

DAVID CHRISTIAN

PŘÍBĚH POČÁTKŮ

— Velké dějiny všeho —



vesmír ★ Země ★ život ★ člověk
civilizace ★ současnost ★ budoucnost

VYŠEHRAĐ



ODKUD
JSME PŘIŠLI
A KAM
KRÁČÍME?

Rozhovor
se světem

Příběh počátků

Velké dějiny všeho

Vyšlo také v tištěné verzi

Objednat můžete na
www.ivysehrad.cz
www.albatrosmedia.cz



David Christian
Příběh počátků – e-kniha
Copyright © Albatros Media a. s., 2026

Všechna práva vyhrazena.
Žádná část této publikace nesmí být rozšiřována
bez písemného souhlasu majitelů práv.

ALBATROS  **MEDIA**

DAVID CHRISTIAN

PŘÍBĚH POČÁTKŮ

Velké dějiny všeho

DAVID CHRISTIAN

PŘÍBĚH POČÁTKŮ

Velké dějiny všeho

VYŠEHRAĐ

Copyright © 2018 by David Christian. All rights reserved
Translation © Ivo Magera, 2026

ISBN tištěné verze 978-80-267-3443-7
ISBN e-knihy 978-80-267-3444-4 (1. zveřejnění, 2026) (ePDF)
ISBN e-knihy 978-80-267-3446-8 (1. zveřejnění, 2026) (epub)
ISBN e-knihy 978-80-267-3447-5 (1. zveřejnění, 2026) (mobi)

OBSAH

<i>Předmluva</i>	11
<i>Úvod</i>	15
<i>Moderní příběh počátku</i>	19
<i>Časová osa</i>	22

ČÁST I VESMÍR

KAPITOLA 1

Na začátku: Milník 1	27
Nastartování příběhu	27
Milník 1: Kvantová inicializace vesmíru	30
První struktury	33
První atomy	37
Jaké jsou důkazy?	38

KAPITOLA 2

Hvězdy a galaxie: Milníky 2 a 3	43
Volná energie: Hnací síla složitosti	43
Galaxie a hvězdy: Milník 2	45
Vesmír s galaxiemi a hvězdami	48
Nové prvky a vzestup chemické složitosti: Milník 3	50

KAPITOLA 3

Molekuly a měsíce: Milník 4	56
Od hvězdného prachu k molekulám	56

Chemická dostaveníčka: Jak se spojují atomy	57
Milník 4: Od molekul k měsícům, planetám a slunečním soustavám	60
Planeta Země	62
Studium Země: Seismografy a radiometrické datování	64

ČÁST II

BIOSFÉRA

KAPITOLA 4

Život: Milník 5	69
Život a informace: Nový typ složitosti	69
Definice života	73
Příhodné podmínky pro život	76
Od pestré chemie k životu: Luca, poslední univerzální společný předek	80
Od Lucy k prokaryotům	82

KAPITOLA 5

Drobný život a biosféra	87
Geologie: Jak funguje planeta Země	88
Jednota života	95
Prokaryota: Svět jednobuněčných organismů	96
Fotosyntéza: Energetická zlatá žíla i revoluce	98
Eukaryota přicházejí na pomoc	102

KAPITOLA 6

Velký život a biosféra	106
Velký život	106
Molekulární udělátka, která velký život vůbec umožnila	107
Velký život začíná: Ediakarské a kambrické období	109
Evoluční vzestupy a pády: Masové vymírání a evoluční horská dráha	113
Zelenání souše a okysličení atmosféry	115
Dlouhodobé trendy: Větší těla a větší mozky	118
Dopad asteroidu – šťastná náhoda pro savce	123
Po asteroidu: Adaptivní radiace savců	124

ČÁST III

MY LIDÉ

KAPITOLA 7

Lidé: Milník 6	131
Evoluce primátů v ochlazujícím se světě	132
Raná historie homininů: Kdy se objevili první lidé?	135
Pozdější historie homininů: Poslední DVA miliony let	138
Čím se lišíme? Překročení milníku 6	140
Život ve starší době kamenné	144
Osídlování biosféry: Lidé migrují po celém světě	148
Rostoucí složitost ve starší době kamenné	149
Nejranější období lidských dějin	151

KAPITOLA 8

Zemědělství: Milník 7	154
Co je vlastně zemědělství?	155
Historie a geografie raného zemědělství	158
Proč se lidé dali na zemědělství?	
Překročení sedmého milníku	160
Raná agrární éra: Zemědělství se šíří po celém světě	164
Jak zemědělství změnilo dějiny lidstva	166

KAPITOLA 9

Agrární civilizace	171
Nadbytky, hierarchie a dělba práce	172
Od městeček k městům a vládcům: způsoby mobilizace	
i nová úroveň potravního řetězce	176
Rozmach agrárních států	183
Měření změn v agrární éře lidských dějin	187

KAPITOLA 10

Na pokraji dnešního světa	189
Svět před 600 lety	190
Vznik jednotného světového systému	193
Megainovace: Fosilní paliva	199
Počátky industrializace	202

KAPITOLA 11

Antropocén: Milník 8	206
Velké zrychlení	206
Proměna světa: Technologie a věda	209
Proměna světa: Správa a společnost	212
Nové způsoby života a bytí	214
Přetváření biosféry	217
Měření změn v antropocénu	219

ČÁST IV

BUDOUCNOST

KAPITOLA 12

Kam to celé směřuje?	227
Hry s budoucností	227
Budoucnost lidstva: Velký úkol	229
Za horizontem lidstva: Tisíciletá a kosmologická budoucnost	237
<i>Poděkování</i>	241
<i>Příloha</i>	244
<i>Statistika o dějinách lidstva v epochách holocénu a antropocénu</i> ..	244
<i>Slovníček pojmů</i>	245
<i>Další zdroje informací</i>	253
<i>Poznámky</i>	255
<i>O autorovi</i>	267

PŘEDMLUVA

*Vyprávíme příběhy, abychom dali věcem význam.
Máme to v krvi.*

— Lia Hills, „Return to the Heart“

Nápad vytvořit moderní příběh o počátku všeho není žádnou novinkou. U mne se poprvé objevil s kurzem o globální historii, který jsem v roce 1989 poprvé vyučoval na Macquarie University v Sydney. Tyto přednášky pro mě představovaly způsob, jak se dopracovat k dějinám lidstva. V té době jsem zkoumal a učil ruskou a sovětskou historii. Znepokojovalo mne však, že výuka národních nebo imperiálních dějin (Rusko ostatně bylo jak národem, tak i impériem) vysílá podprahové poselství, že na nejzákladnější úrovni jsou lidé stále rozděleni do oddělených soupeřících kmenů. Byl to však vhodný vzkaz pro svět disponující jadernými zbraněmi? Už jako školák jsem v době karibské krize živě pociťoval strach z toho, že jsme na pokraji apokalypsy, že všechno bude zničeno. A pamatuji si, jak jsem přemýšlel, zda jsou „tam u nich“, v Sovětském svazu, děti, které se bojí stejně jako já. Vždyť i oni byli lidmi. V dětství jsem žil také v Nigérii, a díky tomu ve mně zakořenilo silné přesvědčení o existenci jediného, nesmírně rozmanitého lidského společenství – pocit, který se mi ostatně potvrdil, když jsem jako dospívající začal navštěvovat Atlantic College, mezinárodní školu v jižním Walesu.

O několik desítek let později, již jako profesionální historik, jsem začal přemýšlet o tom, jak vyučovat sjednocené dějiny lidstva. Dokázal bych přednášet o dědictví, které sdílají všichni lidé, a vyprávět tento příběh s onou vznešeností a úctou, jimiž se vyznačují velké národní dějiny? Dospěl jsem k přesvědčení, že zkrátka potřebujeme takový příběh, v němž by naši paleolitičtí předkové a neolitičtí zemědělci mohli hrát stejně důležitou

roli jako vládci, dobyvatelé a imperátoři, kteří historickému bádání tak výrazně dominují.

Časem jsem pochopil, že to není žádná originální myšlenka. V roce 1986 tvrdil velký historik světových dějin William McNeill, že psát dějiny „vítězství i utrpení lidstva jako celku“ je „morální povinností dějepisectví naší doby“.¹ Ještě dříve, ale ve stejném duchu, sepsal dějiny světa jako reakci na krveprolití první světové války spisovatel Herbert George Wells.

Uvědomujeme si, že nyní už nemůže nastat žádný jiný mír, než společný světový mír; žádná prosperita, pouze prosperita všeobecná. Ale společný mír a prosperita nemohou existovat bez společných historických idejí. ... Svými úzkoprsými, sobeckými a protichůdnými nacionalistickými tradicemi jsou rasy a národy odsouzeny ke konfliktům a zničení.²

Wells pochopil ještě jednu věc, chceme-li vyučovat dějiny lidstva, musíme zřejmě zkoumat dějiny úplně všeho. Proto se jeho *Dějiny světa* proměnily i v dějiny vesmíru. Abychom pochopili historii lidstva, musíme pochopit, jak se tak zvláštní druh vůbec vyvinul, což znamená studovat vývoj života na planetě Zemi, a tedy i její vývoj, k čemuž je nezbytné znát také příběh hvězd a planet, což pak zase vyvolává potřebu vědět více o vzniku vesmíru. Dnes můžeme tento příběh vyprávět s přesností a vědeckou důsledností, jaká byla v době, kdy Wells psal, nemyslitelná.

