

ZDEŇKA JASTRZEMBSKÁ

SPOR O EINSTEINOVU TEORII RELATIVITY V ČESKÉ FILOSOFII PRVNÍ POLOVINY DVACÁTÉHO STOLETÍ

Vznik teorie relativity je spojen se článkem *O elektrodynamice těles v pohybu*, který v roce 1905 publikoval v *Annalen der Physik* Albert Einstein a který obsahuje základní principy speciální teorie relativity. Hlavním cílem nové teorie bylo především vysvětlit určité nesrovnalosti v teoretických předpokladech a experimentálních výsledcích a pokusit se odstranit rozpory a paradoxy v tehdejší fyzikální myšlení (neslučitelnost klasické mechaniky s elektrodynamikou, neprokazatelnost měřitelných vlastností éteru apod.). Speciální teorie relativity zamítla představu univerzální soustavy, k níž by mohl být vztahován veškerý pohyb, a zároveň postulovala konstantní rychlost světla jako mezní rychlost šíření signálu ve vesmíru. O deset let později Einstein teorii rozšířil do podoby (obecná teorie relativity), která zahrnuje soustavy pohybující se zrychleným pohybem, a popisuje tak i gravitační jevy.

Teorie relativity přinesla zcela nový pohled na tradiční kategorie jako je pohyb, prostor, čas, hmota, kauzalita aj. Prostor a čas měly v klasické fyzice status absolutních entit. Prostor byl chápán jako nekonečně rozlehlá prázdnota, do níž byl stvořen tento svět a ve které čas plyne od věčnosti stále stejně nezávisle na čemkoli vnějším. V rámci Newtonovy teorie tak byl reálný svět ztotožněn s trojrozměrným eukleidovským prostorem a čas vystupoval v rovnicích jako prvotní, nedefinovaná veličina, jejíž nekonečně velká rychlost šíření zajišťovala absolutní simultánnost. Role prostoru a času v teorii relativity se však zásadně změnila a vlastnosti, které jim byly připsány, překročily hranice našich intuitivních představ získaných z běžné každodenní zkušenosti. Ukázalo se, že Einsteinova teorie má významné filosoficko-gnoseologické konsekvence. Teorie relativity tvrdí, že vlivem rychlosti soustavy dochází ke zkracování prostorových délek a prodlužování intervalu času a že volba vztažné soustavy ovlivňuje naše pozorování. Z hlediska teorie poznání je speciální teorie relativity důležitá právě proto, že odhaluje závislost měření na pozorovateli, resp. na jeho poloze a pohybovém stavu, i na objektu pozorování.

Teorie relativity vyvolala na počátku 20. století širokou diskusi, našla si své nadšené obdivovatele a zastánce, ale i zaryté odpůrce, kritizován byl nejen její

fyzikální obsah, ale také její filosofické konsekvence. Námitky fyziků, lpějících na nedotknutelnosti klasických základů, směřovaly především vůči novým principům, které se zdály být vzhledem ke starým nesrovnalostem příliš radikálním řešením. Filosofové se do polemik zapojovali z pochopitelných důvodů; teorie relativity odmítla tradiční představy (o pohybu, prostoru, času apod.), na kterých byl vybudován obraz světa, a postulovala principy, z nichž vyplývaly nepřijatelné filosoficko-gnoseologické důsledky.

Také v české filosofii se teorie relativity stala podnětem pro diskuse a polemiky o kompetencích moderní vědy a o vzájemném poměru mezi ní a filosofií. Reflexe moderních fyzikálních teorií¹ byla v českém filosofickém myšlení první poloviny dvacátého století součástí zájmu české filosofie o výsledky exaktních přírodních věd. Tento zájem se pak projevoval v podstatě trojím různým způsobem:

- ve snaze vytvořit takovou filosofii, která by byla založená pouze na vědeckých, empiricky ověřených faktech. Toto úsilí je spjato s českým pozitivismem (F. Krejčí, J. Tvrđý, J. Jahn);
- v úsilí obhájit specifickou filosofického poznávání skutečnosti a zdůraznit jeho mimoracionální složku. Kritiku přírodovědeckého poznání jako zjednodušujícího a schematizujícího modelu složité skutečnosti představují v české filosofii protipozitivisticky orientovaní myslitelé (F. Mareš, E. Rádl, V. Hoppe);
- a také ve snaze explicitně formulovat vzájemný vztah mezi vědou a filosofií a stanovit jejich úkoly a kompetence v gnoseologických a metafyzických otázkách. Touto snahou byli vedeni filosofové rozličného zaměření, které nespojoval žádný konkrétní program, ale spíše podobný pohled na moderní vědu, důvěra a oceňování jejich poznatků a chápání přírodovědeckého poznání jako základu lidského poznání o světě (A. Dratvová, L. Rieger, V. Tardy, H. Szántó, ale i K. Vorovka, J. L. Fischer a další).

Reflexe teorie relativity probíhala v české filosofii především na stránkách filosofických časopisů, které umožňovaly aktuální reakci a otevíraly prostor pro další polemiky a diskuse. Pozornost se věnovala rozboru kořenů a myšlenkových základů teorie, byly kritizovány její důsledky i fundamentální principy, vzneseny byly hlavně psychologické a noetické námitky. Témata, která byla v souvislosti s teorií relativity sledována, můžeme rozdělit do tří problémových okruhů: relativita prostoru, času a současnosti; princip relativity obecně; vztah fyziky a geometrie.

