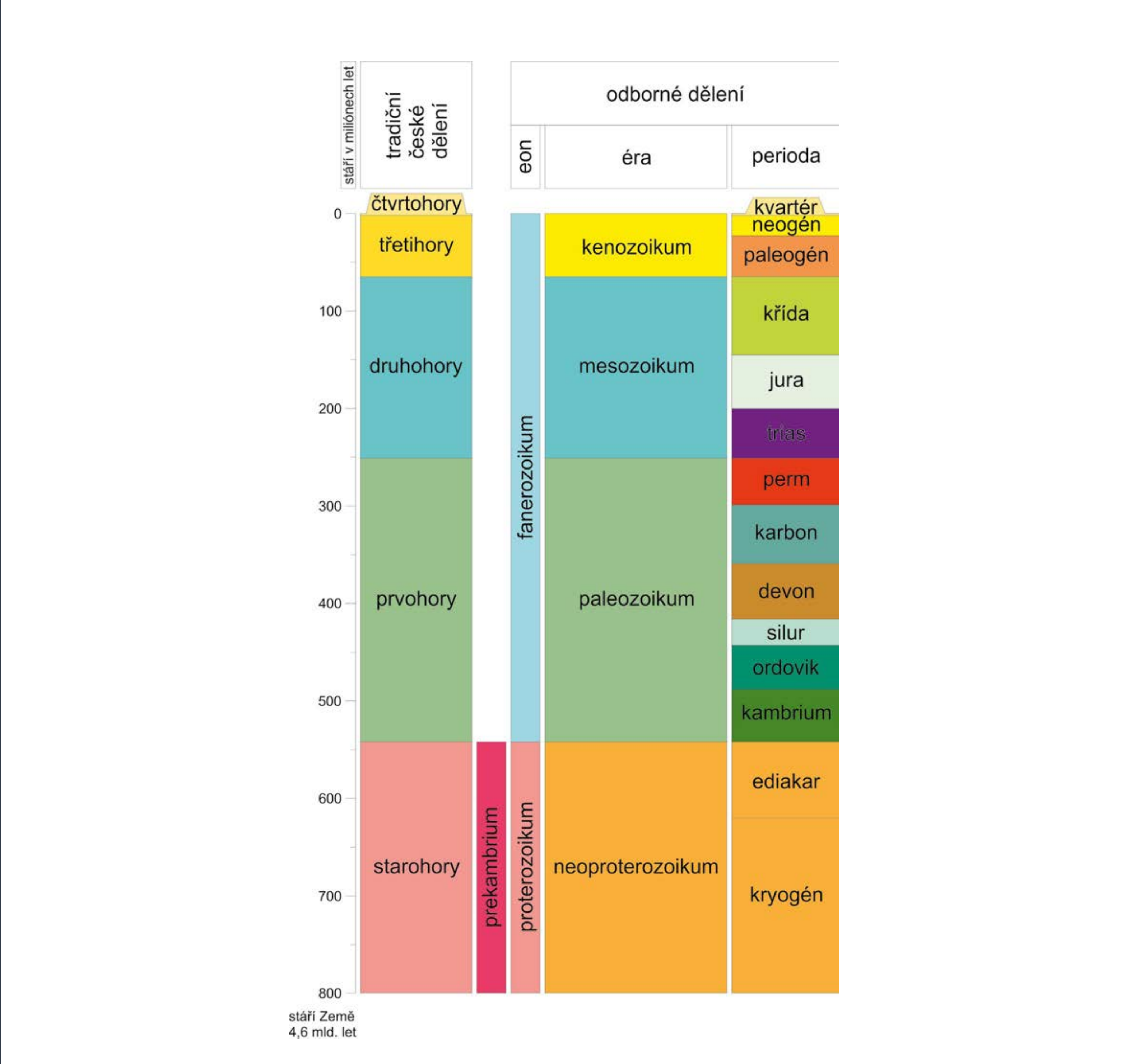


Krása cest do pravěku

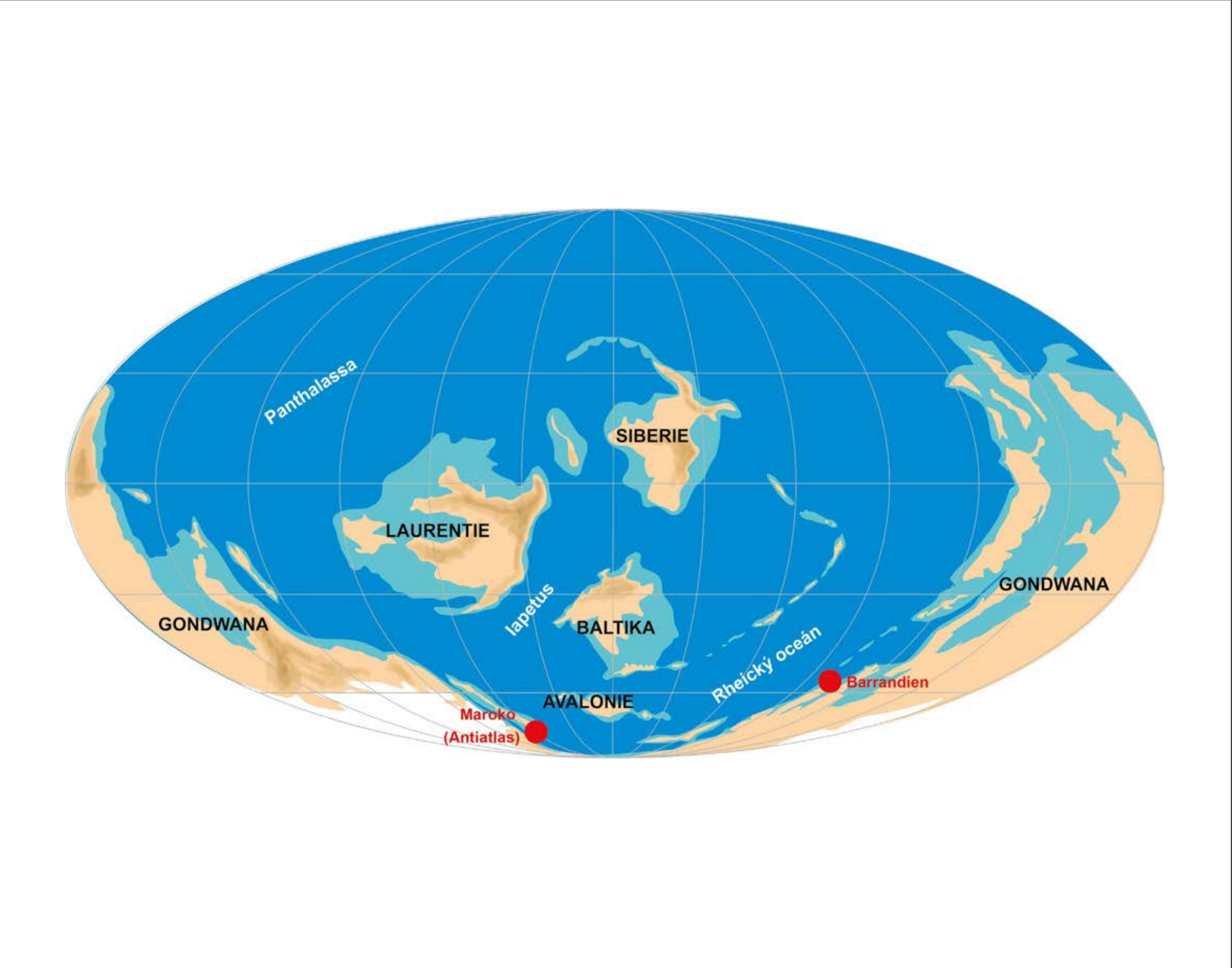
Paleontologové jsou nadšenci, kteří zkoumají život v dávných geologických dobách. Základem jejich práce jsou zkameněliny. Je možné je studovat v muzejních sbírkách, získávat je dary nebo nákupy anebo je nasbírat. Hledání zkamenělin je jako hledání pokladů. Proto mnozí paleontologové chodí do terénu, kde tráví hodiny rozbíjením hornin kladivem, sbíráním kamenů na polích, proplavováním sedimentů na sítích a podobně. Sbírají zkameněliny doma i v cizině, aby je mohli porovnávat a vytvořit si lepší obraz o životě v dávné minulosti. Tato výstava se s Vámi chce podělit o představu života v ordoviku, tedy před více než čtyřmi stovkami miliónů let. Je to období veřejnosti skoro neznámé, a přitom je nabitě událostmi, které utvářely charakter života na Zemi na dlouhé desítky miliónů let. V ordoviku byl život soustředěn do vody, především do moří. Jedno takové rozsáhlé moře nám zanechalo usazeniny v severozápadní Africe, ale i v západních a středních Čechách. V obou oblastech potkáte známé a po světě hojně se vyskytující trilobity, ramenonožce, mlže, hlavonožce i podivná stvoření dávno vyhynulých skupin živočichů. Díky unikátním zkamenělinám nalezeným v Maroku, které se tu zachovaly díky zvláštním podmínkám, však budete mít jedinečnou příležitost vidět mnohem reálnější obraz života v tehdejších mořích včetně toho, které bylo na území Čech. Proto otevřete stavidla své představivosti a potopte se s námi pod jeho hladinu.



Stratigrafická tabulka znázorňuje dělení geologického času na jednotlivá období. Tato tabulka má ukázat především pozici ordoviku. Proto je jen částečná a sahá pouze do konce proterozoika (starohor). Není tedy zahrnut nejstarší úsek geologické minulosti Země, a to archaikum (prahory) a zbytek proterozoika.

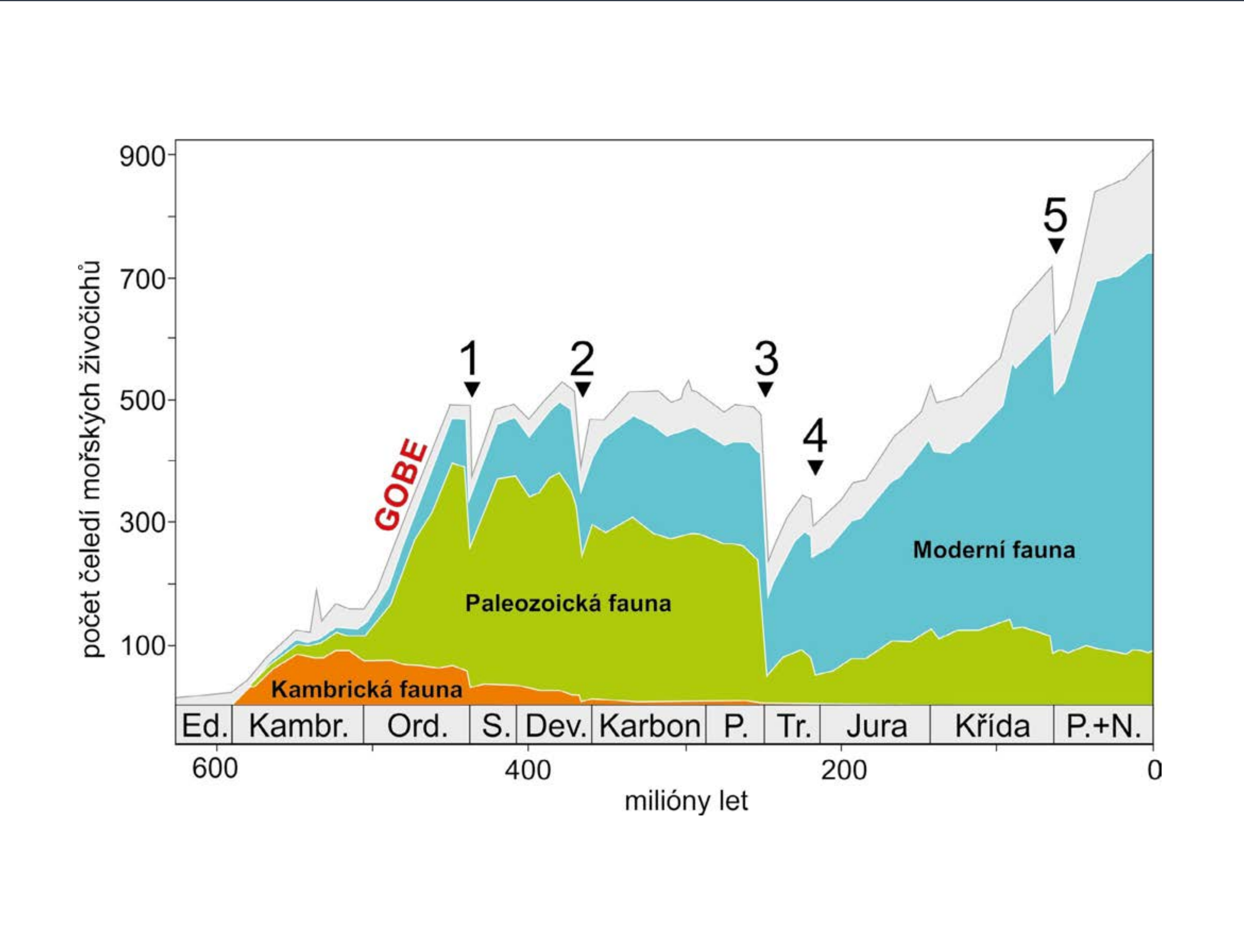
Ordovik

Druhá perioda prvohor (paleozoika) následuje po kambriu a předchází silur. Podle posledních měření trvala necelých 45 miliónů let, začala před 487 milióny let a skončila před 443 milióny let. Pokud byste se tehdy dívali na naši planetu z oběžné dráhy, asi byste ji nepoznali, protože kontinenty vypadaly jinak a byly zcela jinde, než jsou dnes. Navíc to byly pustiny bez života, protože ještě neexistovaly suchozemské rostliny. Většina pevnin byla soustředěna na jižní polokouli, na severní polokouli vládly oceány. Bylo tu několik „menších“ kontinentů a jeden rozlehlý. Mezi menší se řadí Laurentie a Siberie v rovníkové oblasti a Baltika hlouběji na jižní polokouli. První z těchto pevnin je základem dnešní Severní Ameriky. Jak napovídá název, Sibirii je dnes nutno hledat na Sibiři a Baltika je v současnosti součástí Evropy od Skandinávie po Ural. Byl tu také jeden malý kontinent zvaný Avalonie. Jeho zbytky jsou dnes rozděleny mezi východní pobřeží Severní Ameriky a severozápadní Evropu. Největší kontinent se rozkládal od jižního pólu přes rovník až na severní polokouli. Nazývá se Gondwana a jeho součástí byly dnešní Afrika, Jižní Amerika, Austrálie, Antarktida, Indie a další regiony. Na jeho okraji se nacházela i většina oblastí, které tvoří Český masiv, tedy i Barrandien. A právě zde se nám zachovaly mocné usazeniny okrajového moře i s fosiliemi jeho obyvatel. Pokud bychom putovali po okraji Gondwany k západu, dostali bychom se i do oblasti dnešního pohoří AntiAtlas v Maroku. Obě oblasti se také nacházely v podobném klimatickém pásmu. Na počátku ordoviku panovalo celkově teplé klima a Barrandien i Maroko ležely v mírném pásmu jižní polokoule. Postupně se však mírně ochlazovalo a koncem ordoviku se dokonce ochladilo velice výrazně. Obě oblasti se ocitly v polárním pásmu pod vlivem zalednění jižní Gondwany.



