

edice **aliter**

Telmo
Pievani



**PŘÍRODOPIS
NEDOKONALOSTI**

edice **aliter** — svazek **86**

Telmo
Pievani

**PŘÍRODOPIS
NEDOKONALOSTI**

Dokořán a Argo 2024

Telmo Pievani
PŘÍRODOPIS NEDOKONALOSTI

© 2019, Raffaello Cortina Editore
Translation © Pavel Pecháček, 2024

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této publikace nesmí být rozmnožována a rozšiřována jakýmkoli způsobem bez předchozího písemného svolení nakladatele.

Druhé vydání v českém jazyce (první elektronické).
Z anglické předlohy *Imperfection: A Natural History*
přeložil Pavel Pecháček.

Odpovědný redaktor Jan Kárník.

Redakce Marie Černá.

Obálka, sazba a konverze do
elektronické verze Michal Puhač.

Vydalo v roce 2024 nakladatelství Dokořán, s. r. o.,
Holečkova 9, Praha 5,
dokoran@dokoran.cz, www.dokoran.cz,
jako svou 1 304. publikaci (444. elektronická).

ISBN 978-80-7675-215-3

Pro Carla, Gianluigiho, Roberta a Sandra,
kapelu, která nedokonalost proměnila v umění

OBSAH

PŘEDMLUVA (Ian Tattersall)	9
1 Drobná nedokonalost: A tak to vše začalo	13
2 Nedokonalost evoluce	29
3 Nedokonalost, která funguje	53
4 Otisk zbytečnosti v DNA	79
5 Příslovečný zmatek: Lidský mozek	99
6 Nedokonalý mudrc	119
7 Koupili byste si ojetinu od <i>Homo sapiens</i> ?	137
Na závěr zákony nedokonalosti	160
CITOVANÉ ZDROJE A DALŠÍ DOPORUČENÁ LITERATURA	167
REJSTŘÍK	173

K přednostem nedokonalosti, tedy vlastnosti, které se zpravidla dostává spíše opovržení než obdivu, chová Telmo Pievani nemalou úctu. Tento neobvyklý respekt nepramení jen z jeho přesvědčení, že nedokonalosti světa jsou tím, co jej činí pozoruhodným místem k životu, ale též z bystrého pochopení, že bez nedokonalosti by se biosféra, jejíž jsme součástí, nikdy nevyvinula. Jak totiž elegantně ukazuje, historii světa, ba samotného vesmíru, jehož je svět nekonečně malou součástí, lze v samé podstatě vnímat jako historii nedokonalosti. Pievani dokonce zachází ještě dál a tvrdí, že „dokonalost [jako taková] je paradoxní“. V době, kdy jsou naše představy o sobě a okolním světě tak mocně utvářeny (bezvýhradně se zdokonalujícími) technologickým „pokrokem“, který prostupuje naším společenským bytím, je tento nekonvenční pohled ohromně přínosný – obzvláště když dojde na zkoumání a pochopení původu a povahy našeho vlastního prapodivného druhu, *Homo sapiens*.

V úvodu svého hutného pojednání, které má však široký záběr a rozebírá, jak vesmír, biosféra a lidské bytosti dospěly tam, kde jsou nyní, Pievani zdůrazňuje evoluční důležitost historické kontingence, díky níž každý významný krok v běhu evoluce otevírá konečnou řadu nových možností a jiné eliminuje. Jakmile se ocitnete na nové trajektorii, staré možnosti se uzavrou a budoucí příležitosti budou téměř jistě

