

Sborník je doplněn bibliografií filozofa Pavla Cmoreje (s. 227 – 231), jsou zde uvedeny všechny jeho monografie a sborníky jeho článků, také všechny jeho statě. Už při letném pohledu čtenáře překvapí, kolik prací Pavel Cmorej publikoval a jak mnoha různým naprosto odlišným tématům se věnoval. Cmoreje však rozhodně nelze obviňovat z povrchnosti: najdeme zde také témata, kterým se Cmorej věnoval několikrát z mnoha různých úhlů a především systematicky. Cmorej např. velmi sofistikovaně diskutoval s hegeliany o tom, zda se pojmy mohou vyvíjet, dále, jak už jsem zdůraznil, přišel s naprosto novou koncepcí empirických a zároveň (!) esenciálních vlastností, věnoval se několikrát terminologii a ontologii Wittgensteinova Traktátu, studoval povahu jazyka, logiky, promýšlel metodologii věd, své filozofické úsilí věnoval mnoha sémantickým problémům atd. – výčet by mohl ještě velmi dlouho pokračovat. Editori jistě bez nadsázky mohou tvrdit, že Pavel Cmorej sehrál při propagaci a šíření analytické filozofie na Slovensku klíčovou úlohu (s. 9). Já jen mohu dodat, že do značné míry ovlivnil také filozofování v Česku, a to nejen skrze časopis *Organon F*.

Domnívám se, že pod patronací editorů Tomáše Marvana a Mariána Zouhara vznikla vskutku reprezentativní publikace, která svůj účel popřát Pavlu Cmorejovi k jeho jubileu jistě skvěle plní. A mně nezbyvá než se ke gratulacím připojit: pane profesore, mnoho dobrých let nejen ve filozofii, ale také v osobním životě!

*Antonín Dolák*

## **Robert P. Kirshner: *Výstřední vesmír. Explodující hvězdy, temná energie a zrychlování kozmu***

Preložil Jiří Podolský, Paseka, Praha 2005, 316 s.

Koniec XX. storočia (milénium) a prechod do nového tisícročia sa stal podnetom na rekapituláciu výsledkov vedeckého poznania v predchádzajúcom období. Poprední svetoví vedci z každého vedného odboru sa pokúsili zhrnúť dosiahnuté výsledky a načrtnúť perspektívy ďalších vedeckých výskumov s cieľom preniknúť na hlbšiu úroveň podstaty objektívnej skutočnosti. (Pozri napr. v SR známú edíciu *Majstri vedy – Kalligram*, alebo v ČR edíciu *Mistři vědy – Academia*.)

R. P. Kirshner, profesor astronómie na Harvardovej univerzite a zástupca riaditeľa Centra pre astrofyziku Harvardovej univerzity a Smithsonovho ústavu, nie je výnimkou. Ako špecialista v oblasti výskumu supernov, dynamiky galaxií a vesmíru v recenzovanej práci zhrňuje výsledky doterajších výskumov spätých

s vývojom vesmíru a prezentuje svoje názory na jeho štruktúru, dynamiku a najmä na problém rozpínania vesmíru.

Práca má jedenásť kapitol a úvod, pričom vytvára jedinečnú kompaktnú štruktúru. Skladá sa z niekoľkých vrstiev, ktoré sú navzájom poprepletané do zaujímavého koherentného celku:

1. História objavov v kozmológii v XX. stor. aj s výstižnými charakteristikami kozmológov, ktorí sa na nich aktívne podieľali.
2. Osobné spomienky autora na mnohé stretnutia s významnými osobnosťami astronómie a kozmológie a jeho aktívna účasť na výskume nov a supernov.
3. Výklad podstaty teórie súčasnej kozmológie (samozrejme bez matematického aparátu, ale pritom korektne, výstižne a vedecky presne), ktorý vedie autora k záveru o výstrednosti nášho vesmíru.
4. Zaujímavé filozofické a metodologické postrehy, ktoré súvisia s kozmologickými objavmi a ktoré poukazujú na teoreticko-metodologické východiská autorových prístupov. Tie sú pre filozofa zvlášť podnetné vo vzťahu k súčasným kozmologickým teóriám.

My sa zameriame predovšetkým na problémy súvisiace so štvrtou vrstvou, pričom sa budeme opierať o jeho závery formulované v tretej vrstve.