Paleogeografická mapa dokumentuje současnou představu o pozici kontinentů (popsané černými písmeny) a oceánů (bílým písmem) v ordoviku. Hnědou barvou jsou vyznačeny vynořené části kontinentů s horskými hřbety (tmavší odstíny), azurově modré jsou mořem zaplavené kontinentální okraje (šelfy a kontinentální svahy). Bílou barvou je na jižní polokouli naznačen známý rozsah svrchnoordovického zalednění.

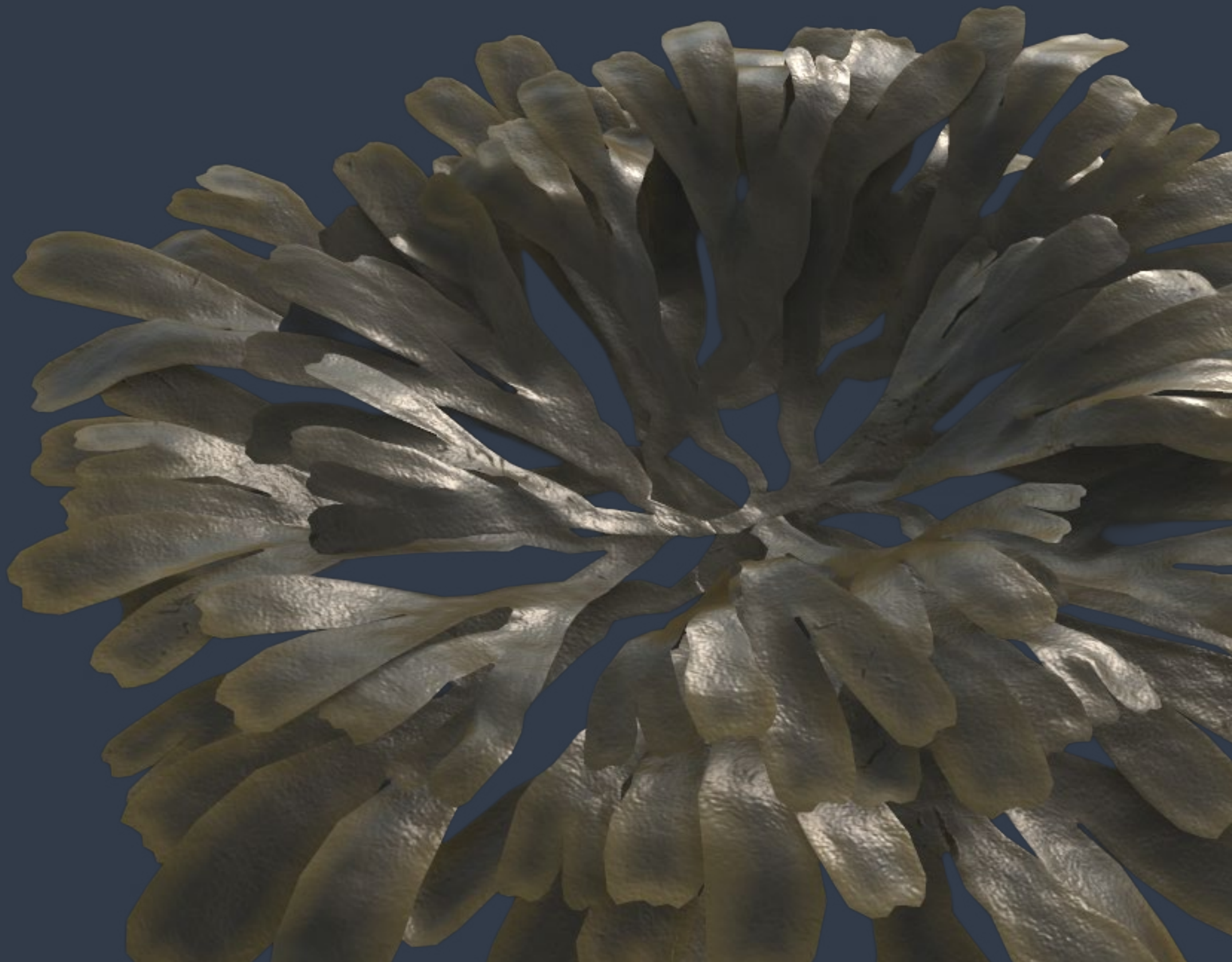
V ordoviku došlo k řadě velmi významných událostí ve vývoji organizmů. Na ty se podíváme podrobněji na této výstavě a na tomto místě zmíníme pouze tři. Došlo k významnému rozvoji planktonu. Tuto událost označujeme jako „planktonní revoluci“. Určující pro charakter fauny moří a oceánů na zbytek prvohor byl „GOBE“. Je to zkratka anglického označení Velké ordovické diverzifikační události. Ide o největší nárůst diverzity velkých skupin mořské fauny, k jakému kdy na naší planetě došlo. Rychlý vzestupný trend byl na konci ordoviku poměrně náhle ukončen velkým ochlazením, které bylo jednou z hlavních příčin následného hromadného vymírání. Tento diverzifikační kolaps patří do tzv. Velké pětky největších vymírání v historii Země.



Vývoj biodiverzity moří v geologické minulosti. Horní křivka znázorňuje celkový počet čeledí. Na tomto počtu se podílejí různé skupiny, které tvoří tzv. evoluční fauny (kambrická, paleozoická a moderní) odrážející stupně vývoje živočichů. Např. trilobiti jsou zástupci kambrické fauny, graptoliti patří do fauny paleozoické a mlži nebo třeba kostnaté ryby jsou reprezentanty moderní fauny. Strmě stoupající křivka biodiverzity v ordoviku odráží Velkou ordovickou diverzifikační událost (GOBE). Číslice označují největší hromadná vymírání, tzv. Velkou pětku, charakteristická strmým poklesem biodiverzity.

Zkratky geologických období:

- Ed. – ediakar
- Kambr. – kambrium
- Ord. – ordovik
- S. – silur, Dev. – devon
- P. – perm
- Tr. – trias
- P.+N. – paleogén a neogén



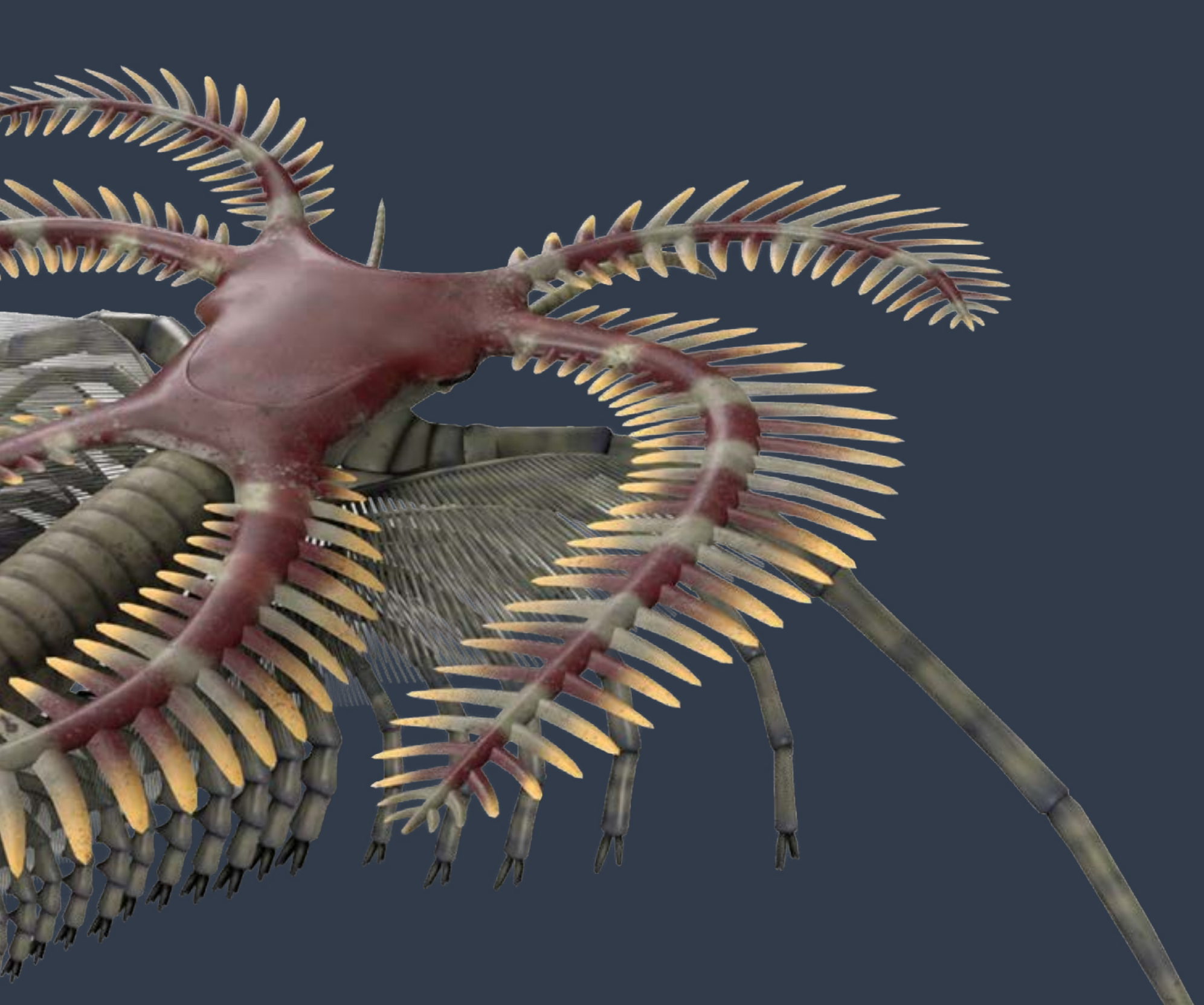
Spodní ordovik

Období spodního ordoviku znamená významný předěl v charakteru života v mořích. Kambrium, na které ordovik navazuje, bychom mohli nazvat obdobím intenzivních evolučních pokusů. Poté, co si počátkem kambria živočichové začali tvořit pevné schránky, objevila se celá řada nových skupin. Tyto vývojové experimenty daly vzniknout nejen všem v současnosti žijícím kmenům živočichů, ale i záhadným tvorům, kteří se objevili a záhy vymřeli. Pro kambrium je typické složení mořské fauny s převahou trilobitů a dalších převážně vymřelých skupin jako jsou pralilijce a záhadní hyoliti. Patří sem však i přílipkovci a ramenonožci s fosfatickou schránkou, kteří přežívají v několika málo druzích dodnes. Tato tzv. kambrická evoluční fauna měla mírně navrch ještě na začátku ordoviku, ale postupně byla vytlačena vítězi evoluční pokusů, kteří koncem spodního ordoviku začali dominovat. Vládu, i když doposud nepříliš výraznou, převzala dynamicky se rozvíjející paleozoická evoluční fauna. K ní řadíme např. hlavonožce, korály, ramenonožce s vápnitou schránkou, lilijce, hvězdice a graptolity. Jak název napovídá, paleozoická fauna převažovala do konce prvohor.



Nejstarší plovoucí graptolit *Rhabdinopora*. Kolonie vyrůstala z původně kuželové počáteční komůrky, ze které vychází tenké vlákno. (Spodní ordovik, Argentina.)

Jeden z prvních plovoucích graptolitů *Calyxdendrum*. Kolonii postavily a obývaly stovky mikroskopických živočichů. (Spodní ordovik, Maroko.)



Dendroidní graptolit *Dendrograptus*, který žil připevněn ke dnu pomocí přichytného terče na bázi krátkého stonku. (Spodní a střední ordovik, Čechy.)

Od začátku ordoviku také dochází k rozvoji planktonu. Jde o malé organizmy převážně mikroskopických rozměrů. Tato tzv. planktonní revoluce má jeden velice důležitý důsledek. Dostatek potravy ve vodním sloupci byl jednou podmínkou, aby se zde mohli pohybovat větší živočichové. Na této výstavě potkáme dva typy takových živočichů. Jednak je to obří členovec *Aegirocassis* a jednak jsou to graptoliti. A právě o graptolitech se stojí na tomto místě zmínit podrobněji. Tito polostrunatci se objevili v kambriu a žili přisedlí na mořském dně. Počátkem ordoviku se z nich vyvinula skupina graptolitů, kteří se volně vznášeli ve vodě. Na tom by nebylo nic tak překvapivého, kdyby od počátku nešlo o plující kolonie. Koordinovat pohyb ve vodě je mnohem snadnější pro samostatně žijícího jedince (třeba rybu) než sladit pohyb všech obyvatel kolonie živočichů. To, že se graptoliti naučili plavat, byl vlastně také evoluční pokus. Z pohledu funkčnosti to ale byl spíše omyl, který vydržel 90 miliónu let. Pro nás je to ale velice příznivý omyl, protože plovoucí graptoliti patří nejen v ordoviku ke klíčovým fosiliím, podle kterých určujeme staří hornin.



Ramenonožec s fosfatickou schránkou *Paldiskites*. Velmi hojný rod, který žil zahrabaný v bahnitém dně. (Spodní a střední ordovik, Čechy.)

Dosud nepopsaný houbovec. Tato skupina tvořila ve spodním a středním ordoviku útesy. (Spodní a střední ordovik, Čechy.)



Rod *Phyllocystis* představuje zástupce v ordoviku velmi rozšířené skupiny styloforátních ostnokožců. Pro svůj plochý tvar se jim dostalo neformálního českého názvu „plošáci“. (Spodní ordovik, Maroko.)



Plži jsou dnes velmi rozšířeni, v ordoviku nebyli příliš rozrůznění a hojně byly jen místy, jako například tato *Pelecogyra*. (Spodní ordovik, Maroko.)



Tato záhadná *Conularia* je zřejmě příbuzná dnešním medúzám. Jemný povrch vypadá jakoby byl z nějaké tkaniny. Proto se konuláriím kdysi říkalo „sloupek plátěnkový“. (Spodní a střední ordovik, Čechy.)

