

Gigantismus hlavonožců: mýty a skutečnosti

Mezi největší strašidla dávných námořníků patřil bezesporu kraken. V románech, dobových kresbách i starších či nových filmech je zpodobňován různě. Nejčastěji ale na sebe bere podobu obrovské chobotnice nebo kalmara, který je schopen zaútočit na jakoukoli loď, a dokonce ji potopit. Odhlédneme-li od námořnické latiny a podíváme-li se na velké hlavonožce prizmatem moderní vědy, zjistíme, že na každém „šprochu“ může být pravdy trochu, aneb ke vzniku některých příběhů mohlo stačit i méně rumu. Obří hlavonožci totiž existují a ještě větší existovali v geologicky vzdálenějších obdobích. Za hlavonožcovou megafaunu se považují taxony dorůstající alespoň jednoho metru délky nebo průměru schránky (amoniti).

Architeuthis – bájný kraken?

Mezi největší adepty na legendárního krakena patří krakatice obrovská (*Architeuthis dux*, Oegopsida/Teuthida, obr. 1–3). Nutno hned na úvod podotknout, že málokterý živoch na Zemi je opředen tolika tajemstvími i rozporuplnými údaji o velikosti, ekologii a etologii. Je to dáno tím, že jde o vodní organismus žijící v relativně velkých hloubkách, který byl ve svém přirozeném biotopu poprvé vyfotografován až v r. 2004. O jeho životním cyklu víme opravdu málo. I u poměrně velkých, několika-metrových (včetně ramen) exemplářů, které byly vyloveny pomocí sítí, bylo zjištěno, že stále nemají plně vyvinuté pohlavní orgány. To znamená, že jejich růst je abnormálně rychlý. Podle některých údajů dospívají v 1–3 letech, přičemž se dožívají pouze 3–5 let. Tyto údaje byly získány studiem statolitů, krystalů aragonitu umístěných ve statocystách a zabezpečujících udržení rovnováhy. Počítaly se denní přírůstky vrstviček aragonitu a korelovaly s přírůstko-

vými vrstvičkami gladií (vnitřní schránky tvořené β -chitinem). Další pozoruhodnou vlastností architeuthidů je absence hektokotyly (ramena přeměněného na pohlavní orgán). Na rozdíl od většiny hlavonožců disponují bezmála metrovým penisem, což nastoluje otázky mechanismu rozmnožování. Víme také bezpečně, že slouží jako potrava vorvaňům, až první tisíce chitinových čelistních aparátů („zobáků“, obr. 2) byly zjištěny i v jednom vorvaním žaludku.

Obecně velké krakatice zůstávají stále z velké části zahalené tajemstvími. Jak je to ale s jejich velikostí? A jsou často uváděné údaje relevantní? Hodnoty stojící na pomezí fikce a reality ukazují délku okolo 17,5 m – včetně chapadel, resp. prodloužených ramen. Ty mohou, ovšem podle neověřených údajů, dosahovat délky až k 15 m. Měření jednoho z nejdelších exemplářů (17,35 m) provedl přírodovědec Thomas W. Kirk v r. 1887 na pláži zátoky Lyall nedaleko Wellingtonu na Novém Zélandu. Za úplně největší exemplář bývá někdy pokládán je-

1 Krakatice obrovská (*Architeuthis dux*) přezdívaná Archie. Celková délka je 8,6 m včetně prodloužených ramen. Exemplář byl odchycen r. 2004 u Falklandských ostrovů v hloubce okolo 220 m.