Hneď v úvode R. Kirshner formuluje niekoľko základných problémov - záhad, pred ktorými stojí súčasná kozmológia a na ktoré zatiaľ nepoznáme uspokojivé odpovede. Ukazuje, ako problém merania vzdialeností supernov postupne viedol k úplne novému pohľadu na zloženie vesmíru.

a. „Ukázalo sa, že kozmu dominuje tmavá energia, ktorá vyviera zo samotných vlastností prázdneho priestoru.“ (s. 9) Charakter tejto energie však nepoznáme.

b. Tmavá energia úzko súvisí s ďalším problémom a to s hmotným obsahom vesmíru. „Väčšina gravitujúceho materiálu vo vesmíre je neviditeľná, záhadou je, že ho nie je dostatočné množstvo, a hlavolamom je, že aj keby tejto skrytej hmoty bolo dostatok, malo by to negatívny vedľajší dôsledok, že by vesmír musel byť mladší ako hviezdy a galaxie v ňom obsiahnuté.“ (s. 10)

c. „Záhadou je, že všetka viditeľná a skrytá hmota vo vesmíre tvorí len tretinu množstva, ktoré vyžaduje naša najobľúbenejšia kozmologická teória, aby model vesmíru bol čo najúhľadnejší.“ (s. 10)

d. Veľkým problémom sa stali kozmické časové škály. „Najstaršie hviezdy v našej galaxii majú okolo 12 miliárd rokov. Ak by bol vesmír plný len gravitujúcej hmoty, potom by sa jeho rozpínanie postupne spomaľovalo, takže by sme dnes žili v dobe približne 10 miliárd rokov po veľkom tresku.“ (s. 11) To je však značný rozpor medzi teóriou a pozorovanými údajmi. Ako konštatuje autor, „poukazuje to na závažné koncepčné problémy hypotézy veľkého tresku, alebo nám niečo uniká“ (s. 11)

Podľa R. Kirshnera „tmavá energia je tou chýbajúcou zložkou v bilancii hmoty-energie, ktorú teoretici hľadali: dáva do súladu vek vesmírnych objektov so

súčasným rozpínaním vesmíru a výborne doplňuje nové merania dosvitu samotného veľkého tresku. Získali sme tým usporiadaný a prekvapivý obraz materiálneho obsahu nášho vesmíru“ (s. 12)

Autor zároveň poukazuje na niektoré teoreticko-metodologické problémy súvisiace s poznávaním vesmíru.

a. „Vesmír ovládaný tmavou energiou poukazuje na naše hlboké neznalosti mikroskopických vlastností prázdneho priestoru, správanie samotného vákua.“ (s. 12)

b. „Žiadne laboratórne experimenty ani žiadna fyzikálna teória dnes nepredpokladajú také množstvo tmavej energie, ktoré naznačujú naše astronomické pozorovania.“ (s. 12)

c. „Ďalším krokom na ceste k lepšiemu pochopeniu vesmíru najmenších meradiel bude zjednotenie gravitácie s ostatnými silami v prírode.“ (s. 12)

Prečo autor považuje náš vesmír za výstredný? Odpovedá. „Pracovná verzia dnešného obrazu vesmíru je naozaj extravagantná: neutrína v ňom tvoria horúcu tmavú hmotu, niečo neznáme utvára chladnú tmavú hmotu, v čase  $10^{-35}$  sekundy po veľkom tresku prešiel inflačnou fázou a dnes, kedy je  $10^{52}$ krát starší je zrýchľovaný tmavou energiou.“ (s. 12) Je to naozaj model veľmi divoký, podivný a extravagantný. Ale opiera sa o najnovšie vedecké pozorovania a nimi získané vedecké poznatky.

Prvá kapitola *Veľký obraz* nás uvádza do „uceleného fyzikálneho obrazu histórie a vývoja kozmu“ (s. 15) Autor konštatuje, že aj napriek naším nepatrným rozmerom a veľmi krátkym životom vzhľadom k rozmerom kozmu a jeho časovej existencii, dokázal človek vypracovať empirické a teoretické metódy, ktoré mu umožňujú skúmať štruktúru vesmíru a jeho históriu, a tak „máme dnes k dispozícii prvý reálny ucelený obraz kozmickej histórie a kozmickej geometrie“ (s. 19) Zásľuhu na tom má súčasná úroveň vedeckého poznania, ale aj nové technológie a nová technika. Vychádza sa tiež z predpokladu, že fyzikálne zákony objavené tu na Zemi platia i vo veľmi vzdialených miestach vesmíru. Ale aj napriek dosiahnutým úspechom je naša ľudská obrazotvornosť veľmi slabá. „Vesmír je výstrednejší, než si dokážeme predstaviť. ... Objekty, ktoré pozorujeme, sú podivnejšie a exotickejšie, ako nám ukazujú aj tie najodvážnejšie špekulácie.“ (s. 20) Problém je predovšetkým v tom, že obraz vesmíru je zostavovaný len z fragmentov informácií, nepriamych dôkazov a špekulácií.