Střední ordovik

Ve středním ordoviku pokračuje strmý vzestup diverzity paleozoické fauny s ještě větší intenzitou. Naplno se projevuje Velká ordovická biodivezifikační událost (GOBE). Biodiverzita v mořích narůstá tempem, jaké nemá obdoby. Bohatost tehdejší fauny se nám zachovala třeba ve známých rokycanských kuličkách, odkud je známo více než dvě stě třicet druhů zkamenělin. Pokud byste měli možnost potápět se v tehdejších mořích, viděli byste pestrá společenstva živočichů, kterým již nevládnou trilobiti. Naopak byste na dně potkávali pestré spektrum ramenonožců, mlžů, plžů, různých typů ostnokožců, mechovek a v teplých oblastech i korálů. Ve vodě se vznášelo množství graptolitů a plavali tu různí hlavonožci, hlavní skupina dravců tehdejších moří. Existují i vzácné nálezy rybovitých obratlovců.

Zajímavé je sledovat i velmi komplexní společenstva útesů. V současnosti se v mělkých tropických mořích vyskytují útesy korálové. Jejich hlavními staviteli jsou větevníci ze skupiny šestičetných korálnatců. V minulosti však útesy vypadaly jinak a jejich staviteli byly jiné skupiny živočichů. V ordoviku se objevilo postupně několik typů útesů. Na rozsahem i velikostí menší útesy houbovců, které převládaly ve spodním ordoviku, navazují právě ve střední ordoviku rozsáhlejší útesy mechovek. Důležité je také rozšiřování druhové pestrosti korálů, které začalo ve středním ordoviku. Ale ti budou důležití dále.



Výjev ze dna spodnoordovického moře se starší fezouatskou biotou. Rekonstrukce je založena na nálezech z jihovýchodního Maroka a ukazuje především různá růstová stádia trilobitů od mláďat až po dospělé. Tři různě velcí trilobiti v pravé části patří rodu *Platypeltoides*. Jen ten největší jedinec v pozadí, který je zachycen při svlékání krunýře, je dospělý. Drobný trilobit s dlouhými trny uprostřed je *Orometopus*. A vlevo pod graptolita *Sagenograptus* zalézají dvě mláďata rodu *Nileus*. Nejmenší samostatné mládě dole vlevo patří rodu *Anacheirurus*. Skupinka stejně velkých mláďat částečně skrytá pod okrajem graptolita patří rodu *Indiligens*. Scénu z chudě obydleného dna doplňují otrnění houbovci *Auraeopirania*, po nichž lezou další mláďata trilobita *Indiligens*, dále jehlanovité konulárie *Archaeoconularia* a praliliice *Rhopalocystis*. (Autor J. Svoboda)

Svrchní ordovik

Poslední část ordoviku je obdobím dvou tváří. Po většinu doby vrcholí strmý vzestup biodiverzity, vrcholí GOBE. Hlavní podíl na tom mají stejné skupiny jako ve středním ordoviku. Celkový obraz společenstev je tedy podobný. Mění se však podoba útesů v teplých oblastech. Rozmach korálů způsobil nahrazení útesů tvořených mechovkami útesy korálovými. Jejich staviteli ale nebyli stejní koráli jako v současnosti. Šlo o několik skupin, které vymřely koncem paleozoika.

Koncem ordoviku dochází k radikálnímu obratu. Hlavním důvodem je změna klimatu. Vše začíná prudkým ochlazením, kdy se zaledňuje Gondwana v okolí jižního pólu a ledovec se neustále rozšiřuje. To spouští hromadné vymírání a biodiverzita začíná prudce klesat. Vymírají celé skupiny trilobitů, korálů, mechovek i ramenonožců, z graptolitů přežilo jen pár druhů. Svrchoordovické vymírání je řazeno mezi pět největších vymírání v historii Země, které tvoří tzv. Velkou pětku. Dokonce je považováno za druhé největší. Některé odhady uvádějí, že vyhynulo 80 % všech druhů živočichů v mořích. Žádné vymírání není jediná událost. Vždy jde o součet účinků několika dílčích vymírání. Na konci ordoviku byly takové pulzy vymírání dva. První byl způsoben již zmíněným ochlazením a zaledněním. Kromě změn klimatických pásem došlo k poklesu hladiny oceánů a odhalení kontinentálních šelfů. Voda byla vázána v ledovcích, zmizela velká plocha mělkých moří a s nimi i nejrůznější biotopy a životní prostředí velké řady druhů. Mizí druhově bohaté ekosystémy, mezi nimi i naprostá většina útesů. Druhý pulz svrchoordovického vymírání souvisí s náhlým oteplením a rozsáhlým táním ledovců. Řeklo by se, že se situace vrátila do původních podmínek a dojde naopak k rozvoji života a růstu diverzity. Důvodů pro to, že tomu tak nebylo, je více. Mezi hlavní důvody patří celkový stav ekosystémů, které se přizpůsobovaly novým podmínkám v chladném prostředí a najednou je klima opět výrazně jiné. Druhým důvodem je rychlý vzestup hladiny oceánu. Opět se zaplavují okraje kontinentů mělkými moři a opět bychom očekávali rozvoj života. Šelfy jsou však zaplaveny vodou s nedostatkem kyslíku, a tedy neobyvatelným prostředím. Vše se následně začalo měnit hned od začátku siluru. Ale to už je jiný příběh.



Zástupce další vyhynulé a v ordoviku velmi rozšířené skupiny ostnokožců *Homocystites*. (Svrchní ordovik, Maroko.)



Jeden z několika rodů plžů rokycanských kuliček *Tropidodiscus*. Typická kulička s desítkami ulit dokládá, že je nejhojnější. (Střední ordovik, Čechy.)



Vzácný trilobit *Eoharpes* s typickým podkovovitým lemem. V rokycanské kuličce je společně s drobnými mlži, plži a protáhlými hyolitry. (Střední ordovik, Čechy.)

Část výplně schránky hlavonožce *Bathmoceras* z rokycanské kuličky. Hlavonožci byly dravci ordovických moří. (Střední ordovik, Čechy.)



Typický gondwanský trilobit *Selenopeltis* byl opatřen dlouhými trny. Barrandovy sběratelé mu říkali „rak metlák“. (Svrchní ordovik, Praha.)

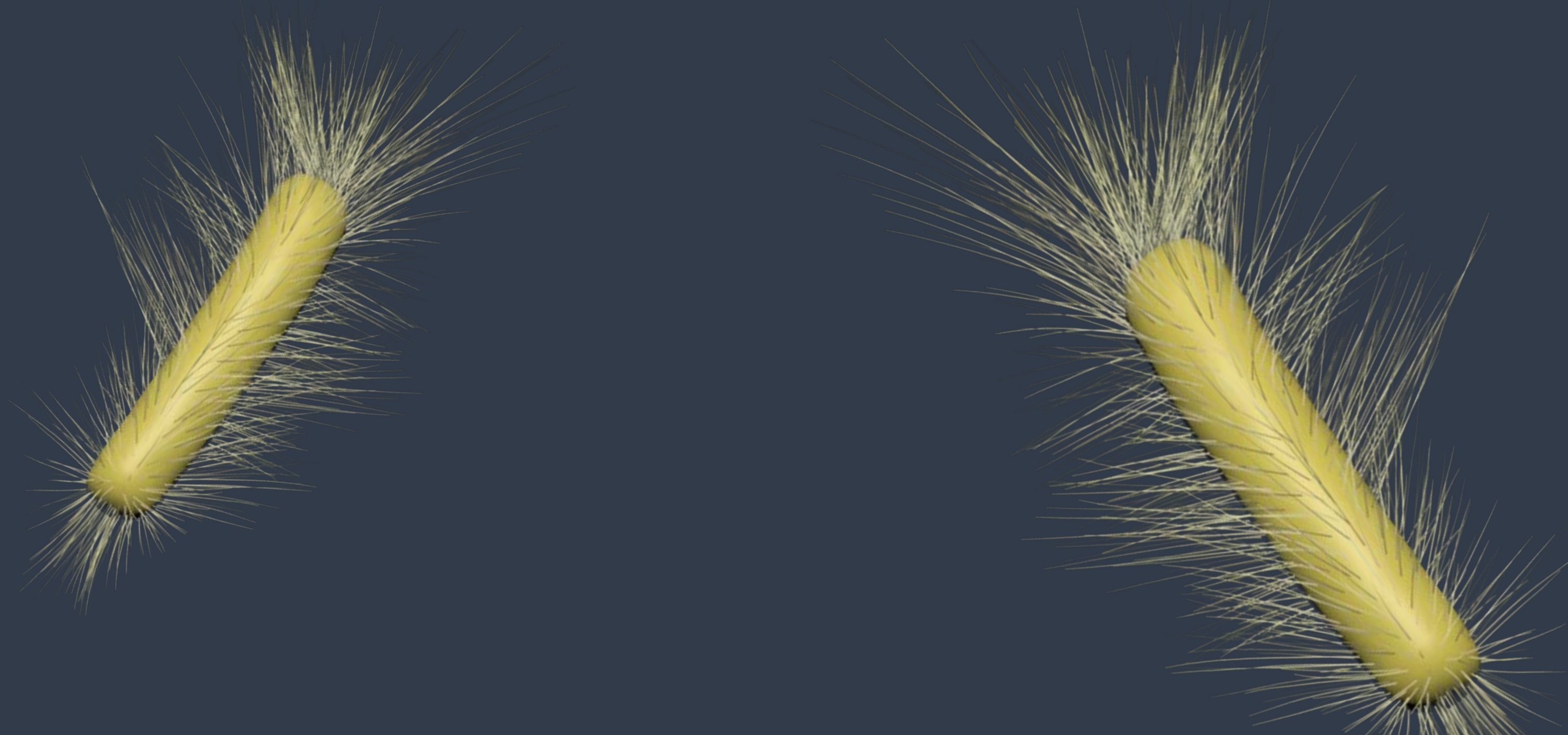


Pralilijice *Ascozystites* je na některých místech neobyčejně hojná. (Svrchní ordovik, Maroko.)
Další drobný trilobit s lemem kolem hlavového štítu *Omnia*. Tento trilobit je velmi hojný. (Svrchní ordovik, Praha.)



Trilobit *Vysocania* patří také do velké skupiny trilobitů rozšířených v ordoviku. (Svrchní ordovik, Čechy.)

Jeden z nejhojnějších trilobitů rokycanských kuliček *Ormathops rouměž* patří do skupiny trilobitů velice rozšířených v ordoviku. (Střední ordovik, Čechy.)



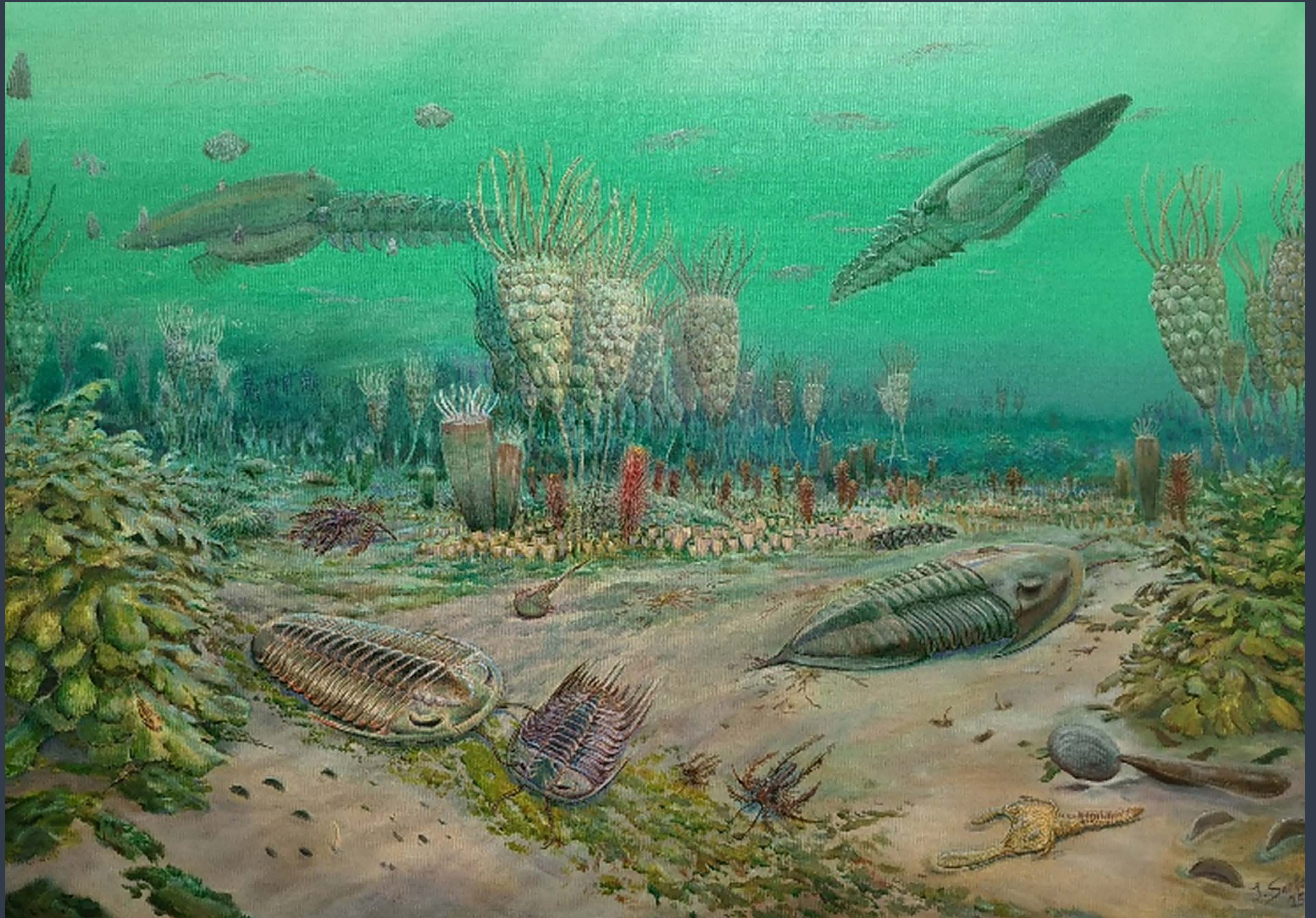
Velké a malé bytosti

Pokud pojedete k moři třeba na dovolenou, potkáte se s řadou jejích obyvatel. Na pláži budete sbírat drobné schránky mlžů nebo plžů, na rybím trhu vám budou nabízet plátek masa z velkého tuňáka. Při podrobnějším pohledu byste zjistili, že moře jsou plná ještě daleko menších organismů a že tu žijí i mnohem větší. Ordovická moře byla trochu jiná. Převažovaly menší formy, ty největší by nám ve srovnání s některými dnešními obry přišly velmi malé. Tato výstava proto představuje převážně fosilie malých živočichů. Najdeme tu však i ordovické rekordmany. Členovec *Aegirocassis* dosahoval maximální délky necelých dvou metrů. V ordoviku žili také největší trilobiti. Ty, kteří byli až 70 cm dlouzí, vám sice ukázat nemůžeme, ale i třicetimetrový trilobit působí majestátně.