omezeny nejen tím, co vám minulost svévolně nadělila, ale také nespočtem náhodných vnějších vlivů, jež nijak nezávisí na tom, co jste zač. Právě díky této nevyhnutelné realitě je každá evoluční trajektorie jedinečná a takřka určitě neopakovatelná, ani teoreticky. A když Pievani upozorňuje, že je a priori mimořádně nepravděpodobné, aby se i po skoro čtyřech miliardách let existence života na Zemi objevil organismus schopný chodit po dvou, psát symfonie a posílat rakety na Měsíc, moudře varuje před vábivým ohlížením se do minulosti, při němž by se vznik takové bytosti mohl jevit jako svým způsobem nevyhnutelný nebo jako součást vývoje směřujícího k určité formě dokonalosti. Ostatně jakmile se dal proces do pohybu, bylo jisté, že nějaký výsledek přinese, a nad tím, který se dostavil, žasneme jednoduše proto, že jsme bytosti mající přesně tyto vlastnosti a že jsme čirou náhodou takového úžasu schopni.

Pievani svou knihu důmyslně buduje jako přibližně chronologickou sérii líčení důležitých evolučních událostí, prokládanou rozbořem faktorů (od genetických mechanismů po ekologická omezení), jež dané události co nejpersvědčivěji vysvětlují. Z toho důvodu je svazek, který držíte v rukou, stejnou měrou přemítáním o evoluci i popisem toho, co se dělo, když se biota v průběhu nezměrných věků měnila, až nakonec dala vzniknout dvounožcům, kteří jsou tu a tam schopni racionálního uvažování. Možná vůbec nejzávažnější bude zjištění, že tím, co je v evoluci důležité, není být na cokoli optimalizovaný – koneckonců co to znamená být optimální, je v prostředí odjakživa krajně náchylném ke změnám naprosto relativní – ale spíše jednoduše být dost dobrý na to protlouct se v jakýchkoli podmínkách, které nastanou. Odlišné podmínky vedou

k odlišným výsledkům. A pak tu je ještě ona stará dobrá historická kontingence.

Nikde jinde to není tak zjevné jako v evoluci člověka. Ještě v nedávné minulosti byla lidská linie rozmanitá, ale v současnosti se pyšní jen jediným žijícím druhem. Pievani věnuje zvláštní pozornost lidskému mozku, který se u různých zástupců rodu *Homo* v uplynulých dvou milionech let výrazně zvětšil. Avšak tím nejdůležitějším nakonec nebyla velikost: přinejmenším někteří homininní příbuzní, které *Homo sapiens* nedávno vytěsnil, měli stejně velký mozek jako on. Tím, na čem záleželo a co vysvětluje, proč jsme dnes jedinými homininy na světě, bylo fungování mozku, zejména pokud jde o schopnost uvažovat a plánovat. Nicméně navzdory tomu, jak efektivně se lidský mozek na kolbišti s jinými druhy jeví, z konstrukčního i funkčního hlediska jde o aparát poměrně komplikovaný: neurovědec Gary Marcus jej nazval „bastlem“ (angl. *kluge*) – lajdáckým přístrojem splácaným ze všeho, co bylo po ruce, který se ale při vykonávání svého úkolu dostatečně osvědčil. Pozoruhodně rychle se zbavit všech homininních konkurentů nepochybně druhu *Homo sapiens* umožnily výjimečné vlastnosti jeho mozku. Stejně tak by ovšem vzhledem k našim mylným vzpomínkám, sklonu dělat špatná rozhodnutí a tendenci věřit všelijakým šílenostem bylo pomýlené tvrdit, že evoluce náš mozek optimalizovala úplně na cokoli. Jak Pievani trefně podotýká, když přemítá, proč si lidé dokázali podmanit svět: „Naše nedokonalost jednoduše fungovala lépe než ta jejich.“

Tento svazek tedy není žádným tuctovým přehledem historie pozemského života a lidského druhu. Jedná se o analýzu z pera jednoho z nejdůvtipnějších a nejvlivnějších italských filozofů vědy, sepsanou strohým a strhujícím jazykem a pojednávající o tom, jak se svět jednobuněčných

organismů během několika miliard let proměnil v neuvěřitelně početnou a rozmanitou biotu dnešních dní a jak nad ní jedna zvláštní linie primátů získala nadvládu. Jak by autor sám bez váhání připustil, takový výzkum je nutně spíše průběžnou zprávou o stavu poznání než konečným prohlášením. Nicméně coby mimořádně čtivý výsledek hluboké, avšak lehce podávané erudice vás tato kniha přinejmenším přiměje k zamyšlení, a dokonce možná změni váš pohled na své místo ve světě.

