

# Třídění z hlediska stability

OBJEVILI ZÁKLADNÍ EVOLUČNÍ PROCES  
UŽ STAŘÍ ŘEKOVÉ?

Víte, co mají společného diferenciální a infinitezimální počet, neukleidovská geometrie, buněčná teorie nebo zákony termodynamiky? Všechny tyto důmyslné a nezřídka komplikované koncepty vznikly dříve než na první pohled „primitivní“ princip přirozeného výběru. Jak je možné, že ho popsal až Charles Darwin v polovině 19. století? A o jakých evolučních mechanismech uvažovali myslitelé dávno před ním? Nepřišli náhodou na něco důležitého?

text JAN TOMAN, JAROSLAV FLEGR

**PRINCIP** přirozeného výběru se nám přitom dnes zdá naprosto samozřejmý. Náhled, že se potomstvo každého páru až na drobné rozdílky podobá rodičům, že nejvíce potomků zanechají jedinci nejlépe přizpůsobení prostředí a že to musí vést ke stále lepšímu přizpůsobování daným podmínkám, je srozumitelný i dětem předškolního věku. Historiky i přírodovědce proto již více než 150 let trápí otázka, jak je možné, že princip přirozeného výběru popsal až Charles Darwin v polovině 19. století.

Jedno z možných vysvětlení této záhady nabízí tzv. *princip sociomorfního modelování*, podle kterého v přírodě máme daleko větší šanci si všimnout jevů, jež nějakým způsobem odrážejí rysy společnosti, ze které pocházíme. Nemělo by nás proto vůbec překvapovat, že byl Darwinův model přirozeného výběru formulován teprve v Anglii poloviny 19. století.<sup>1</sup> Všeobecné nahlédnutí tohoto procesu totiž umožnil až srovnatelný konkurenční boj větších i menších podniků, bank a korporací, který na vrcholu průmyslové revoluce vedl k bezprecedentnímu rozvoji ekonomiky, vědy, techniky a společnosti. O nějakých sto až dvě stě let dříve, kdy docházelo jen k pomalému rozvoji samostatných ekonomických subjektů, konkurenční boj se společnost snažila eliminovat a řemeslníci byli spojeni v ceších zaručujících stabilní ceny, kvalitu a objem vyrobeného zboží, by podobný náhled byl o mnoho těžší.

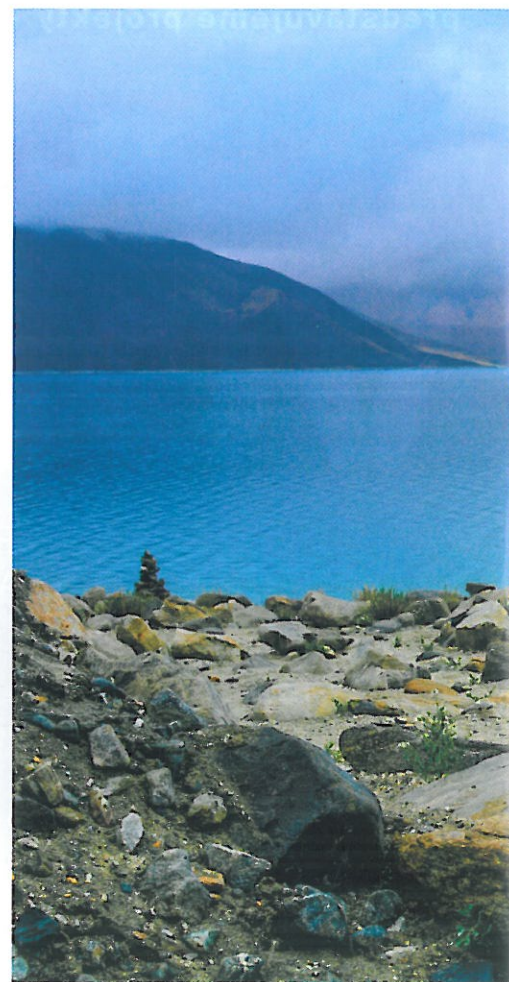
Různé v širokém smyslu slova evolucionistické úvahy se nicméně objevovaly i dříve.

