

Kosmické mikrovlnné záření jako tepelné záření mezigalaktického prachu?

O alternativní teorii fungování vesmíru s Dr. Václavem Vavryčkem z Geofyzikálního ústavu AV ČR

Reliktní záření (kosmické mikrovlnné pozadí) přicházející z vesmíru ze všech směrů je považováno za pozůstatek z období nedlouho po Velkém třesku. Pokládá se za nejvýznamnější zdroj poznatků o raném vesmíru a v současné době je předmětem intenzivního výzkumu. Arno Penzias a Robert Wilson za jeho objev získali v roce 1978 Nobelovu cenu a George Smoot a John Mather v roce 2006 obdrželi Nobelovu cenu za objev anizotropie reliktního záření. Na to, zdali by bylo možné i jiné vysvětlení tohoto jevu, a jak by to ovlivnilo současný kosmologický model, jsme se zeptali RNDr. Václava Vavryčka, DrSc., z Geofyzikálního ústavu AV ČR. Vážený pane doktore, jste původním povoláním geofyzik. Co vás přivedlo k astronomii?

„Jako geofyzik jsem se řadu let zabýval paprskovou teorií a šířením vln se zaměřením na vlastnosti seismických vln v Zemi. Posledních pět let jsem se začal zajímat rovněž o astronomii, a to díky své nejmladší dceři, která nyní studuje matematiku. Na gymnáziu si pro jednu ze svých ročníkových prací vybrala Olbersův paradox, ve kterém se řeší zdánlivý rozpor mezi zanedbatelným množstvím světla přicházejícího z vesmíru oproti hodnotám předpovězeným pro model stacionárního vesmíru. V současné astronomii je tento po staletí známý rozpor zdánlivě vyřešen teorií Velkého třesku. Nedalo mi to, a ve snaze pomoci dceři porozumět problému jsem výpočty prověřil. K mému překvapení jsem zjistil, že obecně přijímaný výklad je založen na nepřipustných zjednodušeníh a není správný. Výsledky jsem pak publikoval v časopisech *Astrophysics and Space Science* a *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*.“

Kosmické mikrovlnné záření bylo doposud považováno za reliktní záření z Velkého třesku. Vaše teorie jej ale považuje za tepelné záření mezigalaktického prachu. Jak jste k tomuto výsledku došel?

„Zde je právě možno vidět jistou souvislost s Olbersovým paradoxem. Mé řešení i původní řešení tohoto paradoxu samotným Olbersem

vysvětluje tmou ve vesmíru přítomností prachových částic v kosmickém prostoru. Prach je součástí galaktické i mezigalaktické hmoty, je bohatý na sloučeniny uhlíku a jeho částice mají složitý tvar s typickou velikostí v řádu μm . Prachové částice přitom dobře pohlcují světlo v širokém spektru vlnových délek.“

Máte na mysl situaci, kdy prach pohlcuje energii fotonů, zahřeje se, a následně tuto energii vyzařuje formou tepelného záření do kosmického prostoru?

„Přesně tak. Galaxie totiž produkují světlo a prach se díky jeho absorpci zahřívá. Prachové částice se ve vesmíru nalézají jak v galaxiích, tak v prostoru mezi nimi, a pohlcováním energie fotonů dochází k jejich zahřívání a následnému tepelnému záření podle Planckova zákona o vyzařování těles. Světlo uvnitř galaxií dokáže zahřát prach na 10 až 40 K, a v jádru galaxie to může být dokonce až na 80 K. V mezigalaktickém prostoru je ovšem světla podstatně méně, takže teplota mezigalaktického prachu je hluboko pod 10 K.“

Je možné teplotu mezigalaktického prachu určit přesněji?

„Ano, uvážíme-li pozorované množství světla mezi galaxiemi a množství prachu v galaxiích a mezi nimi, lze ukázat, že by mezigalaktický prach měl mít teplotu 2,7 K. A právě této teplotě odpovídá i mikrovlnné záření, které pozorujeme. Moje výpočty tedy naznačují, že by kosmické mikrovlnné záření nemuselo být reliktním zářením z Velkého třesku, ale tepelným zářením mezigalaktického prachu.“

Proč se však teplota mezigalaktického prachu neustále nezvyšuje díky pohlcování světla hvězd?