1. Relativita prostoru, času a současnosti

Z Einsteinových postulátů speciální teorie relativity přímo vyplývá celá řada překvapujících důsledků, my se však budeme zabývat pouze třemi z nich: kontrakcí délek, dilatací času a relativitou současnosti. Speciální teorie relativity říká, že pozorovatel, nacházejícímu se v soustavě v relativním klidu, se bude je-

¹ Reflexe moderní fyziky se neomezovala pouze na teorii relativity. Diskutovány byly také otázky a problémy týkající se kvantové fyziky či rodící se moderní kosmologie.

vit délka tyče, která se vůči němu pohybuje rovnoměrně přímočarým pohybem, kratší, než délka, jakou by tyč měla v jeho vlastní soustavě, a že tentýž pozorovatel by naměřil delší časový interval na hodinách umístěných v soustavě pohybující se vysokou rychlostí, než jaký by zjistil na hodinách svých. Kvůli těmto neobvyklým jevům byla teorie relativity od samého počátku chápána jako teorie, která se rozchází s představami běžné zkušenosti a která obsahuje zásadní rozpor s tzv. zdravým rozumem. Einstein tedy podle svých odpůrců zbavil pojmy prostor a čas nejen jejich absolutnosti a apriornosti, ale také jejich samozřejmosti a bezprostřední vnímatelnosti.

Psychologické námitky vůči důsledkům teorie relativity zformuloval František Krejčí ve svém článku *Einsteinova teorie a psychologie*.² Tento článek vyšel v roce 1923 a byla to vůbec první filosofická reflexe Einsteinovy teorie, která byla v *České mysli* publikována. Krejčího kritika stojí na tvrzení, že žádná vědecká teorie nesmí ve svém základu odporovat psychologickým poznatkům a teorémům. Fyzika stejně jako každá jiná speciální věda musí vycházet pouze ze zkušenosti a v žádném případě nesmí jít za hranice smyslově vnímatelných dat. Pokud by se tedy analýzou základních pojmů a předpokladů teorie ukázal rozpor s empiricky založenou psychologií, bylo by nutné považovat teorii za nesprávnou. Krejčí se při kritice Einsteinovy teorie zaměřuje především na rozbor prostoru a času jako jejich základních kamenů, z nichž byly odvozeny ony nepřijatelné důsledky pro samotné základy našeho poznání. Krejčí považuje čas za nedefinovatelný pojem, který vznikl uvědomováním si následnosti jednotlivých, po sobě jdoucích jevů. V reálné skutečnosti ovšem podle něj času nic neodpovídá. Ze vztahu časové následnosti byly odvozeny pojmy doby a trvání, které můžeme chápat pouze relativně, neboť závisí na vnímajícím subjektu, takže dalšího zrelativizování již není třeba a není ani možné. Podobným rozbořením dochází Krejčí také k (psychologické) relativitě pohybu. V tomto směru tedy podle Krejčího teorie relativity nic nového neobjevila, neboť relativita času a pohybu jsou elementární psychologická fakta. A potud je Einsteinova teorie také správná. Krejčí důrazně odmítá teprve relativitu současnosti. Nemožnost stanovení absolutního a objektivně platného okamžiku „ted“, která v teorii relativity deduktivně vyplývá z relativity času, Krejčí nepřijímá a je přesvědčen, že současnost by bylo možné zpětně rekonstruovat pomocí hlubší analýzy situace. Pro Krejčího je nepřijatelné, že stanovení současnosti závisí na pozorovateli, neboť z fyziky je podle něj nutno zcela vyloučit vnímající subjekt, jakékoli vývody závislé na pozorovateli jsou nepřipustné a do vědy nepatří. Z charakteru námitky je dále patrné, že Krejčí odmítá složitý matematický aparát, který teorie relativity obsahuje a který chápe jako nepřipustný odklon od empirismu. Krejčí vidí věc takto; jestliže je výpočet ve sporu se zkušeností, pak byl vykonán na základě nesprávných předpokladů. Stejná argumentace probíhá také při odmítání kontrakce délek. Zkracování prostorových vzdáleností, tak jak o tom učí teorie relativity, je pro Krejčího nesmysl právě proto, že se o něm nemůžeme přesvědčit smyslovým názorem. Požadavek stálé a neměnné měřící tyče (tuhá tyč)

² F. Krejčí: Einsteinova teorie a psychologie, *Česká mysl* 19, 1923, s. 257–273, 321–331.

je u Krejčího znovu založen na odvolávání se na běžnou zkušenost, na úsudek normálního člověka, proti němuž stojí nedostupnost a v tomto případě také nepřesvědčivost matematického výpočtu. Krejčí své odmítavé stanovisko k teorii relativity tak zakládá pouze na psychologické analýze vzniku pojmů a na přeceňování jejich možností v oblasti poznání. Dogmatismus pozorovatelného se nám zde objevuje v podobě Krejčího pozitivismu.

Výhrady vůči relativitě prostorových vzdáleností podobného typu implicitně obsahují jednu velmi častou a závažnou námitku; totiž jestli je nutné kontrakci těles považovat za reálnou, nebo jen za fiktivní a zdánlivou. Můžeme bezprostředně pozorovat zkracování rychle se pohybujících předmětů? Můžeme opravdu vidět zkrácenou tuhou tyč? To jsou otázky, které se dotýkají jednak vztahů pozorování a pozorovatele, jednak vztahu pozorování (měření) skutečnosti a skutečnosti samotné. Možné odpovědi pak závisí na (metafyzické) pozici, kterou se rozhodneme zastávat. Jestliže neexistuje nic než měření a všechno, co pozorovatel může o předmětu říci, obsahuje již samo pozorování, otázka po jeho skutečnosti postrádá smysl. Naopak jestliže existuje něco jako tyč o sobě, pak je sice možné, že ve skutečnosti má tyč pouze jednu, absolutní délku, ale nemáme žádný prostředek, jak se o tom přesvědčit.