2 Chitinový čelistní aparát („zobák“) krakatice obrovské. Foto V. Košťáková

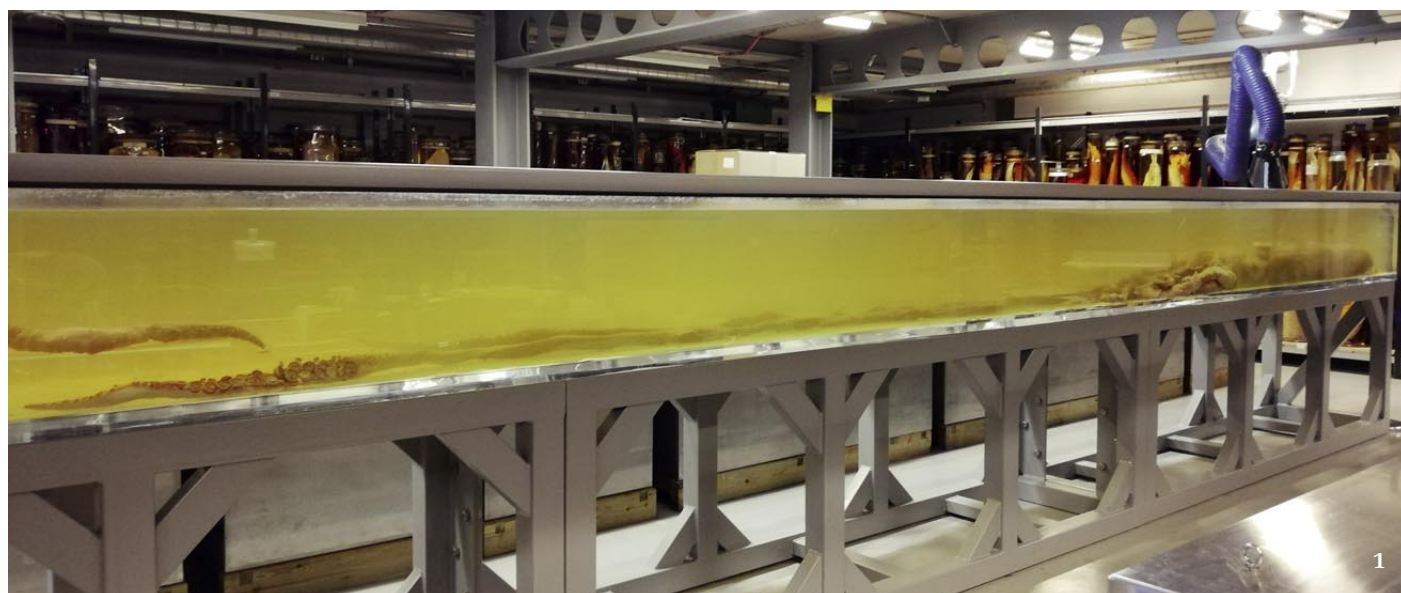
3 Největší přísavky Archieho dosahují v průměru k 5 cm.

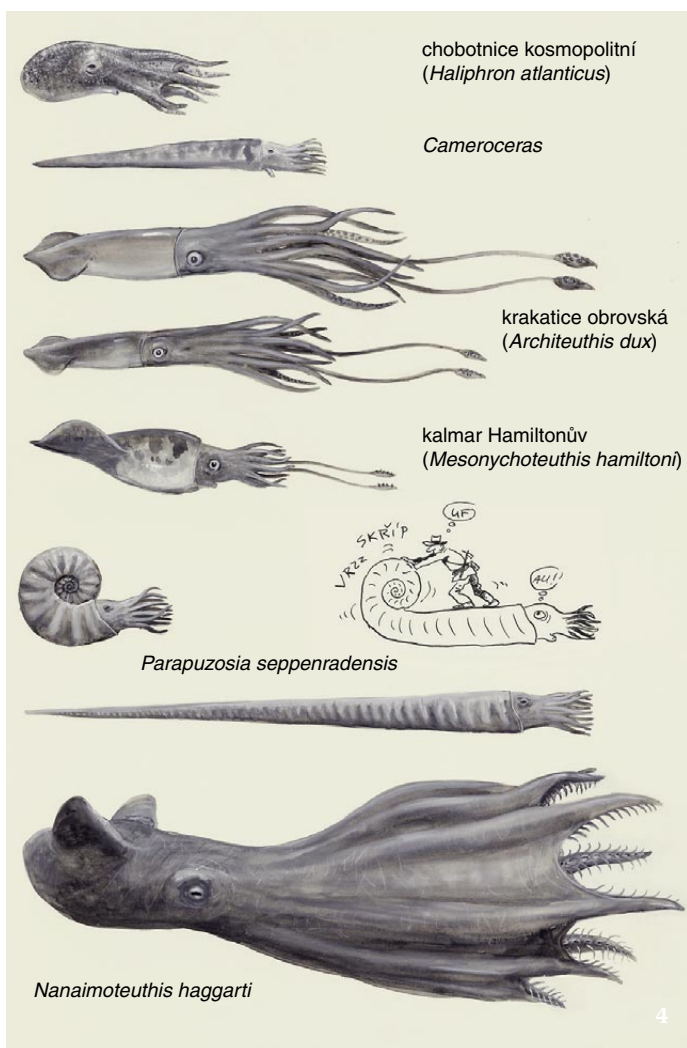
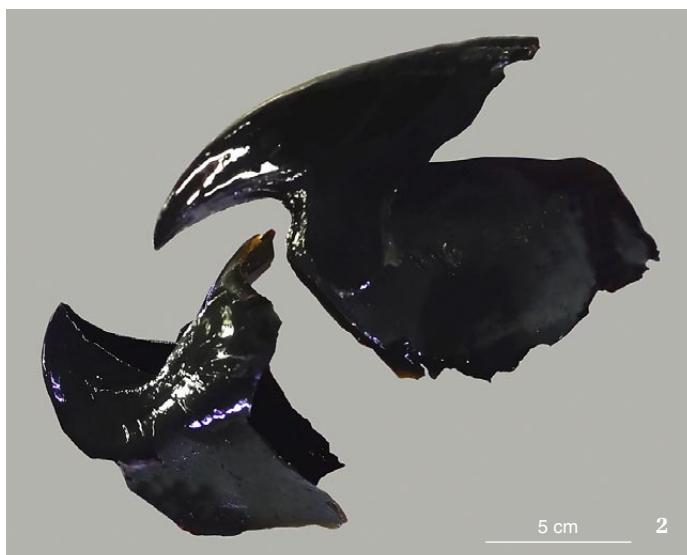
4 Porovnání velikosti největších známých hlavonožců různých skupin. Délka největšího zástupce (*Nanaimoteuthis haggarti*) je 19 m. Délka největšího amonita po rozvinutí schránky. Rekonstrukce a orig. P. Modlitba. Foto V. Hnátek