Ďalšou bariérou výskumu je skutočnosť, že neskúmame aktuálnu súčasnosť vesmíru, ale len jeho minulosť, čo však z hľadiska poznania vývoja vesmíru je aj určitou výhodou, pretože priamo pozorujeme niektoré stavy vznikania a formovania kozmických štruktúr. „Konečná doba, ktorá uplynula od veľkého tresku, spolu s konečnou rýchlosťou šírenia svetla určujú prirodzenú hranicu nášho bezprostredného poznania vesmíru – oblasť ktorú môžeme priamo pozorovať, má polomer len 14 miliárd svetelných rokov.“ (s. 28) Z uvedeného vyplýva, že prevažná časť vesmíru je pre nás nepozorovateľná. „Vesmír, ktorý vidíme, je ovládaný vesmírom, ktorý nevidíme: tmavou hmotou nepodobnou protónom

a neutrónom, z ktorých sú zložené naše telá, a záhadnou tmavou energiou, ktorá sa prejavuje v zrýchľujúcom sa rozpínaní vesmíru“.

Druhá kapitola *Divokí aktéri kozmických zmien* je venovaná spektroskopii, empirickej metóde, prostredníctvom ktorej sa skúma chemické zloženie žiariacich vesmírnych objektov. Spektroskopia sa stala mocným nástrojom analýzy fyzikálneho sveta z kvalitatívneho ako aj kvantitatívneho aspektu. Vieme určiť nielen to, z akých chemických prvkov sa vesmírna štruktúra skladá, ale aj to, koľko je daného prvku v danej štruktúre. Chemické prvky sa rodia vo hviezdach, ktoré adekvátne s vysokou presnosťou opisuje jadrová fyzika. Autor veľmi názorne ukazuje, ako výskum supernov typu Ia, ktoré „sú vlastne termonukleárne explózie, vybuchujúce atómové bomby o hmotnosti hviezd“ (s. 46), sme získali základné informácie o formovaní tzv. bielych trpaslíkov, ale i klasifikáciu vývoja hviezd podľa určitej hmotnosti. Na základe týchto teórií dnes vieme, prečo je naša forma života založená na uhlíku a prečo sa hovorí, že sme deti zrodené z popola hviezd.

Tretia kapitola *Iný druh explózie* je venovaná životu a smrti hviezd, ktorých hmotnosť prevyšuje osemkrát hmotnosť nášho slnka. Nazývajú sa supernovy typu II, u ktorých stelárny život nekončí formou bieleho trpaslíka, ale formou čiernej diery. Explodujú iným spôsobom. Ich energia pochádza z gravitačného kolapsu. Výskum supernov typu I a II ukázal, ako sa hviezdy postupne za milióny a miliardy rokov menia a prechádzajú rôznymi stavmi až po svoj zánik. Počas svojho života „syntetizujú ťažké prvky z ľahších a vyvrhujú tieto produkty do medzhviezdneho plynu. Tak vzniká materiál, z ktorého sa formujú nové, na prvky bohatšie hviezdy“ (s. 66)

Štvrtá kapitola *Einstein pridáva konštantu* a piata kapitola *Rozpínanie vesmíru* sa venujú všeobecnej teórii relativity a dôsledkom, ktoré z nej vyplývajú, ako aj ich experimentálnemu overovaniu (posun obežnej dráhy Merkúra o 43 uhlových sekúnd a ohyb svetelných lúčov prechádzajúcich zakriveným priestorom okolo slnka), kozmologickej konštanty  $\Lambda$ , ktorá mala zabezpečiť stacionárnosť vesmíru, problémom rozpínania vesmíru, Hubblovej konštanty  $H_0$ , kritickej hustote a strednej hustote (nameranej) hmoty vo vesmíre.