Námítky proti takto interpretované relativitě shrnuje v *Ruchu filosofickém* Hugo Szántó.³ Na začátku je důležité říci, že Szántó patřil k těm, kteří se snažili důsledky Einsteinovy teorie věcně promyšlet a nepodceňovali přitom jejich fyzikální smysl. Zásadně teorii relativity však neodmítal, v jejích vnitřních „rozporech“ viděl spíše živou, vyvíjející se teorii a výzvu k dalším diskusím. Relativita se podle Szántó smí týkat jen měření, nikoli však samotné skutečnosti. Uznat takto pojatý princip relativity přináší přinejmenším dvě výhody: zachrání se pravdivost smyslově vnímatelných faktů a prostor a čas si zachovají svoji absolutnost.

Je třeba si uvědomit, že fakticky samozřejmě nikdy neuvidíme zkrácenou tyč, když změníme vztažnou soustavu, změní se i naše měřítka. Vidět, resp. pozorovat relativistické efekty i při velmi malé rychlosti světla by byl schopen jen „pohled boha“ a dosáhnout takového ideálu objektivit je nemožné.⁴ Polemika o skutečnosti či imaginárnosti Lorentzovy transformace, která matematicky vyjadřuje velikost kontrakce a dilatace, velice úzce souvisí s problémem užívání jazyka, který se vyvinul z běžné zkušenosti, v situacích, které z běžné zkušenosti neznáme. Velice často se v diskusi také upozorňovalo, že čas z Newtonovy teorie nelze ztotožňovat s časem, který užívá teorie relativity, že jde o zcela jiné pojmy, které nelze bez ztráty smyslu libovolně přenášet z jedné teorie do druhé. Chceme-li aplikovat čas z klasické fyziky při vysvětlování relativistických jevů a trváme přitom na zachování jeho absolutnosti, nevyhne se nepřesností

³ Jedná se především o text *Spisy o relativitě*, *Ruch filosofický* 5, 1925, s. 118–123, ve kterém Szántó prezentuje stanovisko kritiků, kteří trvají na fiktivnosti zkracování délek a prodlužování intervalu času.

⁴ V teorii relativity se rozlišuje klidová délka l_0 (délka tělesa v daném vztažném systému), relativistická délka l (délka, která je zkrácena kontrakcí) a pozorovaná délka l^* (délka, kterou vidí pozorovatel z jiného vztažného systému).

a paradoxům. Jako příklad takových nejasností bývá uváděn paradox hodin nebo jeho známější obdoba v obecné teorii relativity – paradox dvojčat. O příčinách a důsledcích tohoto paradoxu diskutovali na stránkách *Ruchu filosofického Hugo Szántó*⁵ a *František Nachtikal*.⁶ Představme si dvě dvojčata, z nichž jedno vyrazí rychlostí blízkou rychlosti světla raketou do vesmíru a druhé zůstane na Zemi. Podle speciální teorie relativity by první dvojče mělo stárnout pomaleji, neboť se pohybuje vysokou rychlostí. Szántó ale ukazuje, že pokud z hlediska dvojčete v raketě říkáme, že dvojče na Zemi stárne rychleji, pak se stejným nárokem na pravdivost můžeme tvrdit, že z pohledu dvojčete na Zemi stárne rychleji dvojče v raketě. Jak určit, kdo vlastně vůči komu stárne? Je pochopitelné, že závěr, totiž že jedno dvojče je zároveň mladší i starší než druhé, byl chápán jako zásadní rozpor s elementárními logickými principy. Nachtikal však v reakci na článek H. Szántó upozorňuje, že pokud situaci analyzujeme v rámci obecné teorie relativity, kam tento jev také patří, zjistíme, že nejasnosti odpadají a že domnělý paradox vzniká pouze naší zakořeněnou představou absolutního času, resp. absolutního pohybu.

Nejdiskutovanějším důsledkem teorie relativity v české filosofii se jednoznačně stala relativita současnosti. Faktická nemožnost dvou pozorovatelů identifikovat stejný okamžik, ve kterém daný jev nastal, nemohl být pro zastánce objektivní simultánnosti dostatečným důvodem tento pojem zavrhnout a argumentovali naší neznalostí všech informací, která nám nedovoluje okamžik určit, resp. zpětně vypočítat. Tento názor zastávali v českém prostředí například Hostinský, Szántó, Szuran a další. Stejnou pozici, jak jsme viděli, zastával i Krejčí, když se snažil zachránit absolutní pojem současnosti pouze z teoretických důvodů.