5 Rameno kalmara Hamiltonova (*Mesonychoteuthis hamiltoni*) opatřené modifikovanými přísavkami do podoby háků. Ze sbírek britského Natural History Museum v Londýně (obr. 1–3 a 5)

dínek z Newfoundlandu (Glovers Harbour / Thimble Tickle) s délkou těla 6 m a chapadly dlouhými něco málo přes 10 m, který měl být 2. listopadu 1878 ubit na mělčině třemi místními rybáři (Heuvelmans 1958). Průměr přísavek se udával okolo 10 cm, což je více než dvakrát větší průměr než u největších známých jedinců i jizev po přísavkách na kůži vorvaňů. V obou případech nejsou zmiňovaná data úplně mimo uvažované rozměry, nicméně v současnosti (i minulosti) se jako relevantní a exaktně změřené exempláře uvádějí maximálně okolo 12–13 m i s chapadly / prodlouženými rameny a hmotností maximálně do 250 kg. V minulosti se tradovaly průměry kroužků (na kůžích vorvaňů) až 40 cm, což by odpovídalo až 30metrovým jedincům. Později se ukázalo, že došlo k chybě o jednu desetinnou čárku. S průměrem 4 cm odpovídají zhruba 10metrovým exemplářům. Průměr 10 cm by mohl odpovídat největším neověřeným krakaticím s délkou asi 17 m.

Krakatice rodu *Architeuthis* jsou nejdelšími žijícími hlavonožci, ale jsou i největší, tedy nejtěžší? Nikoli, tím je kalmar Hamiltonův (*Mesonychoteuthis hamiltoni*) s délkou maximálně okolo 10 m (obr. 4) a hmotností bezmála půl tuny, což z něho činí vůbec nejtěžšího bezobratlého naší planety. Obývá hlubiny Jižního oceánu, chladného oceánu okolo Antarktidy, a stejně jako u krakatice obrovské o jeho životě





mnoho nevíme. První záběry mláďete tohoto druhu v jeho přirozeném prostředí pocházejí až z r. 2025. Ostatní jedinci byli v minulosti vytaženi sítěmi nebo nalezeni uhynulí na březích zejména Nového Zélandu.

Je pravděpodobné, že některé historické záznamy ohledně krakatic mohou oba výše zmíněné taxony zaměňovat, to by vysvětlovalo i rozdílné délky ramen a těla, resp. jejich poměrů. Mezi nejvýraznější rozdíly patří morfologie ramen. Na rozdíl od zástupců rodu *Architeuthis* disponuje kalmar Hamiltonův výraznými háky na chapadlech (obr. 5).

K dalším velkým hlavonožcům patří např. kalmar peruánský (někdy také Humboldtův, *Dosidicus gigas*), jehož největší exempláře měří přes 3,5 m včetně ramen, s hmotností i nad 50 kg. Zajímavostí je agresivita tohoto druhu, jsou zaznamenány i útoky na člověka. Žádné úmrtí spojené s těmito predátory však zdroje neuvádějí.

Obří chobotnice?

