

Richard Panek

Čtyřprocentní vesmír

**Temná hmota,
temná energie
a hledání
zbytku reality**



4%

argo

ARGO / DOKOŘÁN

Richard Panek

ČTYŘ- PROCENTNÍ VESMÍR

Temná hmota,
temná energie
a hledání zbytku reality

ARGO / DOKOŘÁN

Přeložil Vít Penkala

The 4% Universe: Dark Matter, Dark Energy,
and the Race to Discover the Rest of Reality
Copyright © 2011 by Richard Panek
Translation © Vít Penkala, 2012

ISBN 978-80-257-1054-8

S láskou věnováno Meg

„Já vím,“ řekl Nick.
„Nic nevíš,“ řekl otec.

Ernest Hemingway

OBSAH

| | |
|--------------------|----------------------------------|
| Předmluva | 11 |
| Prolog | 13 |
| ČÁST PRVNÍ | VÍC, NEŽ SE JEVÍ OKU 17 |
| KAPITOLA PRVNÍ | Budiž světlo 19 |
| KAPITOLA DRUHÁ | Co je tam venku 38 |
| KAPITOLA TŘETÍ | Zvolme si halo 51 |
| ČÁST DRUHÁ | HLEĎME! 63 |
| KAPITOLA ČTVRTÁ | Dostat se do hry 65 |
| KAPITOLA PÁTÁ | Udržet se ve hře 82 |
| KAPITOLA ŠESTÁ | Hra 100 |
| ČÁST TŘETÍ | TVÁŘ HLUBIN 117 |
| KAPITOLA SEDMÁ | Společnost pro plochý vesmír 119 |
| KAPITOLA OSMÁ | Nazdar, lambda 136 |
| KAPITOLA DEVÁTÁ | Dvakrát zoubková víla 156 |
| ČÁST ČTVRTÁ | MÉNĚ, NEŽ SE JEVÍ OKU 171 |
| KAPITOLA DESÁTÁ | Prokletí Bambina 173 |
| KAPITOLA JEDENÁCTÁ | Věc 190 |
| KAPITOLA DVANÁCTÁ | Musí spadnout 203 |
| Epilog | 220 |
| Poznámky | 224 |
| Citované práce | 240 |
| Rejstřík | 248 |

PŘEDMLUVA

Autor by rád vyjádřil hlubokou vděčnost Amandě Cookové za její mimořádné redaktorské vedení a také za upřímnou náklonnost k temné straně vesmíru; Henrymu Dunowovi, který se svou nevídanou moudrostí dal autora a redaktorku dohromady; Katye Riceové za její odborný pohled; Katherine Boutonové za to, že to riskla s vědou a zadala článek na toto téma; nadaci John Simon Guggenheim Memorial Foundation, programu nadace National Science Foundation s názvem Antarctic Artists and Writers Program a nadaci New York Foundation for the Arts za jejich velkorysou a zásadní podporu; a pak taky Gabrielovi a Charliemu (kteří tvrdí, že vědí, co je to temná hmota a temná energie, ale odmítají to říct svému otci, který je i tak miluje).

PROLOG

Nastal čas nahlédnout pod pokličku. Je 5. listopad 2009 a vědci ze šestnácti vědeckých pracovišť z celého světa právě usedají před obrazovky počítačů a čekají na představení, které má právě začít: simultánní spuštění dvou počítačových programů – prvního na Univerzitě v Minnesotě a druhého na Caltechu, Kalifornském technologickém institutu –, které se budou po dobu patnácti minut probírat daty nasbíranými hluboko pod zemí v opuštěném železném dole v severní Minnesotě. Zde se pod osm set metrů mocnou vrstvou skály a těsně přiléhajícími olověnými pláty odstiňujícími zbloudilé kosmické záření nachází třicet detektorů o velikosti ledničky, v jejichž útrobách, chlazených až téměř k absolutní nule, se ukrývá jádro z atomů germania. Tyto neobyčejně citlivé přístroje během uplynulého roku pátraly po jistém kousíčku vesmíru. Všechna naměřená data se ihned přenášela a ukládala do vzdálených počítačů, kde podle pravidla slepé analýzy zůstala až do tohoto dne skryta. Je krátce po deváté hodině ranní amerického centrálního času a odkrývání dat právě začíná.

