

Zamyšlení nad antropickým principem  
Jan Novotný  
Přírodovědecká fakulta MU 611 37 Brno, Kotlářská 2

Antropický princip zrodila vědecká kosmologie; upoutal však nejen přírodovědce. Zájem o něj je nepochybně podněcován nadějí, že snad vrhne jakési světlo na záhadu lidské existence a jejího smyslu. Nakolik jsou tyto naděje oprávněné po zvážení střizlivým, spíše skepticky naladěným rozumem? To je otázka, kterou si v této úvaze kladu; její vědecké podklady připomenu jen v nezbytné míře.

$$\frac{e^2}{\kappa m_p m_e} \approx 0,23 \cdot 10^{40}, \frac{c^3 m_e}{e^2 H} \approx 10^{40}, \frac{\rho c^3}{H^3 m_p} \approx (10^{40})^2, \frac{\kappa \rho}{H^2} \approx 1$$

Již první kosmologická data obrátila pozornost k tzv. koincidencím velkých čísel. Uvedme několik ukázek. Vezmeme-li parametry známé z mikrosvěta - např. náboj elektronu  $e$ , hmotnosti protonu a elektronu  $m_p$ ,  $m_e$ ; z pozemské fyziky - rychlost světla  $c$ , gravitační konstanta  $\kappa$ ; a z vesmíru - Hubbleova konstanta  $H$ , střední hodnota hmotnosti vesmíru  $\rho$ , pak hodnoty těchto veličin záleží na zvolené soustavě jednotek, avšak i fyzikové z mimozemských civilizací by souhlasili, že bezrozměrné veličiny z nich sestavené mají hodnoty [1]

Seskupují se tedy okolo čísla  $10^{40}$  a jeho mocnin; lze ovšem uvést, i další příklady. Těžko se smířit s tím, že řádová shoda tak velkých čísel je pouhou náhodou; navíc všechny uvedené výrazy mají zajímavé fyzikální interpretace. První je podílem elektrické a gravitační síly mezi částicemi, druhý podílem charakteristické délky pro vesmír a pro elektron, třetí odpovídá počtu baryonů, ve vesmíru, čtvrtý vyjadřuje rovnost energie gravitační interakce částice s vesmírem a její klidové relativistické energie.

Někteří z největších fyziků - Dirac, Eddington, Jordán - byli koincidencemi natolik fascinováni, že se pro ně pokoušeli pozměnit samotné základy fyziky. Podle ní totiž kosmologické parametry vstupující do koincidencí jsou časově proměnné a koincidence by tedy nemohly mít trvalou platnost. Pro jejich záchranu by bylo třeba považovat za proměnné i některé jiné "konstanty" anebo naopak předpokládat, že vesmír se v čase nemění. Nové teorie se však z řady důvodů neujaly a. v roce 1973 Carterův referát na kosmologické konferenci ve Varšavě vnesl do problému nové světlo [2] (i když úvahy podobného druhu se sporadicky objevovaly už dříve).

Platnost koincidencí není podle Cartera. trvalá; přesto není náhodou, že je zjišťujeme. Období jejich platnosti se totiž na základě fyzikálních zákonů kryje s obdobím existence hvězd, z jejichž popela jsou naše těla a jedna, z nichž umožňuje svým svitem naši existenci. Náš čas je časem hvězd; platnost koincidencí vymezuje naše místo v čase.

Na základě této souvislosti formuloval Carter slabý antropický princip: Naše místo je nutně privilegované v tom smyslu, že musí být slučitelné s existencí nás jako pozorovatelů. Platnost tohoto principu není ovšem omezena na kosmologické koincidence - také jiné zvláštnosti našeho (prostorového i časového) místa ve vesmíru mohou být vysvětleny tím, že podmiňují naši existenci.

Lze si ovšem představit vesmíry, v nichž by koincidence nevstoupily v platnost nikdy; v souvislosti s tím by se v nich nevytvořily nebo dostatečně nevyvinuly hvězdy.

Náš vesmír je vesmírem hvězd; platnost koincidencí v jistém období jeho vývoje je jeho charakteristickou vlastností.

Z toho vychází Carterův silný antropický princip: Vesmír musí být takový, aby v určité etapě svého vývoje dovoloval existenci pozorovatelů.