Wells hledal sjednocující vědění – poznání, které by propojilo vědní disciplíny i národy. Ve všech příbězích o počátku dochází sice ke sjednocování znalostí, dokonce i v těch z národní historiografie. Ty nejobsáhlejší z nich nás mohou provést mnoha časovými měřítky a řadou sfér, jež postupují od vlastní identity až k vzájemně propojeným skupinám, od vlastního já přes rodinu a rod, národ, jazykovou skupinu či náboženskou příslušnost až k obrovským lidským celkům a koloběhům života a nakonec k představě, že jsme součástí celého vesmíru čili kosmu.

V posledních staletích však narůstající mezikulturní kontakty ukázaly, jak hluboce jsou všechny příběhy o vlastním původu zakořeněny v místních zvycích a prostředí. I proto globalizace a šíření nových myšlenek nahlodaly víru v tradiční vědění. Dokonce i hluboce přesvědčení věřící začali vnímat, že existuje více příběhů počátků, které tvrdí velmi odlišné věci. Někteří na to reagovali agresivní, až násilnou obranou svých vlastních náboženských, kmenových či národních tradic. Mnozí však prostě ztratili víru a přesvědčení a spolu s nimi i orientaci ve světě a celkově pocit vlastního místa ve vesmíru. Touto ztrátou víry lze vysvětlit všudypřítomnou *anomii* – onen pocit bezcílnosti, ztráty smyslu a někdy i zoufalství, který tak výrazně

ovlivnil literaturu, umění, filozofii a vědu dvacátého století. Mnoha lidem nabídl určitý pocit sounáležitosti nacionalismus, ovšem v dnešním globálně propojeném světě je zřejmé, že ten lidstvo spíše rozděluje, byť třeba spojuje občany v rámci konkrétního státu.

Tuto knihu jsem napsal v optimistické víře, že my, dnešní lidé, nejsme odsouzeni k chronickému stavu roztržitosti a bezvýznamnosti. V tvůrčím uragánu moderní doby můžeme najít nový příběh našeho počátku, který bude naplněn významem, úctou a tajemstvím stejně tak jako jakýkoli příběh tradiční. Bude však založen na moderním vědeckém bádání napříč mnoha obory.³ Toto vyprávění zdaleka není úplné a možná do něj bude potřeba začlenit poznatky ze starších příběhů o tom, jak dospět ke kvalitnímu, stále však udržitelnému životu. Stojí však za to ho znát, protože čerpá z globálního dědictví důkladně ověřených informací a znalostí a představuje první příběh, který zahrnuje lidské společnosti a kultury celého světa. Jedná se o kolektivní globální projekt, příběh, který můžeme stejně dobře vyprávět v Buenos Aires jako v Pekingu, Lagosu či Londýně. Vzrušujícím úkolu budovat a vyprávět tento moderní příběh se dnes věnuje množství badatelů, a ti v něm hledají vodítka a pocit sdíleného smyslu, který jej může přiblížit dnešnímu globalizovanému světu.

O výuku dějin vesmíru jsem se začal pokoušet v roce 1989. Roku 1991 jsem k popsání toho, co dělám, začal používat termín „velké dějiny“.⁴ Teprve když se celý příběh začal pomalu vyjasňovat, jsem si uvědomil, že se zároveň snažím rozplést hlavní linie onoho rodícího se globálního příběhu všeho. Dnes se velké dějiny vyučují na univerzitách v různých koutech světa a prostřednictvím projektu *Big History Project* také na tisících středních škol.

Takové nové chápání minulosti budeme potřebovat pro vypořádání se se zásadními globálními výzvami i příležitostmi, jež před nás staví jednadvacáté století. Tato kniha tak představuje můj pokus odvyprávět tento náš velký společný příběh.

ÚVOD

Tvary a podoby, jež přicházejí a odcházejí – a vaše tělo je jen jedním z nich – jsou jen záblesky malých tančících údů. Poznej mě ve všem a čeho by ses měl obávat?

— Imaginární slova hinduistického boha Šivy,
z knihy Josepha Campbella *Tisíc tváří hrdiny**

Jakkoli jsou všechny tyto události nemožné, jsou stejně pravděpodobné jako ty, které se mohly odehrát, stejně jako kterékoli jiné, k nimž nikdy nedošlo.

— James Joyce, *Plačky nad Finneganem*

Na tento svět přicházíme bez vlastního přičinění, v čase a na místě, které jsme si nezvolili. Na několik okamžiků se jako vesmírné světlušky vydáme na cestu s dalšími lidmi, s našimi rodiči, sestrami a bratry, s našimi dětmi, s přáteli i nepřáteli. Budeme cestovat i s jinými formami života, od bakterií po paviány, s kameny, oceány a polárními zářemi, s měsíci a meteoroidy, planetami a hvězdami, s kvarky, fotony, supernovami a černými dírami, s hlemýždi i mobilními telefony a s nekonečným prázdným prostorem. Toto procesí je pestré, barevné, hlučné a tajemné, a ačkoli ho my, lidé, nakonec opustíme, ostatní budou putovat dál. Ve vzdálené budoucnosti se k němu připojí další poutníci a zase ho opustí. Nakonec celý průvod prořídne. Za nepředstavitelně dlouhé věky, kvantiliony let ode dneška, se rozplyne jako duch za úsvitu a rozpustí se v oceánu energie, z něhož se poprvé vynořil.

Co je to za zvláštní zástup, s nímž putujeme? Jaké je naše místo v tomto procesí? Odkud vyrazilo, kam směřuje a jakým způsobem nakonec zmizí?

* Joseph Campbell, *Tisíc tváří hrdiny*, český překlad Hana Antonínová, Praha: Dokořán 2000, s. 122.

Dnes dokážeme vyprávět příběh této cesty lépe než kdykoli dřív. Můžeme s pozoruhodnou přesností určit, co číhá tam venku, miliardy světelných let od Země, i to, co se před miliardami let odehrálo přímo tady. Jsme toho schopni díky tomu, že máme k dispozici mnohem více dílků skládačky vědění, což nám umožňuje si snáze představit, jak asi vypadá celý obraz. Je to ohromující a jen velmi nedávný úspěch. Mnohé z dílků našeho příběhu dokonce zapadly na své místo až během mého života.

Tyto rozsáhlé mapy našeho vesmíru a jeho minulosti dokážeme konstruovat částečně proto, že máme velké mozky; a stejně jako všechny inteligentní organismy si i my s jejich pomocí vytváříme vnitřní mapy světa. Tyto mapy poskytují jakousi virtuální realitu, která nám pomáhá orientovat se v něm. Svět v celé jeho detailnosti nikdy nemůžeme vidět přímo; to by vyžadovalo mozek o velikosti vesmíru. Můžeme si však fantasticky složitou realitu zjednodušovat do malých map, o nichž víme, že odpovídají aspektům světa skutečného. Tradiční pláněk londýnského metra sice pomíjí většinu zatáček a skutečnou délku úseků, i tak však pomáhá milionům cestujících pohybovat se po městě. Tato kniha nabízí jakousi mapu vesmíru na způsob takového plánu.

To, co odlišuje člověka od všech ostatních inteligentních druhů, je jazyk, komunikační nástroj, který je mimořádně mocný, protože nám umožňuje sdílet naše individuální mapy světa a tím sestavit mapy mnohem rozsáhlejší a detailnější, než jaké dokáže vytvořit mozek jednotlivce. Díky tomuto sdílení také můžeme porovnávat detaily našich map s miliony jiných. Tímto způsobem si každá skupina buduje své porozumění světu, v němž se mísí poznatky, nápady a myšlenky mnoha lidí nabývané v průběhu tisíců let a řady generací. Během dvou set tisíc let naší existence jako druhu si lidstvo prostřednictvím tohoto procesu kolektivního učení budovalo pixel po pixelu čím dál bohatší mapy vesmíru. To znamená, že jedna malá část vesmíru začala nahlížet sama sebe. Je to, jako by vesmír po dlouhém spánku pomalu otevíral oko. Dnes toto oko vidí stále více a více, a to díky globální výměně myšlenek a informací, přesnosti a pečlivosti moderní vědy, novým výzkumným nástrojům, od urychlovačů částic rozbíjejících atomy po vesmírné dalekohledy, a počítačovým sítím s ohromnou výpočetní silou.

Příběh, který nám tyto mapy vyprávějí, je ten nejvelkolepější, jaký si dokážete představit.