Šiesta kapitola *Koľko je hodín* je venovaná metódam určenia veku vesmíru na základe Hubblovej konštanty  $H_0$ . Ako zdôrazňuje autor „hlbka času, s ktorou pracuje geológia, astronómia a kozmológia, je nesúmerateľná s písanými záznamami ľudskej kultúry. Veľká história od veľkého tresku siaha neporovnateľne ďalej, ako siaha naša kolektívna pamäť“ (s. 105) Ak Hubblova konštanty  $H_0 = 70 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{Mgp}^{-1}$ , potom vek vesmíru vychádza približne ( $t_0 = 1/H_0$ ) na 14 miliárd rokov. Dnešná hodnota  $H_0 = 70 \pm 7$  kilometrov za sekundu na megaparsek, ktorá bola získaná meraním vzdialenosti supernov, sa javí ako najadekvátnejšie vyjadrenie veku vesmíru, potvrdené empirickými metódami výskumu kozmických štruktúr.

Siedma kapitola *Horúci deň v Holmdelu* sa zaoberá reliktným žiarením, ktoré je pozostatkom začiatočného horúceho stavu vesmíru, a ktoré má dnes teplotu

2,725 kelvina. Reliktné žiarenie nesie informáciu o vesmíre, keď prestal byť nepriehľadný a stal sa viditeľný. Reliktné žiarenie je na prvý pohľad izotropné. Problém je to, ako vysvetliť túto uniformitu vesmíru. Jednou z teórií, ktorá hľadá odpoveď, je inflačná kozmológia. Ako však ukázali najnovšie empirické merania (družica COBE, družica WMAP), už v začiatkoch rozpínania vesmíru existovali hustotné nehomogenity, ktoré sa v neskorších vývojových fázach vesmíru stali zárodkami galaktických štruktúr. „Na začiatku boli náhodné fluktuácie, gravitácia ich zorganizovala do podoby galaxií a hviezd.“ (s. 142) Inflačná kozmológia však nevie vysvetliť, z čoho sa skladá merané množstvo hmoty. Merania ukazujú, že celková hmota sústredená v galaxiách je oveľa väčšia ako množstvo hmoty vo hviezdach. Z uvedeného vyplýva, že väčšina hmoty v kopách galaxií je tmavá. Ale my nevieme, aká je jej podstata. „Väčšina tmavej hmoty vesmíru nemôže byť tvorená neutrónmi alebo protónmi, teda ani obvyklými chemickými prvkami, ktoré tvoria aj naše telo.“ (s. 150) Kandidátov je viac – axióny, neutralino, častice WIMP atď.

Ôsma kapitola *Naučiť sa plávať*, deviata kapitola *Byť prví* a desiatu kapitola *Mať pravdu* sú venované výskumu supernov a ich spätosti s problémom expanzie vesmíru, kozmologickou konštantou  $\Lambda$ , ktorú A. Einstein pôvodne zaviedol do svojich gravitačných rovníc, aby zachoval stacionárnosť vesmíru, ale následne ju vylúčil, keď Hubble empiricky dokázal rozpínanie vesmíru. Súčasný výskumy ukazujú, že ak chceme pochopiť svet, v ktorom žijeme, musíme brať do úvahy aj kozmologickú konštantu. „Už to nie je len vec estetiky alebo záležitosť sebazoznania. Nie je to len strižie pre Occamovu britvu. Musíme sa s kozmologickou konštantou  $\Lambda$  naučiť žiť.“ (s. 254) Pozornosť sa venuje tiež kozmickej hustote hmoty  $\Omega_m$  a jej vplyvu na typ modelu vesmíru, ako aj hustote energie  $\Omega_\Lambda$ .

Jedenásta kapitola *Skutočný dôkaz* syntetizuje výsledky výskumu supernov. K akým záverom sa výskumné tímy dopracovali?

1. Podarilo sa na súčasnej úrovni stanoviť, koľko tmavej energie a koľko tmavej hmoty obsahuje náš vesmír –  $\Omega_m = 0,3$  a  $\Omega_\Lambda = 0,7$ . Inak povedané „vesmír sa približne z dvoch tretín skladá z tmavej energie a jednej tretiny z tmavej hmoty“. (s. 286) Ako konštatuje autor, „možno sa nám podarilo sčítať celkovú hmotu a energiu vesmíru, bohužiaľ však nevieme presne, o čom vlastne hovoríme. Tmavou energiou môže byť kozmologická konštantá, ale kľudne aj niečo iné so záporným tlakom. A pokiaľ je inflačný scenár správny, už po druhé je vesmír ovládaný tmavou energiou – po prvé tomu bolo v čase  $10^{-35}$  sekundy a teraz po druhé v čase  $10^{18}$  sekundy po veľkom tresku“. (s. 286) Tmavá hmota sa skladá z neutrónov, protónov a neutrín, ale jej väčšiu časť tvorí niečo iné a my nevieme čo.

