svagt anes. Foto: J. Aagaard.



Figur 10. En del af en nulevende hemichordatkoloni, *Cephalodiscus*, med enkeltindivider, som bevæger sig ud på kolonien. a: frit individ, b: individer tilhæftet med en stilk. (Efter Dilly).

relativt langt fra sin theke, i forhold til den antagede individstørrelse, idet de trådformede strukturer og membraner kan blive op mod flere centimeter lange (Fig. 11).

Man har fundet graptoliter i næsten alle slags havaflejringer, sandsten, konglomerater, kalksten og skifre, men graptoliterne er dog så absolut mest hyppigt forekommende i sorte skifre. Det menes, at de fritlevende graptoliter levede oppe i vandmasserne, og i følge en af de nyeste teorier kan det tænkes, at graptoliterne var knyttet til en næringsrig zone, hvor nitrat omsættes til nitrit. Det foregår på dybder fra ca. 50 meter til få hundrede meter.

Tilstedeværelsen af sorte skifre, som graptoliterne hyppigst findes i, viser, at der herskede iltfattige forhold på havbunden. Skiferens sorte farve skyldes blandt andet et højt indhold af kulstof, som stammer fra organisk materiale, der ikke har kunnet rådne op, fordi der ikke har været ilt nok til forrådnelsen. Graptoliterne er efter deres død sunket ned på havbunden, hvor der var så iltfattigt, at der ikke kunne leve ådselsædere. Derfor er der ikke sket en normal biologisk nedbrydning, og vi kan finde graptolitskeletterne meget flot bevarede.

I dag frygter vi, at vore have bliver iltfattige og at alt bundliv uddør, men vi kan takke tidligere tiders naturlige iltmangel på havbunden for, at vi nu kan få så mange detaljerede informationer om en uddød gruppe dyr, der er så langt forskellig fra de dyr, vi kender i dag.

Figur 11. Rekonstruktion af graptoliter *Cystograptus vesicolosus*. I de to øverste cirkler ses individer, med eller uden stilk, som man har forestillet sig kunne bevæge sig ud af thekerne for at konstruere de store membraner (a). Bemærk den relativt lange vej, de små individer må have bevæget sig. Orange farve er theker. Nederst (b) ses sicula.

