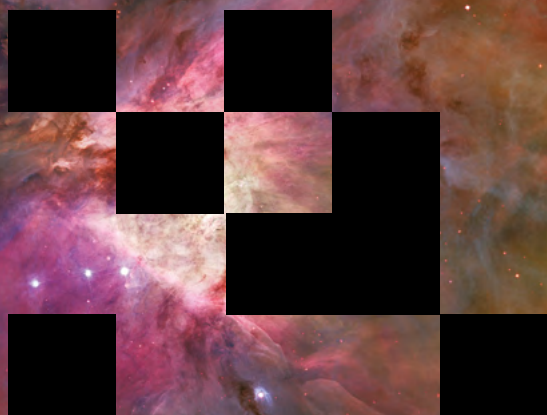


edice **aliter**

Paul
Davies



**CO ŽERE
VESMÍR?**
a jiné kosmické
otázky

edice **aliter** — svazek **83**

Paul
Davies

**CO ŽERE
VESMÍR?**
a jiné kosmické otázky

Dokořán a Argo 2023

Paul Davies
CO ŽERE VESMÍR?
a jiné kosmické otázky

First published as *What's Eating the Universe* in 2021
by Allen Lane, an imprint of Penguin Press.

Penguin Press is part of the Penguin Random House
group of companies.

Copyright © Paul Davies, 2021

Translation © Tomáš Nosek, 2023

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 anglického originálu *What's Eating the Universe?*
And Other Cosmic Questions přeložil Tomáš Nosek.

Odpovědný redaktor Zdeněk Kárník.

Redakce Marie Černá.

Sazba, obálka a konverze do
elektronické podoby Michal Puhač.

Vydalo v roce 2023 nakladatelství Dokořán, s. r. o.,

Holečkova 9, Praha 5,

dokoran@dokoran.cz, www.dokoran.cz,
jako svou 1243. publikaci (420. elektronická).

ISBN 978-80-7675-156-9

OBSAH

PŘEDMLUVA	7
1 Cesta od počátku času	11
2 Pátání po klíči k vesmíru	15
3 Proč je v noci tma?	21
4 Velký třesk	27
5 Kde je střed vesmíru?	37
6 Jak to, že je vesmír vlastně poměrně srozumitelný?	41
7 Jakou rychlost má prostor?	45
8 Jaký tvar má prostor?	51
9 Velké vesmírné korekce a jejich vysvětlení	61
10 Většina našeho vesmíru chybí	65
11 Co je to temná energie?	69
12 Odkud se bere hmota?	75
13 Gravitace všechny přemůže	85
14 Zakřivený čas a černé díry	89
15 Je možné cestovat časem?	95
16 Kde se vzala záhadná šipka času?	101
17 Paradox černých děr	107
18 Teorie všeho?	113
19 Zkameněliny vesmírného úsvitu	125
20 Může vesmír vzniknout z ničeho?	133
21 Kolik těch vesmírů je?	139
22 Záhada malé Mášeňky	147
23 Co žere vesmír?	151
24 Je vesmír ve skutečnosti jen zpackaná práce?	155

25 Jsme tu sami?	159
26 Je ET u nás za humny?	163
27 Proč žijeme právě <i>teď</i> ?	169
28 Osud našeho vesmíru	175
29 Má to všechno nějaký smysl?	183
30 Co nového na vesmírném obzoru?	189
REJSTŘÍK	196

Co žere vesmír? je taková vědecká detektivka. Vysvětlíme si v ní, jak se teprve nedávno vyřešila některá prastará tajemství kosmu, zatímco nové překvapivé objevy stále vyvracejí naše dosavadní chápání fyzikální reality. Chceme-li nahlédnout veškeré souvislosti, musíme podniknout cestu od počátku samotného času přes současnost až do nekonečné budoucnosti. To dělá kosmologie, věda o počátku, vývoji a osudu celého vesmíru. Kosmologie spřádá dohromady velké a malé, obrovskou rozlohu vesmíru s nejnepřehlednějšími zákoutími subatomární hmoty. Je troufalým a úchvatným úsilím člověka vypořádat se s otázkami, jež byly po tisíce let zcela výlučně doménou náboženství a filozofie.