Problém se současností ovšem nastává již při jejím definování. Každou událost (každý jev) můžeme určit třemi prostorovými souřadnicemi a jednou souřadnicí časovou: $U(x, y, z, et)$. O dvou událostech pak řekneme, že nastaly současně, jestliže čas t_1 události U_1 se rovná času t_2 události U_2 . V běžné zkušenosti, kde můžeme považovat šíření signálu za nekonečně veliké, nejsou s určením současného okamžiku žádné větší potíže, všichni pozorovatelé mohou pozorovat (měřit) současné jevy jako současné a okamžik „teď“ je nekonečně malý časový interval. Ve speciální teorii relativity jsou však současné události definovány zcela jinak: Dvě události A a B jsou současné právě tehdy, když světelné signály vycházející z událostí A, B splývají v bodě, který leží na přímce uprostřed. Je zřejmé, že každá událost musí být od svého pozorovatele oddělena určitým časovým intervalem, který bude přinejmenším tak velký jako doba, za kterou světelný paprsek urazí danou vzdálenost pozorovatele od události. Poučení, které z těchto skutečností můžeme odvodit, je to, že je nutné rozlišovat mezi současností skutečnou a současností zdánlivou (pozorovanou). Tento závěr by nepochybně přijali i kritikové, kteří namítali, že relativita času a prostoru se týká jen jejich měření, nikoli ale skutečnosti samotné. Nesmíme ovšem přehlí-

⁵ H. Szántó: Rozpory v teorii relativity? *Ruch filosofický* 3, 1923, s. 228–235.

⁶ F. Nachtikal: K domnělým rozporům v teorii relativity, *Ruch filosofický* 4, 1924, s. 115–136.

žet, že ani rozlišení mezi současností skutečnou a zdánlivou nám nic neřekne o jejich objektivní platnosti.⁷ Události, které nastaly současně, je totiž možné považovat za skutečně současné pouze v tom vztažném systému, ve kterém nastaly. Pro všechny ostatní pozorovatele současné nejsou. Znovu tedy zůstává otevřená otázka: Jaká je platnost výroku, že dvě události jsou současné? Proč musíme privilegiovat určitý systém, abychom mohli označit dvě události za současné?

Tento problém se na stránkách *Ruchu filosofického* objevuje také v podobě diskuse o statutu principu kovariance v obecné teorii relativity. Tato diskuse je typickým příkladem sporu o vzájemném vztahu fyziky a filosofie. Jde totiž o to, do jaké míry je fyzikální obsah teorie (v tomto případě teorie relativity) závislý na určitých filosoficko-gnoseologických předpokladech, a naopak nakolik je gnoseologická stránka teorie důsledkem jejího fyzikálního obsahu. Podle Einsteina může být noeticky uspokojivá jen taková podoba přírodních zákonů, která odpovídá principu obecné kovariance, což, řečeno jinými slovy, znamená, že zákony musí připouštět, abychom za stejných podmínek dostali stejné stavy soustav, nezávisle na jejich pohybu. Tento požadavek byl formulován jako základní princip obecné teorie relativity a vyvolal diskusi o všeobecné platnosti fyzikálních zákonů. Princip obecné relativity analyzuje Bohuslav Hostinský v článku *Úvahy o principu relativnosti*,⁸ kde namítá, že jde jen o zvláštní formální úpravu rovnic, která nemá žádný fyzikální smysl, a tedy by výslednou podobu teorie neměla žádným způsobem ovlivnit. Opačný názor vyslovili Arnošt Dittrich a František Nachtikal, podle nichž naopak požadavek rovnoprávnosti všech systémů souřadnic není jen formálním požadavkem, ale fundamentálním gnoseologickým principem. Redakce *Ruchu filosofického* se pak v tomto sporu nepřímou příklonila na stranu Nachtikala a Dittricha, když v závěrečné poznámce k diskusi ocenila jejich přínos „k věcnému objasnění celého sporu“.⁹

2. Princip relativity

V české filosofii se objevila také diskuse o samotném principu relativity. Relativita samozřejmě nebyla zcela novým pojmem, byla známá jak na poli fyziky, tak ve filosofii. V klasické fyzice byla relativita chápána tak, že platí-li zákony mechaniky v určité vztažné soustavě, pak platí i v kterékoli jiné soustavě, která se vůči ní pohybuje rovnoměrně přímočarým pohybem. Ačkoli se na první pohled může zdát, že toto pravidlo (tzv. Galileův princip relativity) se v ničem neliší od principu, který postulovala speciální teorie relativity, opak je pravdou. Einsteinův princip relativity totiž požaduje, aby každý přírodní zákon, tedy nejen mechanický, měl stejný tvar ve všech inerciálních vztažných sousta-

⁷ Problém současnosti velice úzce souvisí s otázkou reality času.

⁸ B. Hostinský: *Úvahy o principu relativnosti*, *Ruch filosofický* 6, 1926, s. 193–212.

⁹ Viz *Diskuse o principu relativnosti*, *Ruch filosofický* 6, 1926, s. 288–296.

vách.¹⁰ Přidáme-li k této myšlence ještě postulát konstantní rychlosti světla, dostaneme zcela jiný výklad experimentů, vyžadující si zcela jiné rovnice transformace. Speciální teorie relativity tedy ukázala, že při interpretaci události v přechodu z jedné vztažné soustavy do druhé je nutné změnit nejen prostorové souřadnice události, ale také její souřadnici časovou. Řečeno jinými slovy, nejenže se dva pozorovatelé z různých inerciálních soustav nemusejí jednoznačně shodnout, kde je napravo a kde nalevo, což se koneckonců mohlo důsledným rozbořem odvodit již z relativity v klasické fyzice, ale není pro ně možné ani určit absolutní „ted“ a „potom“. Pro osvětlení důsledků, které z takto formulovaného principu plynuly, se velice často užívalo myšlenkových experimentů, nicméně pro kritiky nové teorie se přesvědčivým argumentem nestaly. Hodnota myšlenkových pokusů byla znevažována právě proto, že se nemohly opřít o pozorovatelnost v běžné zkušenosti. Jevy, které nelze bezprostředně smyslově vnímat, tak byly předem prohlašovány za nemožné a neskutečné.