Jako dítě jsem ničemu nedokázal porozumět, pokud jsem si to nemohl zanést do nějakého druhu mapy. Stejně jako mnoho jiných lidí jsem se snažil si jednotlivé studované oblasti propojovat. Literatura neměla nic společného s fyzikou, neviděl jsem žádnou souvislost mezi filozofií

a biologií, náboženstvím a matematikou nebo ekonomii a etikou. Hledal jsem nějakou oporu, jakousi mapu světa s různými kontinenty a ostrovy lidského poznání; chtěl jsem vidět, jak to do sebe všechno zapadá. Tradiční náboženské příběhy u mě nikdy úplně neuspěly. Jako dítě jsem totiž žil v Nigérii, a tak jsem se velmi brzy dozvěděl, že různá náboženství nabízejí pro pochopení toho, jak se svět vyvíjel do dnešní podoby, odlišné a často protichůdné pohledy.

Dnes se v našem globalizovaném světě rodí nový způsob chápání. Je budován, rozvíjen a šířen kolektivně tisíci lidmi z mnoha vědních oborů a v řadě zemí. Propojování těchto poznatků nám pomáhá spatřit věci, které v rámci hranic jednotlivých disciplín vidět nemůžeme. Umožňuje nám nahlížet na svět z vrcholu hory namísto ze země. Můžeme vidět spojnice propojující různé vědecké krajiny a díky tomu hlouběji přemýšlet o nej-různějších tématech, jako je míra složitosti, smysl života, nebo dokonce podstata našeho vlastního druhu! V současnosti ostatně studujeme člověka perspektivou řady různých disciplín (antropologie, biologie, fyziologie, primatologie, psychologie, lingvistiky, historie, sociologie), taková specializace však jednotlivci ztěžuje možnost poodstoupit dostatečně daleko, aby uviděl lidstvo jako celek.

Hledání příběhů o původu všeho, jimiž by bylo možno propojit různé druhy poznání, je staré jako lidstvo samo. Rád si představuji skupinu lidí, jak sedí před 40 tisíci lety u ohně při západu slunce. Vidím je na jižním břehu jezera Mungo v jezerní oblasti Willandra v Novém Jižním Walesu, kde byly nalezeny nejstarší lidské pozůstatky v Austrálii. Dnes je tato oblast domovem lidí z kmenů Paakantji, Ngyiampaa a Mutthi Mutthi, víme však, že jejich předkové žili v této oblasti nejméně 45 tisíc let.

V roce 1992 byly ostatky předka (označovaného jako Mungo 1), které archeologové objevili v roce 1968, konečně vráceny místní domorodé komunitě. Jednalo se o mladou ženu, jejíž tělo bylo částečně zpopelněno.¹ Půl kilometru odtud byly nalezeny ostatky dalšího člověka (Mungo 3). Pravděpodobně šlo o muže, který zemřel ve věku zhruba padesáti let. Trpěl artritidou a silným opotřebením zubů, které bylo pravděpodobně způsobené tím, že si mezi nimi protahoval vlákna při výrobě sítí nebo provazů. Jeho tělo bylo pohřbeno s péčí a úctou a posypáno práškovým červeným okrem, přivezeným ze vzdálenosti dvou set kilometrů. Muž Mungo byl vrácen ke stejnojmennému jezeru v listopadu 2017.

Oba tito lidé zemřeli před asi 40 tisíci lety, kdy ještě byla jezera v oblasti Willandra, dnes již vyschlá, plná vody, ryb a měkkýšů a přitahovala množství ptáků a zvířat, které bylo možné lovit nebo chytat do pastí.² V jejich době se žilo na břehu jezera Mungo docela dobře.

V mých představách se u večerního ohně odehrávají rozhovory mezi dívkami a chlapci, staršími lidmi, rodiči a prarodiči; někteří jsou zabalení do zvířecích kožešin a v náručí chovají nemluvnata. Děti se honí na břehu jezera, zatímco dospělí dojírají jídlo z mušlí, čerstvě ulovených ryb a raků a klokaních steaků. Rozhovor pozvolna zvažní a slova se ujímá jeden z kmenových starších. Tak jako za mnoha dlouhých letních dnů a chladných zimních nocí, i teď starší lidé vyprávějí to, co se dozvěděli od svých předků a učitelů. Kladou otázky, které mě vždy fascinovaly: Jak vznikla krajina s kopci a jezery, údolími a roklemi? Odkud pocházejí hvězdy? Kdy žili první lidé a odkud přišli? Nebo jsme tu byli vždy? Jsme příbuzní varanů, klokanů a ptáků emu? (Odpověď jak lidí od jezera Mungo, tak dnešní vědy na poslední otázku zní: rozhodně „Ano“!) Vyprávěči učí historii. Vyprávějí příběhy o tom, jak byl náš svět v dávné minulosti stvořen mocnými silami a bytostmi.

Jejich příběhy, vyprávěné po mnoho nocí a dní, vystihují hlavní paradigmatata lidí žijících u jezera Mungo. Jsou to myšlenky s dlouhýma nohama, takové, co dokážou obstát v čase. Zapadají do sebe a vytvářejí rozsáhlou mozaiku informací o světě. Některým dětem se mohou zdát při prvním poslechu příliš složité a podružné na to, aby je dokázaly vstřebat. Slýchají je však mnohokrát v různých podáních, zvykají si na ně i na hluboké myšlenky v nich obsažené. Jak děti rostou, příběhy se jim dostávají pod kůži. Začínají je důvěrně znát a lépe oceňují jejich krásu i jemnější detaily.

Když učitelé hovoří o hvězdách, krajině, wombatech a klokanech, o světě svých předků, vytvářejí tím společnou mapu porozumění, která členům komunity ukazuje jejich místo v rozmanitém, krásném a někdy děsivém vesmíru: *To jsi ty, odtud pocházíš, tohle existovalo před tvým narozením. Jsi malou součástí celku a takové jsou tvé povinnosti i výzvy v komunitě ostatních, kteří ti jsou blízcí. Tyto příběhy mají nesmírnou moc, protože jsou důvěryhodné. Působí pravdivě, protože čerpají z toho nejlepšího vědění, které si předávaly generace předků. Jejich přesnost, věrohodnost a srozumitelnost znovu a znovu prověřovaly bohaté zkušenosti s lidmi, hvězdami, krajinou, rostlinami i zvířaty, které měli k dispozici lidé od jezera Mungo, jejich předkové i sousedé.*

Z map vytvořených našimi předky můžeme čerpat všichni. Velký francouzský sociolog Émile Durkheim trval na tom, že mapy skryté v příbězích o našem počátku a v náboženstvích jsou zásadní pro naše vnímání sebe sama. Tvrdil, že bez nich by lidé mohli upadnout do tak hlubokého pocitu beznaděje a bezvýznamnosti, že by je to mohlo dohnat až k sebevraždě. Není divu, že téměř všechny společnosti, které známe, kladly příběhy

o svém vzniku do popředí vzdělávání. V paleolitických společnostech se je mladí dozvídali od svých starších soukmenovců, podobně jako si pozdější učenci osvojovali stěžejní příběhy křesťanství, islámu a buddhismu na univerzitách v Paříži, Oxfordu, Bagdádu a Nalandě.

Dnešní sekulární vzdělávání přesvědčivý příběh o vlastním původu, který by všechny oblasti poznání propojoval, překvapivě postrádá. Tím možná můžeme vysvětlit, proč je pocit dezorientace, rozdělení a bezcílnosti, který popsal Durkheim, v dnešním světě tak hmatatelný, ať už v Dillí, Limě, Lagosu či Londýně. Problém spočívá v tom, že v globálně propojeném světě vyvstává tolik lokálních příběhů, které soupeří o důvěru a pozornost lidí, navíc si vzájemně odporují. Většina dnešních pedagogů se proto soustředí jen na jednotlivé části tohoto příběhu a studenti se o svém světě učí na základě jednotlivých disciplín. Lidé se dnes sice dozvídají o věcech, o nichž naši předkové od jezera Mungo nikdy neslyšeli, od diferenciálního počtu přes moderní dějiny až po programování počítačů. Na rozdíl od nich jsme však jen zřídka podněcováni k tomu, abychom tyto poznatky sestavili do jediného, uceleného příběhu, a vytvořili tak symbolický glóbus, který propojí tisíce menších map do jedné, jež obsáhne celý svět. A tak nám zbývá jen roztříštěné chápání reality i lidského společenství, k němuž všichni patříme.

MODERNÍ PŘÍBĚH POČÁTKU

A přece... po kouscích se rodí moderní verze příběhu našeho počátku. Stejně jako příběhy vyprávěné u jezera Mungo, i ten náš byl sestaven předky a ověřován i prověřován po mnoho generací a tisíciletí.

Samozřejmě se od většiny tradičních příběhů liší. Je to částečně proto, že není tak úzce spjat s konkrétním regionem nebo kulturou, ale s globálním společenstvím osmi miliard lidí, takže shromažďuje znalosti ze všech částí světa. Je to příběh pro všechny dnešní obyvatele planety a vychází z globálních tradic moderní vědy.