2. Problémom sa v súčasnosti stala hodnota kozmologickej konštanty  $\Lambda$ . Predpoveď časticových teórií určuje jej hodnotu približne na  $10^{50}$  alebo 0. Nameovaná hodnota je však 0,7. Existuje tu značný rozpor medzi teoretickou predpoveďou a empirickou hodnotou.

3. Vzhľadom na to, že v budúcnosti bude hustota energie tmavej hmoty ďalej klesať (zrýchľovanie rozpínania vesmíru), „kozmozlogická konštanta, ktorá zostáva rovnaká, bude tvoriť čím ďalej väčší podiel celkovej hustoty energie vesmíru.“ (s. 287) Inak povedané, ak existuje kozmozlogická konštanta, potom bude tmavá energia dominovať nad tmavou hmotou. Vzniká otázka. Prečo žijeme v takto výnimočnom a z kozmozlogického hľadiska krátkom období, keď majú obe veličiny porovnateľnú hodnotu? Aký je fyzikálny dôvod takéhoto stavu?

4. Pokiaľ existuje kozmozlogická konštanta, ktorá spôsobuje v posledných 5 miliardách rokov zrýchľovanie kozmickej expanzie, potom bude vesmír v rozpínaní pokračovať exponenciálne. Jedným z dôsledkov bude nemožnosť detekcie mnohých vesmírnych štruktúr. „Vesmír sa stane osamelým, nudným, chladným a tmavým miestom. Preto máme dobrý dôvod pozorovaciu prácu previesť už teraz. Za pár stoviek miliárd rokov už to možno nepôjde.“ (s. 290) Ale je to skutočne tak? Nemôžu naše budúce znalosti o vesmíre úplne zmeniť tento náš neúplný scenár vývoja vesmíru?

Vesmír je divokejší, ako si obvykle dokážeme predstaviť. „Vesmír obsahuje tmavú energiu a tmavú hmotu, pritom ani jedno z toho nepoznáme z našej každodennej skúsenosti ani zo žiadnych pozemských experimentov. Viditeľná zložka vesmíru a nádherne prepracované štruktúry atómov nášho tela i nášho sveta nie sú zložené z prevládajúceho materiálu kozmu.“ Ale na druhej strane tento materiál má potenciálne vytvárať zložité a nepredvídateľné formy, ako sú napr. aj ľudské bytosti.

R. Kirshner v predloženej práci nepredkladá len obraz súčasného výstredného a neobychajného nášho vesmíru. V rámci svojich kozmozlogických úvah vyslovuje veľa podnetných, ale i provokujúcich myšlienok o vede, metodológii vedeckého poznania ale aj samotnej vedeckej práci a jej zmysle pre spoločnosť.

a. Vychádza z reálnej existencie nášho vesmíru, ktorý je síce pre nás nateraz veľmi podivný, v neustálej zmene a pohybe, ale poznateľný. Toto poznávanie je „dobrodružstvo, pri ktorom vzrušujúce zážitky vyvierajú z porozumenia“. (s. 13)

b. Zaujímavé sú autorove názory na vedu. Veda je tým pravým tvorcom, ktorá sa neustále zdokonaľuje a „umožňuje čerpať z poznatkov tých najväčších mozgov minulosti ... a využívať rýchle sa zlepšujúce technológie k preosievaniu veľkej záplavy nových pozorovacích dát. ... Dnešná veda je rozhodne lepšia ako veda minulých storočí. Dnes môžeme zužitkovať naprosto všetky dobré myšlienky i merania prevedené v minulosti.... Dokážeme dešifrovať vesmír, pretože fyzikálne zákony objavené tu na Zemi platia i vo veľmi vzdialených miestach.“ (s. 19) „Veda nie je rozsiahlou encyklopédiou, je skôr malým ohníkom rozumu plápolajúcim nad širokými vodami nevedomosti.“ (s. 30) Veda nehlása absolútne pravdy, môže sa aj myliť, ale v kritickej reflexii sa vždy dopracuje k relatívnej pravde, teda k adekvátnym poznatkom na danej historickej úrovni poznania. „Na rozdiel od politických teórií nepokladáme vedecké pravdy za nedotknuteľné. Overujeme ich meraním.“ (s. 89) „Na vede je nádherné práve to, že nakoniec