Možná se najdou tací, kteří mají pocit, že když vědecké metody ono skryté fungování přírody objasní, ztratí se všechna krása neznámého. Já jsem naopak vždycky věřil, že čím pronikneme hlouběji, tím se fyzikální svět zdá krásnější a obdivuhodnější. Demystifikovaná příroda je přírodou odhalenou v celé své nobilese a eleganci. Je dobré si to uvědomit. V následujících kapitolách podrobně prostudujeme všechny důležité kosmologické objevy a položíme si základní filozofické otázky, které z nich vyplývají: proč vesmír vůbec existuje, proč má zrovna tuto podobu, proč jsou přírodní zákony právě takové a jak se stalo, že systém původně bezduchých, bezúčelných částic dal vzniknout

vědomým a myslícím bytostem, jimž okolní svět začal dávat jakýs takýs smysl.

Zabývám se těmito velkými otázkami existence celý život a měl jsem tu čest některé z nich i skutečně řešit v rámci svých profesí teoretického fyzika, kosmologa a astrobiologa. Ačkoli moje vlastní příspěvky v oboru jsou spíše skromné, potkal jsem se s některými velikány astronomie a fyziky, s ženami a muži pronikavého intelektu a s nenasytnou zvědavostí, jejichž nakažlivý zápal pro vědecký pohled na svět a jeho porozumění pro mě byl neutuchajícím zdrojem inspirace. Zažil jsem jedno z nejvíce vzrušujících období vědy, během kterého nejedno zadumané teoretizování o podstatných problémech vyústilo v těžce vybojované objevy. Jak už tomu ve vědě bývá, odpovědi na některé z otázek přinesly tucty otázek dalších. A to platí i dnes. Mnohého bylo dosaženo, mnohé ale zároveň zůstává zahaleno tajemstvím. Tato kniha má být stručným shrnutím současného stavu našeho poznání.

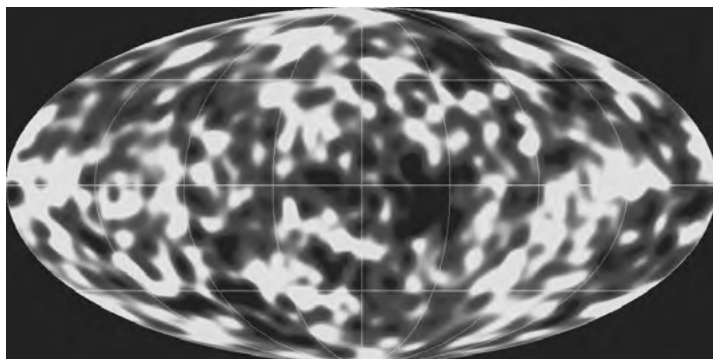
Během let mi s výzkumem pomáhalo tolik lidí, že je zde všechny jmenovat nelze, rozhodně však musím poděkovat Cecilii Lunardini a Richi Lebedovi z Arizonské státní univerzity, kteří mi vysvětlili některé aspekty částicové fyziky, Charleymu Lineweaverovi z Australské národní univerzity za jeho pomoc s popisem kosmologických horizontů, Glenu Starkmanovi za inspirativní přednášku o podivnostech kosmického reliktního záření a Simonu Mittonovi za to, že mě upozornil na několik historických nepřesností. Lucy Hawkingová a Christopher McKay mi poskytli cennou pomoc při tvorbě obrázků. Zvláštní poděkování patří mé ženě Pauline za její podporu, podněty a kritické poznámky k textu. Ve schopnostech komunikace mě daleko převyšuje a její redakční úpravy mají obrovskou zásluhu na výsledném textu.