Rekonstrukce ekosystému v mělkém moři obývaném starší fezouatskou biotou na území dnešního jihovýchodního Maroka. Všechny vyobrazené živočichy najdete jako fosilie na této výstavě a někteří ožili v promítané animaci.

Trilobiti zleva patří rodům *Euloma*, *Anacheirurus* a *Megistaspis*. Vpravo od prostředního trilobita jsou členovci rodu *Furca*. Vpravo od nich leží na dně ostnokožec *Bohemiaecystis*. Nad ním leží ze sedimentu vyvrácený mlž rodu *Babinka*, na kterém je přichycena konulárie *Eoconularia*. V popředí jsou ve dně zahrabáni ramenonožci *Sedlecilingula* a červovití hlavatci *Palaeoscolex*. Vlevo na řasách sedí členovec *Setapedites*. Nad dvěma trilobity vlevo leží dosud nepopsaný xiphosurid, příbuzný dnešního ostrorepa. Za pravým trilobitem leze lobopod *Diania*. V pozadí jsou ke dnu přichyceni malí vakovití houbovci *Hamptonia* a větší, protáhlejší *Auraopirania* s hustými vyčnívajícími jehlicemi. Jehlanovité schránky střední velikosti s krátkými výběžky nahoře patří konuláriím *Archaeoconularia*. Nejvýše nad dno čnějí na tenkých stoncích přichycené pralilijce *Rhopalocystis*. Nad dnem plavou dva velcí členovci *Aegirocassis* a vznášejí se graptoliti. Kuželovité kolonie v několika případech spojené do skupin patří rodu *Calymenidium*. Diskovité formy řadíme do rodu *Paradelograptus* a jejich mrtvé kolonie vidíme ležet na dně.

(Autor J. Svoboda)



Výjimečné zachování

Naprostá většina zkamenělin, které kdy byly nalezeny, měla pevnou schránku nebo něco pevného a odolného v těle. Poté, co organizmus uhynul, měkké tkáně se rozložily a jediné co zbylo, je právě a jen ona pevná součást těla. Třeba ulita plže, schránka (lastura) mlže, hřbetní štít kraba, kosti ryby či dinosaura anebo krunýř trilobita. Existují však na světě místa, a není jich mnoho, kde můžeme najít zachované i slabě zpevněné nebo dokonce měkké části těla, např. končetin a tykadla trilobitů nebo otisky vnitřních orgánů jako je střevo. Anebo zde nacházíme otisky celých organismů, které žádné pevné součásti neměly. Taková naleziště nazýváme lokality s výjimečným zachováním. Používá se pro ně také označení tafonomická okna nebo fosilní lagerstätte. První varianta odkazuje na tafonomii, což je vědní obor o zachování organismů, a také na podmínky krátkodobě „otevřené“ pro unikátní zachování. Druhé je mezinárodní označení, které používá německý výraz pro „ložisko“ i v angličtině, odráží výjimečnou a neobvyklou bohatost.

V ordoviku Maroka je lokalit s výjimečným zachováním neobvykle mnoho. Marocký ordovik patří mezi světové paleontologické unikáty. Proto jsme také zvolili pro představení období ordoviku převážně zkameněliny odtud. Nejznámější a na této výstavě nejzastoupenější je spodnoordovická tzv. fezouatská biota. Ze svrchního ordoviku pochází zcela odlišná tafilaltská biota. A v nedávné době byla objevena i zcela nová, dosud nepopsaná biota ze středního ordoviku. Ze všech jsou zde ukázky, a pokud je nám známo, ta poslední jmenovaná je vystavena poprvé na světě.



Poměrně hojný trilobit *Symphysurus*. Skvrna ve středu hlavového štítu odpovídá pozici přední části trávicího traktu. (Spodní ordovik, Maroko.)

Detail přední části těla trilobita *Symphysurus* s tykadly. (Spodní ordovik, Maroko.)



Mládě trilobit *Symphysurus* se zachovaným otiskem střeva a zbytky končetin, jejichž otisky jsou vidět v hlavovém štítu a v trupu. (Spodní ordovik, Maroko.)

Drobný členovec *Setapedites* se zbytky končetin okolo přední části těla zvané prosoma. (Spodní ordovik, Maroko.)



Další jedinec drobného členovce *Setapedites* se zbytky končetin v přední části těla pod štítem prosomy. (Spodní ordovik, Maroko.)

Členovec *Furca* s bizarním, trnitým krunýřem, popsáný poprvé z Čech. (Spodní ordovik, Maroko.)



Ramenonožec *Sedlecilingula* s otisky vnitřních orgánů. Tento rod byl nazván podle Sedlce u Starého Plzece. (Spodní ordovik, Maroko.)



Zástupce vyhynulé skupiny kroužkoců *Plumulites*. Obvykle se nacházejí pouze jednotlivé destičky. Celí jedinci se vzácně nacházejí pouze na několika místech. (Svrchní ordovik, Maroko.)

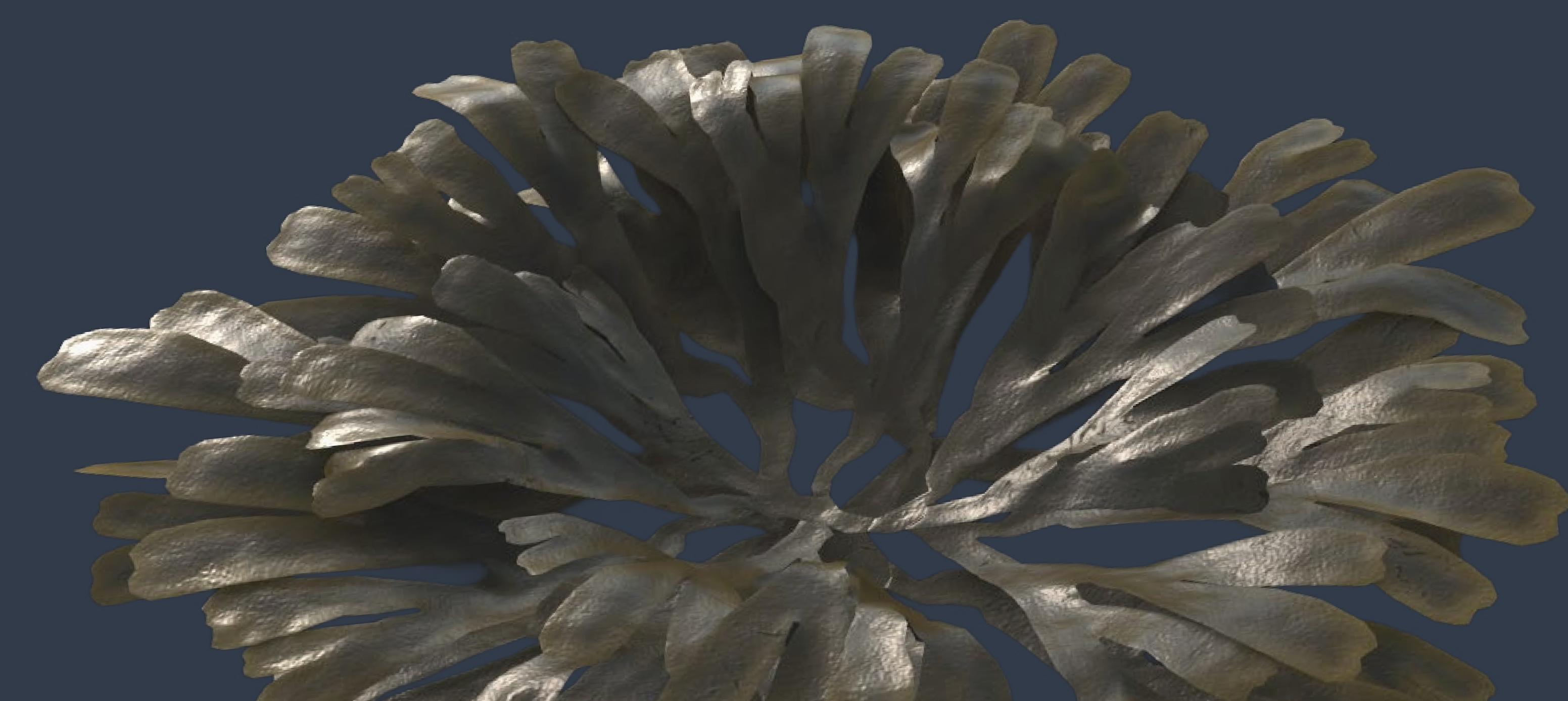
Červovitý *Palaeoscolex* patří vyhynulé skupině hlavatců. Jejich nálezy v ordoviku pocházejí jen z několika míst na světě. (Spodní ordovik, Maroko.)



Hlavatci rodu *Palaeoscolex* měli tělo pokryté oblými destičkami uspořádanými do příčných řad po obvodu článků těla. (Spodní ordovik, Čechy.)



Velký a malý hrotnatec, mládě a dospělec. Patří dosud nepojmenovanému rodu. (Spodní ordovik, Maroko.)