„Ano, to je důležitá otázka. Mezigalaktický prach sice pohlcuje světlo z galaxií, a tudíž se neustále zahřívá, ale taktéž vyzařuje tepelné záření, kterým se naopak ochlazuje a které se pohlcuje zpět galaxiemi. Obě energie – pohlcení prachem a vyzáření prachem – se rovnají, takže je prach v tepelné rovnováze. To ovšem neznamená, že teplota mezigalaktického prachu byla i v minulosti 2,7 K. V době,

kdy vesmír měl menší objem, byly galaxie blíže u sebe a světla v mezigalaktickém prostoru bylo mnohem více. Takže i teplota mezigalaktického prachu byla vyšší.“

Znamená to tedy, že se i mezigalaktický prach ochlazuje díky expanzi vesmíru?

„Ano, lze to tak říci. K ochlazení dochází díky adiabatickému rozpínání vesmíru. Tuto vlastnost má i hypotetické reliktní záření z Velkého třesku, kdy se předpokládá, že v raném vesmíru při rudém posuvu ~ 1100 se světlo o teplotě ~ 3000 K oddělilo od hmoty a adiabaticky se ochlazovalo díky expanzi vesmíru na dnešní teplotu 2,7 K. Tato teorie ovšem není schopna vysvětlit, jak to, že přes celou dlouhou historii vesmíru se intenzita a spektrum reliktního záření neporušily v důsledku absorpce galaktickým a mezigalaktickým prachem.“

Vaše teorie vyvolává mnoho dalších otázek. Mohl byste se s námi o ně podělit?

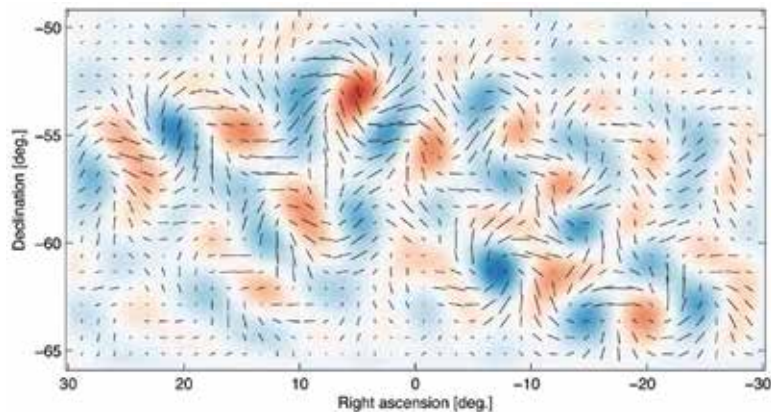
„Otázek je mnoho. Například, co je příčinou teplotních a polarizačních fluktuací známých jako anizotropie kosmického mikrovlnného záření. Příčina je přitom jednoduchá, tepelné záření prachu závisí na hustotě galaxií ve vesmíru, v místech s velkou případně malou hustotou galaxií se prach ohřívá na vyšší, resp. nižší teplotu. Teplota kosmického mikrovlnného záření se tak může trochu měnit podle toho, ze kterého směru záření pozorujeme. Polarizační anomálie tepelného záření pak mapují magnetické pole okolo shluků galaxií ve vesmíru. Uhlík v prachových částicích má formu grafitu a způsobuje, že jsou vodivé. To má za následek, že se orientují podle siločar magnetického pole a vyzářejí polarizované světlo.“

Publikoval jste už tuto teorii?