Na závěr bych rád poděkoval redaktorce Chloe Currensové z nakladatelství Penguin za její návrhy, komentáře a pokyny, pronášené vždy neochvějně radostným tónem.

Paul Davies, Phoenix, březen 2021

Cesta od počátku času

Dne 14. ledna 1990 světová média otiskla oválný obrázek s červenými a modrými skvrnami, který údajně nezachycuje nic menšího než zrod samotného vesmíru (obrázek 1). „Bylo to jako dívat se na Boží tvář,“ prohlásil George Smoot, vědecký vedoucí projektu. Slovy Stephena Hawkinga obrázek představoval „jeden z největších vědeckých objevů století, ne-li celé historie“.



Obr. 1: Mapa oblohy po velkém třesku, jak ji naměřila družice *COBE*.

Předmětem vši té chvály byla barevná mapa teploty oblohy, jak ji naměřila družice *COBE* (*CO*smic *B*ackground *E*xplorer – Průzkumník kosmického pozadí). Ta dostala za úkol zkoumat vyhasínající záři velkého třesku v podobě

mikrovlnného moře, které ničím neruшено zaplavuje celý prostor od chvíle, kdy byl vesmír ve srovnání se současností ještě velmi mladý. Na první pohled beztvaré skvrny zdobící obrázky ukazovaly na mírně teplejší či chladnější oblasti vesmíru. Do tohoto kaleidoskopického vzoru byla ale vryta důležitá svědectví o porodních bolestech, jimiž vesmír procházel necelou sekundu po svém vzniku, na počátku samotného času.

Měření *COBE* předznamenalo zlatý věk kosmologie, která si za následující tři desetiletí vyšlapala cestu od stojatých vod čirých spekulací až ke spolehlivému vědeckému odvětví. Paradoxně dnes známe historii vesmíru v její úplnosti daleko lépe než historii naší vlastní planety. Leč, abychom parafrázovali Winstona Churchilla, tohle není konec kosmologie. Není to ani začátek jejího konce. Možná je to ale konec jejího začátku.

Kosmologie se může jevit jako obor jen pro vyvolené, ale v mnoha ohledech se nepřímou týká každého z nás. Každý máme vnitřní potřebu zjistit, jak jsme vznikli a proč je svět takový, jaký je. Různé společnosti se v průběhu dějin pokoušely tuto potřebu řešit vyprávěním mýtů o stvoření, tedy příběhů, jejichž cílem nebylo něco vědecky vysvětlovat, nýbrž zasadit lidské bytosti do širších souvislostí všech věcí. Když se před dvěma a půl tisíci lety mezi starořeckými filozofy objevila kosmologie jako akademická disciplína, získala své jméno odvozením od stejného kořene jako slovo „kosmetický“, což znamená krásný, celistvý a úplný – v protikladu ke slovu chaos. Toto jméno naznačovalo, že existuje něco jako „vesmír“, soudržná a organizovaná entita, kterou lze pochopit lidským rozumem. Na další pokrok se však muselo čekat ještě dva tisíce let až do nástupu moderní vědy, která přinesla řadu fascinujících objevů. Když Koperník roku 1543

prohlásil, že Země obíhá okolo Slunce, v základech otřásl antropocentrickým modelem vesmíru, jenž převládal po celá staletí. Jistě, bezprostřední vliv tohoto tvrzení na každodenní život byl nepatrný. Nedošlo k žádným nepokojům, válkám ani hospodářským krizím. Poznání, že se nenacházíme ve středu vesmíru, však postupem času zásadně proměnilo kontext celé lidské existence. Důsledky nebyly patrné jen v přírodních vědách, ale i v náboženství, společenském životě a hospodářství.

