

# O čase a prostoru<sup>1</sup>

Aleš Trojánek

Protože si velmi považuji, že se ve Velkém Meziříčí opakovaně koná Evropský festival filosofie<sup>2</sup>, neodmítl jsem žádost jeho hlavního organizátora – Milana Dufka, abych napsal stručné pojednání k hlavní tematice 8. ročníku festivalu s podtitulem Čas a prostor, který se konal v roce 2014. K hlubokým fyzikálním či filosofickým úvahám se necítím kompetentní, neboť nejsem ani profesionální teoretický fyzik, ani vystudovaný filosof. Učím ale fyziku na gymnáziu a o uvedenou tematiku se zajímám. **Pokusím se proto upozornit v tomto příspěvku na tři zajímavé populárně vědecké publikace [1, 2, 3] od předního teoretického italského fyzika Carla Rovelliho, které by mohly být zajímavé i pro širší obec čtenářů.** Nejdříve uvedu stručný úvod do problematiky.

Ve dvacátém století vznikly dvě pozoruhodné fyzikální teorie: obecná teorie relativity (OTR), která je dílem A. Einsteina (1915), a kvantová mechanika, jejíž základy tvořila řada fyziků ve dvacátých letech.

**OTR** je ucelenou teorií gravitace, prostoru a času: vlastnosti prostoročasu jsou dány rozložením hmoty, hmota zakřivuje prostor, v silných gravitačních polích plyne čas pomaleji apod. Např. jestli jedno dvojčete prožije svůj život u moře a druhé v horách, pak, když se potkají, bude to z hor starší. (U moře, blíže ke gravitačnímu centru – středu Země, plyne čas pomaleji.) OTR byla a je stále potvrzována řadou experimentů. Předpověděla např. existenci gravitačních vln zaregistrovaných v roce 2015. Poznatků OTR se používá v tak známých zařízeních, jako je GPS. OTR je základem pro astrofyziku a kosmologii.

**Kvantová mechanika (fyzika)** je, stručně řečeno, teorií mikrosvěta: světa molekul, atomů, jader. Z jejích rovnic plyne, že světlo můžeme považovat za proud jednotlivých diskrétních kvant energie (fotonů), že energie např. elektronů v atomech může nabývat jen jistých hodnot (je kvantována) a hlavně, že objekty mikrosvěta, např. elektrony, projevují při experimentech vlnové i částicové vlastnosti, ale nejsou to ani vlny, ani částice. Jestliže např. elektrony, ale i neutrony a dokonce rozlehlými molekulami ostřelujeme dvojštěrbinu, pak vykazují vlnové vlastnosti („procházejí oběma štěrbinami naráz“), ale dopadnou vždy jen do jednoho místa (částicové vlastnosti). Navíc nemůžeme předem určit, kam na stínítko dopadnou, ale jen pravděpodobnost, s jakou se tak stane. Kvantová mechanika nám tak ukazuje, že struktura hmoty je na atomární úrovni zrnitá, kauzalita má pravděpodobnostní charakter a objekty vyjevují své vlastnosti jen při interakcích.

U zrodu kvantové mechaniky stáli M. Planck a Einstein<sup>3</sup>. Hlavními tvůrci kvantové mechaniky byli ve dvacátých letech dvacátého století N. Bohr, W. Heisenberg, E. Schrödinger, P. Dirac a další.

I když koncepční otázky kvantové mechaniky nejsou stále vyjasněny, na jejich základech jsou postaveny všechny moderní technologie: od tranzistoru po počítače a mobily. Využívá se jich v chemii i biologii.

O skloubení a propojení OTR a kvantové fyziky či aplikaci kvantové teorie na gravitaci se snaží **smyčková kvantová gravitace**, jejímž předním autorem je C. Rovelli. Důsledky této teorie jsou překvapivé: Prostor na kvantové úrovni není spojitý, je zrnitý a existují nejmenší části prostoru – elementární kvanta prostoru. Nejmenší možné „kvantum“ prostoru je tzv. Planckova délka:  $10^{-35}$  m. Pod touto délkou ztrácí pojem vzdálenosti smysl. Na otázku, kde se tato kvanta prostoru (kvantové smyčky) nacházejí, odpovídá Rovelli: „Nikde, ony samy jsou prostorem“. Ještě zajímavější a podivnější je důsledek pro pohled na čas. Teorie předpokládá, že čas není spojitý, ale že je také kvantovaný, že nabývá jen určitých

---

<sup>1</sup> Článek vyšel v publikaci DUFKA, M (ed.): *Filozofie pod mostem*. Milan Dufek, Velké Meziříčí 2021.

<sup>2</sup> Pravopisná poznámka: V textu používám termín „filosofie“ psaný se „s“ v souhlase s řeckým slovem „sofia“ – „moudrost“.