Existují, ale rozhodně nedosahují velikosti největších krakatic a kalmarů. Mezi největší taxony patří chobotnice velká (*Enteroteuthis dofleini*) obývající prostředí šelfů a kontinentálního svahu (do hloubek okolo 2 km)

severního Tichého oceánu a podivuhodná „sedmiramenná“ chobotnice kosmopolitní (*Haliphron atlanticus*, obr. 4) s celosvětovým rozšířením. Opticky mají samci jen 7 ramen, ale osmé, hektokotylové je stočené ve zvláštním vaku pod pravým okem, takže není vidět. U chobotnice velké se uvádělo rozpětí ramen až téměř 10 m při hmotnosti neuvěřitelných 270 kg (High 1976). Tyto údaje ale nebyly potvrzeny a novější data odkazují na rozpětí ramen okolo 6 m a hmotnost do 50 kg. V tomto ohledu je ještě o něco větší chobotnice kosmopolitní s hmotností do 75 kg, ale s výrazně kratšími chapadly s rozpětím okolo 4,5 m.



Nautiloidea: loděčky a příbuzní

Zatímco současné loděčky (Nautilida) dosahují průměru schránek maximálně okolo 30 cm a hmotnosti asi 1,6 kg, jejich vzdálení fosilní příbuzní (podtřída Nautiloidea) patřili v paleozoiku k největším predátorům. Za největšího zástupce je považován endoceratidní rod *Cameroceras* (ordovik) s přímou schránkou. Současné loděčky mají schránky pouze spirálně stočené. Vyhyňuli příbuzní disponovali různě tvarovanými, nejčastěji přímými schránkami – proto jsou i opticky delší. Dříve uváděné rozměry největšího jedince blížící se k 10 m (Teichert a Kummel 1960) nebyly později potvrzeny. Po exaktním přeměření jednoho z největších exemplářů se nyní udává délka schránky (tedy bez hlavy a ramen) 5,7 m, přičemž obývací komora dosahuje 30 % délky celé schránky (jde o poslední komoru vnější schránky hlavonožců, která není dělená septy, hlavonožec v ní má všechny důležité tělesné orgány, obr. 4). Mezi další velké loděnkovitě s přímou schránkou, považované za megafaunu, patří devonský *Deiropoceras* (2,5 m) a karbonový *Rayonnoceras* s téměř 3 m. Největší spirálně stočená loděnka (*Cenoceras rumelangense*) pochází ze střední jury (bajok, před asi 170 miliony let) a má průměr 60–70 cm. Při rozvinutí schránky se ale dostaneme na hodnoty blízké kamerocerovi. Je tedy zřejmé, že limit u nautiloidních hlavonožců nepřesahuje 6 m.

Ammonoidea: Amoniti

Největší nalezený amonit patří k druhu *Parapuzosia seppenradensis* (svrchní křída, kampán). Zachovaná část má v průměru 1,7 m (obr. 4 a 6). Původní rekonstrukce (po dopočítání chybějící obývací komory) pracovaly s průměrem schránky přes 3 m a délkou schránky téměř 19 m. Dnes se moderní studie shodují na průměru něco málo přes 2 m a délce po rozvinutí 12–14 m, což se, při počítání hmotnosti přes 400 kg, blíží největším známým kalmarům a krakaticím. Mezi obří amonity řadíme také jurské zástupce rodu *Lytoceras* (případně *Lobolytoceras*), největší pocházejí z Nového Zélandu a průměr schránek dosahuje 1,5 m. Existuje ještě několik dalších taxonů spirálně stočených amonitů, jejichž průměr přesahuje 1 m, kteří tak dokládají tendence ke gigantismu v obdobích jury a křídly. Z našeho území známe také gigantické formy s průmě-

rem schránky okolo 1 m – rod *Lewesiceras* ze spodního a svrchního turonu české křídové pánve (obr. 7). Evolučně zajímavou kapitolou jsou velcí křídoví heteromorfní amoniti, částečně rozvinutí nebo s přímou schránkou (u mnoha linií se schránky rozvíjejí, např. u dokonce opět stáčí, někdy i prostorově), např. rod *Baculites* (až 1,5 m) nebo *Diplomoceras* (přes 1 m).