Na změnu perspektivy, i kdyby byla ještě převratnější než ta započatá Koperníkem, jsme připraveni také dnes. Budoucí generace se jednou ohlédnou zpět, aby záviděly těm, kteří měli tu čest být přímými svědky naší doby. Ovšem za obsáhlým seznamem všech objevů současnosti se skrývá ještě jedno hluboké tajemství. Na poměrně obyčejné planetě obíhající zcela běžnou hvězdu se z nějakého důvodu vyvinul druh organismu, který přišel na to, jak je uspořádán celý svět. To o našem postavení v přírodním řádu říká něco určitě zcela zásadního. Jenže co?

Pátrání po klíči k vesmíru

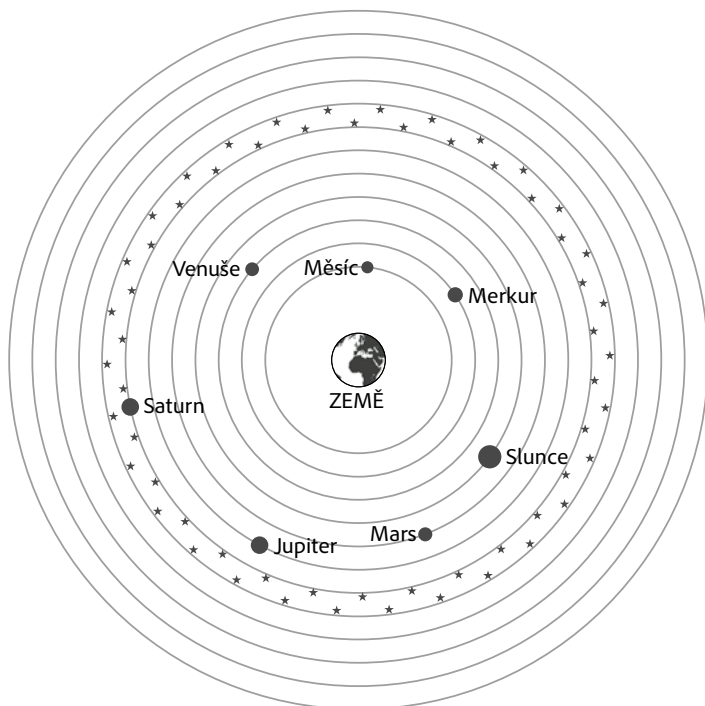
Člověk nemůže vzhlednout k noční obloze, aniž by ho to majestátní a překrásné panorama neohromilo – táhlý oblouk Mléčné dráhy, nespočet blikajících hvězd, naléhavý, vytrvalý jas planet. Ta rozloha a spletitost je úchvatná. Po tisíciletí naši předci pozorovali úplně stejnou oblohu a hledali její vnitřní řád. Co je klíčem k jeho pochopení? Jak vesmír vznikl? A jak do souvislosti všech věcí zapadáme my, lidské bytosti?

Pro mnoho starých společností nebylo nalezení nebeského řádu pouze filozofickou a spirituální otázkou. Bylo to nezbytné i z praktického hlediska. Znat pohyby nebeských těles mělo pro člověka zásadní význam nejen při mořeplavbě, ale i při sezonním přesídlování, pěstování plodin a měření času. Zájem našich dávných předků o přirozené cykly Slunce, Měsíce a planet je zřejmý z megalitických staveb, které vybudovali. Některé z nich zcela záměrně projektovali k souhře s astronomickými událostmi, jimž se často připisoval duchovní význam a které byly doprovázeny propracovanými obřady. Obloha byla považována za říši nadpřirozena. Některé kultury uctívaly Slunce, Měsíc a planety přímo jako bohy.