Einsteinův princip relativity byl jeho filosofickými odpůrci obvykle dáván do souvislosti s relativismem sofistů. K tomu je vedlo postavení pozorovatele v nové fyzikální teorii. Role pozorovatele v teorii relativity byla vymezena závislostí jeho polohy a pohybového stavu na měření, což vedlo až ke ztotožňování pozorovatele s člověkem, který je mírou všech věcí, resp. mírou naměřených hodnot.

Principem relativity se zabýval Karel Vorovka, který jako jeden z mála mezi českými filosofi obhajoval teorii relativity se všemi jejími důsledky a snažil se upozorňovat především na její filosoficko-gnoseologické základy. Při srovnávání principu relativity v Einsteinově teorii se starší myšlenkovou tradicí,¹¹ se Vorovka ohrazuje právě vůči jejímu spojování s relativismem Protágorovým. Požadavek relativity, tak jak byl vysloven Einsteinem, souvisí totiž podle Vorovky spíše s filosofií Leibnize a jeho metafyzickou kritikou nekonečnosti a věčnosti prostoru a času. Vorovka ve svém článku zdůrazňuje tu okolnost, že Leibnizovo pojetí prostoru se utvářelo ve sporu s Newtonovými přívrženci. V Leibnizově filosofii nepřísluší prostoru ani času žádná reálná existence, jsou to jen pojmy, které vyjadřují pořádek koexistencí a sukcesí, a proto nemohou být predikovány objektu jako jeho vlastnost. Na jiném místě sleduje Vorovka také vliv Leibnizova relativistického myšlení na Kanta a přes něj například ke konvencionalismu Poincarého.¹² To, co je v Kantově filosofii relativistického,¹³ pochází podle Vorovky nepochybně od Leibnize, nicméně v jeho koncepci apriorních pravidel rozumu, podle kterých buduje člověk z rozmanitosti vněmů poznatky a soudy o světě, je možné vidět styčný bod s Einsteinovýmgnoseologickým požadavkem nezávislosti vnější formy přírodních zákonů na systému souřadnic.

¹⁰ Tento princip platí pro speciální teorii relativity. Obecný princip relativity požaduje stejné zákony pro všechny soustavy souřadnic nezávisle na jejich pohybovém stavu.

¹¹ K. Vorovka: Filosofický advent relativistiky, *Ruch filosofický* 3, 1923, s. 77–89.

¹² K. Vorovka: *Kantova filosofie ve svých vztazích k vědám exaktním*, Praha: Jednota československých matematiků a fyziků 1924.

¹³ Vorovka používá adjektivum relativistický jak ve spojení „relativistická fyzika“, tak například ve spojení „relativistické pojetí prostoru, času, pohybu“ a „relativistická filosofie“. Z kontextu je však zřejmé, že má na mysli relativní pohyb, popř. relační pojetí pohybu.

Zajímavý pokus učinit relativitu přijatelnějším důsledkem teorie představuje snaha Josefa Szurana. Nesouhlas s tím, co princip relativity znamená pro naše chápání prostoru a času, ho vedl až k odmítnutí základních postulátů Einsteiny teorie a navržení vlastního řešení, jímž by bylo možné získat přijatelnější interpretaci pozorovaných jevů. Szuran se tématu relativity věnuje ve statích *Noetické a fyzikální řešení problému relativity*¹⁴ a *Elastifikace (K teorii relativity)*.¹⁵ Svou noetickou kritiku teorie relativity zakládá na poučení z podobného příkladu z oblasti psychologie. Jedná se o vysvětlení vztahu mezi intenzitou světla, která působí na oko, a vzniklou reakcí. Při formulaci tzv. Weber-Fechnerova zákona, který onen poměr mezi popudem a počítkem vysvětluje, byly podle Szurana fyzikálnímu popudu neprávem připisovány jisté vlastnosti, které způsobovaly nepřijatelný psycho-fyzický paralelismus. Až do té doby, než byl ve vztahu objeven nový mezičlen. Důležité poučení z tohoto příkladu je v tom, že nalezením skutečného nositele vlastností zůstal zákon v platnosti, pouze byl postaven na čistě fyzikální základ. Szuran navrhuje řešit problém relativnosti pomocí tzv. elastifikace. Elastifikace představuje nedovolenou logickou operaci, ve které se pojmu při snaze vysvětlit určitý jev připisují charakteristiky, které ve skutečnosti nemá. Takové nepřipustné manipulace se podle Szurana dopouští i Einstein při výkladu relativistických efektů, když se na pojmy prostor a čas snaží přenést relativitu, která způsobuje jejich proměnlivost, ale která, jak napovídá analogický příklad z psychologie, má svůj skutečný původ někde jinde.

K pochopení Szuranovy kritiky je nutno poznamenat, že prostor a čas chápe pouze jako psychologické pojmy a že tedy jejich zkracování či prodlužování nemůže mít fyzikální podstatu, tak jak to tvrdí teorie relativity. Szuran si celkem zjednodušeně vysvětluje vznik Einsteiny teorie jako odpověď na negativní výsledek Michelson-Morleyova pokusu. Einstein prý postupuje špatně, když při interpretaci chování světla postuluje jeho konstantní rychlost šíření, neboť právě tím dochází k zrelativizování prostoru a času. To podle Szurana odporuje veškeré lidské zkušenosti. V druhé části článku, kde se pojednává o fyzikální kritice teorie relativity, navrhuje autor místo konstantní rychlosti světla zavést postulát zrychleného pohybu. Světlo (elektromagnetické vlny) má podle Szurana v každé inerciální soustavě jiný směr i rychlost, takže navrhovanou změnu Einsteiny principu na princip zrychleného pohybu světla pokládá za zcela oprávněnou. Navíc si tak prostor a čas zachovají svoji kýženou absolutnost.