Princip se opět vztahuje ke všem zvláštnostem našeho vesmíru. Vysvětluje zejména, proč pozorovací data tak těžko rozhodují mezi otevřeným a uzavřeným vesmírem. Pouze vesmír, který je blízko hranice mezi oběma typy, dává podmínky pro hvězdnou evoluci. V příliš uzavřeném vesmíru by na ni bylo mezi rozepnutím a smrštěním málo času a ve vesmíru příliš otevřeném by se hmota rozptýlila dříve, než by se hvězdy počaly tvořit.

Je-li vesmír blízko hranice ještě dnes, snad 15 miliard let po svém vzniku, musel být kdysi "nařízen" s fantastickou přesností. Pokusme se to bez výpočtů přiblížit přirovnáním: představme si dítě, které pouští z vikýře kuličky po dlouhém šikmém hřebenu střechy. Každá kulička brzy sjede daleko napravo či nalevo; bylo by zázrakem, kdyby ani na konci hřebene úchylka ještě nebyla jasně pozorovatelná.

Vnucuje se otázka: nebyl vesmír takto seřízen pro nás? Či dokonce: nebyli jsme to my, kdo si jej takto "objednali"?

Dříve než se budeme kriticky zabývat uvedenou myšlenkou, poznamenejme, že o vědecké správnosti a hodnotě Carterových úvah a jiných fyzikálních aplikací antropického principu nemůže být pochybnosti. Představme si, že by se lidské poznání rozvíjelo v poněkud jiných proporcích, že bychom měli Friedmanna, ale nikoliv Hubblea; hluboce propracovanou teoretickou fyziku a kosmologii, ale žádná pozorovací data o vzdálených galaxiích. Pak by bylo možno na základě antropického principu předpovědět hodnoty kosmologických parametrů  $H$ ,  $p$  a určit tak (v jistých mezích) náš vesmír a náš čas v něm; mimo jiné bychom tak předpověděli platnost koincidencí.

Dalo by se namítnout, že tento úsudek by vyplýval již z existence hvězd, existence člověka není pro něj nezbytná. Ovšem z existence člověka bychom mohli usoudit na existenci hvězd, i kdyby byly z nějakého důvodu nedostupné pozorování. Z faktu lidské existence lze tedy nepochybně usuzovat na vlastnosti vesmíru. Vyplývá, však z toho či napovídá to aspoň, že člověk je pro vesmír významný?

Abychom rozebrali tuto otázku, zamysleme se nad slovy "nutně" a "musí", jak jsou užity ve formulaci antropických principů, aniž byl specifikován jejich význam. Právě mnohoznačnost představ s těmito slovy spojených dodává našemu problému jeho sugestivní ráz.

Označme A výrok konstatující existenci člověka, B nějaké tvrzení o vesmíru či o našem místě v něm. Antropický princip nás vede k zjištění, že platí řada implikací typu: Jestliže A, pak B; protože platnost A je nepochybná, můžeme užít logického pravidla modus ponens a uzavřít, že platí B. Platnost implikace lze vyjádřit i slovy, že B je nutnou podmínkou pro A, a pouze tento "pozitivní" význam má podle mého názoru "nutnost" v Carterových principech.

Abychom se vyhnuli nedorozumění, poznamenejme, že pojem nutné podmínky je čistě logický a týká se jen souvislosti pravdivostních hodnot A a B; nevyžaduje žádnou určitou časovou následnost či příčinnou souvislost mezi nimi. Jádrem antropického principu tedy je, že naše místo ve vesmíru a sám vesmír musejí splňovat jisté podmínky, abychom mohli existovat; protože existujeme, jsou tyto nutné podmínky splněny.

Takto chápaný "princip" je ovšem méně konkrétní než obvyklé principy ve fyzice. Je vlastně pouze speciální podobou obecného principu, že z jedněch faktů lze na základě

PŘÍRODNÍCH zákonů usuzovat na jiné. Upozorňuje nás na to, že dalekosáhlé fyzikální kvéry LZE činit z faktu lidské existence, a vyzývá k jejich hledání. VŠIMNĚME si nyní TOHO, že platnost implikace může BÝT založena NA příčinnosti (připusťme navzdory Humeovi, že tomuto pojmu rozumíme). Mohou nastat DVA prosté případy:

(1) A je příčinou, která nutně vyvolá B. (Prší-li, je mokro.)