Na rozdíl od mnoha tradičních příběhů postrádá ten moderní Boha stvořitele, ačkoli se skládá z energií a částic stejně exotických, jako jsou panteony různých tradičních náboženství. Podobně jako příběhy v konfucianství nebo raném buddhismu, i tento současný je o vesmíru, který prostě je. Jakýkoli pocit, že něco dává smysl, nevychází z vesmíru, ale z nás lidí. „Jaký je smysl vesmíru?“ ptal se Joseph Campbell, znalec mýtů a náboženství. „Jaký je smysl blechy? Prostě existuje, to je vše. I smysl vaší existence spočívá v tom, že existujete.“³

Svět tohoto moderního vyprávění je méně stabilní, bouřlivější a mnohem obširnější, než byly světy mnoha příběhů tradičních. A právě v těchto ohledech se ukazují limity moderního příběhu. Přestože má globální dosah, je velmi mladý, a tak v sobě obsahuje syrovost i některé slepé uličky mládí. Vznikl ve velmi specifickém období lidské historie a je formován dynamickými a potenciálně destabilizujícími tradicemi moderního kapitalismu. To vysvětluje, proč mu v mnoha podobách chybí hluboká vnímavost k biosféře, která je přítomna v příbězích domorodých národů po celém světě.

Vesmír moderního příběhu počátků je neklidný, dynamický, vyvíjející se a obrovský. Geolog Walter Alvarez nám jeho velikost připomíná tím, že se ptá, kolik obsahuje hvězd. Většina galaxií má něco kolem 100 miliard hvězd a ve vesmíru je přinejmenším stejný počet galaxií. To znamená, že se ve vesmíru nachází (hluboký nádech) 10 000 000 000 000 000 000 000 (10²²) hvězd.⁴ Nedávná pozorování však naznačují, že galaxií může být ještě mnohem více, takže k tomuto číslu můžete klidně přidat ještě pár nul. Naše Slunce je docela obyčejným členem této obrovské společnosti.

Tento moderní příběh našeho počátku je stále ještě ve výstavbě. Přidávají se nové části, ty stávající je třeba otestovat nebo poupravit a lešení a harampádí musí pryč. Má stále ještě mezery, takže nikdy neztratí svůj nádech tajemna a úžasu. V posledních několika desetiletích se však naše chápání vesmíru, v němž žijeme, značně obohatilo, což v nás může dokonce pocit tajemna posílit, protože – jak napsal francouzský filozof Blaise Pascal: „Znalost je jako koule; čím větší je její objem, tím větší má styčnou plochu s neznámým.“⁵ I při všech nedokonalostech a nejistotách je to příběh, který potřebujeme znát, stejně jako své příběhy potřebovali znát obyvatelé od jezera Mungo. Moderní vyprávění o našem počátku tak odkrývá dědictví, které je společné všemu lidstvu, a může nás tak připravit na obrovské výzvy i příležitosti, jimž v tomto stěžejním okamžiku dějin planety Země všichni čelíme.

V samotném srdci našeho příběhu leží myšlenka rostoucí složitosti. Jak vznikl náš vesmír a jak vytvořil tak bohatou plejádu věcí, sil a bytostí, jejichž součástí jsme? Nevíme přesně, z čeho byl stvořen, ani zda před vesmírem existovalo něco jiného. Víme však, že když se náš vesmír vynořil z rozlehlé pěny energie, byl extrémně jednoduchý. A jednoduchost zůstala nadále jeho výchozím stavem. Ostatně většina našeho vesmíru je jen studeným, temným a prázdným prostorem. Nicméně ve zvláštních a neobvyklých prostředích, jakým je i naše planeta, se naskytly dokonale příhodné, „pohádkové“ podmínky. To je skutečný pojem, s nímž věda pracuje. Jsou to takové podmínky, které nejsou ani příliš horké, ani příliš

studené, husté nebo řídké, zkrátka ideální jako kaše, kterou Mášinka nakonec snědla nejmenšímu medvídkovi v pohádce o třech medvědech. Právě tahle lahodná kaše inspirovala i teorii o dosažení ideálních podmínek, které byly po hlavní hrdince nakonec také pojmenovány (v angličtině se dívka jmenovala Goldilock, Zlatovláska, z čehož pochází pojmenování *Goldilocks principle*).⁶ V těchto prostředích „tak akorát“ se v průběhu mnoha miliard let objevovaly čím dál složitější věci, jež obsahovaly větší množství pohyblivých částí a spleť vnitřních vztahů. Mýlili bychom se, kdybychom se domnívali, že složité věci jsou vždy nutně lepší než ty jednoduché. Složitost je však pro nás lidi důležitá, protože my sami jsme velmi složití, a dynamická globální společnost, v níž dnes žijeme, je jednou z nejmimořádněji složitých věcí, jaké známe. Pochopit, jak takové složité věci vznikaly a které „pohádkové“ podmínky jejich vznik umožnily, tedy představuje skvělý způsob, jak porozumět nám samotným i světu, v němž dnes žijeme.

Složitější věci se objevovaly v klíčových přelomových bodech, z nichž ty nejdůležitější budeme označovat jako *milníky*. Tyto milníky dávají našemu složitému vyprávění řád. Vyzdvihují hlavní zlomové okamžiky, kdy došlo k přeskupení nebo jiné změně již existujících věcí, čímž se stvořilo něco s novými, „emergentními“ vlastnostmi – kvalitami, které nikdy předtím neexistovaly. V raném vesmíru nebyly žádné hvězdy, žádné planety ani žádné živé organismy. Pak se postupně, krok za krokem, začaly objevovat věci zcela nové. Hvězdy byly ukovány z atomů vodíku a hélia, uvnitř umírajících hvězd vznikly nové chemické prvky, z hrudek ledu a prachu se za využití těchto nových prvků zformovaly planety a měsíce a v chemicky pestrém prostředí skalnatých planet se vyvinuly první živé buňky. My lidé jsme nedílnou součástí tohoto příběhu, neboť jsme produktem evoluce a diverzifikace života na planetě Zemi; v průběhu naší krátké, leč pozoruhodné historie jsme však vytvořili tolik zcela nových forem složitosti, že jsme se dnes, jak se zdá, stali hlavními hybateli změn na našem světě. Vznik něčeho nového a složitějšího, než bylo to, co mu předcházelo, něčeho s „emergentními“ vlastnostmi, se vždy jeví jako zázrak podobný narození dítěte, protože obecnou tendencí vesmíru je stávat se méně složitým a více neuspořádaným. Tato tendence k rostoucímu chaosu, již vědci nazývají *entropií*, nakonec zvítězí, a vesmír se promění v jakousi náhodnou změť bez vzorců a struktur. To však leží v daleké, daleké budoucnosti.

Mezitím se zdá, že žijeme v energickém mladém vesmíru, který překypuje kreativitou. Zrození vesmíru – náš první milník – je stejně zázračné jako kterýkoli z milníků dalších, jež budou v příběhu následovat.

ČASOVÁ OSA

Tato časová osa zachycuje klíčové mezníky našeho vyprávění. Uvádí jak přibližné údaje v absolutním čase, tak ty relativní – přepočítané tak, jako by se vesmír zrodil před necelými 14 lety namísto před 13,8 miliardami let. Tento přístup nám totiž usnadňuje, či dokonce vůbec umožňuje, si tuto časovou osu představit. Naše mysl zkrátka není evolučně nastavena na miliony nebo miliardy let, takže toto kratší měřítko nám bude mnohem bližší.

Většina dat přiřazených k událostem, jež se staly před více než několika tisíci lety, byla stanovena teprve v posledních padesáti letech pomocí současných chronometrických metod, z nichž nejdůležitější je radiometrické datování.

