

## **Jak se hledá rybí předchůdce člověka**

V posledních letech běžně trávím letní prázdniny daleko na severu za polárním kruhem proklepáváním hornin ve sněhových plískanicích. Zuby mi cvakají zimou, na dlaních naskakují puchýře a nedaří se mi najít vůbec nic. Když se však na mě usměje štěstí, najdu v kameni zachovaných pár kostí, kostí pocházejících z ryby, která žila před mnoha miliony let. Pro většinu lidí by to žádný poklad nebyl, pro mě to však je nález nad zlato cennější.

Kosti dávno vymřelých ryb nám totiž mohou napovědět, kdo jsme a jak jsme svou podobu získali. Podobně cenné informace můžeme získat i z jiných, zdánlivě kuriózních zdrojů. Třeba z fosilních otisků primitivních červovitých organismů a ryb na nejzapadlejších místech po celém světě i ze struktury DNA kteréhokoli dnes žijícího živočicha. To však nijak nevysvětluje, proč kosterní zbytky zachované z minulých geologických dob – a mezi ně patří samozřejmě i zbytky fosilních ryb – poskytují hlavní klíč k pochopení anatomické stavby našeho vlastního těla.

Jak si můžeme představit události miliony a někdy i miliardy let vzdálené? Žádný svědek u nich bohužel nebyl, člověk ještě neexistoval. Vždyť tehdy ani neexistovalo nic, co by mělo ústa, nebo dokonce hlavu. A co horšího, tehdejší živočichové zahynuli už nepředstavitelně dávno a do dnešní doby se dochovaly jen jejich nepatrné zbytky. Jen si uvědomte, že přes 99 % všech živočichů, kteří kdy na této planetě žili, vymřelo, že pouze malý zlomek z nich se zachoval v podobě fosilií a z těch že se zase jen pramalý zlomek podařilo najít. Už z toho je zřejmé, že každý pokus o rekonstrukci naší historie je od prvopočátku spojen s nesmírnými obtížemi.

## Studium fosilií je snaha poznat sebe sama

Poprvé jsem na vlastní oči spatřil fosilního rybího vzdáleného předka člověka jednoho červencového odpoledne za sněhové vánice, když jsme na Ellesmerově ostrově, v místech ležících přibližně na 80. stupni severní zeměpisné šířky, zkoumali horniny staré 375 milionů let. Přijeli jsme do tohoto opuštěného kouta světa, abychom se pokusili objevit jedno z klíčových stadií přechodu mezi rybou a suchozemským obratlovcem. Z jednoho úlomku horniny vyčníval malý kousek rybí hlavy. A ne ledajaké ryby – ryby s plochou lebkou. Jakmile náš zrak na tuto zploštělou rybí hlavu padl, okamžitě nám bylo jasné, že jsme narazili na něco pozoruhodného. Kdyby se nám podařilo najít ještě další části této rybí kostry, pak bychom měli v rukou i doklad o velmi raném stadiu evoluce lidské lebky, páteře, a dokonce i končetin.

Co nám může taková plochá rybí lebka říct o přechodu z vody na souš? Anebo ještě mnohem osobnější otázka: Proč já se trmácím do nehostinné Arktidy a nezajedu si třeba na slunnou Havaj? Odpovědi na obě tyto otázky lze najít ve způsobu, jak pohlížíme na fosilie a jak nám slouží při odhalování naší vlastní minulosti.

Fosilie patří mezi nejdůležitější doklady, jež nám pomáhají porozumět samotné podstatě nás samých (geny a zárodky také, ale o tom budu mluvit později). Většina lidí si však neuvědomuje, že hledání fosilií je velmi precizně plánovaná činnost, jejíž výsledky navíc můžeme do určité míry předpovídat. Ještě před odjezdem do terénu je nutné se dobře vyzbrojit pro to, abychom pak byli v hledání úspěšní. O zbytek se pak postará štěstěna.

Paradoxní vztah mezi plánováním a reálnými možnostmi případně vystihl výrok Dwighta D. Eisenhowera: „Zjistil jsem, že v přípravách na bitvu je plánování velmi důležité, ale plány samotné nejsou k ničemu.“ Přesně totéž platí i pro paleontologii. Máme spoustu plánů, jak se dostat na lokalitu, ale jak

mile tam jsme, můžeme je všechny zahodit. Situace na místě může změnit i ty nejlepší plány.