nám príroda sama povie, či zo seba nerobíme bláznov. Skutočné objekty môže zmerať znovu niekto iný, čím sa mylné dáta nakoniec odhalia.“ (s. 65) „Veda nie je to isté čo právny systém. Nestačí presvedčiť porotu. Aj keď sa vždy snažíte presvedčiť poučenú porotu o správnosti svojho názoru, konečný verdikt vynesú až pozorované fakty. ... Teoretici majú svoju váhu, pokiaľ sú stimulujúci. Pre nich nie je ani tak dôležité, či majú pravdu. Naproti tomu pozorovania sú užitočné len vtedy, ak sú správne.“ (s. 221) „Každá vedecká predstava musí byť dostatočne rozumná a zároveň nesmie porušovať medze určené pozorovaním.“ (s. 259) Podľa neho „nastal čas pre menej propagandy a viacej dát.“ (s. 263)

c. Veľká časť astronómie síce aplikuje známe fyzikálne zákony na astronomické javy, ale často neexistuje vôbec žiadny spôsob, ako otestovať astronomické teórie pomocou riadeného experimentu. „Astronómia nie je čisto experimentálnou vedou, v ktorej sa skvele vymyslené predpovede fyzikálnych teórií len overujú. Je to veda hnaná vpred objavmi, pretože objekty, ktoré pozorujeme, sú podivnejšie a exotickjšie, ako nám dovoľujú i tie najodvážnejšie špekulácie.“ (s. 20) „Astronómia je pozorovacia veda, čo znamená, že musíme byť trpezliví, mať šťastie a svoje myšlienky overovať rôznymi metódami.“ (s. 56)

d. Podľa autora sa astrológovia mýlia, keď predpovedajú našu budúcnosť z hviezd. „My predpovedáme budúcnosť hviezd, a to na základe spoľahlivej znalosti javov odohrávajúcich sa v atómových jadrách, vďaka ktorým hviezdy žiaria. Tieto predpovede môžu byť ľahko testované.“ (s. 20)

e. R. Kirshner si veľmi jasne uvedomuje, že objektívna realita je oveľa zložitejšia a bohatšia, ako ju vidíme dnes z pohľadu modernej vedy. Ako konštatuje, „v kozmickej knihe je ešte veľa ďalších stránok, ktoré sme doposiaľ neprečítali“ (s. 21)

f. Naše empirické metódy sú vždy zaťažené určitou nepresnosťou a chybami. Podľa autora napr. „v astronómii môže byť znalosť chyby merania rovnako dôležitá ako vlastná nameraná hodnota, pretože vám hovorí, akú dôveru v túto hodnotu môžete mať. ... Neistota nie je nič dobré, zato znalosť neistoty áno. Chráni vás pred aroganciou, keď dáta nie sú spoľahlivé, a naopak vám dodáva odvalu, keď to údaje oprávajú“ (s. 40)

g. Autor má podnetné postrehy aj z metodológie vedeckého poznávania. Odporúča, že „ak chcete získať správne výsledky, musíte porovnávať rovnaké objekty, (s. 51) ... a ak máte dve súhlasiace nezávislé merania, môžete mať dôveru v to, že ste namerali skutočný efekt, a nie šum zariadenia.“ (s. 61) „Ak niečo skutočne existuje, iné skupiny s porovnateľným technickým vybavením by mali byť schopné to preukázať. Až keď viacej skupín preukáže niečo dôležité, možno to považovať za fakt.“ (s. 63)

h. Mnohé omyly vo vede často vyplývajú z nesprávnych začiatkových východísk. Pekným príkladom z dejín vedy je sám veľký A. Einstein. V r. 1917 po konzultácii s W. de Sitterom, profesorom astronómie v holandskom Leidene, vyšiel pri konštrukcii všeobecnej teórii relativity z predpokladu, že naša galaxia je

celý vesmír. „Ale pretože Mliečna cesta nie je celý vesmír, zaviedlo to Einsteina na legendárne scestie, ku slávnemu omylu a potom k ľútosti nad ním.“ (s. 69)

i. R. Kirshner si veľmi dobre uvedomuje, že matematická krása vedeckej teórie (estetický prístup) ešte nezaručuje jej pravdivosť a adekvátnosť. „Teoretická fyzika si cení jednoduchosť a eleganciu a bráni sa zavádzaniu matematických členov, ktoré nie sú nevyhnutné. Tento estetický princíp – nazýva sa Occamova britva a bol už dávno povýšený na krédo – vyjadruje potrebu redukovať myšlienky až na ich holú podstatu. Occamova britva hlása, že „entitty nemajú byť bezdôvodne zmnožované“, alebo stručne vyjadrené, že „najjednoduchšie opisy sú tie najlepšie; Einstein sa však rozhodol pridať kozmologickú konštantu, a to preto, aby dosiahol súlad s astronomickými dátami.“ (s. 77) „Konečným testom teórie nie je to, ako veľmi sa vám tá ktorá idea páči, ale to, ako dobre opisuje skutočný svet.“ (s. 71). A to môže preveriť len príslušný experiment. Až po experimentálnej previerke môžeme uvažovať, či je daná teória správna. „Vedec nemôže vzdať väčšiu poctu teórii ako tú, že ju osobne overí.“ (s. 73) Samozrejme, nie všetky kozmologické teórie vieme dnes reálne testovať, ale musia pripúšťať principiálne overenie. To však môže byť aj hrobárom danej teórie.