<sup>3</sup> A. Einstein stál u zrodu kvantové mechaniky, ale nikdy nepřijal její pravděpodobnostní charakter.

hodnot. Nejmenší možný časový interval je tzv. Planckův čas<sup>4</sup>:  $10^{-44}$  s. O dalším pozoruhodném pohledu na čas se zájemci dočtou ve všech třech publikacích, zejména pak v [3].

Nyní stručně představím Rovelliho populárně vědecké publikace, které nedávno vyšly v češtině ve výborném překladu od prof. Jiřího Podolského z MFF UK v Praze.

Publikace [1] je souborem sedmi esejů a vznikla rozšířením textů napsaných do kulturní rubriky jedné italských novin. Přednášky se věnují poutavou formou hlavním oblastem současné fyziky a kosmologie. Knižka se stala světovým bestsellerem a byla přeložena do více jak dvaceti jazyků.

K napsání knihy [2] autora žádali přátelé a další zvědaví lidé s tím, aby jim popsal a populárně vysvětlil, na čem pracuje ve výzkumu smyčkové kvantové gravitace. On to dlouho odkládal, neboť pracoval na odborných publikacích s touto tematikou a hlavně nevěděl, jak k výkladu přistoupit. Až jedné noci roku 2012 při dlouhé cestě z Itálie do Francie našel způsob, jak přístupně vysvětlit problematiku kvantové gravitace: vyprávět historii filosofického a přírodovědného poznávání zákonitostí světa od Demokrita až ke kvantové teorii gravitace. To, že přišel na způsob, jak přistoupit k sepsání knihy, ho tak potěšilo a vzrušilo, že jel mnohem rychleji, než bylo povoleno. Když ho policie zastavila, tak ji vysvětlil důvod větší rychlosti. Policista ho propustil bez pokuty a popřál mu s knihou hodně štěstí.

Knihy [3] obsahuje hluboké a poutavě vyložené fyzikální a filosofické úvahy o čase. Ukazuje, že fyzikální čas nejen že všude neplyne stejně, ale dokonce nemusí být spojitý a na kvantové úrovni se vytrácí.

Ve všech publikacích prokazuje autor nebývalý přehled o historii, literatuře a umění. Místo dalších charakteristik Rovelliho publikací uvedu část z recenze knížky [2] od P. Pecháčka<sup>5</sup>.

***Realita není, čím se zdá je takřka bezchybný příklad vědecké popularizace a ukazuje, že úspěch Sedmi přednášek rozhodně nebyl náhodný. Rovelli má dar psát o velmi těžkém tématu neuvěřitelně lehce, logicky a poutavě. Dokáže v čtenáři vyvolat ten příjemný, byť obvykle mylný pocit, že je to všechno vlastně docela jednoduché, že tomu báječně rozumí, a kdyby jen mohl, jistě by na to za chvíli přišel sám. Autor čtenáře nezahluje fakty, ale postupuje velmi zlehka, od úplných základů, na které postupně nabaluje další informace a čas od času nenápadně zopakuje závěry, ke kterým jsme již dospěli nebo k nimž dospějeme v některé z příštích kapitol. V podstatě se tak nestane, že by se čtenář byl jen na okamžik ve výkladu ztratil a nemohl si vyprávění užívat plnými doušky.***

*Zcela fascinující je potom moment, kdy se všechna, zdánlivě nesouvisející fakta načerpaná z předchozích stran začnou logicky propojovat a čtenář si uvědomí, že ani jedna uvedená informace nebyla zbytečná, ale od začátku se jednalo o nesmírně pečlivě budovanou stavbu, která nic nepostrádá ani v ní nic nepřebývá. A jestli má autor pravdu? Zde to není zas tak podstatné. U podobných knih je důležité, jak dokáže svou myšlenku prodat a jak zvládne nadchnout čtenáře pro svou poněkud nevšední představu. Nutno přiznat, že Rovelli to umí velmi dobře a po přečtení jeho práce nespokne teorii smyčkové kvantové gravitace i s navijákem asi jen málokdo.*

Nedávno vyšla od C. Rovelliho publikace se zajímavým a zvláště v současnosti s příhodným názvem: *There Are Places in the World Where Rules Are Less Important Than Kindness*.<sup>6</sup> Můžeme se těšit na její české vydání.

[1] ROVELLI, C.: *Sedm krátkých přednášek z fyziky*. Dokořán, Praha 2016.

[2] ROVELLI, C.: *Realita není, čím se zdá. Cesta ke kvantové gravitaci*. Dokořán a Argo, Praha 2018.

[3] ROVELLI, C.: *Řád času*. Dokořán a Argo, Praha 2020.

Březen 2021

<sup>4</sup> Planckova délka a Planckův čas jsou určeny vhodnými kombinacemi tří univerzálních fyzikálních konstant, jimiž jsou rychlost světla ve vakuu, Planckova konstanta a gravitační konstanta.

<sup>5</sup> Rovelli, Carlo: *Realita není, čím se zdá* - iLiteratura.cz

<sup>6</sup> Na světě jsou místa, kde pravidla jsou méně důležitá než laskavost.