Jodi Cooleyová je připravena u obrazovky ve své pracovně na Jižní metodistické univerzitě v Dallasu. Jako koordinátorka datové analýzy experimentu dohlížela v uplynulých měsících na to, aby vědci z obou univerzit – doktorandi, kteří dnes oba počítače obsluhují – napsali ony dva programy na zpracování dat nezávisle na sobě a za použití odlišných postupů, a snížili tak možnost případné systematické chyby. Cooleyová se také postarala o to, aby k počítačům zasedli ve stejný čas i všichni ostatní spolupracovníci na projektu: fyzikové ze Stanfordovy univerzity, Kalifornské univerzity v Berkeley či Brownovy univerzity, vědci z Floridy, Texasu, Ohia i Švýcarska. Společně budou sledovat údaje objevující se na jejich obrazovkách: dvě verze jednoho grafu pro každý detektor.

Po chvíli se grafy začínají postupně objevovat. Nic. Nic. Nic.

Uplynou tři nebo čtyři minuty a na jednom páru grafů se objeví shodný bod. Tečka, která se jako jediná nachází v žádaném úzkém rozsahu hodnot.

Za několik dalších minut později se na jiné dvojici grafů objevuje druhý pár bodů ve stejné oblasti hodnot.

Za pár dalších minut oba programy doběhnou do konce. Takže to by bylo. Dvě detekce.

„Páni,“ pomyslí si Cooleyová.

Páni, protože skutečně něco našli, přestože očekávali stejný výsledek jako při předchozím pokusu nahlédnout „pod pokličku“ před dvěma lety – tedy nic.

Páni, protože když už něco zachytíte, jsou dvě částice nešťastný výsledek – ze statistického hlediska ne nezajímavý, ale zcela nedostatečný pro to, abyste ho mohli nazývat objevem.

Ale zejména *páni*, protože snad poprvé spatřili náznak existence temné hmoty – součásti vesmíru, po níž jsme až do nedávna nepátrali, neboť jsme až do nedávna netušili, že nám většina našeho vesmíru chybí.

Nebylo by to poprvé, co by se ukázalo, že nám drtivá část vesmíru zůstává skryta. V roce 1610 oznámil Galileo Galilei světu, že při pozorování nebes pomocí nového zařízení – kterému dnes říkáme dalekohled – objevil, že vesmír toho obsahuje daleko více, než je možné vidět pouhým okem. Pět set výtisků pojednání o jeho objevech bylo okamžitě rozprodáno. Když do Florencie dorazila zásilka s jedinou kopií knihy, obklopal její příjemce okamžitě dav lidí a ti chtěli slyšet každíčké slovo, neboť až do tohoto okamžiku se naši předkové, lehávající na zádech s očima upřenými na noční oblohu, domnívali, že vidí všechno, co se vidět dá. Pak ale Galileo objevil hory na Měsíci, měsíce Jupitera a stovky nových hvězd. Najednou se lidem otevřel zcela nový vesmír. Vesmír, který astronomové během následujících čtyř století rozšířili o další měsíce planet, nové planety obíhající Slunce, stovky planet obíhajících jiné hvězdy, sto miliard hvězd v naší galaxii a stovky miliard dalších galaxií.

Během první dekády tohoto století nicméně astronomové došli k závěru, že i tento ohromující výčet může být stejně neúplný, jako byl před příchodem Galilea vesmír čítající pět planet. Tento nový vesmír je jen z nepatrného zlomku tvořen tím, co jsme dosud považovali za jeho podstatu – hmotou, z níž jsem tvořen já i vy, můj laptop a všechny ty měsíce, planety, hvězdy a galaxie. Zbytek – naprostá většina vesmíru – je... kdo ví?