UDÁLOST	PŘÍBLIŽNÉ ABSOLUTNÍ DATUM	DATUM DĚLENO JEDNOU MILIARDOU
MILNÍK 1: Velký třesk: vznik našeho vesmíru	před 13,8 miliardami let	před 13 lety a 8 měsíci
MILNÍK 2: Začínají svítit první hvězdy	před 13,2 (?) miliardami let	před 13 lety a 2 měsíci
MILNÍK 3: Ve velkých vyhasínajících hvězdách vznikají nové prvky	nepřetržitě od milníku 2 až po současnost	nepřetržitě od milníku 2 až po současnost
MILNÍK 4: Vzniká naše Slunce a sluneční soustava	před 4,5 miliardami let	před 4 lety a 6 měsíci
MILNÍK 5: Nejranější stopy života na Zemi	před 3,8 miliardami let	před 3 lety a 10 měsíci
První velké organismy na Zemi	před 600 miliony let	před 7 měsíci

ČASOVÁ OSA

Asteroid vyhubil dinosaury	před 65 miliony et	před 24 dny
Lidoopí vývojová větev se odděluje od šimpanzů	před 7 miliony let	před 2,5 dne
<i>Homo erectus</i>	před 2 miliony let	před 17 hodinami
MILNÍK 6: První důkazy o našem druhu <i>Homo sapiens</i>	před 200 tisíce lety	před 100 minutami
MILNÍK 7: Konec poslední doby ledové, začátek holocénu, první známky zemědělství	před 10 tisíce lety	před 5 minutami
První důkazy o městech, státech, agrárních civilizacích	před 5000 lety	před 2,5 minutami
Rozkvět římské říše a dynastie Chan	před 2000 lety	před 1 minutou
Začíná propojování světových zón	před 500 lety	před 15 sekundami
MILNÍK 8: Začátek revoluce fosilních paliv	před 200 lety	před 6 sekundami
„Velké zrychlení“; lidé přistávají na Měsíci	před 50 lety	před 1,5 sekundou
MILNÍK 9 (?) : Udržitelný světový řád?	za 100 let	za 3 sekundy
Vyhasnutí Slunce	za 4,5 miliardy let	za 4 roky a 6 měsíců
Vesmír upadá do temnoty, vítězí entropie	za mnoho trilionů let	za mnoho miliard let

ČÁST I
VESMÍR

KAPITOLA 1

Na začátku: Milník 1

*„Chceš-li upéct jablečný koláč úplně od začátku,
musíš nejdřív vynalézt vesmír“*

— Carl Sagan, *Kosmos*

*Tak tomu muselo být, když se zrodilo prosté světlo
na prvním snujícím místě, očarování koně klusali rozpálení
ze zelené stáje plné ržání
na pole chvály.*

— Dylan Thomas, *Kapradinový vrch**

NASTARTOVÁNÍ PŘÍBĚHU

Slovo *bootstrapping* původně označuje neproveditelný úkol, při němž se snažíte nadzvednout sebe samotné tím, že se vší silou taháte za vlastní tkaničky od bot. Tento termín pronikl do počítačového žargonu (bootování nebo rebootování) pro vystižení toho, jak se počítače probouzejí z mrtvých a následně načítají instrukce, které jim říkají, co mají dělat dál. Takový „samostart“ je však jinak samozřejmě nemožný, protože k tomu, abyste něco zvedli, potřebujete něco jiného, co poskytne oporu. „Dejte mi páku a pevný bod,“ zvolal řecký filozof Archimédés, „a já pohnou Zemí.“ Jenže co mohlo posloužit jako páka pro stvoření nového vesmíru? Jak se dá „nabootovat“ vesmír? Nebo, chcete-li, takový příběh, který by popsál, odkud se nový vesmír vzal?

* Dylan Thomas, *Kapradinový vrch*, přeložila Jiřina Hauková, Praha: Mladá fronta, 1965, s. 93.

Vytvořit příběh z ničeho je téměř stejně těžké jako vytvořit z ničeho samotný vesmír. Jedním z možných přístupů je vypořádat se s problémem počátků tím, že budeme předpokládat, že vesmír existoval odjakživa. Žádný samostart není potřeba. Touto cestou se vydalo mnoho stvořitelských mýtů i řada novodobých astronomů, včetně zastánců teorie stacionárního stavu (*steady-state theory*) v polovině dvacátého století. Jde o myšlenku, že ve velkém měřítku byl vesmír vždycky víceméně takový, jaký je dnes. Podobná, ale mírně odlišná je myšlenka, že zde sice nastal okamžik stvoření, kdy velké síly nebo bytosti putovaly vesmírem a něco vytvářely, ale od té doby se už nic moc zásadního nezměnilo. Stařešinové od jezera Mungo mohli vesmír vnímat podobně – jako svět, který jejich předkové přivedli k životu víceméně v jeho současné podobě. Isaac Newton považoval za „prvotního hybatele“ všeho Boha a věřil, že je přítomen ve veškerém prostoru. Proto se Newton domníval, že se vesmír jako celek příliš nemění. Pro něj byl vesmír, jak ostatně jednou napsal, „senzoriem (smyslovým orgánem) bytosti nehmotné, živé a inteligentní“.¹ Einstein si byl počátkem dvacátého století neměnností vesmíru (ve velkém měřítku) tak jistý, že do své teorie relativity zahrnul kosmologickou konstantu, s níž mohl stabilní vesmír předpokládat.

Je myšlenka věčného nebo neměnného vesmíru uspokojivá? Ne tak docela, zvláště musíte-li do procesu vpašovat prvotního hybatele, aby vše odstartoval, jako tomu je v biblickém: „Na počátku nebylo nic, pak Bůh stvořil...“. Logický rozpor je zřejmý, i když i některým sofistikovaným myslitelům trvalo dlouho, než si ho jasně uvědomili. Bertrand Russell opustil myšlenku Boha stvořitele v osmnácti letech poté, co si přečetl následující pasáž v autobiografii Johna Stuarta Milla: „Můj otec mě učil, že na otázku ‚Kdo mě stvořil?‘ nelze odpovědět, protože okamžitě vyvolává otázku další: ‚Kdo stvořil Boha?‘“²

A je tu ještě jeden zádrhel. Jestliže je Bůh dostatečně mocný na to, aby stvořil vesmír, musí být jistě složitější než vesmír sám, takže předpokládat existenci stvořitelského boha znamená vysvětlovat nesmírně složitý vesmír tím, že si představíme něco ještě složitějšího, co ho prostě... stvořilo. To se skoro zdá jako podvádění.

Staroindické hymny známé jako *Vědy* si nechaly pootevřená zadní vrátka: „Nebylo jsoucna ani nejsoucna tehdy, nebylo vzdušného prostoru ani nebe nad ním.“³ Možná vše vzniklo z jakéhosi prvotního napětí mezi bytím a nebytím, z temné sféry, která nebyla tak docela něčím, ale mohla se něčím stát. Možná, jak praví jedno novodobé rčení australských domorodců, nic není *čirým* nic.⁴ Je to ošidná myšlenka a někdo by ji mohl zavrhnout jako mlhavou a mystickou, kdyby ovšem neměla tak pozoruhodné paralely

s dnešní představou vycházející z kvantové fyziky, totiž že prostor není nikdy *zcela* prázdný, ale je plný možností.

Existuje snad nějaký oceán energie či potenciálu, z něhož se vynořují jednotlivé formy podobně jako vlny nebo tsunami? Jde o natolik běžný princip, až je lákavé si myslet, že naše představy o samotných počátcích pramení z našich vlastních zkušeností. Každé ráno totiž všichni zažíváme, jak se vědomý svět s tvary, vjemy a strukturami zdánlivě vynořuje z chaotického světa nevědomí. Joseph Campbell píše: „Stejně jako vědomí jedinice spočívá na oceánu noci, do něhož se ve spánku noří a z něhož tajemně procítá, právě tak se v mytických představách vesmír vynořuje z nekonečna, spočívá na něm a v něm se nakonec rozpívá.“^{5*}

To je ale možná příliš metafyzické. Možná je potíž spíše logická. Stephen Hawking tvrdí, že otázka počátků je prostě špatně položená. Pokud je geometrie časoprostoru sférická, podobně jako povrch Země, jen ve více dimenzích, pak ptát se, co existovalo před vesmírem, je jako hledat místo, kde začíná povrch tenisového míčku. Tak to nefunguje. Čas nemá žádný okraj ani začátek, stejně jako nemá okraj zemský povrch.⁶

Dnes některé kosmology přitahuje jiný druh představ, které nás vracejí k myšlence vesmíru bez začátku a konce. Náš vesmír je možná součástí nekonečného multivesmíru, v němž z velkých třesků neustále vyskakují vesmíry nové. Mohla by to být pravda, jenže v současnosti nemáme ani žádné přesvědčivé důkazy o ničem, co by předcházelo našemu vlastnímu velkému třesku. Zdá se, jako by zrození našeho vesmíru bylo tak násilné, že se veškeré informace o tom, z čeho vzešel, vymazaly. Pokud tedy existují jiné kosmologické vesnice, zatím do nich nedohlédneme.

Upřímně řečeno, dnes nemáme na problém absolutních počátků o nic lepší odpověď než kterákoli dřívější lidská společnost. Samostart vesmíru stále vypadá jako logický a metafyzický paradox. Nevíme, jaké „pohádkové“ podmínky umožnily vesmíru vzniknout, a stále to neumíme vysvětlit o nic lépe než spisovatel Terry Pratchett, který napsal: „Současný stav vědění by se dal shrnout zhruba takto: Na začátku nebylo nic, a to vybuchlo.“⁷

* Joseph Campbell, *Tisíc tváří hrdiny. Archetyp hrdiny v proměnách věků*, přeložila Hana Antonínová, Praha: Portál, 2000, s. 235.

MILNÍK 1: KVANTOVÁ INICIALIZACE VESMÍRU

„Samostartem“ je v dnes nejrozšířenějším výkladu o absolutním počátku myšlenka velkého třesku. Jde o jedno z hlavních paradigmat moderní vědy, jakým je třeba i přirozený výběr v biologii nebo desková tektonika v geologii.