Ian Tattersall

Drobná nedokonalost: A tak to vše začalo

„Je dokázáno,“ říkával, „že nic na světě nemůže být uspořádáno jinak než tak, jak to uspořádáno je. A jelikož všechno bylo stvořeno za nějakým účelem, musí mít všechno účel ten nejlepší. Jen si všimněte: nosy byly zřejmě stvořeny tak, abychom na nich mohli nosit brýle. A hle, zde je důvod, proč máme brýle. Nohy jsou dole zahnuté proto, abychom na nich mohli nosit boty. Proto máme boty. Kameny byly stvořeny proto, abychom je otesávali a stavěli z nich zámky. A jelikož největší baron v kraji musí nejlíp bydlet, má náš milostpán nejhezčí zámek. Vepři byli stvořeni k tomu, abychom je jedli. Jíme tedy vepřové celý rok. Z toho vyvozuji, že lidé, kteří razili názor: všechno je dobré, neřekli nic jiného než hloupost, poněvadž měli prohlašovat, že všechno na světě je nejlepší.“

—Voltaire, *Candide**

Na počátku byla nedokonalost. Vzpoura vůči zavedenému řádu, beze svědků a v srdci nejčernější noci. Před 13,82 miliardy let se v symetrii něco zhroutilo. Začal vát téměř nepostřehnutelný větrík a stalo se něco strašlivého: obří vesmírná

* Tento a všechny ostatní úryvky z knihy *Candide* přeložil Radovan Krátký, Praha: XYZ, 2007.

káča se svalila na jednu místo na druhou stranu. A tak se jedna nekonečně malá anomálie stala zdrojem všech věcí.

Prázdnota, jež obsahuje všechno

Pozoruhodné fyzikální výzkumy provedené v posledních letech na nekonečně velkém i nekonečně malém, produkt smělých předpovědí z minulého století, směřují k hypotéze, že náš vesmír není nic než nepřetržitá metamorfóza dokonalé prázdnoty. Ano, prázdnoty. Naprosté nepřítomnosti hmoty, polí a částic. Nicméně prázdnota, jež stála na počátku všeho, nebyla čistou nicotou. Byla naopak vším. A tohle všechno přetrvávalo ve stavu energetické rovnováhy. Tato prvotní prázdnota ale nebyla nepohyblivá. Její energie fluktovala. Jednalo se o kvantové vakuum překypující náhodnými oscilacemi, symetrickými srážkami a vzájemnou anihilací částic a antičástic. Dokonalé ve své souhrnné energetické rovnováze, avšak neklidné a klokotající. Obsahovalo vše a opak všeho. Tato chvějící se prázdnota byla výchozím materiálem pro všechny možné výsledky a příběhy. Ačkoli sama o sobě byla úplná, a tudíž dokonalá, postrádala stabilitu.

Pak se stalo něco, co významný římský básník Lucretius v návaznosti na svého učitele Epikura ve svém díle *De rerum natura* neboli *O přírodě* nazval náhodnou odchylkou, *clinamen*. První řeční atomisté si představovali počáteční stav světa jako nepřetržitý déšť částic, které celou věčnost pravidelně a souběžně padaly vedle sebe. Tato harmonie se ovšem následně zhroutila. Nepatrné narušení vychýlilo dráhu jednoho atomu, který posléze vrazil do jiného a ten zase do dalšího, a nastala řetězová reakce, jež rozbila původní deterministický obraz a spustila historii vesmíru v celé

jeho velkolepé nedokonalosti. A tak vše začalo, drobným náhodným vychýlením či vykojením. Něco podobného se obdobně náhodně mohlo přihodit při jedné z nekonečných fluktuací probíhajících v původním kvantovém vakuu. Stejně jako mnohé jiné i tato byla malinkatá. Prvotní symetrie se pravděpodobně zhroutila v přítomnosti inflatonu, částice, která je nepolapitelnou sestřenkou Higgsova bosonu. Tentokrát se však dokonalý stav vakua neobnovil. Rovnováha zanikla a inflatonová bublina, zběsile poháněná energií prázdnoty, odpálila časoprostor nezměrnou rychlostí.