Zřetelná pravidelnost pohybu astronomických objektů ale naznačovala úplně jinou interpretaci nebes. Nikoli jako hřiště bohů, ale jako *mechanismus*, jako důmyslné soukolí. Hned jak se idea ujala, bylo nutné precizně proměřit,

jak je tento mechanismus uspořádán a řízen. Nezbytnými dovednostmi k tomu byly aritmetika a geometrie. Vedle kněží a vládců se tak mocnými a společensky významnými osobnostmi stali i astronomové. Jejich pečlivá měření a analýzy ve fungování nebes postupně odhalily řád a harmonii, pravidla a formu, pro které bylo v průběhu staletí navrženo mnoho teoretických modelů. Ve druhém století n. l. přehledně shrnul tehdejší představy dobře známý řecký astronom Klaudios Ptolemaios. Ptolemaiovská kosmologie se vyznačovala složitým systémem do sebe vzájemně vnořených sfér, které se různou rychlostí otáčejí kolem Země (obrázek 2).

Mechanistické modely vesmíru se sice vydaly správným směrem, ale nikdy se z nich jaksi nevytratil teologický podtext. Frustrující otázka počátku byla přítomna neustále. Jak vůbec vzniklo to ohromné vesmírné zařízení? Existoval nějaký prvotní hybatel, který ten komplikovaný stroj uvedl do pohybu? Nadpřirozený demiurg, který z chaosu vykouznil řád? Bůh, který stvořil vesmír z ničeho? V těchto prvních modelech se také nikdo nepokusil dát pohyby astronomických objektů do souvislosti s pohybem hmotných těles zde na Zemi. Ač je obojí plné pohybu, nebesa a Země zůstávaly zcela oddělenými doménami. V Evropě tento přístup přetrvával přes celý středověk až do 17. století. A pak se zničehonic lidské chápání kosmu od základu změnilo. Malá skupina vizionářů zvaných „přírodní filozofové“ si uvědomila, že klíč k celému vesmíru nelze hledat v božím jednání ani v samotné geometrii jeho architektury, ale že spočívá spíše v *přírodních zákonech*, které fyzický svět přesahují. Působí v rovině abstraktní, našim smyslům nepřístupné, přesto jsou stále lidským rozumem postihnutečné. Pravidla a forma, tak obdivované starověkými filozofy, se neprojevují pouze



Obr. 2: Vesmír se Zemí ve svém středu podle Ptolemaia.

existencí konkrétních fyzikálních objektů či systémů, ale jsou vetkány do tajemných vzorů rozsáhlé mozaiky jakéhosi vesmírného zdrojového kódu, do přírodních zákonů samotných. Konceptuálně šlo o překvapivý zvrat představující přechod od pouhého *popisu* světa k jeho *vysvětlení*. Markantní skok v porozumění, který jej provázal, poeticky vyjádřil v roce 1632 Galileo: „Velká kniha přírody je napsána v jazyce matematiky, [bez něhož] člověk jen bloudí temným labyrintem.“ Jak řekl Galileo, klíčem k vesmíru je rozlousknout jeho matematickou šifru. To o tři století později zopakoval

i astronom sir James Jeans, když prohlásil: „Zdá se, že vesmír navrhl čistokrevný matematik!“ Galileo sám už sice s úkolem odhalit skrytý matematický řád přírody započal, byla to však až generace následující, kdy se – zejména díky pracím Isaaca Newtona a Gottfrieda Leibnize – všechno konečně propojilo do jednoho celku. V jejich případě tehdy nešlo o žádný velkolepý a svědomitě organizovaný společenský projekt, jakým je vědecký výzkum dnes. Zakladatelé toho, co dnes nazýváme vědou, byli spíše členy jakési výsadní, nekonvenčně zbožné, popudlivé a sebestředné sekty či tajného společenství, které se – stále ještě – zaobíralo starověkou mystickou tradicí.