Megafauna hlavonožců v čase

Mezi nejstarší megafaunu hlavonožců řadíme spodno- až svrchno-ordovické endoceratoidy (Endoceratoidea) a svrchno-ordovické ortoceratidy (Orthoceratida), u nichž jejich přímé vnější schránky dosahují délky přes 1 m. Ortoceratidy, společně s pseudortoceratidy (Pseudorthoceratida) jsou také dominantní megafaunou siluru. V období ordoviku a siluru patří k vrcholovým predátorům a největším zástupcům nektonu. Vznik čelistí u obratlovců coby evoluční novinky v siluru ale výrazně mění pravidla hry. V období devonu začíná tzv. devonská nektonní revoluce a hned čtyři skupiny hlavonožců sázejí na gigantismus: orto-/pseudortoceratidní, aktinoceratidní (Actinoceratida), multiceratidní (Multiceratoidea) a úplná evoluční novinka, vzešlá z kompetice s obratlovcí – amoniti (Ammonoidea), dnes je chápeme jako sesterskou skupinu Coleoidea, spolu tvoří Neocoleoidea). Ti dosahují gigantismu již ve svrchním devonu. V karbonu (spodním) se setkáme s gigantismem už jen u jedné skupiny – aktinoceratidů.

Následuje neskutečně dlouhé období (téměř 120 milionů let), kdy nemáme ve fosilním záznamu žádné hlavonožce, kteří by naplňovali definici megafauny. Až v pozdním triasu se objevuje gigantismus znovu, u amonitů, a přetrvává do konce křídly. Amoniti tehdy opakovaně sahají ke gigantismu opět z důvodů kompetice s velkými obratlovcí (viz dále v textu). Z coleoidních hlavonožců pozorujeme gigantismus nejdříve u belemnitů, a to pouze ve střední juře (*Megateuthis*), ve svrchní juře je následují osmiramenní (Octobrachia, zahrnující dnešní chobotnice). Ti dosahují největších rozměrů v pozdní křídě a představují největší hlavonožce v celé historii. V recentní době považujeme za megafaunu některé obří chobotnice (např. rody *Enteractopus* nebo *Haliphron*). Desetiramenní (Decabrachia nebo Decapodiformes), zahrnující

6 Porovnání velikosti největšího známého amonita *Parapuzosia seppenradensis* (odlitek) s dospělým člověkem. Sbírký Senckenberg Naturhistorische Sammlungen v Drážďanech

7 Exemplář našeho největšího druhu amonita *Lewesiceras mantelli*, svrchní křída, svrchní turon (před zhruba 89 miliony let) z lomu v Úpohlavech. Průměr schránky 70 cm, přerušovaná linie ukazuje, kam dosahovala obývací komora. Při úplném zachování by byla velikost přes 1 m. Chlupáčovo muzeum historie Země v Praze. Snímky M. Košťáka, pokud není uvedeno jinak

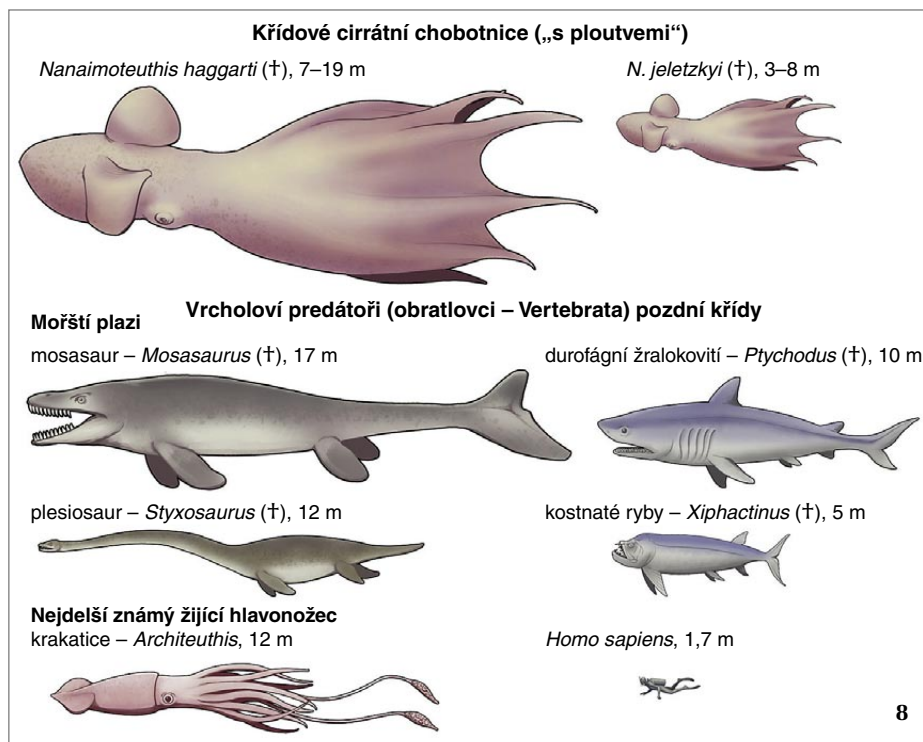
8 Porovnání velikostí dvou druhů rodu *Nanaimoteuthis* s faunou pozdní křídly. Upraveno podle: S. Ikegami a kol. (2026), s laskavým souhlasem autorů