Prvotní nedokonalost způsobená vzpourou inflatonu nás nasměrovala k historii všeho, co známe – můžeme-li tedy mluvit o „historii“, když uvážíme, že se to všechno odehrálo během několika miliardtin sekundy. Po dalším takovém pranepatrném okamžiku inflatony samy sebe přižívovaly a exploze se exponenciálně šířila a vytvořila makroskopický, žhnoucí časoprostor naplněný nehmotnými, bleskurychlými částicemi, které byly poslušny jedině, sjednocené síly. Poté inflace náhle zpomalila, jakoby mimochodem. Na biliontinu sekundy se zdálo, že univerzální symetrie obnovuje stav zdánlivé dokonalosti, ten však skončil skoro ještě dřív, než začal. Po výbušné inflační fázi začala působit gravitační síla, pokles teploty zapříčinil kondenzaci Higgsových bosonů, elektromagnetická síla se oddělila od slabé síly jaderné a obě se oddělily od síly gravitační. Částice začaly interagovat s všudypřítomným skalárním Higgsovým polem, a jak se setkávaly s rozdílným odporem (pole), dále se diverzifikovaly. Částice, které pole zpomalilo, získaly odlišnou hmotnost: kvarky, leptony a bosony zprostředkovávající interakce.

A tak se do světa jako nesmazatelný podpis vtiskla další anomálie. Výsledkem byla exotická rozmanitost základních částic, včetně těch, jež přežily dodnes, a těch zaniklých. Tato

druhá asymetrie vedla ke vzniku viditelné hmoty, nebo snad i hmoty temné, světla a čtyř základních sil. Jinak řečeno, zformovala se struktura vesmíru, jak ji známe. A uplynula jen jedna neposkvrněná vteřina.

Anizotropie

Současně chod událostí navždy ovlivnila třetí, nepatrná, leč zásadní nedokonalost. Z důvodů, jež musíme teprve odhalit, ale které mohou také souviset s vlastnostmi Higgsova pole, převážila hmota nad svým zrcadlovým protějškem, antihmotou, což vyústilo v náhodný, dodnes pozorovatelný nadbytek první nad tou druhou. Tento nekonečně malý nepoměr dal vzniknout hmotné, nikoli „antihmotné“, povaze naší reality.

Poté následovala rychlá kaskáda dalších asymetrií, větvení a spojování: kvark-gluonové plazma, protony, elektrony, neutrony a první nabitá jádra, posléze atomy a molekuly, vodík a helium. Od toho zlomku vteřiny se dostáváme k době 380 000 let od *počátku* – lze-li slovo „počátek“ považovat za správný termín, když nebylo žádné *předtím* – kdy se světlo konečně oddělilo od hmoty a v záblesku fotonů se začalo volně šířit všemi směry. Reliktní záření, které je patrné i dnes, je fosilizovaný signál prvního záblesku našeho vesmíru, poté co zprůhledněl. Nepřetržitě proniká vesmírem a z oblohy k nám přichází ze všech směrů. Na první pohled působí homogenně, protože se rozšířil všemi směry z jednoho bodu, ale zdání klame. Hledíme-li na jemné zvlnění v jeho struktuře a rozdíly podle původu v různých oblastech vesmíru, můžeme si všimnout další významné nedokonalosti. Reliktní záření má síťovitou strukturu.