První jsou staré více než dva tisíce let. Nejvýznamnějším z těchto archaických konceptů je patrně Empedoklova představa *zoogonie* – počátku živých tvorů na Zemi. Tí podle známého před Sokratovského myslitele vznikali spojováním jednotlivých údů a orgánů, které v raném období své existence Země plodila sama od sebe. Protože ke spojování částí těl docházelo nahodile, povstávaly většinou neživotaschopné zrůdy. Občas se ale objevila efektivní kombinace, která přežila i do dalších, z hlediska plodivé síly chudších období a dala základ některému z dnešních druhů. Současným organismům tedy podle Empedokla nedal vzniknout přirozený výběr, ale jakési třídění na základě životaschopnosti.

S našimi dnešními znalostmi je zřejmé, že většina účelných vlastností živých organismů vznikla působením přirozeného výběru nebo přinejmenším s jeho značným přispěním. Neříká ale možné, že Empedokles a další myslitelé, za jejichž života se společnost příliš neměnila, nahlédli odlišný, dost možná ještě obecnější evoluční proces než Charles Darwin?

## PŘEŽITÍ STABILNĚJŠÍHO

Na fenomén hromadění stabilních prvků systému na úkor prvků nestabilních se v průběhu následujících staletí tak docela nezapomnělo. Až donedávna však stál mimo hlavní zájem vědeckého badání. Pod tím či oním názvem se jej dotkly v zásadě dvě skupiny výzkumníků – „praktici“ z nejrůznějších oborů a badatelé na



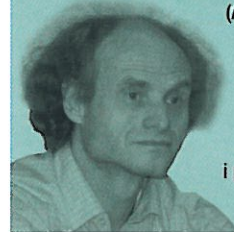
poli teoretické a evoluční biologie. Z druhé skupiny můžeme zmínit například biofyzika a statistika Alfreda Lotku nebo evoluční

**Mgr. JAN TOMAN** (\*1988) je doktorandským studentem teoretické a evoluční biologie na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy v Praze. Zaměřuje se především na makroevoluční jevy, ale svými zájmy se dotýká i řady hraničních oborů včetně astrobiologie. Ve všech oborech svého zájmu se věnuje také popularizaci.



**Prof. RNDr. JAROSLAV FLEGR, CSc.**, (\*1958) vystudoval Přírodovědeckou fakultu Univerzity Karlovy v Praze. V biologické sekci této fakulty se zabývá evoluční biologii, evoluční parazitologií a evoluční psychologií. Je autorem knih *Evoluční biologie* (Academia 2005, 2009),

*Zamrzlá evoluce* (Academia 2006), *Evoluční táni aneb O původu rodů* (Academia, 2015) a mnoha dalších odborných i popularizačních publikací.





Snímek volně dílo, CCO

**KAMENNÁ PYRAMIDA** je proti vzorům na hladině jezera etalonem statické stability; ani ona se však nemůže měřit se statickou stabilitou hor v pozadí.

biology Leigha Van Valena, Johna Maynarda Smithe a Richarda Dawkinse. Poslední jmenovaný nazval fenomén „přežitím stabilnějšího“ a ve své knize *Sobechy gen* o něm napsal: „Darwinovo ‚přežití zdatnějšího‘ je v podstatě speciálním případem obecnějšího pravidla přežití stabilnějšího. [...] První formou přírodního výběru byl výběr stabilních struktur a zamítnutí nestabilních. Není v tom žádná záhada. Stalo se to zákonitě.“

Nad rámec tohoto konstatování se ovšem Dawkins, podobně jako drtivá většina ostatních autorů, problémem dále nezabýval. Na vině je možná to, že se tento fenomén jeví na první pohled triviální a nezajímavý. Vždyť ani nejde o teorii. Jedná se jen o jakýsi popis toho, jak náš svět funguje: To, co je stabilní, respektive perzistentní, zůstává v systému delší dobu a hromadí se, zatímco to, co je nestabilní, se buď mění na něco jiného, nebo mizí. Ono „něco“ přitom mohou být neživé jednotky jako sněhové vločky nebo kameny, jednotliví příslušníci biologických druhů, druhy samotné nebo třeba jazyky či civilizace. Jedná se vlastně o axiom popisující osud všech materiálních i nemateriálních, živých i neživých jednotek na všech úrovních ve všech systémech podléhajících evoluci.

