

ZÁKONY PRÍRODY, PARADOX KAUZALITY A GÖDELOVO CESTOVANIE

VLADIMÍR MARKO, Ústav pre filozofiu a sociológiu Filozofickej fakulty v Novom Sade, Srbsko

MARKO, V.: Laws of Nature, Causality Paradox, and the Gödelian Travel
FILOZOFIA 48, 1993, No 10, p. 610

The article deals with some items of Gödelian time travel problem, well-known as an illustration of a specific kind of causality paradox. Its first part presents 'the travel into the past' according to several recent physical hypotheses, which, from theoretical standpoint, seem to make such an idea possible. The familiar concept of backward causation is also discussed; we need to accept and develop it, if we wish to escape this type of time-travel paradoxes. The second part of the contribution is devoted to philosophical interpretations of the precedence in order of cause and effect, and of the relation between temporal and causal order. The author claims, that if we wish to save coherent picture of nature, it is necessary to revise the concept of causality to make it compatible with the concept of backward causation.

Naša doterajšia stavba vedomostí spočíva na pevnom presvedčení, že existujú celkom známe a nemenné fundamentálne zásady, ktoré zaručujú jej opodstatnenosť a trvácnosť. Jej výstavbu vytrvalo podnecovalo isté počiatočné nadšenie, a síce, že fond pojmov, ako aj vzájomných vzťahov v jej základoch je spoľahlivý a nesporný. Pojmy ako zákonitosť, kauzalita, vzťah príčiny a účinku ... a pod. sa považujú za prostriedky zdravého rozumu, na ktorých je založené naše doterajšie poznanie, z ktorého následne vzniká nové poznanie. Dokonca aj v zriedkavých prípadoch, keď sa vyskytli skeptické poznámky na adresu takéhoto prístupu, sa východisko takmer vždy našlo v súhlase, že ide o predsudky, ktoré zdôvodňuje ich predpokladaná, hoci aj teoretická užitočnosť. Tento fakt bol najčastejšie dostatočným dôvodom už aj preto, že výsledky týchto údajných predsudkov prekonávajú alebo dokonca nechávajú bokom svoju eventuálnu a nepotvrdenú škodlivosť.

V dôsledku osamostatňovania a vyčleňovania sa jednotlivých vedných disciplín v dôsledku ich dynamického rozvoja sa často stáva, že sa základné pojmy, na ktorých tieto disciplíny spočívajú, interpretujú odlišne. Nedorozumenia sa prehľbujú, keď sa rozdiely v ich teoretických predpokladoch prehliadajú alebo sa celkom zanedbávajú, prípadne keď sa niekto pokúša poznať ich ako časť celku, resp. istej jednotnej a všezahrnujúcej pojmovej interpretácie.

Nové poznatky rôznych vedných disciplín produkujú spravidla nezahody tohto druhu, ktoré sú pre filozofiu už tradične provokujúcim predmetom a ktoré účinne ovplyvňujú i systematické prehodnocovanie jej východísk. Ako eventuálny príklad jedného z takýchto prínosov môžeme uviesť aj výsledky, ku ktorým sa nedávno dopracoval J. R. Gott z univerzity v Princetone (a vedci z tzv. Princetonskej štvorky), ako aj skupina K. Thorneho z Kalifornského inštitútu pre technológiu. Začiatok celého tohto príbehu je však o čosi starší.

Einsteinova *špeciálna teória relativity* spochybnila početné názory, o ktorých do jej vzniku vládlo presvedčenie, že sú súčasťou toho, čo sa zvykne nazývať intuíciou vedca. Zvraty v mnohých názoroch a učeniach sa dostavili pomerne veľmi rýchlo. Jedným zo všeobecne

známych dôsledkov tejto teórie bol paradox „hodín“, resp. „blížencov“, ktorý hovorí o možnosti cestovať v čase: ak by sme sa pohybovali veľmi veľkou rýchlosťou a potom pokračovali v pohybe zníženou rýchlosťou, boli by sme po návrate domov mladší ako naši súčasníci.

Odhalenie tejto možnosti aj napriek veľkému záujmu o teóriu, na ktorej bola táto možnosť založená, nevyvolalo samo osebe medzi filozofmi zvláštnu pozornosť. Možnosť cestovať v čase do budúcnosti bola prijatá skôr ako neproblematická deskripcia teórie, na ktorej bola založená. I keď to viedlo do určitej miery k fantastickému východisku, upokojujúco pôsobil fakt, že zostalo neporušené dovtedajšie chápanie pojmu kauzality. Bežný vzťah príčiny a účinku bol zachovaný.