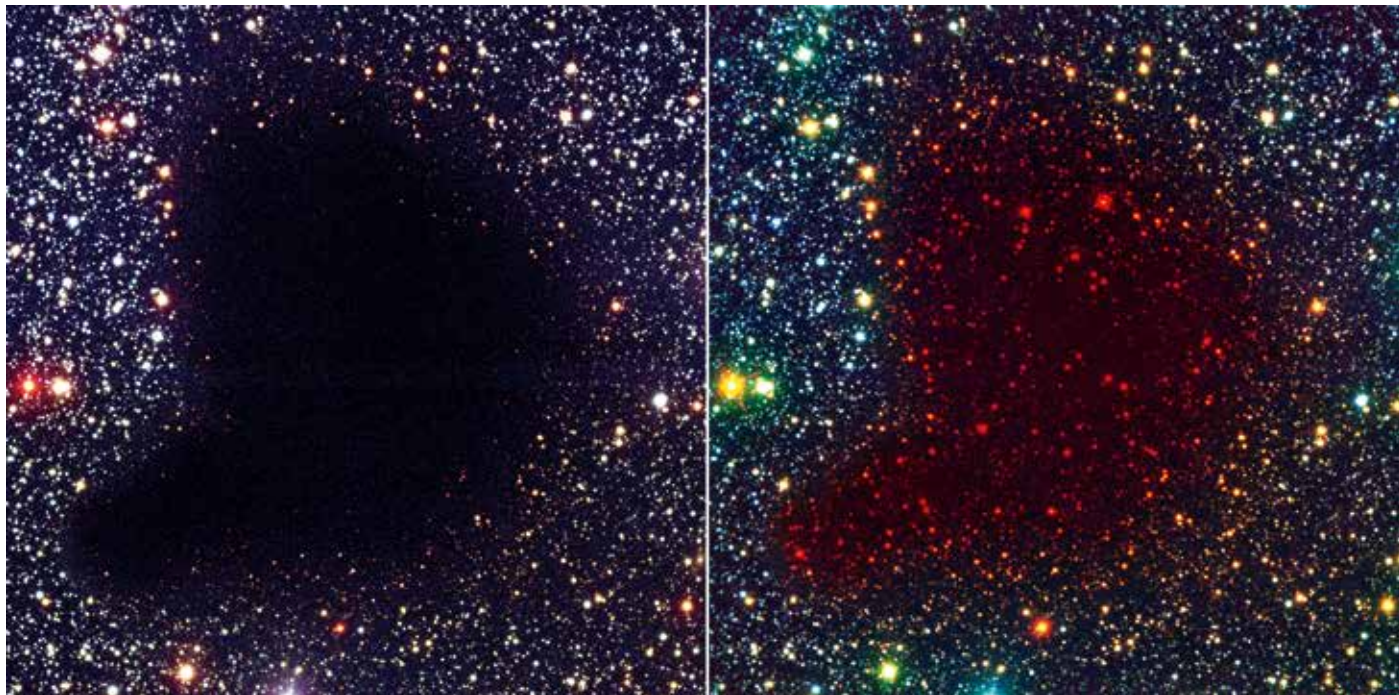
„Výsledky svých výpočtů jsem publikoval v britském časopise *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. Nebylo to ovšem jednoduché, protože samotná myšlenka kosmického mikrovlnného záření jako tepelného záření mezigalaktického prachu není nová a byla bez hlubší analýzy již před mnoha lety odmítnuta. Musel jsem přesvědčit editora a recenzenty, že to bylo neprávem.“



Nositelé Nobelovy ceny za objev kosmického mikrovlnného záření Arno Penzias (vlevo) a Robert Wilson (vpravo).



Polarizační anomálie kosmického mikrovlnného záření



Oblak kosmického prachu v Mléčné dráze pohlcující světlo vzdálenějších hvězd a galaxií zobrazený dvěma barevnými filtry: (vlevo) převážně modrý filtr, (vpravo) převážně červený filtr. Kosmický prach pohlcuje více modrou než červenou barvu, takže v červené oblasti spektra je prach částečně průhledný. (Zdroj: ESO. prachový mrak Barnard 68, <https://www.eso.org/public/images/eso0102a/>, <https://www.eso.org/public/images/eso0102b/>)

Vaše teorie by mohla převrátit celou kosmologii doslova „vzhůru nohama“. Zaznamenal jste už nějaké důležité ohlasy?

„Reakcí nebylo zatím mnoho. Moje teorie je skutečně v zásadním rozporu se současnými představami o vesmíru a popírá značnou část moderní kosmologie, což logicky vzbuzuje rozpaky a nedůvěru. Ještě před publikováním jsem obdržel několik posudků od recenzentů, které upozorňovaly na mizivou šanci, že má teorie je správná a že bude mít úspěch. Recenzenti požadovali přesvědčivé argumenty a výpočty, a nabádali mě, abych vysvětlil, jaké dopady má moje teorie na teorii Velkého třesku.“

O vás je známo, že se domníváte, že Velký třesk nenastal. Jaké hlavní protiargumenty můžete předložit?