Když se poprvé spojila oblaka vodíku a helia, působení gravitace nebylo rovnoměrné. Možná díky přítomnosti vesmírné sítě tvořené temnou hmotou se první hvězdy a galaxie zformovaly v hustších oblastech, které od sebe oddělovaly oblasti řidší a prázdnější. Z miniaturních počátečních nehomogenit se stala centra přitažlivosti, kolem nichž se utvořily první hvězdokupy a poté kupy galaxií. To vysvětluje, proč dnes vesmír nemá uniformní strukturu a proč se cokoli nemůže stát kdekoli. Když se nad tím chvilku zamyslíme, zjistíme, že podstatou je Lucretiův *clinamen*, tedy narušení symetrie. Kdyby byla hmota rozmístěná dokonale rovnoměrně (to jest byla izotropní), gravitace by všude působila stejnou silou a hmota by během rozpínání časoprostoru zůstala uvězněná ve svém izotropním stavu. Pokud ovšem do systému zaneseme drobnou anomálii, odchylku, poruchu izotropie, bude gravitační přitažlivost v jedné oblasti o něco silnější než v jiné. Tato anizotropie, třebaže na počátku nesmírně titěrná (jako v případě *clinamen*), se dál a dál prohlubuje a rozšiřuje, protože houstnoucí hmota přitahuje další hmotu, gravitační nestabilita roste a utváří se diverzifikovaná struktura s hlubokými asymetriemi mezi jednotlivými oblastmi. Právě to se skutečně stalo – za všechno mohou nepatrné nedokonalosti, které pravděpodobně existovaly už v době inflace, a posléze se umocňovaly.

Anizotropie vesmíru je další z jeho nádherných nedokonalostí, které můžeme dodnes pozorovat na nesmírně malých teplotních rozdílech (v řádu dvou stomiliontin stupně) v reliktním záření, které svým způsobem představuje fotografii vesmíru starého 380 000 let a dokazuje jeho nehomogenní strukturu. Od tohoto okamžiku se daná konfigurace asymetrií v hustotě hmoty stala předělem, který podmínil všechny následující události. Podobně jako u západkového

mechanismu neexistovala možnost, jak se vrátit zpět. V částech vesmíru, kde byla hustota hmoty největší, zpomalovala rozpínání časoprostoru gravitace. V nejnestabilnějších oblastech kosmu způsobila gravitace kolaps ohromného množství hmoty, v jejímž vnitřku začala růst teplota, a došlo k zažehnutí jaderných pecí prvních protohvězd.

Po 300 milionech let temnoty vesmír prozářila přehršel izolovaných světél. Bez anizotropní nedokonalosti by se v nitru hvězd nikdy nesyntetizovaly uhlík, dusík, kyslík, neon, sodík, hořčík, křemík a postupně i další těžší prvky jako síra, vápník a železo (Baggott, 2015). Kolaps raných hvězd a explozivní energie uvolněná supernovami zaplavily mezihvězdná mračna ještě těžšími prvky. Takto se později zrodily stabilnější, dlouhověké hvězdy s odlišným chemickým složením. V nepravidelné struktuře vesmíru se vytvořily nadkupy galaxií, velké zdi, majestátní filamenty, hvězdné řetězce a mlhoviny. Některé oblasti obsahovaly těžkých prvků více, jiné méně. A tak vzniklo gigantické pódium, na němž se odehrávalo drama s nepředpověditelným výsledkem. Historie vesmíru je dlouhým sledem asymetrií. Proto potřebujeme teorii superasymetrie.

Kontingence

Vesmír je nebezpečné místo. Jeho nesmírným prostorem každý okamžik otrásají náhlé katastrofy, které mají potenciál nás vmžiku vymazat ze světa. Vzbuzuje dojem velkolepé síly, přesto nám fyzika nekonečně velkého a nekonečně malého říká, že je nejistý. Nejisté je totiž všechno. Vesmír se zrodil, vyvíjel a jednoho dne zanikne, buď pomalou, chladnou smrtí, nebo ve velkém konečném výbuchu. Že