Zdálo by se tedy, že v lepším případě jde o velmi všeobecný popis jedné

z univerzálních vlastností našeho vesmíru, v horším o pouhou tautologii, bezobsažný a vždy platný výrok. Hlubší ponor pod hladinu tohoto procesu<sup>2</sup> nicméně ukazuje, že může vrhnout úplně nové světlo na podstatu přirozeného výběru. S přispěním tohoto procesu, který budeme dále nazývat *třídění z hlediska stability (stability-based sorting)*, navíc mohla vzniknout řada vlastností živých organismů, jejichž vysvětlení pomocí přirozeného výběru je značně problematické. Kromě toho může stát tento proces v pozadí mnoha důležitých jevů v kulturní evoluci i na řadě jiných míst.

Standardní neodarwinistický názor říká, že účelná a často velmi komplikovaná přizpůsobení organismů – například komplexní metabolické dráhy, vzorce chování nebo orgány – mohou vznikat pouze působením přirozeného výběru, který v každé generaci příslušníky druhu proseje, nechá rozmnožit jen ty nejlépe přizpůsobené a tím nesmírně zefektivní postupné nabalování a vylepšování adaptací. Přinejmenším teoreticky se ale dosti rozsáhlá třída vlastností organismů mohla zafixovat i vlivem třídění z hlediska stability. Muselo ovšem jít o jednoduchá přizpůsobení založená

na jedné až dvou současných změnách, které z nějakého důvodu zvýšily perzistenci dané entity (např. organismu), nějaké její části nebo výsledné evoluční linie (několik takových případů uvedeme dále).

Důvod je zřejmý. Třídění z hlediska stability má sice širší pole působnosti – uplatňuje se úplně ve všech systémech s historií, bez ohledu na to, jakým způsobem v nich tříděné entity vznikají – zároveň však postrádá hlavní zesilující efekt přirozeného výběru. Při výběru entity vznikají jedna z druhé a dědí vlastnosti rodičů, takže se zastoupení těch lépe přizpůsobených v populaci postupně zvětšuje a jednotky na sebe nabalují další a další výhodné změny. Při třídění vznikají jednotky na sobě nezávisle, takže u nich k žádné postupné kumulaci výhodných vlastností nedochází.

V mnoha jiných ohledech však má třídění z hlediska stability nad přirozeným výběrem navrch. V biologické evoluci se jeho působením mohou fixovat i z hlediska individuálního výběru nevýhodné vlastnosti, které ale přispívají k perzistenci celé evoluční linie. Přítomnost takových vlastností se dokonce může ve zpětném pohledu zdát nápadně neopportunistická, takřka plánovaná.

Není například pochyb o tom, že velký a výkonný mozek zvyšuje biologickou zdatnost svého nositele. Pokud ale vysoká inteligence vede k neúměrně vysokému riziku vymření druhu – ať už prostřednictvím zbraní hromadného ničení, nebo třeba snazšího šíření letálních patogenů v početných a celosvětově propojených populacích – budou na tom z hlediska dlouhodobé stability lépe ty evoluční linie nebo celé biosféry, které z nějakých důvodů vysoce inteligentní druhy vyštěpovat nemohou. Přednostně se tak budeme setkávat s nimi a jejich potomky. Právě tento fakt může být vysvětlením známého Fermiho paradoxu, tj. faktu, že jsme navzdory značnému stáří vesmíru a množství potenciálně příznivých planet stále nenarazili na žádné stopy mimozemských civilizací.

Třídění z hlediska stability a přirozený výběr však zpravidla nestojí proti sobě. Vztah těchto dvou procesů je velmi těsný a dalo by se dokonce říct, že přirozený výběr představuje specifický projev třídění z hlediska stability u entit, které se „naučily“ množení. V drtivé většině systémů vyplývá stabilita jejich složek z rigidní struktury a neměnnosti. Žulový balvan je perzistentní proto, že nepodléhá povětrnostním vlivům tolik jako třeba pískovec. Množící se entity, tj. zejména živé organismy, však „objevily“ speciální způsob zvýšení své perzistence v systému – replikaci. Tím stabilním, co se u nich zachovávalo, přestaly být entity samotné a nahradila to informace, jak vytvořit vlastní kopii. Při kopírování občas nevyhnutelně vznikají chyby, a tak z tohoto zvláštního způsobu

1) Nezávisle na sobě hned třikrát – skotským lesníkem Patrickem Matthewem a anglickými přírodovědci Charlesem Darwinem a Alfredem Wallacem.