9 Gigantický osmiramenný hlavonožec *Nanaimoteuthis haggarti* byl vrcholovým predátorem pozdně křídového mořského ekosystému. Jeho kořisti se mohli stát i velcí mořští plazi, např. mosasauri. Rekonstrukce P. Modlitba. Foto V. Hnátek

např. sépie a krakatice, resp. jejich gigantické formy, nemají patrně fosilní záznam, lépe řečeno dosud chybějí nálezy. Velká gladia připomínající vnitřní schránky některých recentních zástupců jsou známa z pozdně křídových sedimentů např. Kansasu a dosahují délky až ke 2 m (celková délka včetně ramen mohla být i kolem 10 m). Jejich systematická příslušnost však není zcela jasná a převážně se řadí k linii osmiramenných. Recentně patří desetiramenní k vrcholovým predátorům a představují největší současné hlavonožce.

Proč chybí fosilní záznam těl krakatic?

Odpovědí je hned několik. Jednak je tělo měkké, bez pevných částí, tedy kromě statolitů (aragonit), čelistí a gladií. Ačkoli jsou zobáky a gladia tvořeny převážně β-chitinem, tedy biomateriálem, který poměrně dobře odolává času i diagenézi (procesům vedoucím ke vzniku pevně usazené horniny, včetně vnitřních, např. rozpouštění nebo rekrystalizaci), zachovávají se velmi vzácně. Dále je to dáno přirozeným prostředím, ve kterém krakatice žijí – tedy spíše hlubokovodní, které předpokládáme i v geologické minulosti (Arkhipkin a kol. 2012) jako ekologickou niku jejich vzniku. V neposlední



řadě jde o vysoký obsah amoniaku v tkáních, který inhibuje jeden z nejrozšířenějších procesů fosilizace – fosfatizaci – nahrazení pevných i měkkých tkání fosfátem, nejčastěji fosforečnanem vápenatým (Clements a kol. 2017). I přesto fosilní nálezy měkkotělých coleoidů existují, přímé předky krakalic ale mezi nimi zatím neznáme.

Příčiny gigantismu: změny prostředí i koevoluce

Mezi spouštěcí mechanismy opakovaného zvětšování velikosti hlavonožců patří jak

fenomény abiotických změn prostředí, tak zejména příčiny biologické. Z porovnávaných dat se ukázala určitá korelace mezi výskytem gigantických forem a zvyšováním hladiny světového oceánu – zvětšování plochy šelfových moří (Klug a kol. 2025). To by mohlo částečně vysvětlovat nepřítomnost této megafauny v intervalu karbon až trias, kdy panovaly převážně chladnější podmínky a nízký stav hladiny oceánu – s tím souvisí de facto vymizení šelfů coby oceánských prostor s největší bioproduktivitou (a biodiverzitou), a tedy i potravou.