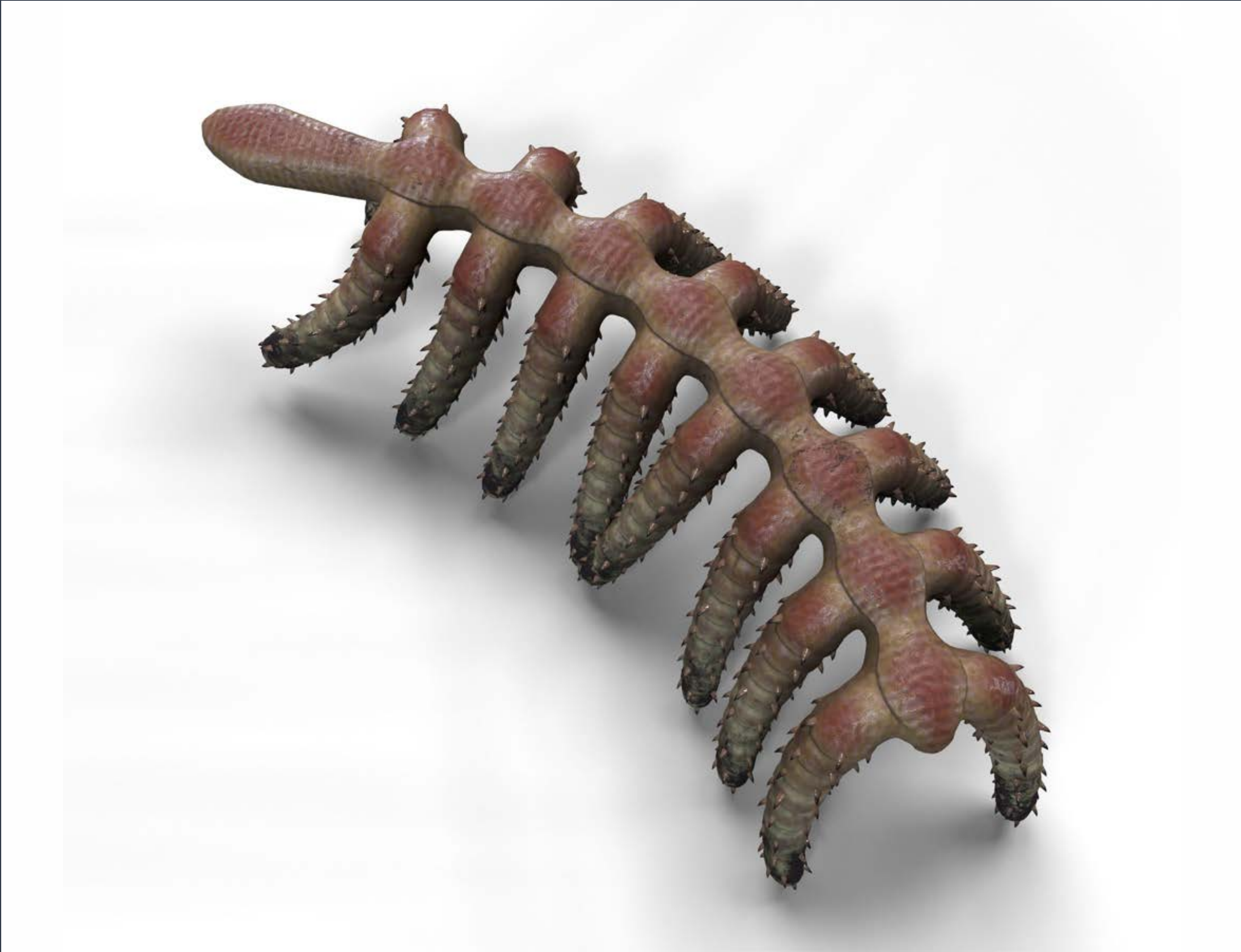


Jak se dívat do ordoviku

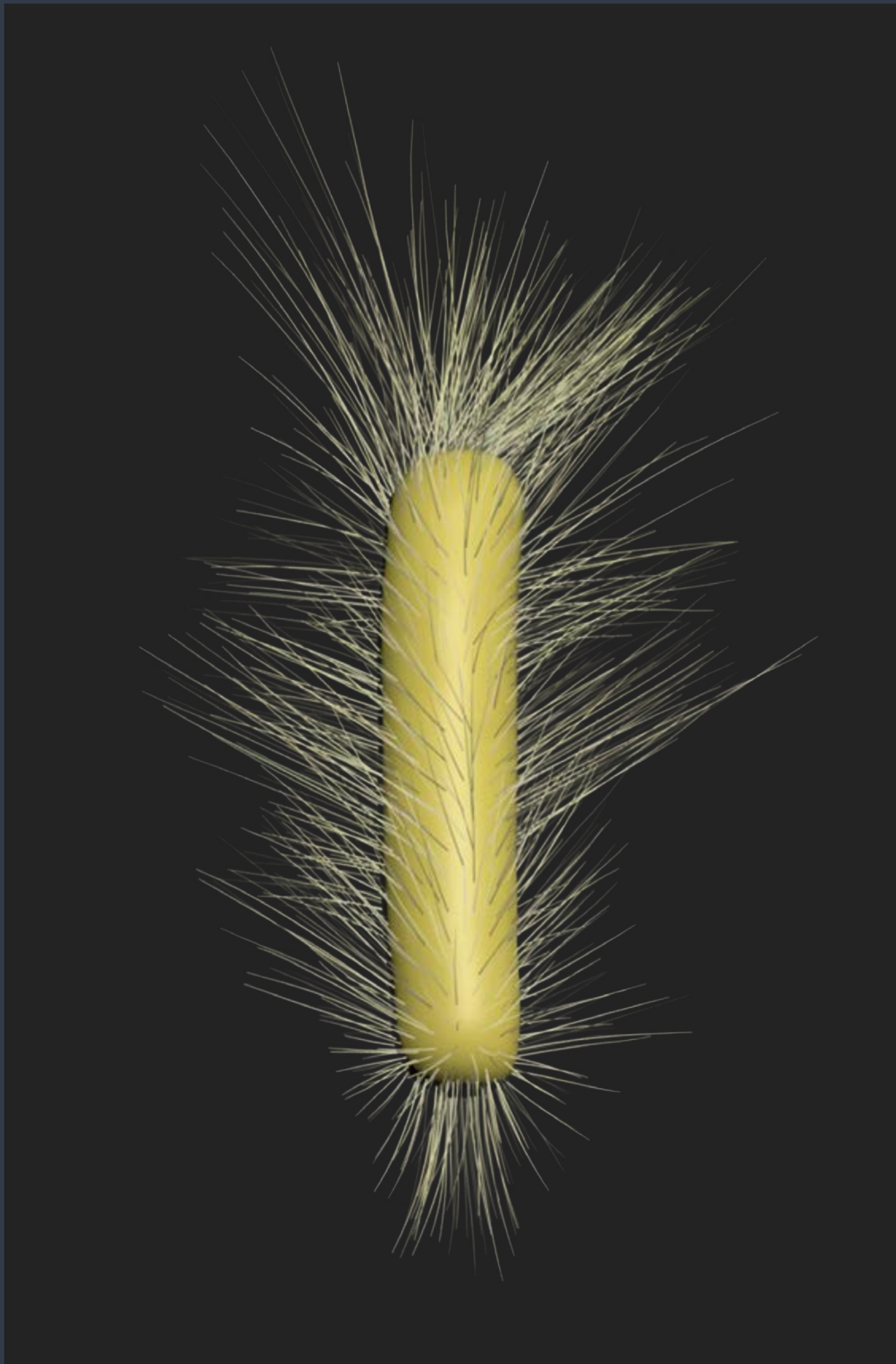
Mít možnost nahlédnout do minulosti je fascinující. Už „obyčejná“ zkamenělina vyvolává řadu otázek. Jak tento organizmus žil? Čím se živil? Jak se pohyboval? A jistě by vás napadly další. Bohužel nemáme stroj času, abychom získali odpovědi. Musíme se tedy spolehnout na naše znalosti. Velmi zásadně nám pomáhá výjimečné zachování fosilií v tafonomických oknech. A i když se vám to možná bude zdát nevědecké, musíme také zapojit i určitou dávku představivosti. Ide o starý, tradičně používaný koncept tzv. aktualismu, který podvědomě používáme všichni. Běžně totiž vnímáme minulost skrze znalosti získané pozorováním současnosti. Můžeme to také vyjádřit tak, že procesy, které probíhají v současnosti, nám pomáhají pochopit procesy v minulosti. Zapojením a kombinací všech dostupných informací se nám otevírají „pohledy“ do ordovického moře na dílčích lokalitách a postupně se nám skládá celkový obraz ordovického světa. Abyste si udělali představu o moři v ordoviku, je na výstavě několik obrazů. Kromě těchto statických „snímků“ můžete zažít i virtuální potápění ve spodnoordovickém moři, které existovalo na území dnešního jihovýchodního Maroka.

Pohled na bahnité dno moře v hloubce kolem 20–30 metrů ukazuje řídce rozmístěné a ke dnu přichycené řasy a houbovce, dále lezoucí a plovoucí členovce a dokonce bizarního lobopoda. Pro jejich rekonstrukci a přípravu počítačových modelů bylo nutno odvodit skutečnou morfologii těla, možný pohyb a třeba i barevnost. Morfologie vychází přímo z výjimečných nálezů, pohyb byl odvozen především z funkční morfologie a dílčích znaků těla. Barevnost je sice hypotetická, ale vychází aktualisticky z barevnosti nejbližších žijících příbuzných. A protože jsou aktéři animované rekonstrukce, která běží nad vámi, v pohybu, můžete si je v klidu prohlédnout na tomto panelu i s některými detaily rekonstrukcí.

Autorem počítačových rekonstrukcí i animace je Martin Šafka.



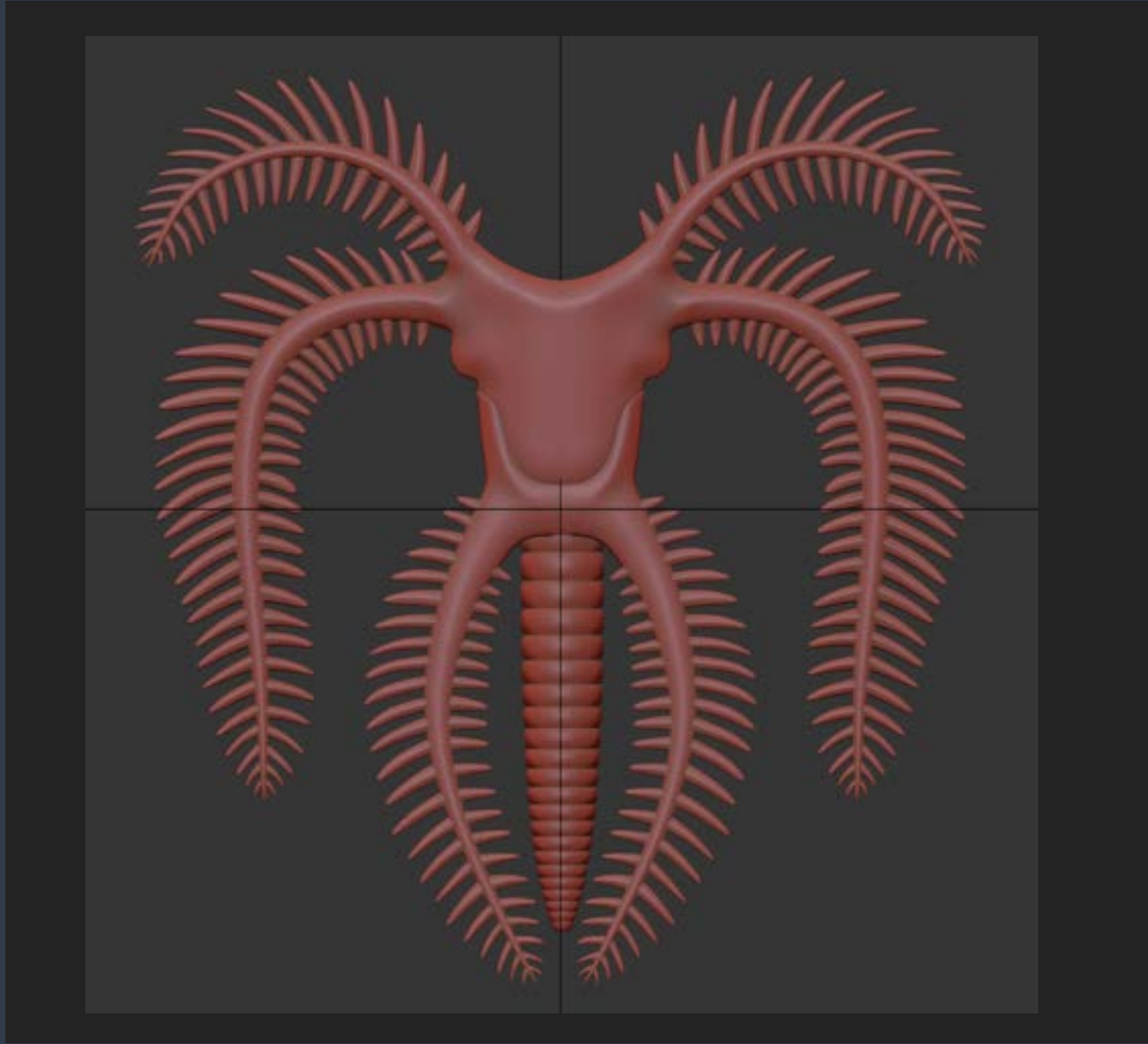
Lobopod *Diania*.



Houbovec *Auralopirania*.

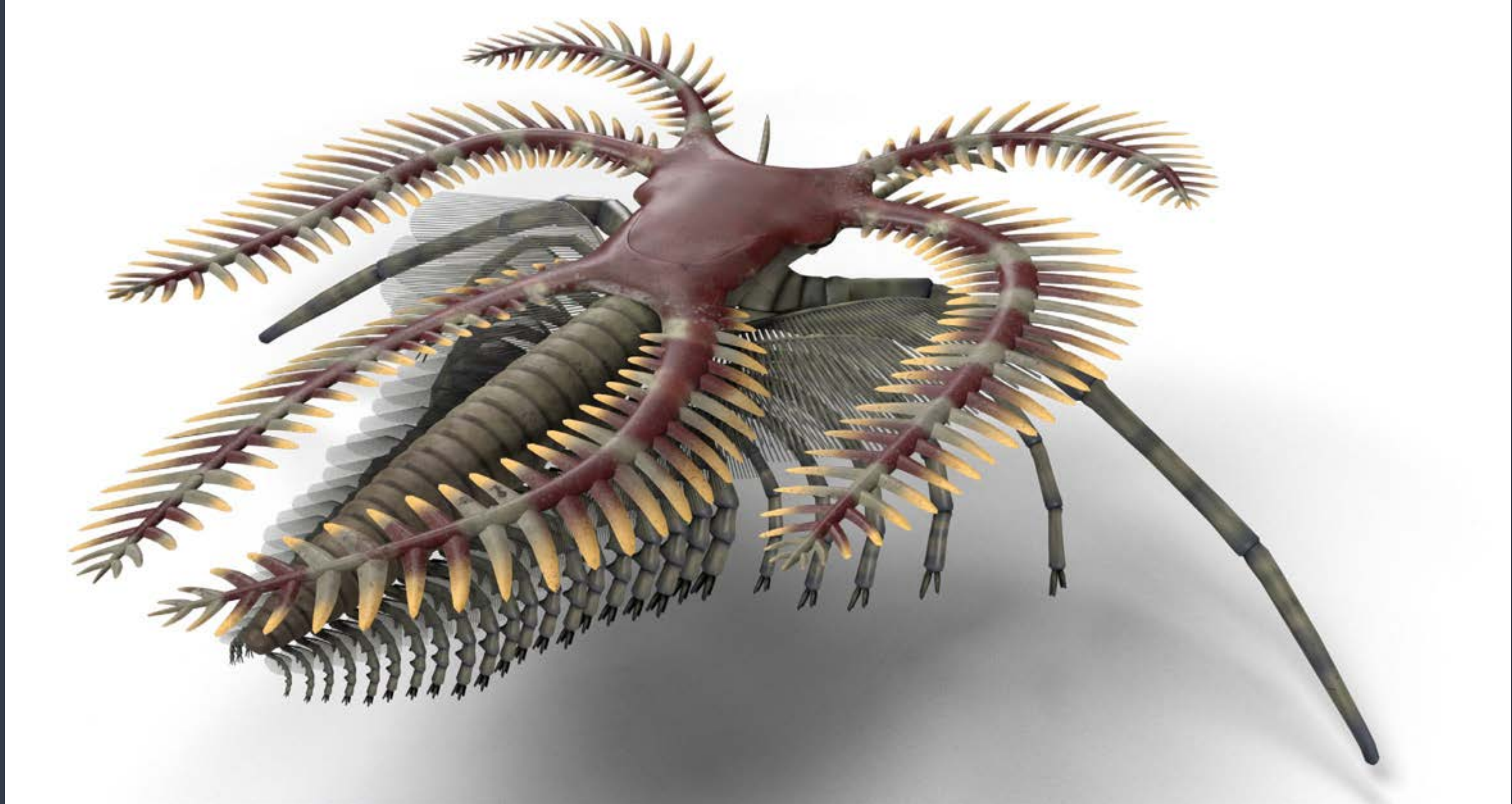
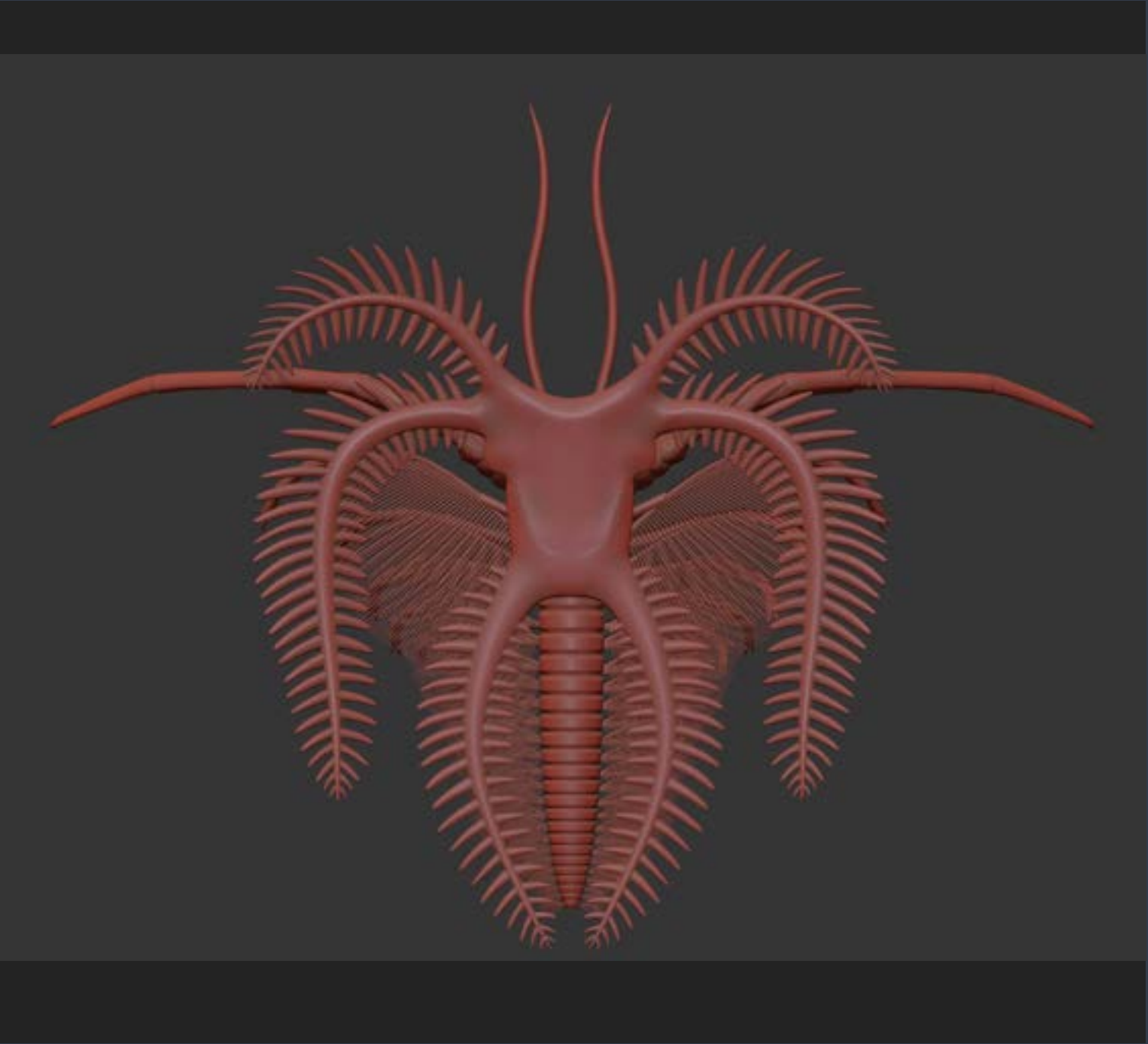


Ramenonožec *Sedlecilingula* se stvolem.