2) Toman J., Flegr J., J. Theor. Biol., 2017, DOI: 10.1016/j.jtbi.2017.09.004.

zvýšení stability mohl povstat přirozený výběr ve své dnešní podobě.

Nejedná se přitom o žádné plané fantazírování. Někteří badatelé vytvořili propracované počítačové modely, které demonstrují možný vznik prvních živých protoorganismů se schopností replikace z pouze přetrvávajících a nemnožících se entit. Domníváme se však, že ani v biologických systémech třídění z hlediska stability neustoupilo zcela do pozadí. Patrně

## „V biologické evoluci se působením třídění z hlediska stability mohou fixovat i pro jednotlivce nevýhodné vlastnosti, které ale přispívají k perzistenci celé evoluční linie.“

se zde uplatňuje neustále, působí na všech úrovních a může stát za řadou záhadných pravidelností v živé přírodě.

### ZA VŠÍM (ZÁHADNÝM) HLEDEJ TŘÍDĚNÍ

Typickým příkladem znaků, které se mohly fixovat prostřednictvím třídění z hlediska stability, jsou některé vzorce altruistického chování. Pro populaci by například bylo výhodné, kdyby její členové, když hrozí riziko přemnožení, zpomalili produkci potomků. Háček vězí v tom, že individuální výběr bude za většiny okolností působit proti vzniku takového přizpůsobení. Pokud by ale bylo omezení produkce potomků za vysokých populačních hustot vedlejším důsledkem nějaké jiné vlastnosti, působením individuálního výběru jen těžko odbouratelné (představitelná je například teritorialita), mohlo by se fixovat prostřednictvím třídění z hlediska stability.

Nutnost, aby si každý jedinec zajistil a obhájil určité území, by vedla k menšímu riziku přemnožení, stabilizaci populačních četností, snížení rizika vymření a potažmo zvýšení perzistence celého druhu. Zároveň by znemožňovala přechod k původnímu stavu vlivem individuálního výběru, protože na teritorialitu je u každého druhu navázáno mnoho dalších vlastností nejrůznějšího charakteru. Po nějaké době bychom se tak měli setkávat jen s potomky populací, které disponovaly touto nebo nějakou jinou pojistkou proti přechodu k původnímu stavu.

Prostřednictvím třídění z hlediska stability mohlo dojít také k rozšíření a následnému udržování pohlavního rozmnožování. Z individuálního hlediska jde o proces spíše nevýhodný - nepohlavní množení má oproti pohlavnímu řadu předností. Pohlavnost ovšem umožňuje v populaci dlouhodobě udržovat velkou variabilitu různých alel (variant genů). Ta je výhodná zejména ve velmi proměnlivém prostředí, tedy v podmínkách, které jsou charakteristické pro většinu pohlavních organismů. Umožňuje totiž

rychle vyštěpit jedince dobře adaptované na momentální podmínky a zároveň v genofondu udržet i v danou chvíli nevýhodné alely, které se ale mohou ukázat jako klíčové hned po následující změně podmínek. Pohlavní druhy mohou právě z tohoto důvodu odolávat vymření lépe než příbuzné linie, které se navrátily k nepohlavnosti.

Analogický jev může stát za všeobecnou konzervovaností genetického kódu u dnešních organismů. Nelze vyloučit, že její

hlavní příčinou je předávání genů mezi nepříbuznými liniemi v rámci horizontálního genového transferu, který je možný jen v případě univerzálně sdíleného „jazyka“. Náhodné zakomponování cizích genů je pro jedince zpravidla nevýhodné a ze sobeckého hlediska by mělo být nejvýhodnější výrazné odlišení genetického kódu od ostatních linií. Z hlediska celé evoluční linie ale horizontální genový transfer patrně představuje vlastnost velmi výhodnou - umožňuje druhu „ulovit“ užitečné a již odzkoušené geny, třeba takové, které poskytují odolnost k určitému antibiotiku, jen tak z prostředí. Postupem času se tudíž tříděním z hlediska stability mohly vytřídit ty linie, které udržují svůj genetický kód prostřednictvím různých pojmek konzervovaný, jsou tak navzájem „kompatibilní“, a proto lépe odolávají vymření.