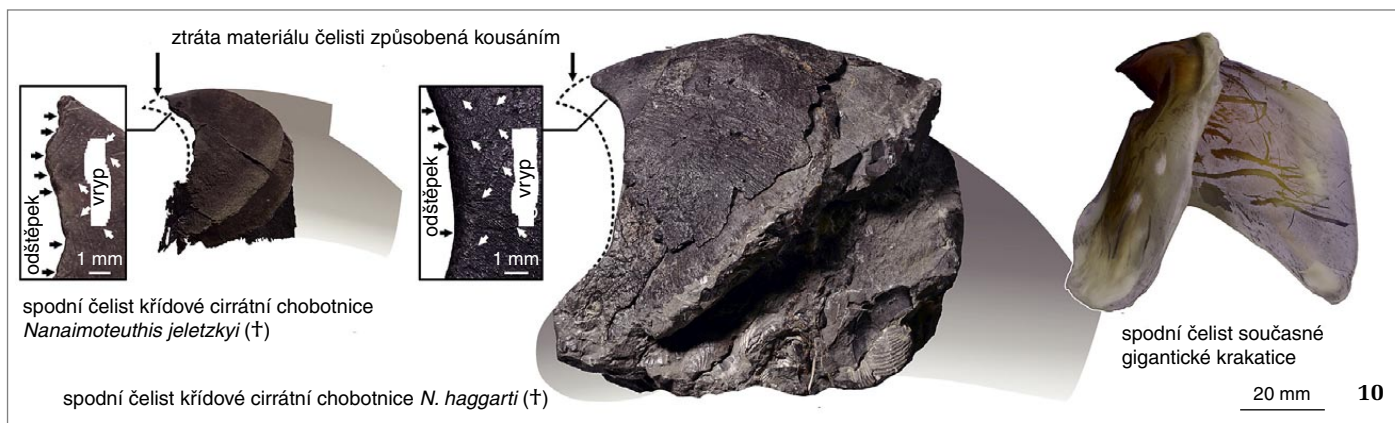
Velká vymírání a anoxické události spojené s vyššími teplotami a nízkým obsahem rozpuštěného kyslíku v oceánech mají přímý vliv na velikost – velké formy při těchto událostech buď mizí, nebo pozorujeme trendy zmenšování. Klíčovou roli hrají faktory biotické, jako jsou změny bioproduktivity oceánů (což bývá v přímé souvislosti s dalšími environmentálními změnami) a zejména koevoluce s obratlovci.

Počátky koevoluce hlavonožců a obratlovců sahají hluboko do spodního paleozoika, ale teprve vznik čelistí u obratlovců a následná nektonní revoluce nastartovaly intenzivní kompetici. Výsledkem je např. analogická stavba oka u obou skupin nebo výrazný rozvoj inteligence. Nápadná je také korelace výskytu nových forem obratlovců (žralokovitých, sarcopterygií, mosasaurů ad.) a objevení se gigantických forem amonitů (i nově zjištěných osmiramenných) zejména v mezozoiku. Druhou reakcí menších hlavonožců na rostoucí konkurenční a predáční tlak je přechod k bentickému, resp. nektobentickému způsobu života (aktivnímu při dně). Ale nejen v mezozoiku, již dříve v devonu, pozorujeme nástup gigantických forem obratlovců (např. *Dunkleosteus*) a zároveň objevení se první megafauny amonitů (*Manticoceras*).

Copeho pravidlo, pracující s evoluční hypotézou postupného zvětšování velikosti v čase, se u hlavonožců uplatňuje pouze částečně – týká se zejména neocoleoidů (včetně amonitů), zatímco u nautiloidních, resp. nautilidních hlavonožců (kam patří i současné loděnky, známých až od svrchního devonu – před asi 370 miliony let) uvedený princip úplně neplatí. Tuto diskrepanci může vysvětlit Kleiberovo pravidlo, úplně obecně – menší zvířata mají (vzhledem ke své hmotnosti) rychlejší metabolismus (na svou hmotnost spotřebují více kalorií). U recentních loděnkovitých hlavonožců (Nautilida) je metabolismus výrazně pomalejší než např. u kalamrů. Svých maximálních rozměrů dosáhli nautilidi během evoluce až ve střední juře (*Cenoceras*), tedy přibližně 200 milionů let po svém vzniku.

Mytický kraken nalezen

Rok 2026 vstoupí do dějin paleontologie, ale i biologie jako datum, kdy byl objeven největší hlavonožec v historii Země. Tým prof. Yasuhira Iby (Univerzita Sapporo, Hokkaido, Japonsko), tedy on a jeho studenti publikovali v časopise Science zásadní objev gigantického zobáku fosilního hlavonožce z období pozdní křídy (asi 70 milionů let, Ikegami a kol. 2026). *Nanaimoteuthis*, jak je křídový gigant pojmenován, kombinuje mnoho nečekaných zjištění. Představuje jednoho z nejstarších známých zástupců osmiramenných skupiny Cirrata (Cirrina) a zároveň zřejmě jednoho z největších predátorů křídových moří. Cirrata („chobotnice s ploutvemi“) se vyznačují přítomností ploutví a přívěsků na chapadlech (cirry), které se mohou kombinovat s přísavkami. V současnosti k nim patří třeba hlubokomořská chobotnice ušatá (*Cirrothauma murrayi*). Dva druhy (obr. 8 a 10) – *N. haggarti* (stupně křídy santon až kampán) a *N. jeletzkyi* (cenoman až kampán) – jsou popsány na základě čelistních aparátů ze sedimentů pozdní křídy ostrovů Hokkaido (*N. haggarti*) a Vancouver v Kanadě



(*N. jeletzkyi*). Je tedy zřejmé, že geografické rozšíření těchto hlavonožců bylo poměrně velké a pokrývalo minimálně severní Tichý oceán.