Galileo byl průkopníkem pozorování nebes nově vynalezeným dalekohledem; to mu umožnilo měřit pohyby planet a tvary jejich oběžných drah daleko přesněji než dříve. Podobně jako on, i Newton obrátil svou pozornost na Sluneční soustavu, aby odhalil matematické zákony, jež by zde na Zemi platily stejně jako ve vesmíru a které by šlo metodami pozorování a měření ověřit. K tomu však bylo nutné najít správný matematický klíč, a ten nebyl k nalezení ani v ohromných spisech starořecké aritmetiky a geometrie, ani ve spisech novějších, středověkých. Proto si ho vyrobil sám. Teorii fluxionů, jak ji Newton nazval, dnes známe pod pojmem diferenciální počet. Záhy po dovršení svých dvaceti let, nepochybně i díky nucené izolaci doma v Lincolnshiru během londýnské morové rány v letech 1665–1666, použil své fluxiony k formulaci pohybových zákonů a zjistil, jak gravitace, ta záhadná síla působící na všechna tělesa napříč celým prostorem, slábne přesně nepřímo úměrně čtverci vzdálenosti mezi nimi.

Lidstvo náhle disponovalo úplně novým výkladem nebes. Křivolaké paraboly komet, půvabné elipsy planet, pravidelné

kroužení Měsíce – všechny ty jemné vzory různých oběžných drah v něm do sebe vzájemně zapadly jakoby propojeny neměnnou logikou pevných matematických vztahů. Nikdy nezapomenu na to vzrušení, když jsem poprvé jako student použil Newtonovy zákony na pohyb planety okolo Slunce a z výpočtů na mě vykoukl vzorec elipsy! Bylo to jako kouzlo. Představte si ten úžas, jaký asi prožíval sám Newton, když z vlastnoručně sestavených rovnic získal právě ty geometrické obrazce, které astronomové tak svědomitě zaznamenávali na základě dlouholetých pozorování.

Ačkoli to byl skutečně impozantní pokrok, Newtonova vize byla ještě mnohem větší. Když vysvětlil Sluneční soustavu, jal se svůj gravitační zákon aplikovat na celý vesmír. Že se vesmír hvězdami jenom hemží, bylo jasné od chvíle, kdy Galileo namířil na Mléčnou dráhu svůj teleskop. Jak jsou v něm ale rozmístěny? Jsou seskupeny ve velikánském, ale konečném mračnu, nebo jsou naopak neomezeně rozptýleny v nekonečném prostoru? Newton si vesmír představoval jako obrovský hodinový strojek, jehož vnitřní strukturu formuje právě gravitace. Tato univerzální přitažlivá síla v něm vytrvale poutá všechny objekty k sobě, a tak jej doslova drží pohromadě. Stability je dosaženo tam, kde gravitaci vzdoruje pohyb těles po zakřivených drahách, jako je tomu v případě Země obíhající okolo Slunce. To naši planetu sice přitahuje, ona však do něj nespadne. Co ale vesmír jako celek? Jak to, uvažoval Newton, že se hvězdná soustava neslepí v mohutnou jednolitou masu, když ji nic nepodepírá?

Navrhl řešení, pro které by musel být vesmír nekonečný. Bez hranic a bez zřejmého těžiště se ve vesmíru nenachází žádné význačné místo, do kterého by se mohl zhroutit. Daná hvězda by byla přitahována do všech směrů stejně, síly by se vyrovnaly: „[síly] protichůdnou přitažlivostí ruší

své vzájemné působení,“ jak to Newton poněkud kuriózně vyjádřil. Byl to sice chytrý úhybný manévr, přece jen však pouhý intelektuální trik. Tato křehká rovnováha totiž ve skutečnosti není stabilní, jak uznal sám Newton: „Považuji to totiž za tak nesnadné, jako postavit nikoli jednu, ale nekonečné množství jehel ... naprosto přesně na jejich hrot.“ Zdálo se, že by jeho nekonečný vesmír jenom balancoval na hraně kolapsu. Newton se však jako člověk věřící (i když svým vlastním výstředním způsobem) nezdráhal dovolat Boha, aby své vlastní stvoření v případě potřeby podepřel.

A tím celá záležitost vyšuměla. Trvalo ještě dvě století, než se objevilo správné řešení. Z historického hlediska je dnes ale jasné, že odpověď se celou tu dobu skrývala přímo před našima očima – vlastně přímo nad naší hlavou.