Přesto můžeme rámcově připravovat expedice tak, aby se pokusily odpovědět na nějaké konkrétní vědecké otázky. Na základě zkušeností (ještě se o nich zmíním) můžeme předpovědět místo nálezu nějaké důležité fosilie. Samozřejmě že nemůžeme být stoprocentně úspěšní, ale jsme schopni se strefit tak často, že to stojí za úvahu. Já jsem na tom založil celou svou kariéru. Snažil jsem se nalézt nejstarší savce, abych mohl zodpovědět otázky týkající se jejich původu, nejstarší žáby, abych objasnil původ těchto obojživelníků, nebo některé rané suchozemské obratlovce, aby nám něco prozradili o přechodu obratlovců na souš.

Paleontologové dnes mají v mnoha ohledech situaci mnohem snadnější, než tomu bylo dříve. Díky geologickému mapování, prováděnému nejrůznějšími vládními institucemi a ropnými a plynárenskými společnostmi, jsme získali mnohem podrobnější znalosti o geologii nejrůznějších oblastí světa. Internet zase umožňuje rychlý přístup k mapám, výzkumným zprávám a leteckým fotografiím. A můj stolní počítač mi dokonce může dát nahlédnout do vašeho dvorku, zda by se tam nedaly nalézt nějaké důležité fosilie. Nejrůznější zobrazovací metody a radiografické přístroje dokonce dovedou na obrazovce počítače zprůhlednit povrchové vrstvy horniny na vzorku a podívat se na kosti, které se pod nimi skrývají.

Přes veškerý tento pokrok však hledání fosilií zůstává v mnoha ohledech na stejné úrovni jako před sto lety. Paleontologové musí stále pečlivě prohlížet horniny, doslova se po nich plazit a fosilie z nich ručně vyprošťovat. Při hledání fosilií a jejich vyprošťování z horniny je nutné brát v úvahu tolik věcí, že je obtížné tento postup jakkoliv automatizovat. Kromě toho by hledání fosilií na monitoru počítače určitě nebylo tak zábavné jako jejich hledání v terénu.

Situaci komplikuje i to, že lokalit, které fosilie skrývají, je jako šafránu. K tomu, abychom své šance na úspěch znásobi-

li, jsou nutné tři věci. Musíme najít místa, kde se vyskytují horniny odpovídajícího stáří, navíc to musí být horniny, v nichž se mohly fosilie zachovat, a konečně musí tyto horniny vycházet na povrch. A ještě něco nám nesmí chybět – štěstěna. Vysvětlím to na následujícím příkladu.

Vezmeme si největší přeměnu v historii života – přechod ryb na souš. Celé miliardy let se veškerý život odehrával výlučně ve vodě, ale přibližně před 365 miliony let začali někteří obratlovci žít i na souši. Život v těchto dvou prostředích, ve vodě a na souši, je zcela odlišný. Dýchání ve vodě zajišťují zcela jiné orgány než orgány pro dýchání vzduchu. Totéž platí pro vylučování, přijímání potravy nebo pro pohyb. Muselo povstat úplně jiné tělo. Na první pohled se zdá hranice mezi oběma prostředími téměř nepřekonatelná. Pohled na paleontologické doklady přechodných forem nás ale vyvede z omylu: co se zdá nemožné, se skutečně odehrálo.

Když hledáme konkrétní a pro naše účely důležité sedimentární horniny, můžeme se spolehnout na jednu důležitou skutečnost. Že se nikde na světě fosilie nevyskytují v horninách nahodile. Výskyt těchto hornin, ale i výskyt zkamenělin, které se v těchto horninách zachovávají, se řídí velmi přesnými pravidly a my se můžeme při plánování expedic těmito pravidly řídit. Postupné ukládání hornin, které probíhalo miliardy let, se zapsalo do odlišných horninových vrstev. Obvykle předpokládáme – a pravdivost tohoto předpokladu lze snadno ověřit –, že vrstvy blíže povrchu jsou mladší než vrstvy ležící hluboko pod povrchem. Tak tomu bývá především v těch oblastech, kde si uložené vrstvy svoji vodorovnou polohu – jako vrstvy na dortu –, zachovaly dodnes (dobře je to vidět například v Grand Canyonu). Pohyby zemské kůry však mohou pozici vrstev převrátit, a pak starší vrstvy leží na mladších. To vše prozradí přítomnost tektonického zlomu, takže i v těchto případech lze původní sled vrstev bez potíží rekonstruovat.

Fosilie uzavřené v horninách podléhají rovněž určitému logickému řádu, a tak různé vrstvy obsahují různé typy fosilií.