Klíčové dílky skládačky příběhu o velkém třesku se objevily teprve začátkem šedesátých let dvacátého století. Tehdy astronomové poprvé detekovali reliktní záření (neboli též kosmické mikrovlnné pozadí, CMBR), energii, která zbyla po velkém třesku a je v dnešním vesmíru všudypřítomná. Ačkoli se kosmologové stále teprve snaží porozumět okamžiku, kdy se náš vesmír objevil, dokážou již nyní vyprávět strhující příběh, který začíná (hluboký nádech a doufám, že to mám přesně) asi miliardtiny miliardy sekund po vzniku vesmíru (asi 10^{-43} sekundy po bodu nula).

Základní kostra toho příběhu vypadá následovně: Náš vesmír začal jako bod menší než atom. Jak malý je atom? Mysl člověka se vyvinula tak, aby si poradila s předměty v lidském měřítku, takže s něčím takto drobným má potíže. Možná vám ale pomůže vědět, že do tečky na konci této věty by se vešel milion atomů.⁹ V okamžiku velkého třesku byl celý vesmír menší než atom. Byla v něm však napěchována veškerá energie a hmota přítomná v dnešním vesmíru. Úplně všechna. Je to závratná představa a na první pohled se může zdát naprosto šílená. Ale veškeré důkazy, které v současnosti máme, nám říkají, že tento podivný malý a neuvěřitelně horký objekt před asi 13,82 miliardami let skutečně existoval.

Zatím nechápeme, jak a proč se objevil. Kvantová fyzika nám však říká (a urychlovače částic, které pomocí elektrických nebo elektromagnetických polí pohyb subatomárních částic zvyšuje na vysoké rychlosti, nám *ukazují*), že ve vakuu se z ničeho skutečně může něco objevit, ačkoli pochopit, co to znamená, vyžaduje sofistikované porozumění onomu pojmu *nicota*. V dnešní kvantové fyzice není možné přesně určit polohu a pohyb subatomárních částic. To znamená, že nikdy nemůžeme s jistotou říci, že určitá oblast prostoru je prázdná, což zase znamená, že prázdnota je napjatá možností, že se v ní něco objeví. Podobně jako ono „nebylo jsoucna ani nejsoucna“ indických *Véd*, i toto pnutí zřejmě způsobilo samostart našeho vesmíru.¹⁰

Dnes o prvním okamžiku vesmíru mluvíme jako o „velkém třesku“, jako kdyby vesmír při svém zrození podobně jako novorozeně vykřikl. Tento chytlavý název vymyslel v roce 1949 anglický astronom Fred Hoyle, jemuž

tato myšlenka připadala komická. Na počátku třicátých let dvacátého století, kdy byl koncept velkého třesku poprvé představen, nazval belgický astronom (a katolický kněz) Georges Lemaître čerstvě zrozený vesmír „kosmickým vejcem“ nebo „prvotním atomem“. Nemnoha vědcům, kteří tuto myšlenku brali vážně, bylo jasné, že s takovým množstvím stlačené energie musel být prvotní atom neuvěřitelně horký a musel se neskutečně rozpínat, aby došlo k uvolnění tlaku. A toto rozpínání pokračuje dodnes; je to, jako by se už více než 13 miliard let rozvíjela obrovská pružina.

V prvních sekundách a minutách po velkém třesku se toho hodně událo. Nejdůležitější ze všeho bylo, že se objevily první zajímavé struktury a vzory, první entity nebo energie, které měly charakteristické *nenáhodné* formy a vlastnosti. Vznik něčeho nového, navíc s výrazně jinými vlastnostmi, je vždy magický. V našem příběhu takové situace nastanou znovu a znovu. Právě tolik nových počátků však ukáže, že celá záležitost až tak magická není, že nová věc a její nové vlastnosti nevznikly odnikud ani z ničeho. Nové věci s novými vlastnostmi vznikají z již existujícího, které se jen uspořádá novým způsobem. Nové vlastnosti plynou z nového uspořádání, podobně jako lze novým rozmístěním dlaždic vytvořit nový mozaikový vzor. Vezměme si příklad z chemie. Obvykle si vodík a kyslík představujeme jako bezbarvé plyny. Avšak spojením dvou atomů vodíku s jedním atomem kyslíku ve správné konfiguraci získáme molekulu vody. A spojíme-li dohromady těchto molekul spousty, získáte zcela novou vlastnost, kterou pocítujeme jako „vodnatost“. Když vidíme novou formu nebo strukturu s novými vlastnostmi, vidíme ve skutečnosti nové uspořádání toho, co už existovalo. Vznik nového je inovací. Představíme-li si tento proces v našem příběhu jako postavu, byla by nejspíš mrštná, tajemná a nepředvídatelná; taková, která se nečekaně vynoří z temnoty a posune děj novým, překvapivým směrem.

První struktury a vzorce ve vesmíru vznikly právě tímto způsobem: věci a síly, které vzešly z velkého třesku, se uspořádaly do nových konfigurací.

V nejranějším okamžiku, o kterém máme nějaké důkazy, tedy zlomek sekundy po velkém třesku, se vesmír skládal z čisté, náhodné, nerozlišené, beztvaré energie. Energii si můžeme představit jako *potenciál k tomu, aby k něčemu došlo*, jako schopnost něco *dělat* nebo *měnit*. Energie uvnitř prvotního atomu byla ohromující, mnoho bilionů stupňů nad absolutní nulou. Následovalo krátké období superrychlého rozpínání nazývané *inflace*. Rozpínání bylo tak rychlé, že velká část vesmíru byla patrně vymrštna daleko za hranice čehokoli, co kdy uvidíme. To znamená, že to, co dnes vidíme, je pravděpodobně jen nepatrnou částí celého vesmíru.

O zlomek sekundy později rychlost rozpínání klesla. Bouřlivá energie velkého třesku se zklidnila, jak se vesmír dále rozpínal, tato energie se rozprostírala a rozředovala. Průměrné teploty klesly a klesaly i nadále, takže dnes je ve většině vesmíru jen 2,7 stupňů Celsia nad absolutní nulou. Absolutní nula je teplota, při níž se nic už ani nezachvěje. My ani ostatní organismy na planetě Zemi tento chlad ale necítíme, protože nás zahřívá oheň z našeho Slunce.

V extrémních teplotách velkého třesku bylo možné téměř cokoli. Ale jak teploty klesaly, možností ubývalo. V chaotické mlze chladnoucího vesmíru se jako duchové začaly vynořovat zřetelné entity, které v ničivém kotli samotného velkého třesku nemohly existovat. Vědci tyto změny formy a struktury nazývají *fázovými přechody*. Fázové přechody pozorujeme v našem každodenním životě, když pára ztrácí energii a mění se na vodu (jejíž molekuly se pohybují mnohem méně než molekuly páry) a když se voda mění v led (který má tak málo energie, že se jeho molekuly jen chvějí na místě). Voda a led mohou existovat pouze v úzkém rozmezí velmi nízkých teplot.

Během miliardy miliardy miliardy sekundy po velkém třesku prošla energie fázovým přechodem sama energie. Rozdělila se na čtyři velmi odlišné druhy. Dnes je známe jako gravitaci, elektromagnetickou sílu a silnou a slabou jadernou sílu. S jejich odlišnými vlastnostmi se musíme seznámit, protože právě ony utvářely náš vesmír. Gravitace je slabá, má však dosah na obrovské vzdálenosti a vždy věci přitahuje k sobě, takže její síla narůstá. Má tendenci ve vesmíru vytvářet shluky. Elektromagnetická energie má zápornou i kladnou podobu, takže se často navzájem ruší. Gravitace, jakkoli je slabá, dává vesmíru tvar ve velkém měřítku. Na úrovni chemie a biologie však dominuje elektromagnetismus, ten tedy drží pohromadě naše těla. Třetí a čtvrtá základní síla se nazývají, nepříliš nápaditě, silná a slabá jaderná síla. Působí na nepatrné vzdálenosti, jejich význam tudíž převládá v subatomárním měřítku. My lidé je nepocítujeme přímo, utvářejí však každý aspekt našeho světa, protože určují, co se děje hluboko uvnitř atomů.

Dost možná existují i jiné druhy energie. V devadesátých letech dvacátého století ukázalo nové měření rychlosti rozpínání vesmíru, že tato rychlost narůstá. Řada fyziků a astronomů si vypůjčila původně Einsteino-vu myšlenku, a dnes tak tvrdí, že ve vesmíru může existovat určitá forma antigravitace, která je přítomna v celém prostoru, takže její síla roste s tím, jak se vesmír rozpíná. Dnes může tato energie představovat až 70 procent celkové energie a hmoty vesmíru. Ale i když začíná v našem vesmíru převládat, stále ještě nerozumíme tomu, čím tato energie je a jak funguje,

a proto ji fyzici nazývají *temnou energií*. Tento termín je prozatímni. Tuto oblast sledujte, protože pochopení temné energie představuje jednu z velkých výzev současné vědy.