Je, jak kosmologové říkají, „temný“. Ten termín by se mohl zapsat do historie jako výraz definitivní kapitulace. Není „temný“ ve smyslu neviditelný nebo vzdálený. Není ani „temný“, jako mohou být černé díry nebo hlubiny vesmíru. Je „temný“ ve smyslu neznámý – neznámý nyní a možná navždy: tvoří ho z 23 procent cosi záhadného, čemu říkáme temná hmota, a z 73 procent něco ještě záhadnějšího, čemu říkáme temná energie. To znamená, že na hmotu, kterou známe,

připadají pouhá čtyři procenta. Jak rád říkává na přednáškách pro veřejnost jeden teoretik: „Jsme jen takové smítko.“ Když zmizíme a s námi všechno, co jsme kdy považovali za vesmír, změní se toho jen velmi málo. „Jsme úplně bezvýznamní,“ dodává pobaveně.

Jak je komu libo. Astronomie je plná objevů, které odkazují homo sapiens do příslušných mezí, avšak tyto lekce z bezvýznamnosti byly vždy poněkud vyváženy tím, že jsme vesmír poznávali hlouběji a hlouběji. Čím větší část vesmíru jsme dokázali pozorovat, tím více jsme se dovídali. Ale co když jsme pozorovali jen tu menší část? Co se pak stane s naším chápáním vesmíru? Jaké v současné době nepředstavitelné důsledky by takové omezení, ať už bychom je byli schopni překonat či nikoli, mělo pro naše fyzikální zákony a filozofii – dva základní pojmové rámce našeho vztahu k vesmíru?

Astronomové to právě zjišťují. „Konečná koperníkovská revoluce“, jak tomu často říkají, se odehrává právě v dnešní době. Odehrává se v podzemních dolech, kde mimořádně citlivé přístroje čekají, až pípnutí oznámí zachycení hypotetické částice, která už k nám možná dorazila, a možná se nikdy neobjeví. Odehrává se ve svatostáncích vědy, kde se při rozhovorech u kávy čarují multivesmíry z páry z automatů na espresso. Odehrává se i na jižním pólu, kde teleskopy monitorují reliktní záření velkého třesku; ve Stockholmu, kde se laureátům Nobelovy ceny začíná dostávat uznání za jejich potýkání se s temnou stranou; v počítačích mladých vědců z celého světa, kteří z pohodlí svých pohovek pozorují v reálném čase zánik hvězd vzdálených miliardy světelných let. Odehrává se během přátelské spolupráce vědeckých týmů, ale také – neboť vesmír je vpravdě darwinistické místo – během soupeření, které může ohrozit jejich kariéru.

Astronomové, kteří se ocitli v čele této revoluce, se na tuto cestu nevydali záměrně. Podobně jako Galileo neměli žádný důvod očekávat, že objeví něco nového. Nehledali temnou hmotu ani temnou energii. A když pro ně našli důkazy, nevěřili jim. Ale jak se objevovaly další a přesvědčivější důkazy, oni sami i jejich kolegové se shodli v tom, že vesmír, o kterém jsme si mysleli, že ho důvěrně známe – a to od okamžiku, kdy lidstvo poprvé vzhlédllo k noční obloze –, je pouze stínem toho, co jej tvoří. Že jsme ke skutečné podobě vesmíru byli dosud slepí, neboť ho jen z malé části tvoří to, co lze spatřit. A že právě *takovýto* vesmír je naším vesmírem – a teprve ho začínáme objevovat.

Jsme zpět v roce 1610.

ČÁST PRVNÍ

VÍC, NEŽ SE JEVÍ OKU

BUDIŽ SVĚTLO

Na počátku tohoto příběhu, v roce 1965, byl vesmír jednoduchý. Všechno začalo během telefonního rozhovoru, který se odehrál jednoho poledne počátkem roku. Jim Peebles seděl spolu se svými dvěma kolegy v pracovně svého učitele a částeého spolupracovníka, princetonského fyzika Roberta Dickeho. Zazvonil telefon a Dicke zvedl sluchátko. Dicke se na vedlejší úvazek podílel na vedení výzkumné firmy a sám byl držitelem desítek patentů. Během těchto každotýdenních pracovních obědů, které pořádal, mívá proto někdy telefonáty plné tajemných a technických výrazů, kterým Peebles mnohdy nerozuměl. Tento hovor nicméně obsahoval tajemné a technické výrazy, které Peebles znal velmi důvěrně – pojmy, které ti čtyři probírali právě onoho odpoledne. Například studený kalibrátor, zařízení, které pomáhalo kalibrovat trychtýřovou anténu – což byl další pojem, který Peebles zaslechl –, již se chystali použít k zachycení určitých signálů přicházejících z vesmíru. Všichni tři utichli a zadívali se na Dickeho. Ten poděkoval volajícímu, zavěsil a poté se obrátil ke svým kolegům. „Tak nás předběhli, pánové.“