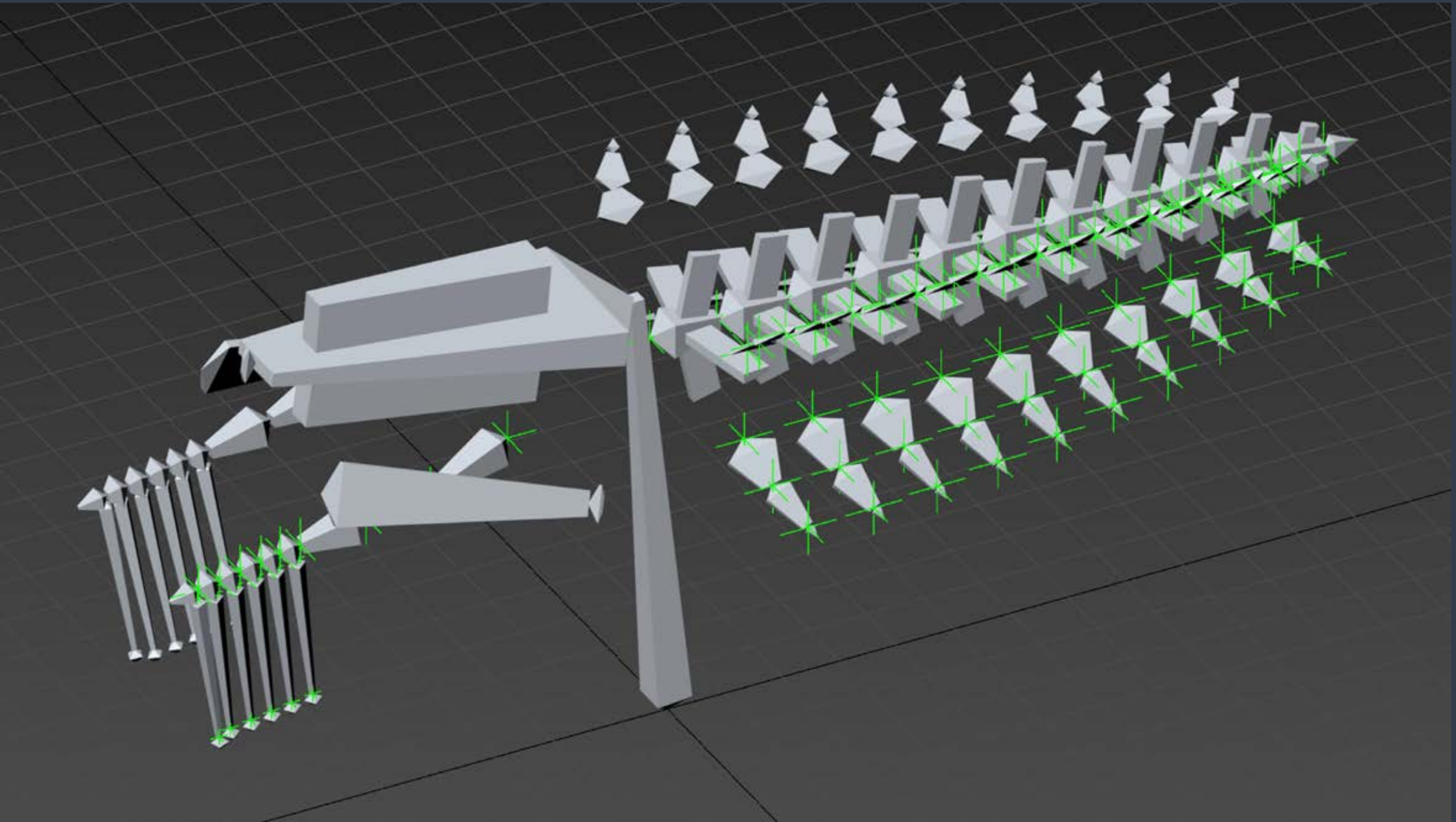


Postup rekonstrukce členovce *Furca*, základní tvar.

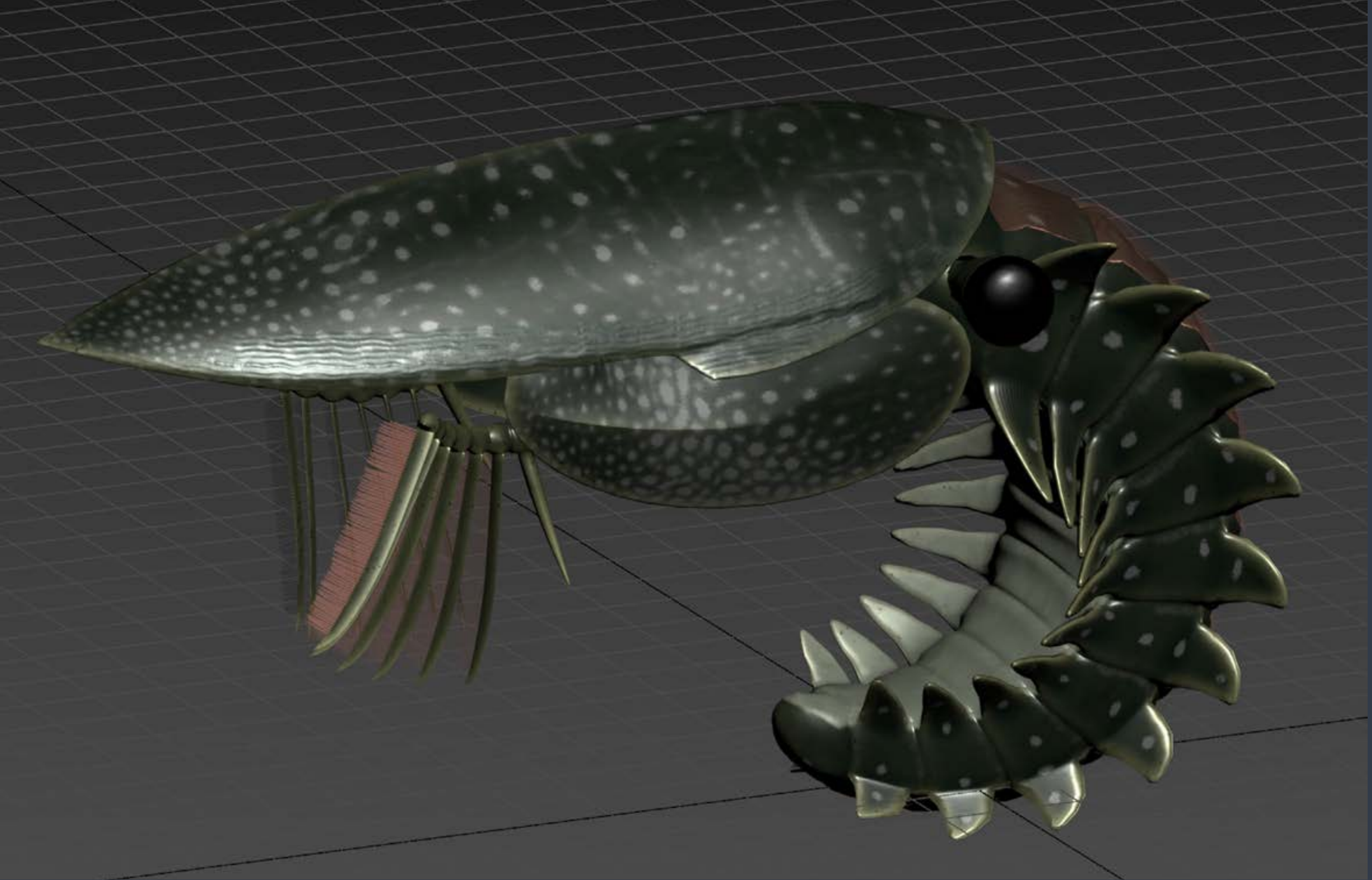
Členovec *Furca* s končetinami a tykadly.



Finální rekonstrukce členovce *Furca*.



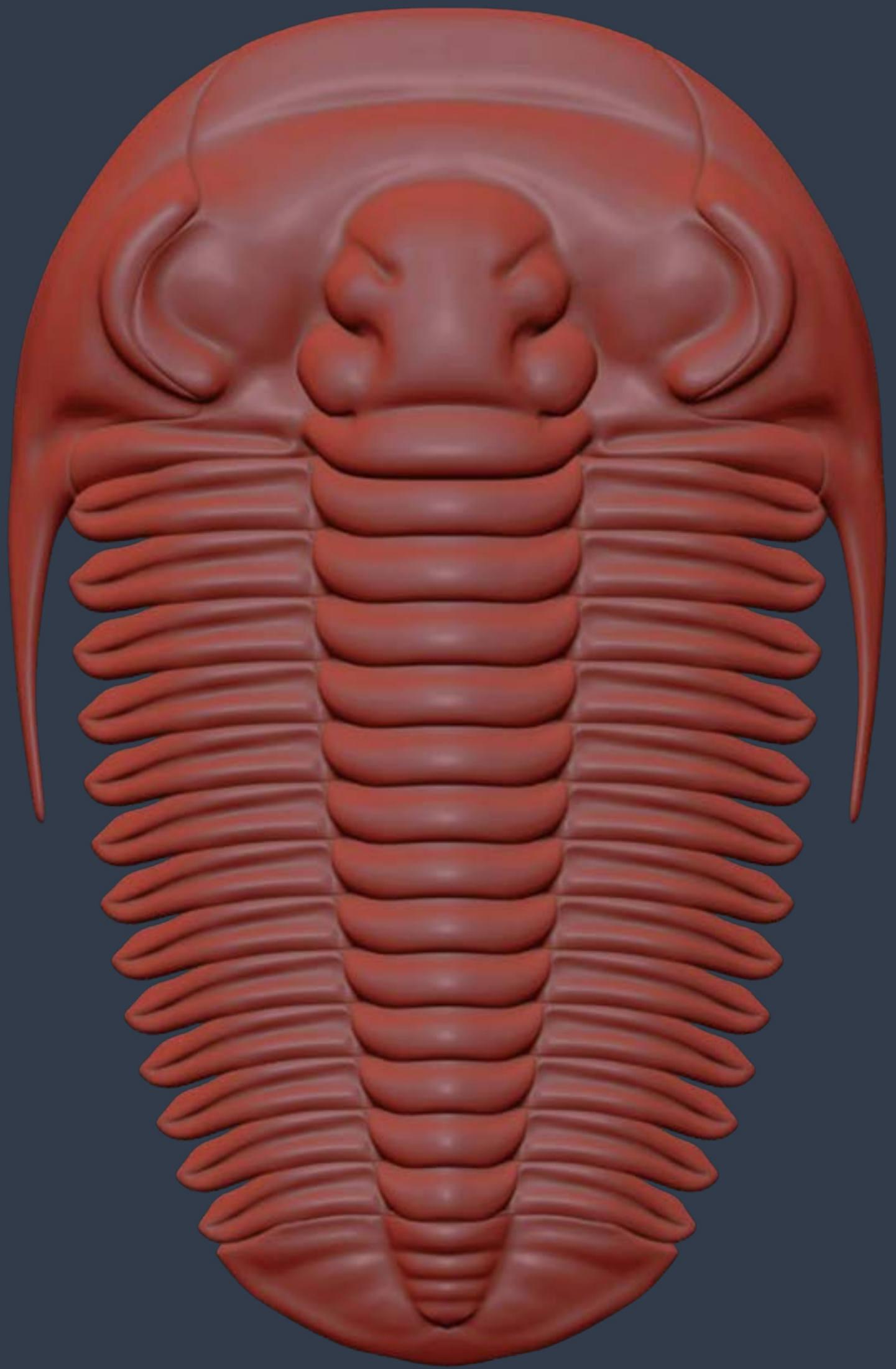
Členovec *Aegirocassis* rozložený do vzájemně pohyblivých segmentů.