Hmota se objevila během první sekundy po velkém třesku. Hmota je to, s čím hýbe energie. Ještě před něco málo více než stoletím vědci a filozofové předpokládali, že hmota a energie jsou dvě odlišné věci. Dnes už však víme, že hmota je ve skutečnosti vysoce stlačenou formou energie. Albert Einstein to dokázal jako mladý ve své slavné práci z roku 1905. Tato rovnice – energie (E) se rovná hmotnosti (m) násobené druhou mocninou rychlosti světla (c), neboli $E = mc^2$ – nám říká, kolik energie je stlačeno v daném množství hmoty. Abyste zjistili, kolik energie je vázáno v troše hmoty, vynásobte hmotnost této hmoty nikoli rychlostí světla (která činí přes miliardu kilometrů za hodinu), ale rychlostí světla umocněnou *na druhou*. Jedná se o obrovské číslo, takže dekomprimujete-li i nepatrný kousek hmoty, získáte obrovské množství energie. Přesně k tomu dochází při výbuchu vodíkové bomby. V raném vesmíru došlo k opačnému procesu. Obrovské množství energie bylo stlačeno do nepatrných částic hmoty jako smítka prachu v rozlehlé mlze energie. Je pozoruhodné, že nám lidem se daří taková množství energie na malý okamžik znovu vytvářet ve Velkém hadronovém urychlovači, který je umístěn kousek od Ženevy. A skutečně, z tohoto vroucího oceánu energie tam začínají samovolně vystávat částice.

A to jsme stále teprve v první sekundě...

PRVNÍ STRUKTURY

V chaotické mlze energie, která následovala hned po velkém třesku, se začaly objevovat zřetelné formy a struktury. Ačkoli tato mlha energie je tu pořád, struktury, které z ní vzešly, dávají našemu příběhu tvar a dějovou linku. Některé struktury nebo vzory vydrží miliardy let, jiné pouhý zlomek sekundy, žádné se však nezachovají navždy. Jsou pomíjivé jako vlny na hladině oceánu. První termodynamický zákon nám říká, že oceán energie je tu stále; energie se zachovává. Druhý termodynamický zákon pak zní, že všechny formy, které vzniknou, se nakonec opět v oceánu energie rozplynou. Formy se, podobně jako pohyby v tanci, *nezachovávají*.

Během jediné sekundy velkého třesku se vynořily určité zřetelné struktury a formy. Proč? Proč není vesmír jen náhodným tokem energie? To je zásadní otázka.

Kdyby měl náš příběh Boha stvořitele, bylo by vysvětlení struktury snadné. Mohli bychom prostě jen předpokládat (jak to činí mnohá jiná

vyprávění o původu všeho), že Bůh upřednostňoval strukturu před chaosem. Většina nových výkladů o vzniku vesmíru však již myšlenku boha stvořitele neakceptuje, protože moderní věda nenachází žádný přímý důkaz jeho existence. Mnoho lidí má ze setkání s bohy vlastní *zkušenosti*, ty jsou však rozmanité a protichůdné a nelze je opakovaně vyvolat. Jsou příliš proměnlivé, mlhavé a subjektivní, než aby mohly posloužit jako objektivní vědecký důkaz.

Moderní příběh o původu věcí tedy musí hledat jiné cesty, jak vznik struktur a forem vysvětlit. A to není snadné, protože druhý termodynamický zákon nám říká, že dříve či později se všechny struktury nakonec rozpadnou. Jak napsal rakouský fyzik Erwin Schrödinger: „Tento základní fyzikální zákon dnes uznáváme jako prostou a přirozenou tendenci věcí dospět k chaotickému stavu (tutéž tendenci vykazují knihy v knihovně nebo hromady papírů a rukopisů na psacím stole), pokud tomu nezamezíme.“¹¹

Existuje-li v moderním příběhu vzniku nějaký padouch, pak je jím zajisté entropie – zjevně univerzální tendence struktur rozplynout se v nahodilosti. Entropie je věrnou služkou druhého termodynamického zákona. Pokud tedy o entropii uvažujeme jako o postavě v našem příběhu, měli bychom si ji představit jako zhýralou záporačku, lhostejnou k bolesti a utrpení druhých, které však ani nestojíme za to, aby nám pohlédla do očí. Entropie je také velmi, velmi nebezpečná a nakonec nás všechny dostane. Stojí na konci všech příběhů. Rozloží všechny struktury, všechny tvary, každou hvězdu i každou galaxii a každou živou buňku. Roli entropie poeticky popsal Joseph Campbell ve své knize o mytologii:

„Ve světě, jak ho známe... platí jediný konec: smrt, rozklad, rozpad a krutá bolest v srdci, když zahyne to, co jsme měli rádi.“¹²

Moderní věda vysvětluje roli entropie chladnokrevnou řečí statistiky. Ze všech nesčetných způsobů, jakými lze věci uspořádat, je jich drtivá většina nestrukturovaná, náhodná a neuspořádaná. U většiny změn je pravděpodobnost jejich provedení podobná, jako kdybychom vzali balíček 10⁸⁰ karet (to je 10 následovaných 80 nulami neboli přibližně počet atomů ve vesmíru) a znovu a znovu je míchali v naději, že najdeme všechna esa vedle sebe. To je nepředstavitelně vzácný vzor – tak vzácný, že se pravděpodobně neobjeví, i kdybychom míchali po dobu násobně delší, než je stáří vesmíru. Ve většině případů nenajdeme žádnou nebo jen minimální strukturu. Hodíme-li bombu na staveniště plné cihel, malty, drátů a barvy, jaká je šance, že až se prach usadí, objeví se místo toho bytový dům s dokončenou elektroinstalací, vymalovaný a připravený k nastěhování? Svět magie může

entropii ignorovat, ale náš svět nikoli. Proto většina vesmíru, především obrovské prázdné prostory mezi galaxiemi, tvar a strukturu postrádá.

Entropie je tak silná, že není snadné pochopit, jak vůbec mohly nějaké struktury vzniknout. Přesto však víme, že vznikly. A zdá se, že se tak stalo s jejím svolením. Vypadá to však, jako by entropie výměnou za to, že umožňuje propojení věcí do složitějších struktur, požadovala něco jako daň, řekněme jí daň ze složitosti, která se splácí právě energií. Ve skutečnosti uvidíme, že entropie si vymínila řadu různých druhů daní, trochu jako ruský car Petr Veliký, který zřídil speciální vládní úřad, jenž měl za úkol vymýšlet nové formy zdanění. Entropie má tuto dohodu ráda, protože daně placené všemi složitými entitami jí pomáhají v jejím pochmurném úkolu proměnit celý vesmír v beztvárovou kaši. Samotný akt placení entropických daní vytváří větší chaos a více odpadu, stejně jako provoz dnešního města generuje obrovské množství odpadků a tepla. Všichni platíme daně entropii každou sekundu svého života. Přestaneme je platit v den, kdy zemřeme.

Jak tedy vznikly úplně první struktury? To je otázka, na kterou věda zatím nemá úplnou odpověď, přestože se nabízí celá řada slibných teorií.

Kromě energie a hmoty vznikla při velkém třesku také určitá základní pravidla fungování. Vědci začali chápat, jak zásadní tato pravidla jsou, až v době vědecké revoluce v sedmnáctém století. Dnes tato pravidla označujeme za základní fyzikální zákony. Vysvětlují, proč zběsilé a chaotické energie prvotního atomu nebyly zcela beze směru – fyzikální zákony nasměrovaly změnu určitými cestami a zamezily téměř nekonečnému množství jiných možností. Zákony fyziky odfiltrovaly ty stavy vesmíru, které s nimi nebyly kompatibilní, takže v každém daném okamžiku existoval vesmír pouze v jednom z mnoha stavů, které s pravidly fungování vesmíru naopak kompatibilní *byly*. Z těchto nových stavů pak zase vyplynula další pravidla, která nasměrovala změnu novými cestami.

Toto neustálé odfiltrovávání fyzikálně nemožných stavů zaručovalo alespoň minimální stupeň struktury. Nevíme, proč se taková pravidla objevila ani proč nabyla zrovna dané podoby. Nevíme ani, zda byla právě tato pravidla nevyhnutelná. Možná existují i jiné vesmíry, v nichž platí pravidla odlišná. Možná je v některých vesmírech gravitace silnější nebo elektromagnetismus slabší. Pokud je tomu tak, obyvatelé těchto vesmírů (pokud nějakí jsou) budou vyprávět o svém vzniku odlišné příběhy. Možná některé vesmíry trvaly miliontinu sekundy, zatímco jiné budou existovat mnohem déle než ten náš. Možná v některých vesmírech vzniká množství exotických forem života, zatímco jiné jsou biologickými hřbitovy. Pokud se náš vesmír skutečně nachází v multivesmíru, můžeme si představit, že jeho

stvoření doprovázel majestátní hod kostkou, po němž následovalo oznámení: „Dobře, v tomto vesmíru bude gravitace a také elektromagnetismus, přičemž elektromagnetismus bude 10^{36} krát silnější než gravitace.“ (To je skutečně poměr síly gravitace a elektromagnetismu, alespoň v našem vesmíru.) Existence těchto pravidel zajistila, že náš vesmír nikdy nebude zcela chaotický. Bylo tak prakticky jisté, že tu někde vznikne něco zajímavého.

