

Vesmír – účel či náhoda?

Prof. Anton Hajduk, DrSc.

Astronomický ústav SAV, Bratislava, predseda ÚSKI

Na úvod chcem poznamenať, že na celom svete sa už viac rokov veľmi intenzívne diskutuje o vzťahoch medzi vedou a vierou a na rozdiel od predchádzajúcich dôb sú tieto dialógy zvyčajne veľmi plodné a obohacujúce obe strany – teológov aj prírodovedcov. Aj ostatné vedy prispievajú k dialógu, jednako prírodné vedy sú v centre pozornosti. Nové poznatky takým tempom rozširujú náš obzor, že aj odborníci majú problém zorientovať sa, čo zo včerajška platí ešte dnes. Nehovorím to preto, aby som vás zneistil, ale skôr preto, aby ste vnímali nový pohľad na vesmír, ktorý je podstatne krajší, než na aký sme boli zvyknutí. Ukazuje sa, že stavba vesmíru má svoju logiku, že procesy, ktoré sa v ňom odohrávajú majú svoj smer, ba že sama existencia človeka je akoby zakódovaná už v počiatočných parametroch vesmíru. Veda dospieva k otázkam, na ktoré žiada odpoveď od teológov, ktorí sú schopní absorbovať poznatky vedy a rozvíjať k nim adekvátne teologické odpovede. Aj preto sú tieto dialógy medzi prírodovedcami a teológmi, resp. filozofmi potrebné.

Kde žijeme? Sme na okraji jedného medzihviezdneho mračna, z časti ktorého sa sformovala aj naša slnečná sústava, so Slnkom ako hviezdou a centrálnym telesom tejto sústavy, okolo ktorej obieha 9 planét a nespočetné množstvo menších telies až po kozmický prach. V poradí tretím telesom od Slnka je naša Zem, ktorá je výnimočná tým, že sa na nej sformoval život, a že na nej žijeme. Inak je Zem svojou hmotnosťou a veľkosťou všedným telesom vesmíru. Dnes už máme priame dôkazy o existencii iných planetárnych sústav s telesami rôznej veľkosti a pozorujeme aj tvorbu takýchto planetárnych sústav. Desiatky ich pozorujeme aj v našom blízkom okolí, v špirálovom ramene našej Galaxie, v ktorom vznikla pred necelými 5 miliardami rokov aj naša Slnečná sústava. Ale ani naša Galaxia nemá žiadne výsadné postavenie. Spolu s ďalšími asi 20 blízkymi galaxiami tvorí tzv. Miestnu skupinu galaxií a tá je súčasťou jednej veľkej kopy galaxií a dokonca aj takých kôp galaxií je mnoho. Taká galaxia, akou je naša, má až sto miliárd hviezd, pričom naše Slnko je jednou z nich, a to relatívne malou hviezdou. Počet hviezd vo vesmíre sa vyjadruje číslom 10^{22} (desať na dvadsiatu druhú, čo je desať miliárd biliónov). A počet planét sa odhaduje na ešte viac. Sme potom vo vesmíre sami? To je jedna z otázok s teologickým dosahom. Na odpoveď potrebujeme vedieť viac než počty planét. Potrebujeme vedieť ako vznikajú, aké podmienky pre život sú nevyhnutné, ako je kozmickými procesmi sprevádzaná biogenéza a evolúcia. A práve tu sa ukazujú neobyčajné súvislosti. Vesmír nie je statický útvar. Je bohatý na procesy.

Big bang. Dnes už máme presvedčivé dôkazy o tom, že všetky procesy vo vesmíre začali tzv. big bangom, veľkým treskom, asi pred 15 – 16 miliardami rokov. Svedčí o tom pozorované rozpínanie vesmíru (odvodené z tzv. doplerovského červeného posunu v spektrách galaxií), pozorovaný pomer hélia a vodíka, ktorý sa nedá vysvetliť inak než procesmi s horúcim začiatkom vesmíru; najdôležitejším dôkazom je však reliktové (pozostatkové) žiarenie, ktoré je pozorovaným pozostatkom po big bang. Nuž a tento začiatok vesmíru má ďalší teologický dopad. Vydáva svedectvo o vzniku celého nášho vesmíru a o jeho expanzii; o tom, čo nedávna materialistická filozofia tak vehementne odmietala tézou o nekonečnosti vesmíru v čase a priestore. Ukázalo sa, že vesmír, ako ho poznáme z pozorovaní má svoj začiatok a nie je nekonečným ani v priestore. Jeho priestorová štruktúra sa vymyká našej predstavivosti, lebo priestor vesmíru je do seba uzavretý, ale nie nekonečný. (Zvykne sa predstavovať analógiou povrchu rozpínajúcej sa gule, ktorej povrch nemá hranice, ale je konečný v každom čase). Z poznatku, že vesmír má začiatok, ateistickí filozofi v snahe vyhnúť sa odpovedi na príčinu začiatku, museli siahnuť k hypotéze existencie viacerých vesmírov. Ich problémom je to, že takáto možnosť sa teoreticky síce nedá vylúčiť, ale vedecké poznatky ju nepotvrdzujú ničím, iba ju ako možnú pripúšťajú. Inými slovami, pokiaľ vznik vesmíru big bangom potvrdzujú pozorovania, v existenciu viacerých vesmírov (multi-vesmíru) sú aspoň nateraz nútení iba veriť.