„Hlavním argumentem podporujícím teorii Velkého třesku je právě existence reliktního záření. Pokud zpochybníme existenci reliktního záření, pak dalších argumentů pro Velký třesk je už velmi málo.“



Spirální galaxie, M 100. Spirální galaxie jsou charakteristické vysokým množstvím galaktického prachu, který vyzařuje tepelné záření v infračerveném spektru. (Zdroj: <https://www.eso.org/public/images/eso-m100/>)

Jedním z nich je tzv. nukleosyntéza Velkého třesku. Mohl byste nám ji prosím objasnit?

„Nukleosyntéza během Velkého třesku předpovídá původní složení vesmíru. Vesmír měl být na počátku složen z 75 % z vodíku (H) a z necelých 25 % z hélia (^4He). Ostatní prvky jsou ve vesmíru zastoupeny pouze méně než jedním procentem. Nukleosyntéza například přesně předpovídá poměr hélia (^4He) a lithia (^7Li) vůči množství vodíku ve vesmíru. U hélia se podařilo nalézt uspokojivý souhlas mezi pozorováními a předpovědi, ale až po 20 letech snažení a s použitím celé řady korekcí na náhodné a systematické chyby. A u lithia se čísla rozcházejí úplně.“

Lze z nukleosyntézy vypočítat poměr mezi množstvím hmoty a záření ve vesmíru?

„Ano, nukleosyntéza mimo jiné předpovídá z naměřeného množství deuteria určitý poměr mezi hmotou a zářením ve vesmíru – tedy mezi fotony a částicemi. Víme poměrně přesně, kolik je záření, a díky tomu jsme schopni spočítat, kolik by mělo být ve vesmíru hmoty. Té ovšem vychází cca 10krát méně, než jak to odpovídá gravitačním pozorováním. Odtud plyne zavedení 'temné' hmoty, složené z dosud neznámých částic, aby se tento nesoulad odstranil. Samozřejmě, že nutnost zavedení této zcela nefyzikální veličiny také podřívá věrohodnost teorie Velkého třesku.“

Vy se tedy domníváte, že vesmír cyklicky expanduje a opět se smršťuje. Jak jste k této teorii dospěl?

„Je to jedna z možností. To smršťování vesmíru by ale nebylo do jednoho bodu, ale třeba do 10.000x menšího objemu, než je nyní. Všechny struktury vesmíru by nadále existovaly. Jen by musel být nějaký mechanismus, který by zaručoval, že je vesmír dynamický. Přirovnal bych to například ke slapovým pohybům Země.“

Proč tedy současné hypotézy tvrdí, že vesmír expanduje a vždy to tak bylo?

„Expanzi vesmíru v současnosti odvozujeme od pozorování rudého posuvu blízkých i vzdálených galaxií. Nejbližší galaxie mají největší rudý posuv. Sám ale nevím, kde bereme jistotu, že když nyní pozorujeme expanzi vesmíru, muselo to tak být vždycky.“

Jaký největší rudý posuv byl u galaxií pozorován a co z toho plyne?

„Poslední měření odhalují existenci poměrně vyvinutých a starých galaxií s rudým posuvem až 11, musely tedy existovat už v době přibližně 400 milionů let po Velkém třesku. Přitom zrod a vývoj galaxií má určitý řád a časový harmonogram a my neznáme mechanismy, kterými by se tak rychle po Velkém třesku mohla galaxie vytvořit. Jiná pozorování z ještě ranějšího vesmíru zatím nemáme, takže expanze vesmíru z bodové singularity je pouze spekulací založenou na platnosti velmi zjednodušených předpokladů a rovnic.“

Uvažujete ve své teorii i temnou hmotu a temnou energii?



Obraz pozůstatku supernovy typu Ia N103B nacházející se ve Velkém Magellanově mračně pořizovaný Hubbleovým teleskopem (Zdroj: <http://www.sci-news.com/astronomy/type-ia-supernova-remnant-large-magellanic-cloud-04746.html>)

„Temná hmota i temná energie jsou pojmy odporující základním fyzikálním zákonům a ve své teorii je nepotřebují. V současnosti je 95 % energie ve vesmíru přisuzováno právě temné hmotě a temné energii. Podle mne ale těch 95 % temnoty spíše vypovídá o tom, jak nepatrný zlomek z dění ve vesmíru dokáže standardní kosmologický model racionálně vysvětlit.“

Pokud ale vím, temná energie byla zavedena kvůli nezvyklému chování svítivosti supernov a za tento objev byla v roce 2011 udělena Saulu Perlmutterovi, Adamu Riessovi a Brianu Schmidtovi Nobelova cena. O co přesně šlo?