j. Každá vedecká teória má aj explanačnú a predikčnú funkciu. „Vysvetliť, čo už je známe, je určite dobrá vec, ale urobiť úplne novú predpoveď je vynikajúcim rysom novej vedeckej teórie. Poskytuje to pozorovateľom možnosť overiť, či sa mýlite. Predpovede sú veľmi riskantným spôsobom života každej dobrej teórie.“ (s. 72)

k. Vo vede dôležitú úlohu zohrávajú vedecké rozpravy, v rámci ktorých sa vyjasňujú stanoviská k diskutovaným problémom. Podľa autora „vo vedeckom výskume sa však debata rozhorí len vtedy, ak neexistuje presvedčivý dôkaz, takže je potreba veľkej dávky intuície, aby sa dostupné dáta vyložili. Dobré, pravda niekde existuje, ale my sme na ňu zatiaľ nedosiahli. A pretože pravda na nás trepezlivo čaká, až odvrhneme dlhoročné predsudky a omyly, majú chybujúce ľudské bytosti dosť času na to, aby mohli tápavo hľadať cestu vpred k tomu skutočnému príbehu. Dobré nástroje tomu pomáhajú.“ (s. 82)

l. Jazykom prírodných vied je matematika, prostredníctvom ktorej dokážu efektívnejšie, jednoduchšie a adekvátnejšie vyjadriť reálne vzťahy medzi štruktúrami objektívnej skutočnosti. Týka sa to aj astronómie a kozmológie. Podľa R. Kirshnera, „keď majú vedci k dispozícii dva zoznamy – údaje o červených posunoch a údaje o vzdialenostiach – je hneď jasné, čo urobia. Nakreslia graf. To preto, že hľadajú matematický vzťah, ktorý stojí v pozadí pozorovaných skutočností. Kniha prírody je písaná v jazyku matematiky a graf je tým najnázornejším spôsobom, ako môžu zistiť vzájomnú súvislosť dvoch veličín.“ (s. 87)

m. Pri pozorovaní podobne ako i pri iných empirických metódach vznikajú rôzne chyby, ktoré skresľujú získané poznatky. Autor vydeľuje dve. „Existujú prinajmenšom dva spôsoby, ktorými sa možno pri pozorovaní mýliť. Jedným je, že pozorovania sú zlé, realizované pomocou nekvalitných prístrojov, takže neistota spojená s každým meraním je vysoká. Chyby sú náhodilé, ale veľké. To sa



často stáva v nových oboroch vedy, akým bola observačná kozmológia okolo roku 1930. Nech robíte čo robíte, výsledky sú stále neuspokojivé. Druhým prípadom sú systematické chyby; vaše výsledky navzájom spolu dobre súhlasia, ale všetky sa zároveň odchyľujú od skutočnej hodnoty, pretože meriate zľú vec alebo opakujete stále rovnakú chybu. To je oveľa horšia situácia, pretože taká chyba sa ťažko odhaľuje. Vyslediť systematickú chybu vyžaduje hlbšie premýšľanie alebo – čo je zďaleka najlepšie – nezávislé merania rovnakej veličiny.“ (s. 113) „V prípade, že robíte systematickú chybu a slepo sa spoľahnete na Gaussovu štatistiku, ľahko môžete prísť o svoju zlatú ryбку alebo psa.“ (s. 115) „Ľudský mozog je omylný a existuje mnoho spôsobov, ktorými sa možno dopúšťať jemných, a napriek tomu podstatných chýb, dokonca aj omylov, ktoré nemožno napraviť ani žiadnym vylepšeným štatistickým spracovaním dát.“ (s. 118)