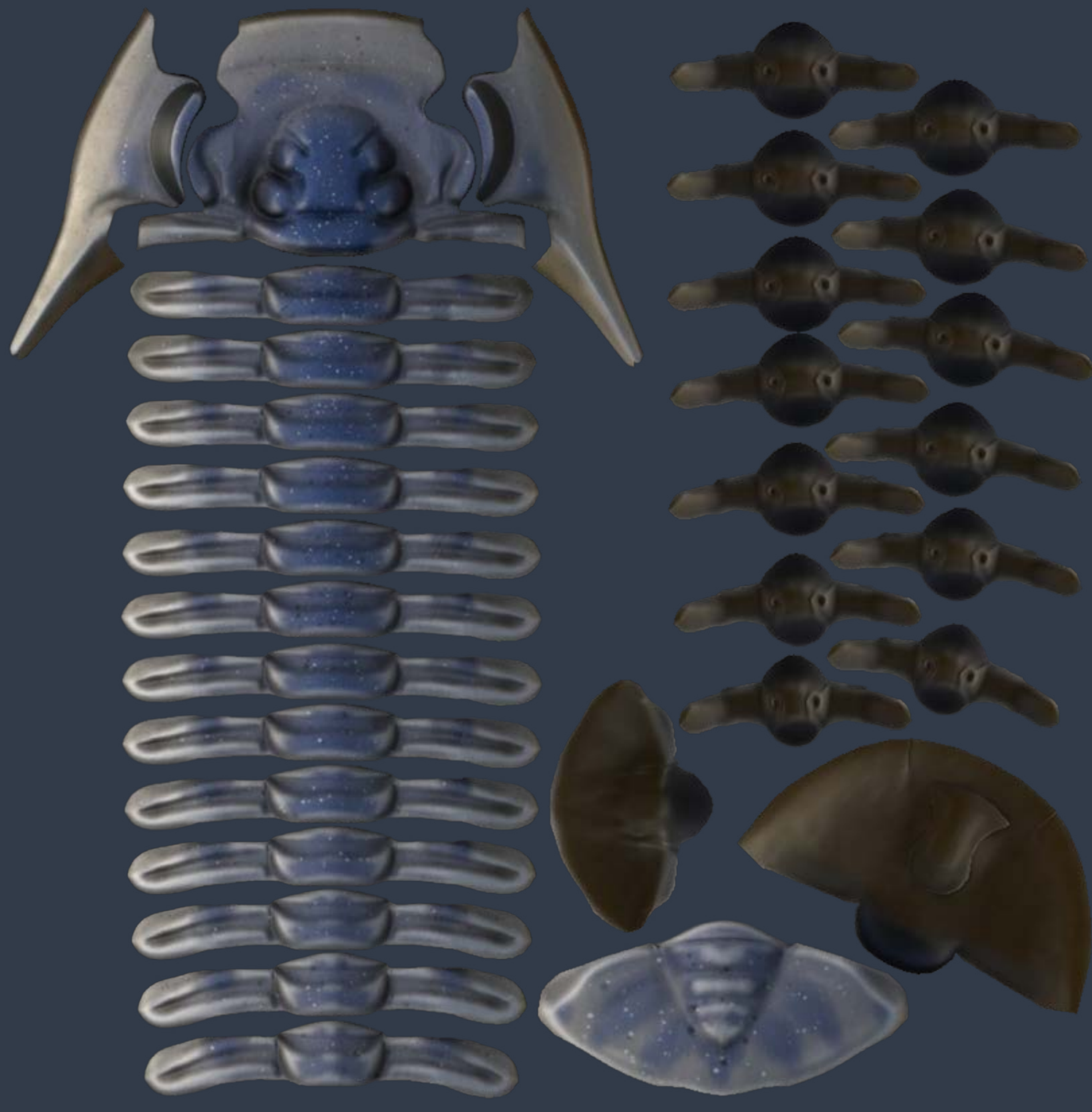
Členovec *Aegirocassis* a jeho možný pohyb.



Členovec *Aegirocassis* v pozici při plavání.



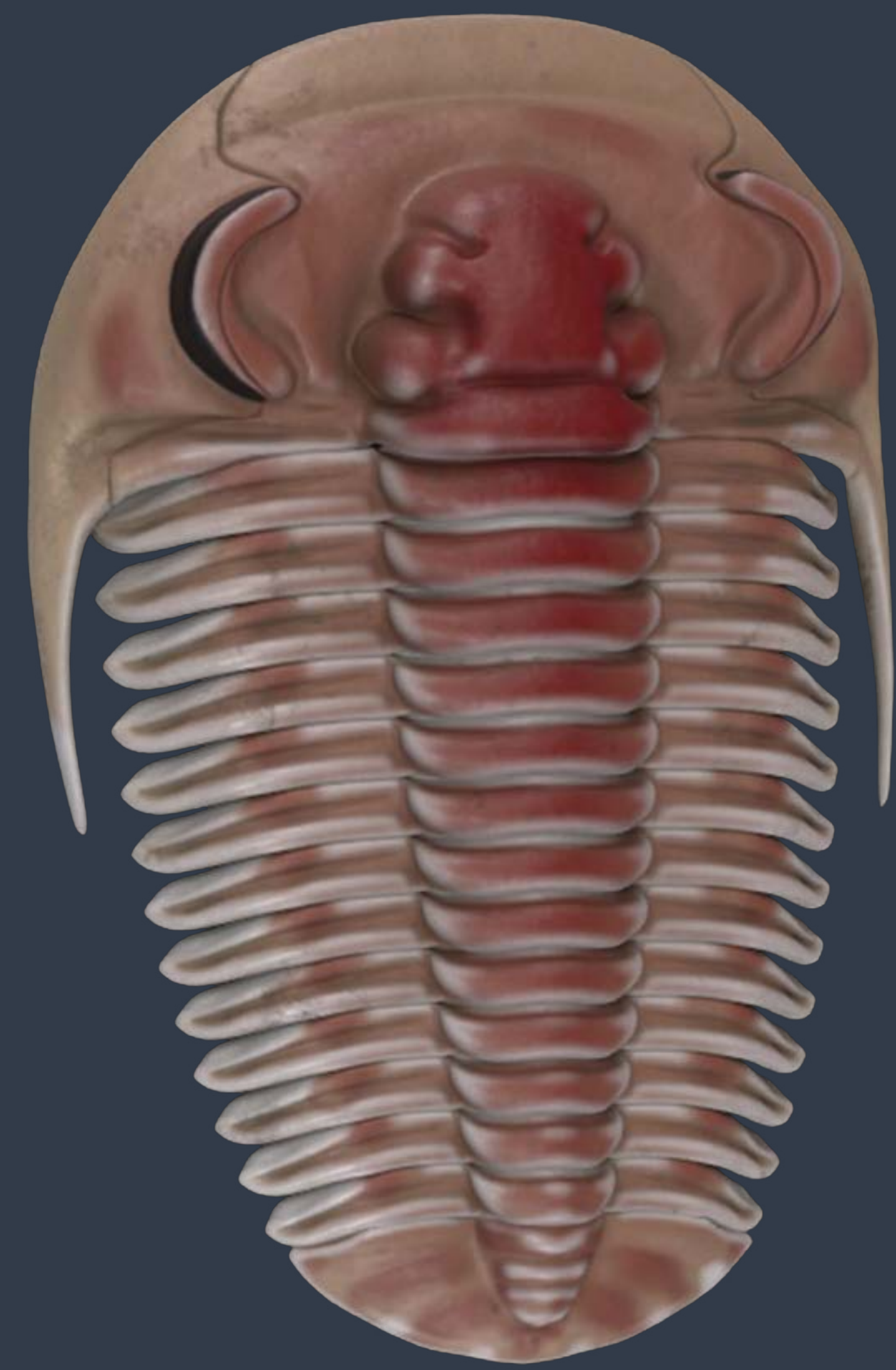
Postup rekonstrukce trilobita *Euloma*, základní model.



Trilobit *Euloma* rozložený do vzájemně pohyblivých segmentů.



Trilobit *Euloma* s modrošedým povrchem.



Finální podoba trilobita *Euloma*.



Trilobit *Asaphellus*.

V jednom moři

Jak ukazují vystavené exempláře, vzájemná podobnost mnohých vymřelých živočichů z Maroka a Barrandienu je překvapující. Již víme, že se obě oblasti v ordoviku nacházely v okrajových mořích těžé pevniny zvané Gondwana, a že tedy organizmy mohly mezi těmito oblastmi relativně volně migrovat. To ale není jediná podmínka, aby zde žily stejné rody nebo dokonce druhy živočichů. Stejně důležité jsou i podmínky, které v obou oblastech panovaly. Musely zde totiž být velmi podobné biotopy. Z charakteru hornin lze vyčíst, že mořské dno bylo v některých obdobích bahnité, jindy písčité. Podobná byla i teplota vody a hloubka. Rolí hrálo prokysličené vody, mořské proudy a v neposlední řadě i dostatek živin. A protože se podmínky mění, nutí organizmy buď se novým podmínkám přizpůsobovat, anebo místa opouštět a hledat stejné podmínky jinde. Proto se podobně vypadající druhy stejných rodů nemusí vyskytovat na lokalitách stejného stáří. Kupříkladu fezouatská biota v Maroku obsahuje řadu stejných rodů jako klabavské souvrství v Barrandienu. Přitom marocké fosilie jsou o trochu starší než ty české. Jak je zřejmé, čas je v paleontologii velice důležitý.

V
jednom
moři

Blízké nebo stejné zkameněliny z Maroka a Čech

Rekonstrukce života v moři na počátku středního ordoviku u Klabavy na Rokycansku. Jsou odtud známi trilobiti *Euloma* (vpředu vlevo a v pozadí) a *Symphysurus* (vpředu pravo). Mezi trilobity vpředu leží prázdná schránka ramenonožce rodu *Rafanoglossa*, za nimi ulita plže *Sinuities*. Dva živí ramenonožci *Rafanoglossa* jsou téměř celí zahrabaní v bahnitěm dně, nad které vyčnívá jen přední okraj schránky a obrvený okraj pláště. Ke skále vpravo jsou vpředu přichycení drobní ramenonožci rodu *Conotreta* a jehlanovité schránky konulárií *Eoconularia*. Za nimi jsou drobní vakoví houbovci rodu *Pyritionema*. Na malém kameni vlevo od skály je přichyceno pět úzkých schránek, které patří rodu *Sphenothallus*. Kameny vlevo slouží k uchycení dendroidních graptolitů rodu *Callograptus*. Ve vodě nad nimi se vznášejí kuželovité kolonie graptolita rodu *Calyxidendrum* a vedle něho plave hlavonožec „*Orthoceras*“. Zcela vpravo nahoře se vznášejí další graptolit *Holograptus*. A ještě je tu několik graptolitů rodu *Tetragraptus*, kteří leží na dně v pravém dolním rohu. Jsou to odumřelé kolonie, které byly původně přichyceny k plující řase, která však klesla ke dnu.

(Autor P. Modlitba)



Paleoekologie

Ekologie zkoumá vztahy mezi organizmy a jejich prostředím, které je tvořeno neživou složkou a jinými organizmy. Tolik definice vědního oboru. V současnosti je mu věnována značná pozornost, protože mapuje důležité složky našeho životního prostředí. Ekologie se logicky věnuje stavu aktuálních ekosystémů. Vztahy mezi organizmy a prostředím však existují od vzniku života na Zemi. Fosilie byly kdysi živé organizmy, byly součástí ekosystémů, a kdybychom žili v tehdejší době, pohlíželi bychom na ně jako na ty současné. Proto vznikl obor paleoekologie. Je obvykle chápán jako součást paleontologie a studuje u fosilních organismů stejné vazby jako ekologie. Nemá však k dispozici přímá pozorování, a proto se snaží shromáždit co nejvíce informací o fosiliích i horninách, ve kterých se zachovaly. Moderní paleoekologie tak využívá celou škálu metod. Kromě různých paleontologických pozorování používá poznatky sedimentologie, geochemie nebo třeba ichnologie, která studuje stopy po činnosti organismů. Bez paleoekologických poznatků bychom nedovedli rekonstruovat scény z moří, které vidíte na obrazech, ani bychom neuměli vytvořit scénu pro počítačovou animaci. Paleoekologie dodává fosiliím příběh. Posláním tohoto vědního oboru ale není jen vdechnout život našim představám o vztazích organismů a prostředí v průběhu času, ale také pochopit lépe současnou ekologii.

V ordoviku se paleoekologické otázky zkoumají velmi intenzivně. Příklady najdete i na této výstavě.



Trilobit *Symphysurus* mezi nahromaděnými odumřelými koloniemi graptolita *Sagenograptus*. Nejspíše tu hledal potravu. (Spodní ordovik, Maroko.)



Akumulace mrtvých kolonií graptolita *Sagenograptus* mohou být tak rozsáhlé, že se počty kolonií odhadují ve statisících. Vytvářely zvláštní prostředí, kde se mohla skrývat třeba mláďata trilobitů. (Spodní ordovik, Maroko.)

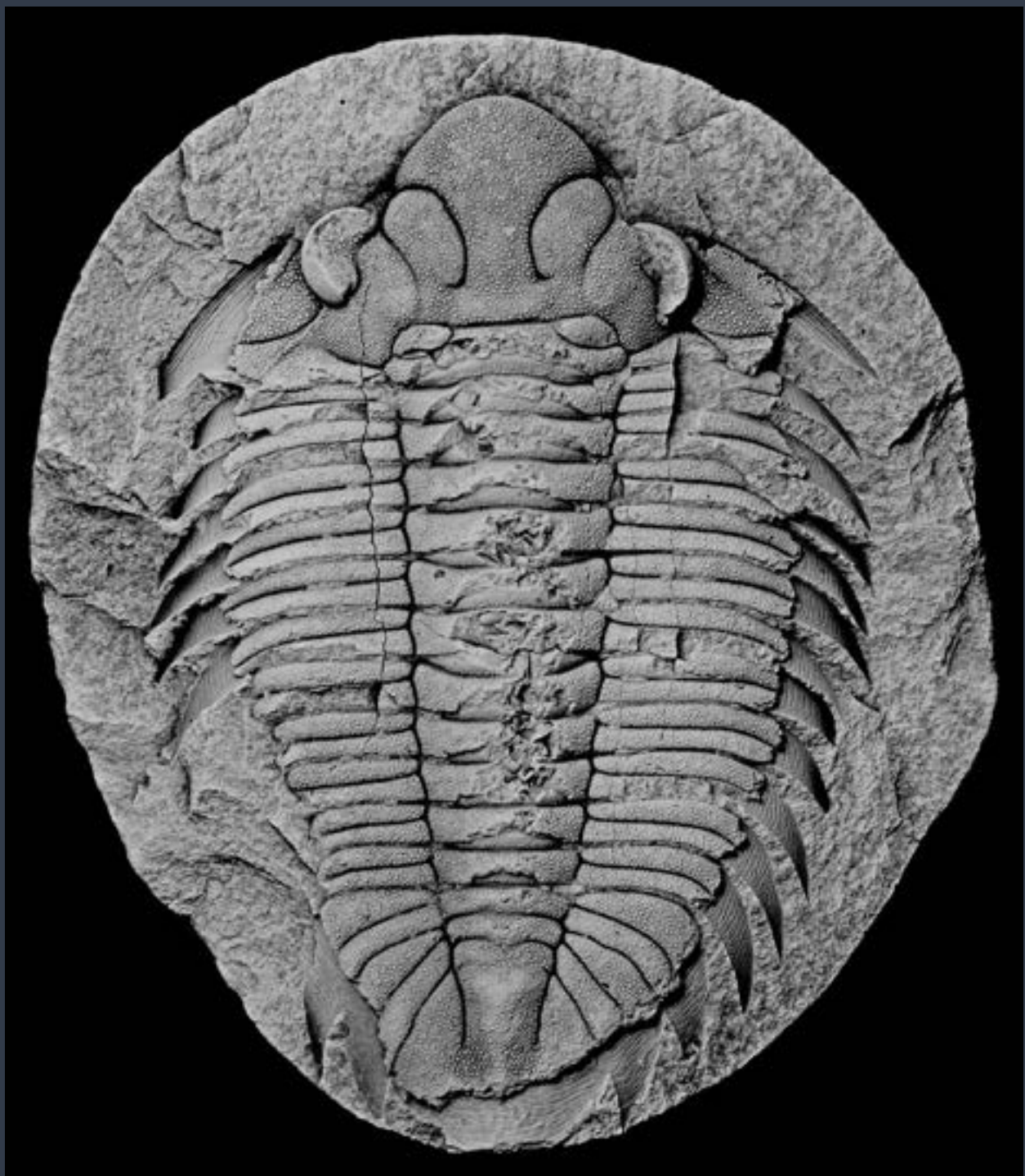


Typický ordovický trilobit *Cyclopyge*, který plaval. Všimněte si složených očí, které u některých druhů mohly přecházet až na břišní stranu. Kdyby si takový trilobit sednul na dno, část oka by se zabořila do bahna nebo by se opírala o skalnatý povrch. (Svrchní ordovik, Maroko.)