„Máte pravdu, supernovy jsou žhavým tématem současné astronomie. Existuje totiž typ supernov Ia, které při explozi zazáří vždy se stejnou intenzitou. Pozorovaná svítivost těchto supernov tak závisí jen na jejich vzdálenosti od nás. Z rudého posuvu a ze svítivosti lze pak určit jejich vzdálenost a rychlost expanze vesmíru. Ukázalo se ovšem, že svítivost supernov klesá s rudým posuvem mnohem rychleji, než se předpokládalo. Aby se vyhovělo pozorováním, tak původní a fyzikálně srozumitelná představa, že expanze vesmíru se musí zpomalovat díky dostředivé gravitaci, byla nahrazena představou o zrychlující se expanzi způsobené odstředivou temnou energií. Nezvyklý pokles svítivosti supernov se vzdáleností lze ale stejně dobře vysvětlit i absorpcí světla mezigalaktickým prachem bez nutnosti zavádět temnou energii, jak ukazují v mém posledním článku v *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*.“

Vraťme se ještě k vašemu cyklickému modelu vesmíru bez Velkého třesku. Jak by se podle vás dalo vysvětlit dynamické smršťování a rozpínání vesmíru?

„Dynamické smršťování vesmíru způsobuje gravitace. Základní otázkou však je, jaká síla vyvažuje gravitaci a může tedy způsobit rozpínání vesmíru. Moje představa je taková, že by vesmír mohl fungovat podobně jako hvězdy. I hvězdy jsou hmotné objekty s gravitací, ale přesto nezkolabují. Je to dáno tím, že vyzařují světlo a další složky elektromagnetického spektra, tedy fotony. Tlak světla působí proti gravitaci a je natolik silný, že udržuje hvězdy v rovnováze. Hvězda zkolabuje až poté, co jí dojde palivo a není už schopna vyzařovat.“

Dobře, ale jak by taková rovnováha fungovala pro vesmír s galaxiemi?

„Vcelku jednoduše. Galaxie jsou objekty tvořené hvězdami, plynem a galaktickým prachem, které vyzařují světlo do mezigalaktického prostoru. Toto světlo se opírá do ostatních galaxií jako vítr do plachet a vzájemně galaxie odtahuje. Fyzikální zákony jsou jasné a tlak světla působící na galaxie lze snadno spočítat. V dnešní době je tlak světla na galaxie vůči gravitaci zanedbatelný a expanze vesmíru musí tudíž zpomalovat, až se nakonec zastaví a začne smršťování vesmíru. Čím bude ale vesmír menší, galaxie budou více u sebe a množství světla v mezigalaktickém prostoru rychle poroste. Výpočty ukazují, že až bude mít vesmír velikost odpovídající dnes pozorovanému rudému posuvu 20–40, tlak světla působící na galaxie bude natolik silný, že se smršťování zastaví a dojde k opětovnému rozpínání. Vesmír by tak nebyl stacionární, neměl by ani

počátek ani konec a podléhal by jednoduchému pulsujícímu mechanismu. Počet galaxií by byl stále stejný, protože zanikající galaxie by byly nahrazeny nově zrozenými galaxiemi.“

Existuje nějaký experiment, jímž by se dala vaše teorie ověřit?

„Pokrok v astronomii je založen na stále lepších a lepších možnostech pozorování. Obrovským skokem byla instalace Hubbleova vesmírného dalekohledu na oběžné dráze Země ve výšce 600 km, který pozoruje díky své citlivosti galaxie až do rudého posuvu 11. A překvapivě zjišťujeme, že i v takto raném vesmíru existují vyvinuté galaxie, které by tam podle teorie Velkého třesku neměly být.“

Přesto by bylo potřeba dohlédnout ještě dále do minulosti s pomocí ještě kvalitnějšího teleskopu.

„S jistým zpožděním by měl být v roce 2021 do vesmíru vypuštěn teleskop Jamese Webba, jehož citlivost bude až 100x vyšší nežli u Hubbleova teleskopu. Proto by měl dohlédnout ještě mnohem hlouběji do raného vesmíru. Očekávám, že přinese řadu překvapení a potvrdí, že počet galaxií ve vesmíru se v podstatě nemění. V současných podmínkách pozorujeme ve velkých vzdálenostech pouze ty největší a nejsvítivější galaxie, protože svítivost galaxií s jejich vzdáleností rychle klesá. S citlivějším teleskopem bychom jich mohli pozorovat podstatně více, a to i v epochách vesmíru, kdy žádné galaxie neměly vůbec existovat. Pokud se tak stane, mohla by tím být moje teorie potvrzena.“

Výše uvedenou teorii jste nedávno prezentoval na mezinárodní astronomické konferenci v Bonnu. Jak byla odborníky přijata?