Struktury a vzory existovaly od okamžiku, kdy energie nabyla různých forem. Když došlo k jejímu zhuštění do prvních částic hmoty, i ty se začaly řídit určitými pravidly. Neutrony, protony a elektrony, základní součásti atomů, se objevily během několika sekund po velkém třesku, stejně jako antiprotony a antielektrony (tj. záporně nabité protony a kladně nabitě elektrony), které tvoří to, co fyzici nazývají *hmotou* a *antihmotou*. Jakmile teploty ve vesmíru klesly pod úroveň, při níž mohla snadno vznikat hmota a antihmota, došlo k prudkému, celovesmírnému demoličnímu derby, v němž se hmota a antihmota vzájemně ničily, čímž se uvolnilo obrovské množství energie. Naštěstí pro nás nepatrný přebytek hmoty (možná jedna částice z miliardy) tento masakr přežil. Tyto zbývající částice hmoty zůstaly na svém místě, protože teploty brzy klesly natolik, že se částice nemohly přeměnit zpět na čistou energii. A právě z tohoto zbytku je stvořen náš vesmír.

Jak teploty klesaly, hmota se rozrůžňovala. Elektrony a neutrina byly ovládány elektromagnetismem a slabou jadernou silou. Protony a neutrony, tvořící atomová jádra, se zformovaly z trojice podivných částic nazývaných kvarky, spojených silnou jadernou silou. Elektrony, neutrony, kvarky, protony, neutrina... během pouhých několika sekund po velkém třesku se náš rychle chladnoucí vesmír ustálil do několika odlišných struktur, z nichž každá měla vlastní emergentní vlastnosti. Jakmile uragán velkého třesku utichl, extrémní energie potřebná k odemčení těchto prapůvodních struktur zmizela, a proto se nám různé formy energie a částice, jako jsou právě protony a elektrony, jeví jako víceméně nesmrtelné.

Takto se spojila náhoda s nevyhnutelností, aby společně daly vzniknout prvním jednoduchým strukturám. Fyzikální zákony odfiltrovaly spoustu možností – to byla ta nezbytná část. Náhoda pak z těch zbývajících možností vytvořila nová, nahodilá uspořádání. Takhle to celé funguje. Jak píše nanofyzik Peter Hoffmann: „Náhoda, mírněná fyzikálními zákony, které ji dodávají špetku nezbytnosti, se stává tvůrčí silou, hybatelem a hnacím motorem našeho vesmíru. Veškerá krása, kterou kolem sebe vidíme, od galaxií po slunečnice, je výsledkem této tvůrčí spolupráce mezi chaosem a nezbytností.“¹³

PRVNÍ ATOMY

Během několika minut po velkém třesku, kdy došlo ke spojení protonů a neutronů, se objevily další struktury. Jeden proton tvoří jádro atomu vodíku, dvojice protonů (se dvěma neutrony) vytváří jádro atomu helia, a tak ve vesmíru začaly vznikat první atomy. Fúze protonů však vyžaduje značnou dávku energie, protože jejich kladné náboje se navzájem odpuzují, a teploty krátce po velkém třesku rychle klesaly, takže nebylo možné fúzovat více protonů a vytvářet jádra větších atomů. To vysvětluje základní aspekt našeho vesmíru: téměř tři čtvrtiny všech atomů v něm tvoří vodík a zbytek je převážně helium.

Mnohem větší množství hmoty je tvořeno *hmotou temnou*, věcí, kterou zatím nechápeme, ale víme, že existuje, protože její gravitační síla určuje strukturu a rozložení galaxií. Několik minut po velkém třesku náš vesmír tedy sestával z obrovských mraků temné hmoty, do nichž bylo vnořeno sršící plazma protonů a elektronů, jímž proudily fotony světla. Dnes se plazma nachází pouze v nitru hvězd.

Nyní se musíme pozastavit a počkat si asi 380 000 let (téměř dvakrát déle, než existujeme jako biologický druh na Zemi). V tomto období pokračovalo ochlazování vesmíru. Když teploty klesly pod několik tisíc stupňů Celsia, došlo k dalšímu fázovému přechodu, podobajícímu se přeměně páry na vodu. Abychom tento fázový přechod vysvětlili, musíme si uvědomit, že teplo je ve skutečnosti mírou pohybu atomů. Všechny částice hmoty se neustále vrtí energií jako neposedné děti a teplota je mírou průměrné úrovně tohoto vrtění. Toto chvění je ale skutečné. Einstein ve své slavné práci z roku 1905 prokázal, že příčinou nahodilého pohybu prachových částic ve vzduchu je právě kmitání atomů. S klesající teplotou se částice chvějí méně, až nakonec může dojít k jejich spojení. A jak se vesmír ochlazoval, přitahovala elektromagnetická síla záporně nabitě elektrony ke kladně nabitým protonům, až se elektrony uklidnily natolik, že se usadily na oběžných drahách kolem protonů. A hle! Na světě byly první atomy, základní stavební kameny veškeré hmoty kolem nás.

Za normálních okolností jsou izolované atomy elektricky neutrální, protože kladné a záporné náboje jejich protonů a elektronů se navzájem ruší. Jakmile tedy vznikly první atomy vodíku a helia, většina hmoty ve vesmíru se náhle stala neutrální a pulzující plazma se rozplynulo. Fotony, nosiče elektromagnetické síly, nyní mohly volně proudit elektricky neutrální mlhou atomů a temné hmoty. Dnes mohou astronomové výsledky tohoto fázového přechodu pozorovat, protože fotony, které unikly z plazmatu,

vytvořily jemný energetický šum (kosmické mikrovlnné pozadí), který stále prostupuje celým vesmírem.

Náš příběh překročil svůj první milník. Máme vesmír. Ten již obsahuje určité struktury s emergentními vlastnostmi. Jsou v něm různé formy energie a hmoty, z nichž každá má svou osobitou povahu. Obsahuje atomy. A má vlastní pravidla fungování.

JAKÉ JSOU DŮKAZY?

Jakkoli se tento příběh může zdát na první poslech bizarní, musíme ho brát vážně, protože je podložen obrovským množstvím důkazů.

Prvním vodítkem k tomu, že k velkému třesku skutečně došlo, byl objev, že se vesmír rozpíná. Pokud se rozpíná nyní, logika nám říká, že v určitém okamžiku v dávné minulosti musel být nekonečně malý. To, že se vesmír rozpíná, víme díky tomu, že máme k dispozici přístroje a pozorovací techniky, které lidé od jezera Mungo neměli, přestože si můžeme být jisti, že byli vynikajícími astronomy, i když noční oblohu pozorovali pouhým okem.

Většina astronomů od Newtonových dob předpokládala, že vesmír musí být nekonečný, protože kdyby nebyl, gravitační zákony by veškerou hmotu shlukly do jednoho vazkého chuchvalce, podobně jako se na dně jímky nahromadí hustý vyjetý olej. V devatenáctém století už astronomové disponovali dostatečně přesnými přístroji na to, aby mohli začít zaznamenávat rozložení hvězd a galaxií, a astronomické mapy, které tím vytvořili, začaly naznačovat velmi odlišný obraz vesmíru.

Nejprve začali zachycovat mlhoviny, rozmazané skvrny, které se objevovaly na všech hvězdných mapách. (Dnes víme, že většina mlhovin představuje celé galaxie, z nichž každá obsahuje miliardy hvězd.) Jak vzdálené tyto mlhoviny jsou? O co přesně jde? Pohybují se? Postupem času se astronomové naučili získávat ze světla, které hvězdy vyzařují, čím dál více informací. Mezi tyto informace patří i jejich vzdálenost od nás a to, zda se k nám přibližují, nebo se od nás vzdalují.

Jednou z nejdůmyslnějších metod, jak studovat pohyb hvězd a mlhovin, je využití Dopplerova jevu (nazvaného po rakouském matematikovi z devatenáctého století Christianu Andreasi Dopplerovi) k měření rychlosti, jakou se k nám hvězdy nebo mlhoviny přibližují nebo se od nás vzdalují. Energie se šíří ve vlnách a vlny mají, podobně jako ty na mořské pláži, určitou frekvenci. Dosahují vrcholu v pravidelných intervalech, které lze měřit. Frekvence se však mění, pokud se pohybujete. Když vejdete do moře a poplavete směrem do něj, bude se vám zdát, že se frekvence, s níž

Vážení čtenáři, právě jste dočetli ukázkou z knihy Příběh počátků.

Pokud se Vám ukázka líbila, na našem webu si můžete zakoupit celou knihu.