Na Szuranův článek polemicky reagoval Ladislav Rieger,¹⁶ který zastává názor, že fyzikální teorie nemohou v žádném případě stavět pouze na spekulaci, ale musí především souhlasit s experimentálními fakty. Těm ovšem, jak dokazuje na jednom konkrétním výpočtu, Szuranův postulát o zrychleném pohybu světla odporuje. Na obranu Szuranova pokusu by bylo možné říci, že jeho

¹⁴ J. Szuran: Noetické a fyzikální řešení problému relativity, *Česká mysl* 27, 1931, s. 97–114.

¹⁵ J. Szuran: Elastifikace (K teorii relativity), *Česká mysl* 34, 1938, s. 51–65.

¹⁶ L. Rieger: Ke článku Josefa Szurana Noetické a fyzikální řešení problému relativity, *Česká mysl* 27, 1931, s. 263–266.

úmyslem nebylo popřít experimentální výsledek, fakta pozorování mají zůstat nedotčena, pouze Einsteinův výklad je podle něj nesprávný. Z hlediska konečného vyústění je však zřejmé, že jeho snaha, která chtěla být kompromisem mezi odpůrci a obhájci teorie relativity, nepřinesla žádné konstruktivní řešení, o které by se fyzika mohla opřít. Szuranovo „noetické a fyzikální řešení“ zůstává tedy jen dalším příkladem toho, že filosofická spekulace bez znalosti a respektování fyzikálního obsahu teorie nemůže poskytovat adekvátní kritiku a už vůbec nemůže ukazovat správný směr dalšímu vědeckému zkoumání.

V tomto směru považuji za vrchol ignorance a nepochopení článek Vladimíra Mandla v *České myslí*,¹⁷ ve kterém dává Einsteinovu metodu bádání do souvislosti s metodami duchovních věd, které se zabývají smyslovými zážitky a city, nikoli však skutečností samotnou. Problém pozorovatele, jak jej definovala a vyřešila teorie relativity, postavil podle Mandla přírodní vědu na pozici subjektivismu a znamenal pro fyziku krok zpět, neboť absolutnost, jediné správné interpretační hledisko, je prý základní logický (!) požadavek veškerého vědeckého bádání. Ještě v roce 1935 se tak autor článku domnívá, že teorie relativity nemá ani ten význam, že by mohla ohlašovat novou epochu ve fyzikálním myšlení.

3. Eukleidovský a neeukleidovský prostor

Reálný svět, který je předmětem fyzikálního zkoumání, byl v klasické mechanice ztotožňován s trojrozměrným eukleidovským prostorem. Vůbec celá novověká věda byla založena na přesvědčení, že na dně přírody lze objevit základní strukturu, která je zcela popsatelná jazykem geometrie, resp. matematiky. Základní pojmy mechaniky (tuhé těleso, dráha) totiž velice přesně odpovídaly základním objektům eukleidovské geometrie, jejichž smyslová názornost a jednoduchá manipulovatelnost přinášely zřejmě výhody. Ztotožnění struktury světa s trojrozměrným eukleidovským prostorem tak vedlo k velkým úspěchům především na poli predikce. Definice pojmů eukleidovské geometrie nemají podobu logických definic, ale implicitně se dovolávají znalosti z běžné zkušenosti každého člověka. Jisté rozpaky v tomto směru vyvolával pátý postulát o rovnoběžkách, který svým vymezením zasahoval do nekonečna. Na jeho neintuitivnost upozornil již Proklos v předmluvě k Eukleidovým *Základům*, nicméně jeho platnost se stále mlčky předpokládala, neboť na něm byl postaven důležitý důkaz o součtu úhlů v trojúhelníku. Teprve v souvislosti s prvními formulacemi neeukleidovských geometrií, které se objevily v 19. století, se podařilo jeho platnost, resp. dokazatelnost, zpochybnit. Ukázalo se totiž, že vypuštěním postulátu o rovnoběžkách vznikne bezrozporná a konzistentní teorie. Jestliže pak jsou neeukleidovské geometrie založeny na menším počtu předpokladů, usuzovalo se, že by měly mít přinejmenším obecnější platnost. Dokud byl neeukleidovský prostor chápán pouze jako matematická abstrakce, jako logická mož-

¹⁷ V. Mandl: Vědecká metoda Einsteinova relativismu, *Česká mysl* 31, 1935, s. 195–210.

nost, která si nečiní nároky na reálnou existenci, nebyly proti němu vznášeny žádné vážnější filosofické námítky. Avšak pokusy dokázat jeho reálnou možnost i pro smyslový svět okamžitě vyvolaly polemiky především o původu geometrických axiomů a problému názornosti n -rozměrných prostorů. Zcela jiný rozměr pak dal diskusím Einstein, když v rámci své obecné teorie relativity charakterizoval strukturu vesmíru (časoprostoru) pomocí riemannovské (neeuclidovské) geometrie. Tvrzení, že geometrické vlastnosti prostoru jsou závislé na rozložení hmoty v tomto prostoru, resp. na gravitačním poli, přineslo nový pohled na otázku vztahu fyziky a geometrie.