Big bangom však začali prebiehať vo vesmíre jednosmerné procesy. Najdôležitejšie sa odohrali v zlomku prvej sekundy. Teoretickí fyzici v tejto súvislosti opisujú formovanie sa síl a elementárnych častíc, počnúc tzv. Planckovým časom 10^{-43} sekundy a Planckovou dĺžkou 10^{-33} cm. Teoretický fyzik a nositeľ Nobelovej ceny Steven Weinberg opísal tieto procesy vo svojej veľmi populárnej knihe *Prvé tri minúty* [1]. Jeho kolega Stephen Hawking v knihe *Stručná história času* [2] poukázal na to, že v týchto počiatkových fázach vývoja vesmíru sa začali nezvratné procesy vo vesmíre, ktoré zákonite (vďaka daným počiatkovým parametrom vesmíru akými sú hmotnosti protónu a elektrónu, veľkosť ich náboja a ostatné vlastnosti, hodnoty počiatkovej konštanty a iných prírodných konštánt) viedli až k súčasnému stavu, ktorý umožnil našu existenciu. Najpozoruhodnejším faktom pritom je, že i nepatrná odchýlka v ktoromkoľvek parametri vesmíru, napríklad v rýchlosti expanzie, by viedla k úplne iným kozmickým procesom, a to takým, pri ktorých by makromolekulové zlúčeniny nevznikli. V takom vesmíre by život vzniknúť nemohol. Pri väčšej rýchlosti expanzie by napríklad nebolo dosť času na formovanie sa galaxií a v nich na vznik hviezd, pri menšej rýchlosti rozpínania by prevládlo gravitačné zmršťovanie sa vesmíru a vesmír by skolaboval skôr, než by jeho teplota poklesla natolko, aby umožnila vznik živých štruktúr.

Vznik galaxií, hviezd a planét. V stručnosti a trocha zjednodušene možno tieto procesy opísať takto: V dôsledku prudkej expanzie v

začiatocnej fáze vesmíru pôvodne vysoká teplota rýchlo klesala, začali vznikať atómy najjednoduchších prvkov – vodíka a hélia a z nich sa utvárali prvé kozmické štruktúry hmoty, špongii podobných tvarov, ktoré dnes vieme rádioastronomicky registrovať na milimetrových vlnách. V uzloch týchto štruktúr vznikali zárodky dnešných galaxií, kvazary a pozdĺž bunkovitých stien štruktúr vodíkovej mračná. Gravitačné sily spôsobili koncentráciu hmoty a v dôsledku nerovnomerností rotáciu časti mračien až do šošovkám podobných útvarov – galaxií. Vývoj jednotlivých galaxií, podľa ich hmotnosti a rotačnej rýchlosti pokračoval pomalšie alebo rýchlejšie ďalšou gravitačnou kontrakciou do hustých centier – hviezd. Vznikali hviezdy veľmi rozmanitej veľkosti a ich hmotnosť určovala ich ďalší vývoj. Nabaľovaním hmoty z okolia tiaž vyvíjala nesmierny tlak na vnútro hviezdy, kde sa v dôsledku toho zvyšovala teplota až na milióny kelvinov a to spustilo jadrové reakcie. Z vodíka začali vznikať jadrá hélia i ďalších prvkov. Keď sa gravitačný tlak zvonka a účinky jadrových reakcií zvnútra vyrovnali, hviezda bola stabilná aj miliardy rokov. Tak je tomu aj s naším Slnkom, ktoré bude stabilne žiariť ešte ďalších asi 5 miliárd rokov. Ale masívnejšie hviezdy sú menej stabilné. Vnútorne tlaky sú v nich také obrovské, že dávajú vzniknúť jadrovým reakciám, pri ktorých vznikajú aj ťažšie prvky až nakoniec z nich uvoľnená energia prekoná gravitačné sily a hviezda exploduje. Toto je nesmierne dôležité pre našu existenciu. Vo vnútri hviezdy vzniknuté prvky sa explóziou hviezdy dostávajú do medzihviezdneho prostredia. Takéto mračná medzihviezdneho prostredia, obohatené o ťažšie prvky, vrátane uhlíka i ďalších prvkov potrebných pre biogénezu sa opäť zhľukujú najskôr do zrníek medzihviezdnej hmoty a neskôr do väčších telies, a tak vznikajú planéty typu Zeme, ktoré obsahujú dostatok biogénnych látok. Všetky tieto procesy vieme sledovať. Prejavujú sa v spektrách hviezd i na rádiových vlnách v medzihviezdnych mračnách. Takto bolo v medzihviezdnych mračnách identifikovaných vyše 150 organických zlúčenín. Týmto mechanizmom vesmír v celej svojej šírke, rovnako v blízkych ako aj vo vzdialených galaxiách pripravuje pôdu pre vznik života. Znamená to azda, že život automaticky vznikne tam, kde sú organické zlúčeniny? Takto jednoduché to vonkoncom nie je.