(2) B je nutně mezi příčinami, které mohou vyvolat A. (Prší-LI, je zamračeno.)

Existuje-li subjekt, jemuž připisujeme schopnost způsobit A či B, může dojít ke spojení příčinnosti s účelovostí:

(1\*) A bylo způsobeno, aby nastalo B.

(2\*) D bylo způsobeno, aby nastalo A. (Kdyby člověk uměl shromažďovat mraky, dělal by to, aby vyvolal déšť, a vyvolával by déšť, aby zavraždil zemi. V případě (2\*) na rozdíl od (1\*) nemusí ovšem akce vést k žádanému cíli.)

U antropického principu nastává případ (2), pokud se D vztahuje k minulému stavu vesmíru. Na příslušné implikaci ani na závěru plynoucímu z užití modus ponens není ovšem nic, co by svědčilo o významnosti člověka pro vesmír. Srovnajme s touto situací: náš známý se vrátil z hor opálený, z toho usuzujeme, že na horách bylo hezké počasí. Z pozorování člověka lze tedy získat znalosti o počasí, vůbec nás však nenapadne pomyslet na to, že by měl na počasí vliv anebo že by počasí bralo ohled na něho. Proč nás takové interpretace napadají v souvislosti s vesmírem?

Porovnejme proslulé výroky filozofii - Descartovo: "Cogito ergo sum" a Pascalovo: "I, 'bomme est visiblement fait pour penser" (Člověk je zřejmě stvořen, aby myslel). 'I'<> tvrzení jako by v kostce vyjadřovala kontrastní povahy a směřování dvou velkých současníků. Descartův výrok je vlastně modus ponens založený na implikaci typu (2): Mé bytí je nutnou podmínkou mého myšlení. Má povahu nejnepochybnější jistoty, jakou lze vůbec mít; nalezení této jistoty uspokojuje náš intelekt, ale nikoliv srdce. Pascalův výrok převádí (2) do účelové formy (2\*), je inspirován touhou najít v lidském bytí smysl; jeho "zřejmost" není zřejmá pro intelekt, ale patří k pascalovským pravdám srdce. Myslím, že poměr mezi "pozitivním" obsahem antropického principu a jeho filozofickým domýšlením je podobný poměru Descartova a Pascalova, výroku.

Descarta vzpomněl ve svém vystoupení i Carter, když parafrázoval jeho výrok takto: "Cogito ergo mundus talis est". (Myslím, tedy svět je takový, jaký je.) Tento výrok může být opět chápán jako modus ponens založený na implikaci typu (2), která konstatuje, že nutnými podmínkami pro existenci myslícího subjektu jsou zásadní vlastnosti Vesmíru. Slovo "ergo" je však poněkud dvojsmyslné a připouští i překlad "proto", při jehož užití by výrok mohl být chápán ve smyslu (1), tj. mé myšlení je příčinou, která Určuje tvářnost vesmíru. Takový výklad se vskutku nabízí v rámci některých interpretací kvantové mechaniky, kde realita vzniká, teprve jako výsledek pozorování. Filozof typu Ladislava Klímy by snad našel i důvod pro přepsání výroku do formy (1\*): Myslím, aby svět byl takový, jaký je. Sám jsem příliš pod vlivem Einsteinova chápání objektivní reality, než abych tyto výklady přijal se sympatiemi. Připadají mi jako snaha vyvolat déšť kroupením ulic.

Tyto výhrady se ovšem netýkají přechodu od (2) k (2\*). Zde je k dispozici argument který jsme zatím ponechali stranou: mimořádná vzácnost, výjimečnost vesmíru příznivého pro lidskou existenci mezi myšlenými vesmíry. Tato výjimečnost není ovšem apriorně obsažena v antropickém principu; je spíše faktem, který byl jeho užitím objeven.

Zde je filozofická důležitost slabého a silného principu rozdílná. Výjimečnost našeho místa ve srovnání s jinými místy ve vesmíru je jasně patrná a slabý princip ji vysvětluje tak, že jinde než na výjimečném místě být nemůžeme. Naproti tomu silný princip upozorňuje na výjimečnost našeho vesmíru mezi myšlenými vesmíry a otevírá tak otázku, proč zrovna tento vesmír byl realizován.