Obširný a fundovaný výklad neeuclidovské geometrie podává na stránkách *České mysli matematik J. V. Hauner* v článku *Geometrie neeuclidovská a její poměr k teorii poznání*.¹⁸ Jak už napovídá sám název, při seznámení čtenářů s neeuclidovskou geometrií chce autor zdůraznit také její filosofický dosah. Svůj výklad proto začíná filosofickým úvodem, který se týká rozlišení dvou základních odpovědí (empirismu a racionalismu) na otázku původu geometrických axiomů. Z hlediska vztahu geometrie a fyziky je pro nás zajímavá především ta pasáž, kde se autor dotýká problému hypotetičnosti nebo exaktnosti eukleidovské geometrie jako vědy. Hauner zásadně odmítá noetickou aprioritu geometrických axiomů a domnívá se, že právě neplatnost¹⁹ postulátu o rovnoběžkách svědčí spíše pro jejich hypotetičnosti, čímž eukleidovská geometrie svým založením sestupuje na úroveň přírodních věd. Takto položená otázka platnosti či neplatnosti geometrie velice úzce souvisí s možností její verifikace. Jediná možnost ověření neeuclidovské geometrie se přitom viděla v tehdejší době neproveditelném měření kosmických vzdáleností. Hauner nicméně zdůrazňuje, že obě geometrie nemohou být správné současně. Je-li správná neeuclidovská geometrie, říká Hauner, pak eukleidovská má platnost pouhé aproximace. Filosofickou výhodu neeuclidovské geometrie vidí v tom, že zamítla axiomy, které se opírají o lidskou zkušenost a nejsou logicky nutné. Neeuclidovská geometrie přináší podle Haunera hlubší a jemnější analýzu pojmu prostoru a je schopna teorii poznání poskytnout obecnější koncepci, než jaké byla schopna geometrie eukleidovská z pozice naivního empirismu.

Jasně stanovisko v otázce názornosti geometrických prostorů zaujal V. Hlavatý ve svém článku *O názoru v prostoru Riemannově*.²⁰ Hlavatému samozřejmě v žádném případě nešlo u vícerozměrných prostorů o dokazování jejich smyslové názornosti. To, že lidská mysl je omezena třemi rozměry a není schopna vnímat ani o dimenzi víc, nikdo z matematiků či geometrů nepopíral. V diskusích o neeuclidovské prostory jim šlo naopak spíše o dokázání jejich

¹⁸ J. V. Hauner: *Geometrie neeuclidovská a její poměr k teorii poznání*, *Česká mysl* 4, 1903, s. 13–22, 98–110, 161–174, 256–269, 348–357, 410–428. Na tento článek navazuje výklad a kritika riemannovské geometrie: *Geometrie neeuclidovská II: Theorie Riemannova*, *Česká mysl* 9, 1908, s. 170–185.

¹⁹ Domnívám se, že v tomto případě by bylo vhodnější mluvit spíše o nedokazatelnosti.

²⁰ V. Hlavatý: *O názoru v prostoru Riemannově*, *Ruch filosofický* 4, 1924, s. 302–309.

připustnosti jako logické představy.²¹ Hlavatý ve svém článku pak argumentuje tím, že při porovnávání vlastností jednotlivých prostorů zjišťujeme, že eukleidovský prostor má obecně stejnou vnitřní strukturu jako prostory riemannovské a že teprve další specifikací této struktury docházíme k různým, logicky možným případům.

Na to, že problém prostoru (i času) není jen problémem noetickým, ale že se dotýká i našich (metafyzických) představ o skutečnosti, upozornil Václav Láška ve stati *Filosofie prostoru*.²² Různé filosofické koncepcce prostoru a času se totiž rozcházejí především v tom, jakou realitu jsou prostoru a času ochotny přiznat. Dvě základní pojetí, psychologismus a logicismus, které Láška historicky spojuje s Kantem a Bolzanem, pak chápou prostor buď jako názor, který podmiňuje naši zkušenost, anebo jej považují za pojem, kterému nepřísluší žádná fyzická existence a který je zcela určen svou definicí. Láška souhlasí, že ze samotného pojmu prostoru nemůže nutně plynout jeho názornost (trojrozměrnost), nicméně je přesvědčen, že jistou faktickou existenci mu přiznat musíme.²³ Platnost či neplatnost geometrických axiomů podle Lášky v reálném světě definitivně rozhodnout nelze, proto bychom se v otázce vztahu geometrie a fyziky měli zaměřit spíše na problém jejich vzájemné „přiléhavosti“. Při aplikaci geometrie v přírodních vědách jde podle Lášky především o to, aby zvolená geometrie popisovala fakta co nejúsporněji a aby ani její matematicko-logické důsledky nebyly v rozporu se skutečností.

V diskusi o založení geometrických pojmů se na stranu psychologismu jednoznačně přiklonil Karel Vorovka,²⁴ který trval na tom, že názorná představa, kterou si tvoříme o prostoru, je eukleidovská, čímž měl na mysli pouze to, že bychom z našeho názoru o prostoru přirozeným vývojem došli k systému eukleidovské geometrie. Řečeno jinými slovy, změny si vysvětlujeme spíše jako jevy fyzikální povahy, než abychom je připisovali vlastnostem prostorové struktury světa. Kategorii prostoru se Vorovka podrobněji zabýval v souvislosti vztahu Kantovy gnoseologie a moderní fyziky.²⁵ Vorovka kritizuje empiristickou teorii prostoru, kterou staví do protikladu s Kantovým apriorismem, především proto, že její důkaz trojrozměrnosti prostoru je důkazem v kruhu. Empiristický výklad totiž nejdříve předpokládá, že jediný skutečný prostor je eukleidovský trojrozměrný prostor, a pak dokazuje, že tato trojrozměrnost je obsažena v naší zkušenosti. Vorovka naopak obhajuje názor, že smyslová zkušenost se může týkat jen hmoty, nikoli však prostoru samotného, a proto se nakonec přiklání na stranu

21 Hlavatý otázku názornosti geometrických prostorů rozkládá na dva dílčí problémy, totiž zda je přípustná představa, kdy z eukleidovského prostoru usuzujeme na prostor riemannovský, a zda je přípustná i představa, která z plochy pouhým zvýšením počtu dimenzí odvozuje Riemannův prostor. Zatímco na první odpovídá kladně, druhou představu považuje za nemožnou.