Schránka neurčitelného hlavonožce pokrytá schránkami rodu *Sphenothallus*, příbuznými konulářií. Z fosilie se dá odvodit, že po uhynutí hlavonožce klesla jeho schránka ke dnu, kde se na ni přichytili další živočichové a porostli ji. (Střední ordovik, Čechy.)

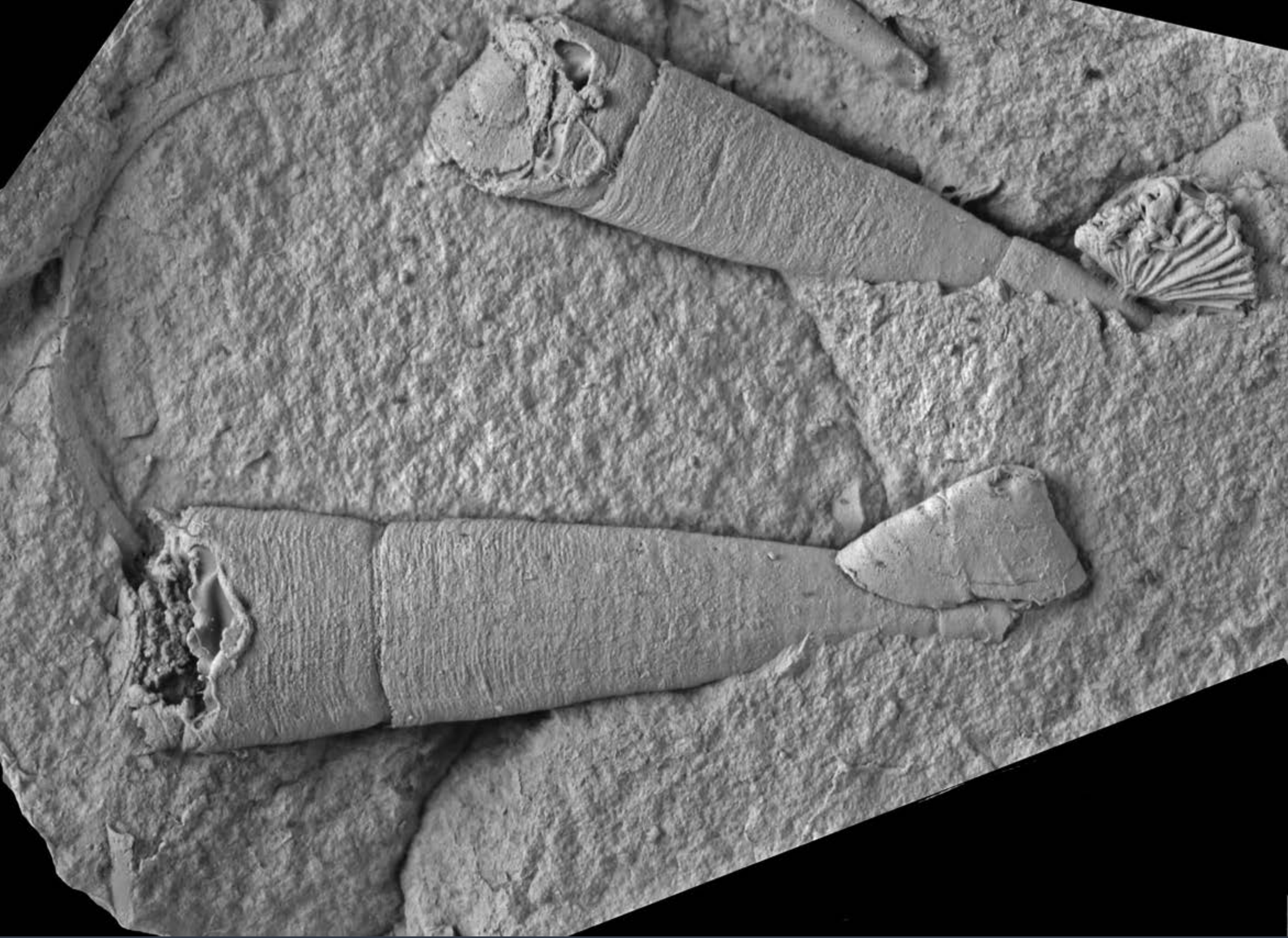


Schránka pravděpodobného medúzovce *Conularia* pokrytá ostnokožci z vymřelé skupiny Edrioasteroidea. Oproti hlavonožci na předchozím snímku mohla být konulárie porostlá ostnokožci již za svého života. (Střední ordovik, Maroko.)



V současnosti jeden z nejznámějších trilobitů na světě, který patří do rodu *Bohemolichas*. Pod odloupanými částmi osní části trupu jsou vidět úlomky schránek jiných živočichů. Prokázalo se, že jde o potravu, která vyplňovala střevo. Díky moderní technice víme, že se pod tělem nachází výplň celé trávicí soustavy a známe příběh konce života tohoto trilobita. (Střední ordovik, Čechy.)

Dutiny ve dvou schránkách hyolita *Nephrotheca* vyplněné výlitky střeva. Tento druh známý z rokycanských kuliček prožíral bahnitě dno. Z toho, čím si naplnil trávicí soustavu, pak získával potravu. Trochu tak připomínal žížalu. Pokud uhynul se střevem naplněným anorganickými zbytky, ukazuje nám tato výplň tvar jeho střeva. (Střední ordovik, Čechy.)



Přilipkovec *Pygmaeoconus* přichycený na schránce hyolita *Gompholites*. Podobných dvojic byla nalezena řada, jde o interakci dvou živých jedinců. Přilipkovec se prostě na hyolitovi vozil. Ten si to ale asi rád nechal líbit, protože má přilipkovec vždy na stejném místě, kde mu zřejmě pomáhal zatěžkávat a stabilizovat schránku. To mu mohlo pomáhat třeba při hrabání ve dně. (Střední ordovik, Čechy.)



Pod otiskem vnitřního povrchu schránky ramenonožce *Euorthisina* vystupují chodbičky neznámých živočichů. Víme ale, že si pochutnávali na rozkládajících se tkáních uhynulého ramenonožce. (Střední ordovik, Čechy.)

Chodbičky neznámých živočichů v levé části hlavového štítu a osní části trupu ukazují, kde byly pod krunýřem trilobita *Trinucleoides*, pohřbeného mělce pod mořským dnem, zbytky rozkládajících se tkání. (Střední ordovik, Čechy.)

Moderní paleontologie

Moderní paleontologie není zkostnatělá věda, která by pouze popisovala zkameněliny a sestavovala seznamy druhů z jednotlivých lokalit. To sice k paleontologii stále patří, ale jen jako základ výzkumů, které mají dát odpovědi na řadu otázek o životě v minulosti. A co je velice důležité, moderní paleontologie musí promlouvat k přítomnosti. Pomáhá nám například chápat současnou biodiverzitu a její změny. Proto se významně podílí i na předpovědích změn prostředí a jejich důsledcích a aplikuje své poznatky na modely vývoje některých ekosystémů. A dokonce může pozorovat jevy, které biologové mohou zkoumat jen těžko nebo vůbec. To se týká i tak časově vzdáleného období, jakým je ordovik. Příkladem je ekosystém znázorněný na obraze na tomto panelu. Podobný existuje i dnes. Pouze „herci na scéně“ jsou jiní. Nejsou jimi konulárie, ale mlži kyjovky. V posledních letech kyjovky mizí. Roli v tom určitě hraje i člověk. Ale pokud vyhodnotíme vývoj společenstva konulárií z obrazu tak, jak se nám zachoval ve vrstvách v jihovýchodním Maroku, nevypadá obnova porostů kyjovek na původních místech příliš optimisticky.



Rekonstrukce písčitého dna svrchnoordovického moře u Arfoudu v jihozápadním Maroku. V řídkém řasovém porostu jsou ve dně uchycené konulárie rodu *Archaeoconularia* převážně pokryté přichycenými ostnokožci ze skupiny edrioasteroidů.

(Autor J. Svoboda)

Preparace a padělky fosilií

Zkamenělinu velmi často nenajdeme ideálně odkrytou. Na povrchu kamene, který jsme rozbili kladivem anebo našli v sutí, vidíme jen její část. Zbytek zůstává uzavřený v hornině. Abychom ji ale viděli v celé své kráse, je nutno horninu, která ji zakrývá, šetrně odstranit. K tomu se používá řada preparačních postupů. Některé fosilie, které jsou v této místnosti vystaveny, bylo nutno vypreparovat mechanicky pomocí vibrační jehly, což je vlastně taková miniaturní sbíječka. Lze však použít i různá dlátka a jiné nástroje uzpůsobené k odštípávání nebo oškrabování hornin. V Maroku se zkameněliny preparují často. Fungují tam i celé preparační dílny. Někteří preparátoři odvádějí mistrovskou práci. Narazíte ale i na nešetrné a amatérské preparace. Některí preparátoři dokonce vyrábějí umělé skupiny fosilií, dotvářejí chybějící části, upravují tvary anebo vyrábějí rovnou celé zkameněliny. Pokud pojedete do Maroka, určitě se setkáte s nabídkou fosilií. Drobných krámků, které je nabízejí jako suvenýry je podle silnic hodně. Možná vás některá zkamenělina zláká ke koupi. Ale pozor co kupujete!



Prepační dílna nedaleko Alnifu v jihovýchodním Maroku.



Ukázka mistrovské preparace otrněného devonského trilobita *Dicranurus*.



Perfektně vypreparovaný trilobit *Walliserops* i se záhadným trojzubcem čnějícím dopředu z hlavového štítu.

Trilobit *Crotalocephalus* vypreparovaný tak, že vypadá jak živý.



Vypreparované desky s velkými trilobity v obchodě s fosiliemi u Alnifu v jihovýchodním Maroku. Ne všechny jsou pravé.



Nádherná deska s vypreparovanými hadicemi a otrněnými trilobity *Selenopeltis*. Bohužel se jedná o uměle vytvořenou mozaiku. Pokud se podíváte pozorně, uvidíte, že je složena z různě velkých částí, které na sebe navazují ostrými hranicemi patrnými podle odstínů šedé a béžové barvy.

Tak tato preparace se příliš nepovedla.



V Maroku se často leští devonské hlavonožcové vápence. Využívají se přirozené akumulace, ale časté jsou i výrobky s umělými skupinami a obrázky. Například uprostřed snímku si všimněte tří misek vždy se stejně uspořádanými fosiliemi.



Obchod s fosiliemi u silnice nedaleko Alnifu v jihovýchodním Maroku lákající k nákupu trilobitů.



Obchůdky v pohoří Atlas, které je častou turistickou destinací dostupnou z Marakéše, nabízejí nejružnější minerály a zkameněliny. Tady opravdu pozor co a za kolik peněz kupujete.

Expedice za zkamenělinami

Sbírání fosilií je vždy malým dobrodružstvím. Hledání na lokalitách v marockém okraji saharské pouště má rozměry dobrodružné expedice spojené s neobvyklými zážitky. Naštěstí je Maroko bezpečná země, kde máme přátele, kteří nám pomáhají orientovat se v situacích pro Středoevropana neobvyklých. Díky nim jsme se seznámili s mnoha sběrateli fosilií, kteří nám pomohli pohybovat se v poměrně přehledném, ale pro nás obtížně čitelném terénu. Je potřeba vědět, kterým lokalitám v dané chvíli věnovat pozornost a na kterých se momentálně sbírat nedá. K nalezišti zkamenělin je dále potřeba znát cestu pouští, což není vůbec jednoduché. A pak je tu nezbytná pomoc s oficiálním získáním materiálu. Bez našich berberských přátel byste tuto výstavu neviděli.



Účastníci jedné z expedic, mezi kterými jsou autoři výstavy a krátkého filmu; sedící J. Bruthansová, stojící zleva O. Zicha, V. Micka, L. Laibl, R. Labuša, M. Šafka a P. Kraft.



Opuštěná a současná vesnice v údolí řeky Dra severozápadně od Zagory.



Najít cestu v poušti a dostat se na lokalitu nebývá občas jednoduché.

Hledání ve sběratelském výkopu ve svahu nad lokalitou mladší fezouatské bioty Oued Ouaufrout.



V jedné ze sond pod Jbel Tizgzaouin hledáme zkameněliny starší fezouatské bioty.

Zkoušíme hledat svrchnoordovickou tafilatskou biotu ve výkopu na lokalitě Bou Nemrou ve hřbetu jihozápadně od města Arfoud.



Fosílie svrchnoordovické tafilatské bioty v pískovcích na lokalitě Bou Nemrou. Velmi běžné jsou kruhové otisky záhadné fosílie *Eldonia*, vzácnější je členovec *Duslia*.

Rozpadlé čočkovité nodule se zbytky velkých trilobitů *Dikelocephalina* na lokalitě starší fezouatské bioty Azigzau.



Příjemné setkání s obyvatelem planiny severně od Zagory.

Tohle setkání naopak nemusí být příjemné. Při sbírání zkamenělin jsou proto nutné rukavice.



Příprava oběda pro velkou expedici.



Oběd na lokalitě. Takto to vypadá každý den našich malých expedic. Zeleninový salát s rybičkami z konzervy, s vynikajícími olivami a občas s taveným sýrem, který si dáte do chleba, ale chutná výborně. Přípravu má při každé expedici na starosti náš řidič Brahím (opřený o auto).

Prohlédneme, co našel Mbark na dvorku jeho domu v Beni Zoli.



A tady nakupujeme u Mbarka ve stanu v poušti. Tady má ohradu na ovce, které spásají chudou vegetaci v okolí.

Prohlédneme si, co nabízí ke koupi Ben Moula (stojící starší pán). Právě on našel první fosílie fezouatské bioty. Objev jejich jedinečnosti pro vědu ale učinil belgický paleontolog Peter Van Roy (klečící, v černém oblečení).