Věříme-li, že se tak nestalo náhodou, dáváme tím vlastně silnému antropickému principu nový smysl. Slovo "musí" v něm nyní chápeme nikoliv ve smyslu nutné podmínky, kterou si vyžaduje naše existence, ale ve smyslu modální logiky: Musí být (neboli je nutné) jen to, co nastává ve všech možných světech. Aby ovšem nešlo o pouhé vyznání víry, je třeba nalézt konkrétní vysvětlení, k jehož hledání jsme tímto vyzváni. Zdá se, že by mohlo být hledáno ve třech směrech.

a) Volba parametrů, popř. i zákonů vesmíru byla záměrem tvůrce. Zde jde o nezastřený přechod k teleologii (2\*).

b) Skutečné je jediné možné. Dokonalé poznání přírodních zákonů ukáže, že hodnoty kosmologických parametrů, příznivé existenci člověka, vznikly zákonitě a nemohly být jiné.

c) Všechno možné je skutečné. Např. náš "vesmír" je jen malou součástí většího celku, v jehož rámci se realizují i jiné možnosti, popř. existují "paralelní světy" ve smyslu některých výkladů kvantové mechaniky.

Lze říci, že silný antropický princip se takto redukuje na slabý: žijeme ve výjimečném vesmíru, protože v jiných, rovněž skutečných, žít nemůžeme [3].

Byla to patrně varianta a), která způsobila popularitu antropického principu mezi laiky. Zavádí nás však asi mimo kompetenci přírodních věd. Z vědeckého hlediska se zdá spíše lákavé hledat argumenty pro variantu b). Hypotézy o inflační fázi vývoje vesmíru, nabízející řešení řady kosmologických paradoxů, míří tímto směrem. V rámci dříve použité metafory bychom mohli říci, že proces inflace je trychtýřem, který nasměruje kuličku přesně do linie hřebene střechy.

Poznamenejme ovšem, že přesnější diskuse a klasifikace variant by se musela zabývat obsahem pojmu "všechny možné světy". Při jeho vymezení záleží zřejmě na tom, porovnáváme-li pouze počáteční podmínky v rámci týchž fyzikálních zákonů, zahrnujeme-li do těchto podmínek i bezrozměrné veličiny sestavené ze skutečných konstant, uvažujeme-li také o okrajových podmínkách, připustíme-li i možnost různých fyzikálních zákonů a v jakém rozsahu to děláme. Úvahy o "všech možnostech" jsou tak zřejmě omezeny naší schopností tyto možnosti si představit a zpracovat a odtud plyne značná neúplnost a nejistota závěrů, jaké jsme schopni učinit.

I když nejsem teologem, smím si snad dovolit poznámku, že přijetí ani odmítnutí varianty a) neznamená zaujetí stanoviska k víře v Boha. Stvoření jako výběr nejlepších parametrů či zákonů připomíná práci inženýra či právníka a je tedy lidsky nejspíše pochopitelné. "Tvůrce" by však mohl být podle některých spekulací pouhý fyzik vyspělé civilizace, který vyrábí vesmíry třeba v rámci své diplomové práce. Naopak varianty b) a c) nevylučují transcendentní moc, která stojí za nimi a jejichž vlastností se můžeme dohadovat tak, aby byly s příslušnou realitou v souladu.

Nechme konečně namítnout skeptika, že i kdyby se podařilo najít stopy vyššího záměru v povaze vesmíru, neznamenalo by to, že člověk je bytí i jen součástí tohoto záměru. Záměrem mohlo být např. rozsvícení hvězd, pro něž skýtal vesmír nejen nutné, ale i postačující podmínky, což o vzniku člověka pravděpodobně tvrdit nemůžeme. Vznik člověka mohl být

jen podružným, snad i nahodilým a nechtěným důsledkem tvůrčova plánu. Oproti tomu lze vzpomenout na Pascalovu myšlenku“ Vznešenost člověka je i v tom, že ví o své ubohosti. Strom o své ubohosti neví“. Nelze si představit smysl čehokoliv bez vědomí. Beze vši pýchy můžeme říci, že neznáme vyspělejší vědomí než lidské. Je proto přirozené, že odvážíme-li se již úvah o smyslu vesmíru, spojujeme je se smyslem vlastní existence.