Kdyby bylo možné vypreparovat sloupec vrstev, který by obsahoval celou historii života na Zemi, našli bychom v něm nejruznější fosilie. Nejspodnější vrstvy by skrývaly jen mikroskopické formy, vrstvy nad nimi zase otisky něčeho podobného různým formám medúz. Ještě vyšší vrstvy by obsahovaly fosilní zbytky živočichů se schránkami, končetinami a nejrůznějšími orgány, například s očima. Nad nimi by pak byly vrstvy s prvními živočichy, kteří měli páteř. A tak bychom mohli postupovat dále. Vrstvy s prvními fosilními zbytky člověka by se nalézaly ještě mnohem výše. Samozřejmě že takový sloupec vrstev, který by obsahoval celou historii Země, neexistuje. V převážné většině případů reprezentují vrstevní sledy v určitých oblastech pouze kratší časový úsek. Abychom dostali celkový obraz, musíme tyto kratší vrstevní sledy sestavit dohromady, a to porovnáváním hornin i fosilií v nich zachovaných. Tato nesmírně složitá práce připomíná sestavování obrovských obrazových skládaček.

Že by měl sloupec horninových vrstev obsahovat postupně se měnící fosilní organismy, pravděpodobně nikoho nepřekvapí, ale méně už se ví, že z této posloupnosti měnících se druhů můžeme předpovědět, v kterých vrstvách se mohou nacházet druhy podobnější dnešním. Toto porovnávání fosilií s dnešními organismy se neliší od toho, jak porovnáváme sama sebe s živočichy v zoologické zahradě nebo ve veřejném akváriu.

A jak nám procházka zoologickou zahradou může být nápomocna v hledání horninových vrstev s důležitými fosiliemi? V zoologické zahradě můžeme vidět mnoho druhů, které se od sebe liší nejruznějším způsobem. Nehledejme však jen to, co je odlišuje. Rozdíly by odváděly naši pozornost od něčeho mnohem podstatnějšího, od toho, co různé živočichy spojuje. Vedle toho, že budeme hledat rysy společné všem živočichům, můžeme živočichy třídit do menších skupin podle rysů, které jsou vlastní právě jenom těmto menším skupinám. Na tomto principu můžeme třídit všechny organismy, takže potom každá větší skupina v sobě zahrnuje jednu nebo několik skupin

menších. A postupujeme-li tímto způsobem, brzy si uvědomíme jednu velmi důležitou okolnost.

Každý živočich v zoologické zahradě nebo akváriu má hlavu a dvě oči. Takovým živočichům říkáme obecně „zvířata“. Část z nich má kromě hlavy a dvou očí ještě končetiny. Zařadíme je proto do skupiny „zvířata s končetinami“. Někteří z těchto živočichů s hlavou a končetinami mají velký mozek, chodí vzpřímeně po dvou končetinách a jsou schopni dorozumívat se artikulovanou řečí. Do této skupiny patří i člověk, tedy i my sami. Při takovém způsobu kategorizace objektů můžeme vytvářet mnohem větší počet podskupin, ale i uvedený třístupňový příklad má velkou předpovědní hodnotu.

Fosilie zachované v horninách nalézaných v nejrůznějších koutech světa lze obecně třídit podle stejného principu a navíc je z nich možné vyvozovat časovou posloupnost. A toto vše pak nám může být nápomocno při plánování budoucích expedic. Pro ilustraci se vrátím k uvedenému příkladu. První a největší skupinu, námi prostě nazvanou „zvířata“, tedy živočichy s hlavou a dvěma očima, nalézáme v drtivé většině případů ve starších vrstvách než „zvířata s končetinami“. Konkrétně například ryby (typičtí reprezentanti skupiny „zvířata“) se poprvé objevily mnohem dříve než obojživelníci („zvířata s končetinami“). Je samozřejmé, že při definování skupin můžeme jít do větších detailů, například když zahrneme nejen větší počet fosilních živočichů, ale i větší počet jejich charakteristik. Navíc můžeme různými metodami upřesňovat i geologické stáří samotných hornin.

Přesně stejné analýzy velkého množství charakteristik mnoha druhů děláme v našich laboratořích. Zkoumáme anatomii živočichů do nejmenších detailů a studujeme dlouhé úseky jejich DNA. Získáváme takové množství dat, že často na to, abychom rozlišili skupiny uvnitř jiných skupin, potřebujeme velmi výkonné počítače. Takovýto postup je základem dnešní biologie, protože nám dovoluje formulovat hypotézy o příbuzenských vztazích mezi živočichy.