### STOPY NA VŠECH ÚROVNÍCH

Třídění z hlediska stability se projevuje i na dalších úrovních biologické evoluce a také v dalších typech evolučních systémů. Jednou z těchto doplňkových úrovní je rovina genů, respektive jejich variant. Již jsme zmínili, jak výhodné může být pro pohlavní druhy dlouhodobé udržování velké genetické variability různých alel v populaci. Ze stejných důvodů je ale patrně pro pohlavní druh velmi obtížné dlouhodobě odpovídat na usměrněný tlak přirozeného výběru a nevratně se tak změněným podmínkám přizpůsobovat. Působením třídění z hlediska stability se totiž hromadí přednostně takové alely, které za normálních okolností nemohou úplně vymizet - například alely, jejichž vliv na biologickou zdatnost závisí negativně na jejich frekvenci v populaci.

Jak zdůrazňuje naše *teorie zamrzlé plasticity*,<sup>3</sup> právě tento jev může zodpovídat za punktuacionalistický charakter evoluce pohlavních linií. Jinými slovy za fakt, že se jejich druhy po většinu doby své existence mění jen omezeně a ve většině ohledů vratně. Nová, výrazněji odlišná evoluční linie se

tedy může vyvinout jen za velmi specifických podmínek následujících po odštěpení malé části populace, kdy se zejména v důsledku vymizení alel s frekvenčně závislým vlivem na zdatnost druh stane (přechodně) evolučně plastickým.

Co se týče makroevoluce, může třídění z hlediska stability stát například za trendem postupného snižování (makro)evolučního potenciálu (především) pohlavních linií. Ač se to může zdát zvláštní, různí badatelé opakovaně dokázali, že se v průběhu evoluce snižuje schopnost evolučních linií měnit základy svého fungování a vytvářet zásadně nové evoluční inovace. Evoluce jako by přednostně vytvářela variace jen na těch nejpoprchnějších znacích.

Naše teorie zamrzlé evoluce (nezaměňovat s teorií zamrzlé plasticity, viz pozn. č. 3) vysvětluje tento fenomén postupnou akumulací takových skupin genů a potažmo celých vývojových a evolučních modulů, které jsou mezi sebou úzce provázané a silně odolné vůči působení evolučních tlaků. Jinými slovy, nevyhnutelným nahromaděním dlouhodobě perzistentních prvků procesem třídění z hlediska stability. Celý fenomén přitom může mít zásadní makroevoluční důsledky. Nelze vyloučit, že podstatně přispívá k tendenci pozemských organismů „uzavírat“ různá symbiotická spojení nebo že vede ke spojování entit nižší úrovně do koloniálních či mnohobuněčných organismů s do jisté míry obnoveným (makro)evolučním potenciálem.

Tím ovšem role třídění z hlediska stability zdaleka nekončí. Může stát za různými ekologickými jevy na lokální i globální úrovni. V průběhu vývoje ekosystémů se například jeho působením budou hromadit spíše takové druhy, které udržují podmínky prostředí v rozmezí vhodném pro svou vlastní existenci, než druhy, které si vlastní domov ničí.

Kromě toho se třídění z hlediska stability patrně uplatňuje v různých typech z biologické evoluce odvozených evolučních systémů - například v evoluci kulturní či v různých experimentálních a průmyslových simulátorech biologické evoluce. Některé jevy ve společenském vývoji, například jeho nerovnoměrná rychlost či postupné snižování jeho „evolučního potenciálu“ od doby vzniku dané společnosti či instituce, jsou svým biologickým protějšekům až na samozřejmá specifika daných systémů velmi podobné.

Nakonec nelze vyloučit ani možnost, že se třídění z hlediska stability uplatňuje i v individuálním vývoji, při psychologickém dozrávání jedince nebo přirozeném i počítačovém učení. Všechny tyto projevy třídění z hlediska stability, ale i řada dalších teprve čekají na zmapování. Empedokles musí ve svém intelektuálním zásvětí cítit nemalé pobavení, že jsme jeho přírodovědecké úvahy začali znovu brát vážně až v jednadvacátém století. ●

3) Flegr J.: Evoluční tání aneb O původu rodů. Academia, Praha 2015.