Abnormální velikost spodních čelistí byla překvapením, přiřazení ke konkrétní skupině hlavonožců pak umožnilo výpočet velikosti celého živočicha. U *N. haggarti* od 7 do téměř 19 m, menší *N. jeletzkyi* mohl dosahovat délky „pouze“ 3–8 m. Ačkoli známe jen spodní čelisti těchto obrů, můžeme na základě jejich morfologie a poškození interpretovat způsob použití. Na „zobáčích“ byly nalezeny indicie opracování, ukazující na příjem potravy při drcení pevných materiálů (schránek, krunýřů, kostí) včetně velkých obratlovců (obr. 9). Vzhledem k tomu, že čelistní aparáty obou druhů se nacházely v hlubokomořských sedimentech, je zřejmé, že k jejich změnám nemohlo dojít mechanicky v příbřežní zóně, ale odráží skutečnou aktivitu během života (obr. 10).

10 Porovnání velikostí spodní čelisti u rodu *Nanaimoteuthis* a recentní obří krakalice rodu *Architeuthis*. Zřetelné je také opracování čelistí související s příjmem potravy. Podle: S. Ikegami a kol. (2026), s laskavým souhlasem autorů

Při výzkumu *N. jeletzkyi* byla použita nová metoda známá pod anglickým názvem digital fossil mining, kdy je fosilie postupně zbrusována v krocích okolo 20 μ m, digitalizována a zpracována pomocí AI (zero shot learning AI). Metoda dosahuje srovnatelných výsledků jako synchrotron, je ovšem destruktivní. Morfologie čelistí umožnila interpretaci hlavonožce jako cirrárního, osmiramenného s protaženým tělem, což vychází z analogie s recentními zástupci. Největším překvapením je ale asymetrické užívání čelistí (výraznější obrus/používání jedné ze stran), které dokládá lateralizované chování, resp. zvyšuje funkční

odlišnost částí mozkového centra, které tak může zpracovávat více informací zároveň. Ve finále vede k zvyšování inteligence.

Se svými rozměry byl *Nanaimoteuthis* na vrcholu potravního řetězce v křídovém mořském ekosystému. V kombinaci s předpokládanou inteligencí mohl patřit mezi nejobávanější predátory v historii planety, tedy samozřejmě až po druhu *Homo sapiens*.

Závěrem

Hlubiny oceánů skrývají ještě nejedno tajemství. Prozkoumanost hlubokomořských prostor je stále velmi nízká a šance na objevení nových velkých forem nejen hlavonožců roste s technologickým pokrokem. Stejně tak nevydaly všechna svá tajemství ani hlubiny času, zachované v sedimentárních archivech.

Použitou literaturu uvádíme na webové stránce Živy.

Ondřej Koukol

Prototaxites a jeho příběh neuvěřitelné cesty systémem organismů

Obří fosilie poprvé nalezené už v polovině 19. století a popsané v rodu, který evokuje vztah k nahosemenným rostlinám, si dosud zasloužily velkou pozornost. Postupně je studovali špičkoví vědci ve svém oboru a s každou novou použitou metodou přicházela nová interpretace, do které skupiny organismů tento prvohorní obr spadá. V letošním roce byla publikována studie, jejíž autoři přišli se zcela novou myšlenkou, ale nepředbíhejme a podívejme se postupně na krkolomnou historii názorů na systematické zařazení rodu *Prototaxites*.

Jehličnan, tak nějak omylem

Když se kanadský geolog a paleontolog John William Dawson (1820–1899) dostal jako první vědec ke studiu rostlinných fosilií ze zátoky Gaspé z kanadského poloostrova Gaspésie (provincie Québec),

zaujaly ho i vzorky, které od počátku interpretoval jako zbytky částečně zetlelého dřeva. Pocházely ze spodně devonských sedimentů (starých 393–407 milionů let) a našel je r. 1843 při průzkumu poloostrova významný kanadský geolog William



Edmond Logan (1798–1875), označovaný někdy jako otec kanadské geologie. Dawson je od počátku považoval za zkamenné kmeny dřeviny příbuzné jehličnanům. Podle podobnosti s dřevem recentních tisů (*Taxus*) pro ně vybral jméno *Prototaxites*