n. Problémom sa stala aj diskutovaná kozmologická konštanta  $\Lambda$ . Ako konštatuje autor, „dnes však máme k dispozícii širší rámec, ktorý nám hovorí, čo by kozmologická konštanta  $\Lambda$  mohla byť: dívame sa na ňu ako na tmavú energiu vákua so záporným tlakom. Po sedemdesiatich rokoch zavrhovania nielenže ju nové fakty pripúšťajú, oni dokonca niečo ako kozmologickú konštantu vyžadujú“ (s. 158) „Tmavá energia, ktorá môže byť kozmologickou konštantou alebo je niečím veľmi podobným, čo sa v čase mierne mení, prestala byť divokou myšlienkou nevhodnou do slušnej diskusie, a stala sa základným rysom nášho dnešného pohľadu na vesmír.“ (s. 161)

o. Na viacerých miestach venuje autor pozornosť metóde – empirickej a teoretickej. „Empirická metóda, ktorej podstatu nechápete, je horšia ako metóda, ktorá má logické vysvetlenie.“ (s. 163) „Keď sa výsledky úplne nezávislých postupov zhodujú, možno zbadať kus pravdy.“ (s. 283)

p. V závere svojej práce sa autor zmieňuje aj o vzťahu vedy a spoločnosti, kde vyjadruje svoj vlastný vzťah k vede ako profesionálny vedec. Ilustruje to na príklade zasadania Americkej fyzikálnej spoločnosti. „Na pódiu sedela celá rada prezidentských poradcov pre otázky vedy, z ktorých niektorí zažili ešte Trumanovu éru. Počúval som ich, keď hovorili o úlohe vedy v Spojených štátoch, a bol so čím ďalej podráždenejší a netrpezlivejší. Hovorili o význame vedy pre ekonomický rast cez technologické inovácie. O vede ako sliepke znášajúcej zlaté vajcia. Hovorili o význame vedy pre obranyschopnosť zeme. O vede doplňujúcej tajomstvá rýchlejšie, ako unikajú. Hovorili o význame vedy pre liečbu chorôb a predlžovanie ľudského života. O vede ako živej vode. Predpokladám, že každý chce byť bohatý, žiť v bezpečí a byť nesmrteľný. Prinajmenšom každý kongresman. A tak si myslím, že je to vcelku rozumná sada cieľov, ktoré môžu prezidentskí poradcovia pre otázky vedy propagovať. Veda o vesmíre nie je zameraná na tvorbu bohatstva, zvyšovanie obranyschopnosti alebo liečbu chorôb. Jej cieľom je prehľbovať naše poznanie sveta, ale o tom sa žiadny rečník nezmiel. ... Našou najvyššou túžbou nie je dosiahnuť dokonalého prepychu. Byť bohatý, bezpečný, nesmrteľný, ale znudený nenaplnuje našu predstavu raja. Kozmické

objavy živí našu hlbokú túžbu po poznaní toho, čo je svet a ako funguje.“ (s. 292)

Samozrejme, nemusíme so všetkými názormi autora súhlasiť. Spomenieme na ilustráciu niektoré z nich. Autor síce spomína inflačnú kozmológiu, ale nikdy nehovorí o mnohosti vesmírov ani o vyššej kozmickej štruktúre, ako je super-vesmír. Z jeho výkladu nie je celkom jasné, či náš vesmír je jediný a možno ho považovať za celé univerzum. Nie je tiež jasné, ak náš vesmír vznikol veľkým treskom z fyzikálneho vákua (vákuový modul), v čom sa tento modul predtým nachádzal, čoho súčasťou ako konkrétna forma existencie hmoty bol. Na mnohých miestach autor hovorí o premene hmoty na energiu, čo je treba v danom kontexte chápať skôr ako premenu látkovej formy hmoty na polovú formu existencie a nie akúkoľvek formu hmoty na energiu. Práve v nevyjasnenosti samotného pojmu „vesmír“ je potom problematické vysvetľovanie aj problému rozpínania priestoru. Mohli by sme menovať mnohé ďalšie.

Sympatické na danej práci je to, že autor svoje názory neabsolutizuje a bez problémov priznáva to, čo z hľadiska súčasnej úrovne vedeckého poznania nevieme, čomu nerozumieme a kde vytvárame len určité hypotézy, ba dokonca i špekulácie, pretože sa nemôžeme zatiaľ oprieť o empirickú bázu poznania. V tomto smere je daná monografia aj podnetnou informáciou o neriešených problémoch na špici výskumov súčasnej kozmológie. Ale aj napriek tomu považujeme danú monografiu R. Kirshnera za fundovaný príspevok profesionálneho astronóma k hlbšiemu pochopeniu podstaty nášho vesmíru, jeho vývoja ako i miesta poznávajúceho subjektu – človeka v ňom.

*Ján Dubnička*