Volajícím byl astronom z Bellových laboratoří, který nashromáždil určité zajímavé údaje, ale neměl zdání, co by mohly znamenat. Peebles a Dicke zase měli zajímavý nápad, ale neměli žádná data, kterými by jej mohli podložit. Zbývajících dva přítomní fyzikové proto konstruovali anténu pro měření signálu, který by ten nápad podpořil. Jenže teď, řekl Dicke, dvojice astronomů z Bellových laboratoří pravděpodobně ten signál objevila dřív – aniž by vůbec věděli, co se jim podařilo objevit.

V Dickeho pracovně kupodivu nezavládla rezignace ani zklamání. Pokud ty čtyři někdo skutečně předběhl, potvrdil zároveň, že byli na dobré cestě. Pokud se volající nemýlil, nemýlili se ani oni, nebo se aspoň ubírali směrem, který byl z vědeckého hlediska slibný. Pokud nic jiného, mohlo jim být částečnou útěchou, že jsou pravděpodobně prvními lidmi na světě, kteří porozuměli historii vesmíru.

Ovšem dříve, než si budou jistí, musí se přesvědčit na vlastní oči. Dicke se proto s dalšími dvěma princetonskými fyziky záhy vydal do přibližně 50 kilometrů vzdáleného Holmdelu v New Jersey, sídla výzkumného centra Bellových

laboratoří. Dva tamější astronomové – Arno Penzias, ten, který předtím volal Dickemu, a jeho spolupracovník Robert Wilson – jim ukázali svou anténu. Přístroj ve tvaru zahnutého trychtýře, velký jako nákladní vůz, umístěný vedle soukromé příjezdové cesty na Crawford Hill, nejvyšší kopec v okolí. Když se jich všech pět vtěsnilo do kontrolní kabiny, kde se lokty otírali o elektronky a ovládací panely, začal Penzias s Wilsonem vysvětlovat fyziku fyzikům.

Anténa, kterou Bellové laboratoře postavily v roce 1960, sloužila k zachycování signálů vysílaných z opačného pobřeží Ameriky a odražených komunikačním satelitem Echo, což byl vysoce odrazivý, asi třicetimetrový balon. Když se satelit přestal využívat, používala se anténa pro komunikaci s družicí Telstar. Poté, co skončil i tento projekt, upravili Penzias s Wilsonem anténu ke zkoumání rádiových vln přicházejících z okraje Mléčné dráhy. K tomu ale musela být měření daleko citlivější než pro experiment s balonem Echo. Penzias proto sestavil takzvaný studený kalibrátor, přístroj vysílající přesně daný signál, s kterým potom s Wilsonem porovnávali měření antény, aby se ujistili, že nezachycuje žádný nadbytečný šum. Kalibrátor fungoval, jen ne přesně tak, jak doufali. Kromě nevyhnutelného záření elektronů pohybujících se v atmosféře i v samotné anténě obdrželi Penzias s Wilsonem ještě další, trvalý a nevysvětlitelný šum.

Hledáním jeho zdroje strávili téměř celý předchozí rok. Namířili anténu na osmdesát kilometrů vzdálený New York, ale změna signálu byla nepatrná. Zamířili anténu na kdejaké místo na horizontu. Totéž. Prověřili znovu signál přicházející z hvězd, aby zkontrolovali, zda se neliší od toho, co už zahrnuli do svých výpočtů. Co fáze Měsíce? Nebo změny teplot v atmosféře v průběhu roku? Ani tím to nebylo. Na jaře se znovu zaměřili na samotnou anténu. Přelepili páskou hliníkové nýty antény – nic. Rozebrali a opět složili celý trychtýř antény – nic. Dokonce seškrábali trus párku holubů, kteří se v trychtýři usadili. (Holuby přitom odchytili a poslali do 60 kilometrů vzdálené pobočky Bellových laboratoří ve Whippany; ukázalo se však, že to jsou holubi poštovní a během několika dní přiletli zpět.) A zase nic, ten šum tu byl pořád.