Život vo vesmíre. Život je nesmierne náročný na podmienky v ktorých môže existovať, až to vedie k filozofickej otázke, či nie preto je vesmír taký obrovský, so stovkami miliárd galaxií, aby aspoň raz niekde v ňom prebehol rad tak málo pravdepodobných procesov, ktorý vyžaduje vznik života. (O týchto procesoch bude reč v ďalšom referáte prof. J. Krempaského [3]). Astronómia iba ukazuje, že zdanlivo náhodné procesy vo svojom nesmiernom množstve zákonite vedú práve v dôsledku malých rozdielov v množstve podobných procesov u niektorých z nich k tzv. nerovnovážnym stavom, pri ktorých nastanú aj veľmi málo pravdepodobné javy, ako sú aj tie, ktoré sprevádzajú vznik života. Poniektorí sa aj pokúsili formulovať podmienky pravde-

podobnosti výskytu planét, ktoré by spĺňali podobné podmienky ako naša Zem. Taká planéta musí byť čo do hmotnosti veľmi málo odlišná od Zeme, aby si udržala atmosféru, aby sa z nej uvoľnila hydrosféra a aby sa neodparila; planéta nemôže byť ani omnoho väčšia, aby atmosférický tlak nebol príliš vysoký (ako na Jupiteri), planéta musí primerane rotovať, aby vzniklo magnetické pole, ktoré tvorí ochranný štít pred kozmickým žiarením, musí byť v primeranej vzdialenosti od centrálnej hviezdy, aby teplota nebola ani príliš vysoká (ako napr. na Venuši), ale ani príliš nízka (ako na susednom Marse). Musí obiehať na približne kruhovej dráhe, ak by bola elipsa výstrednejšia, život by nevydržal príkre tepelné rozdiely atď. Ale ani centrálna hviezda nemôže byť hocaká. Musí mať dlhodobu stabilné žiarenie, a to miliardy rokov, hoci mnohé hviezdy omnoho rýchlejšie strácajú stabilitu. Aj mnohé galaxie by sme museli z výberu vylúčiť pretože v nich neprebehli ešte procesy tvorby hviezd alebo dostatočne obohateného medzhviezdneho prostredia. Takže sa zdá, že vesmír nie je zbytočne taký nesmierne a jeho veľkosť asi tiež súvisí s tým, že existujeme. Nevieme dnes odpovedať na otázku, či existuje život aj inde vo vesmíre než na Zemi. Ale túto možnosť nemôžeme ani vylúčiť. Musíme byť pripravení aj na takúto eventualitu. Aj toto má teologický dosah. Nakoniec, skôr či neskôr prenikne ľudstvo do vesmíru. Návštevou Mesiaca proces prenikania ľudstva do vesmíru začal. Napriek všetkým ťažkostiam i neúspechom už v priebehu nasledujúcich desaťročí pristanú ľudia na Marse. Skeptici pochybujú, že sa ľudia dostanú k planétam iných hviezd, ale dejiny ľudstva sú ešte veľmi krátke oproti dobám, ktoré z kozmickej perspektívy má ľudstvo pred sebou. Ľudstvo stojí pred hrozbou sebazničenia, ale na druhej strane i táto hrozba sama môže byť impulzom na kolonizáciu iných planét a v dlhodobej škále aj na kolonizáciu vzdialeného vesmíru. Kozmické ľudstvo z dnešného hľadiska vyzerá ako utópia, ale žiadne principiálne prekážky preň neexistujú. Iba na vyspelosti civilizácie leží zodpovednosť za jej budúcnosť. Osídliť vesmír vyzerá ako veľkolepé pozvanie pre toto rozporuplné ľudstvo. Máme na výber, môžeme zvoliť cestu sebazničenia, ale môžeme takúto výzvu prijať a pokračovať s nádejou v zmysluplnú budúcnosť, lebo pohľad na vesmír, jeho štruktúru a vývoj nám dostatočne zreteľne ukazuje, že nie sme tu náhodou.

Literatúra

- [1] Steven Weinberg: První tři minuty, Mladá fronta, Praha 1983.
- [2] Stephen Hawking: Stručná história času. 1988.
- [3] Julius Krempaský: Kvantitatívna teória vývoja. 2003, Tento zborník.