„Šlo o konferenci organizovanou prof. Pavlem Kroupou a jeho spolupracovníky z Univerzity v Bonnu, která se věnovala gravitaci a rozporům způsobeným přítomností temné hmoty v modelech galaxií. Moje přednáška o kosmickém záření jako tepelném záření mezigalaktického prachu byla přijata příznivě a vzbudila živou diskuzi, ale vyhráno tím ještě není. Přesvědčit širokou astronomickou komunitu o správnosti mého modelu nebude vůbec jednoduché.“

Kolik let dáváte současnému kosmologickému modelu?

„To je velmi obtížné odhadnout. Většina astronomů, a zvláště pak kosmologů si už zvykla na to, že představa Velkého třesku přináší spoustu nesrovnalostí, rozporů a záhad. Místo toho, aby kosmologové rozvíjeli nové alternativní teorie, tak se postupem času s Velkým třeskem i se všemi jeho nedostatky naučili žít a stali se poněkud imunní vůči další kritice. Například v roce 2013 byla nalezena hvězda HD 140283 ve vzdálenosti necelých 60 parseků od Slunce, jejíž stáří 14,5 mld. let je vyšší než odhadované stáří vesmíru 13,8 mld. let. Ale ani po tomto objevu se většinový názor astronomů na Velký třesk nezměnil.“

Lze tedy říci, že vědce nevyburcoval z letargie ani takový neuvěřitelný výsledek pozorování? Jak je to možné?

„Svou roli hraje setrvačnost myšlení a neochota vědců angažovaných v teorii Velkého třesku přiznat chyby. Nicméně kritika současného kosmologického modelu a nespokojenost



RNDr. Václav Vavryčuk, DrSc. (*1959)

Vystudoval Matematicko-fyzikální fakultu Univerzity Karlovy v Praze. Od roku 1985 pracuje v Geofyzikálním ústavu Akademie věd ČR. V roce 1993 získal roční stipendium na Univerzitě v Hirošimě v Japonsku. V roce 2000 působil jako hostující profesor na Univerzitě v Salvadoru (Brazílie). V roce 2001 získal titul DrSc. Zabývá se teorií šíření vln a modelováním vlnových polí ve strukturně složitých prostředích s aplikacemi v seismologii a kosmologii. V seismologii se věnuje zejména seismické paprskové teorii, mechanismům zemětřesení a studiu vlastností a příčin zemětřesných rojů v západních Čechách. V kosmologii se zabývá útlumem světla způsobeným absorpcí světla kosmickým prachem, modelováním extragalaktického záření a kosmického mikrovlnného záření, a také dynamikou vesmíru na základě pozorování supernov.

s ním neustále rostou a okamžik vážné krize v kosmologii se blíží. Optimisticky odhadují, že do 5 – 10 let by se mohlo nashromáždit tolik pozorování svědčících proti Velkému třesku, že jeho idea bude prostě neudržitelná. Hodně v tom mohou pomoci budoucí pozorování z vesmírného teleskopu Jamese Webba.“

Co vás na vesmíru nejvíce fascinuje?

„Vesmír fascinuje asi každého. Už jako středoškolač jsem navštěvoval hvězdárnu a obdivoval rozmanitost hvězd a galaxií a neskutečný prostor mezi nimi. Hlavně se mi ale líbilo, že vesmír podléhá řádu a že jsme jej schopni popsat relativně jednoduchými fyzikálními zákony. Pochopit vývoj vesmíru je pro vědce velká výzva a vřele doporučuji všem, kteří se nebojí řešení náročných fyzikálních problémů a záhad, aby se kosmologií zabývali.“

Jana Žďárská, Fyzikální ústav AV ČR

(V časopise Kozmos můžu být publikované aj názory a hypotézy, s ktorými sa redakcia ani redakčná rada Kozmosu nestotožňujú, považujú ich však za natoľko zaujímavé, že by o nich mal čitateľ vedieť)