Pětice vědců se přesunula do přednáškové místnosti na Crawford Hillu a nyní naopak fyzikové vysvětlovali astronomii astronomům. Dicke začal psát na tabuli. Pokud je teorie velkého třesku správná, řekl, potom se vesmír zrodil z nepředstavitelně stlačené a neuvěřitelně horké exploze energie. Vše, co mělo jednou vytvořit vesmír, bylo tehdy uvnitř této exploze a spolu s prostorem se jako rázová vlna hrnulo do všech stran, až se vesmír nakonec vyvinul do dnešní podoby. A jak se vesmír rozpínal, zároveň také chladl. Jim Peebles, další z členů princetonského týmu, který nebyl přítomen, vypočítal, jaké množství energie měl vesmír

na počátku obsahovat a také jaká by měla být současná teplota po miliardách let rozpínání a ochlazování. Tuto zbytkovou energii – za předpokladu, že existuje, že teorie velkého třesku je správná – by mělo být možné detekovat. A právě to se nyní Penziasovi a Wilsonovi podle všeho podařilo. Jejich anténa tentokrát nezachytila ozvěnu vysílání ze západního pobřeží, ale ozvěnu samotného zrození vesmíru.

Penzias a Wilson zdvořile poslouchali. Ani sám Dicke úplně nevěřil tomu, co říká – zatím. Spolu se svými dvěma kolegy se ujistili, že Penzias s Wilsonem provedli průkazný experiment, a odjeli zpět do Princetonu, kde o všem zpravili Peeblese. Ani Peebles však zcela nevěřil tomu, co slyší. Byl opatrný, ale je třeba říct, že takový byl Peebles vždycky. Všichni čtyři se shodli, že vědecké výsledky vyžadují potvrzení, další odborný názor – v tomto případě ten jejich. Rozhodli se, že dokončí stavbu vlastní antény na střeše princetonské Guyotovy budovy a uvidí, jestli zachytí stejný signál jako anténa v Bellových laboratořích. Věděli, že i když se to podaří, budou muset i nadále postupovat velmi opatrně. Přece jen se nestává často, že objevíte úplně nový pohled na svět a na vesmír.

Americká spisovatelka Flannery O'Connorová jednou napsala, že každý příběh má „začátek, prostředek a konec, ačkoli ne nutně v tomto pořadí“. V šedesátých letech minulého století se mohli vědci, tedy kosmologové, kteří chtěli vyprávět historii vesmíru, opřít o předpoklad, že znají prostřední část vyprávění. Měli před sebou nejnovější podobu jedné z nejvytrvalejších postav historie: vesmír – v tomto případě vesmír, který se rozpíná. A mohli si položit otázku: Jak se tu náš hrdina ocitl?

Schopnost vyprávět příběhy je, pokud víme, výsadou lidského druhu, neboť právě on je, pokud víme, jediným, který má schopnost uvědomění si sebe sama. Nahlížíme sami na sebe. Nejenže existujeme, ale také o své existenci přemýšlíme. Představujeme si sami sebe v nějakém kontextu – či řečeno jazykem literární teorie v nějakém prostředí, situaci: v prostoru a čase. Vidět se na určitém místě v určitém čase znamená, že jste existovali a budete existovat i v jiném čase a na jiných místech. Víte, že jste se narodili. Zajímá vás, co se stane, až zemřete.

Ale nepřemýšlíte jen o sobě. Jdete na procházku, díváte se na hvězdy, a proto-že víte, že se procházíte a díváte, uvědomujete si, že se stáváte součástí příběhu, který už se dávno odehrává. Ptáte se sami sebe, kde se to tu všechno vzalo. Odpověď, která vás napadne, může zahrnovat světlo a tmu, vodu a oheň, vajíčko a spermii, božstva nebo Boha, želvy, stromy, ryby. A když se doberete dostatečně uspokojivé odpovědi, položíte si přirozenou otázku, kde to všechno – včetně vás – jednou skončí. Přijde třesk? Zakňourání? Nebe? Nic?