22 V. Láška: *Filosofie prostoru*, *Ruch filosofický* 1, 1921, s. 43–49.

23 Láška užívá v této souvislosti termín „konkrétní idealisace“, na kterém je založena jeho filosofie matematiky.

24 Vorovka ovšem psychologismus spojoval spíše s myšlenkami H. Poincarého. Viz K. Vorovka: *Úvahy o názoru v matematice*, Praha: Česká akademie 1917.

25 K. Vorovka: *Kantova filosofie ...*

Poincarého, podle kterého nejsou geometrické axiomy ani apriorní syntetické soudy, ani empirická fakta, ale pouhé vhodné a užitečné konvence.

Jak již bylo řečeno, neeukleidovské geometrie se ukázaly ve zcela jiném světle po formulaci obecné teorie relativity. Einsteinovy názory na charakter geometrických axiomů a jeho myšlenku, že geometrická struktura prostoru je závislá na určitých fyzikálních faktorech, vyložil Arnošt Dittrich v článku *Konečnost prostoru*.²⁶ Dittrich ve svém výkladu zdůrazňuje, že Einstein sám pokládal za nutné rozlišovat mezi geometrií jakožto praktickou záležitostí, o jejíž platnosti rozhoduje naše zkušenost, a ryze axiomatickou geometrií, která se na přírodu vůbec nevztahuje. Klasická fyzika popisovala pohyb tuhého tělesa v souřadnicích trojrozměrného eukleidovského prostoru a její výpočty byly v dobré shodě s pozorováním. Dittrich v této souvislosti upozorňuje, že platnost eukleidovské geometrie podlomila vlastně již speciální teorie relativity, neboť právě ona svými důsledky (kontrakce a dilatace) popřela představu tuhosti měřítetek. Jestliže se ukázalo, že se tělesa v prostoru chovají jinak, než předpokládá teorie založená na eukleidovské geometrii, bylo možné postupovat v zásadě dvěma různými směry. Poincaré navrhnul ponechat eukleidovskou geometrii jako nejvýhodnější konvenci a pozměnit fyziku, Einstein však udělat pravý opak. V obecné teorii relativity je struktura časoprostoru popsána riemannovskou geometrií a eukleidovská geometrie zůstává v platnosti pouze v jeho nekonečně malé části.

Jak jsme viděli, diskuse o Einsteinově teorii relativity probíhaly v české filosofii první poloviny dvacátého století především ve dvou rovinách: jednak v rovině analýzy a kritiky jejích konkrétních důsledků, jednak na úrovni obecnější polemiky o vztahu mezi filosofií a fyzikou. Mezi českými filosofi se však objevily i výtky směřující vůči důsledkům, které podle nich z teorie relativity plynou pro člověka a jeho postavení ve světě. Námitky vůči zjednodušujícímu a schematizujícímu přírodovědeckému pohledu na skutečnost byly vzneseny především z řad protipozitivisticky orientovaných myslitelů. Jako příklad můžeme uvést názor Emanuela Rádl, podle kterého abstraktní vědecké poznání není schopno postihnout smysl a účelnost přírodního dění.²⁷ Na druhé straně však nalezneme i pokusy vyvodit z poznatků moderní vědy takový obraz světa, který by prohloubil etickou stránku člověka a umožnil mu zaujmout adekvátnější postoj k životu.²⁸

²⁶ A. Dittrich: *Konečnost prostoru*, *Ruch filosofický* 4, 1924, s. 21–23, 66–68.

²⁷ „Einsteinova teorie spinozisticky odantropologizovala člověka do krajnosti; člověk jako faktor duchovního dějství, odpovědný za své činy, tu zmizel docela a zbylo z něho jen prázdné geometrické místo jako průsečík fyzikálních vztahů.“ E. Rádl: *Dějiny filosofie* II, Praha 1933, s. 617.

²⁸ Jde o koncepci tzv. nadhoministické filosofie Jiljího Jahna, kterou vyložil ve svém díle *Stříbrný svět. Pokus o nadhoministickou filosofii*, Vídeň 1931.

THE CONTROVERSY OVER EINSTEIN'S THEORY OF RELATIVITY IN CZECH PHILOSOPHY OF THE FIRST HALF OF THE TWENTIETH CENTURY

The article deals with the disputes that appeared in Czech philosophy in connection with the birth of Einstein's theory of relativity. The theory of relativity has an important epistemological and metaphysical consequences and at the beginning of twentieth century it brought a completely new view of the world. Czech philosophers have urged a number of objections against Einstein's theory of relativity. They raised above all psychological objections (Krejčí's criticism and Szuran's rejection of fundamental principles of the theory) and arguments against its implications for human understanding (for example Szántó's arguments). Attention was also devoted to intellectual roots of the physical theory (Vorovka, Dittrich, Láska). The primary goal of this article is to offer an attempt to chart discussions and controversy about the philosophical results of the theory of relativity in Czech philosophical thinking in the first half of twentieth century.