Samotní fyzici boli najčastejšie naklonení skúmať iný aspekt tohto problému, ktorého výhľady na riešenie pôsobia v podstate odstrašujúco: cestovanie tohto druhu vyžaduje veľkú energiu; veľká energia zväčšuje hmotnosť lietadla a každé zväčšenie jeho hmotnosti vyžaduje množstvo energie...

Cestovanie v čase začína však pútať na seba pozornosť filozofov pre iný významný objav. Pri skúmaní niektorých dôsledkov rovníc polí *všeobecnej teórie relativity*, ku ktorým sa dopracoval, autor známej *teorémy o neúplnosti* Kurt Gödel (1949) vyslovil názor, že možno predpokladať existenciu uzavretých kauzálnych reťazcov. Takéto uzavreté kauzálne reťazce, po dráhe ktorých by sa realizovala istá vymyslená udalosť, by umožňovali cestovať v čase, a to tentoraz – späť. Sám Gödel (keď hovorí o svetoch, v ktorých by štruktúra časopriestoru bola opísaná jeho riešením rovníc polí), o tom hovorí: „pri okružnej ceste raketovou loďou možno v týchto svetoch cestovať do hociktovej oblasti minulosti, prítomnosti a budúcnosti, ako aj späť, práve tak, ako v iných svetoch možno cestovať do rôznych oblastí priestoru“ ([1], 560).

Inými slovami, Einsteinov zákon gravitácie pripúšťa také riešenie rovníc polí, ktoré umožňuje predpokladať existenciu tajomného dvojdimenzionálneho rotujúceho univerza, ktorého vnútorná časopriestorová línia osi je normálna vo vzťahu k vonkajšej časopriestorovej línii, takže cestovanie v čase považuje za jednu z možných situácií. Vlastnosti tohto univerza sa síce aspoň zatiaľ výrazne odlišujú od univerza, na ktoré sa denne pozeráme. Imaginárne lietadlo v Gödelovom univerze, pohybujúce sa po určitej dráhe v cylindrickom časopriestore, by sa však mohlo vrátiť na miesto predchádzajúceho bodu, z ktorého vyštartovalo. Gödelov cestovateľ v čase by sa dokázal vrátiť „do blízkej minulosti, a to na miesta, kde aj sám žil. Tam by sa mohol stretnúť s osobou, ktorá by predstavovala jeho samého v nejakom skoršom období jeho života. Tejto osobe by dokázal urobiť niečo, o čom na základe svojich spomienok vie, že sa mu nikdy nestalo“ ([1], 560-561).

Gödelov pokus teoreticky zdôvodniť možnosť cestovania do minulosti nezostal osamotený. V tom istom roku vyložil Feynman (1949) teóriu, podľa ktorej častice pomenované pozitrony nie sú nič iné než elektróny pohybujúce sa v opačnom smere. Tento predpoklad hovorí v prospech možnosti existencie vratnej kauzality, hoci sa na ňu z hľadiska cestovania v čase nikdy neprihliadalo. Dostala sa však do hry hypotéza o časticiach pohybujúcich sa v „opačnom smere“.

Roku 1984 dvaja vedci z Londýnskej univerzity, M. Green a J. Schwarz, vyjadrili svoj názor na možnosť cestovania do minulosti. Vyšli z predpokladu, že ak opustíme myšlienku, podľa ktorej sú body základnými stavebnými prvkami prírody, a ak ich nahradíme čiarami, líniami či „strunami“ (the strings), ako sa najčastejšie nazývajú, mnohé nejasnosti sa takmer automaticky vysvetlia. Struny môžeme vyjadriť pomocou vlastností, aké majú struny na hudobných nástrojoch. Vlastné im je určité napätie, ktoré môže variovať v závislosti od energie ich okolia.

Základným účelom obrazu reality v podobe teórie strún je zjednotenie rôznych vysvetlení prírody – ako častíc, tak aj síl. Rozdiel medzi nimi sa prisudzuje odlišným vibračným stavom niektorej zo strún. Takto možno prírodu prirovnať k hudobnému nástroju, ktorý vydáva tóny rozličnej výšky, farby alebo dĺžky.

Pre nás je táto teória dôležitá preto, že predpokladá častice, ktoré sa nazývajú *tachióny*. Sú to hypotetické častice, ktoré sa ako jediné môžu pohybovať rýchlosťou vyššou, ako je rýchlosť svetla. Sú iba odrazom v zrkadle podob „obyčajných“ častíc. Keď tachióny prijímajú energiu, ich rýchlosť sa spomaľuje. Keď energiu uvoľňujú, ich rýchlosť sa zvyšuje. Z logického hľadiska nenaruša ich existencia princíp teórie relativity, podľa ktorého nie je možné prekročiť rýchlosť svetla. Tak, ako obyčajným časticiam nikdy nemožno dodať toľko energie, aby ich rýchlosť dosiahla rýchlosť svetla, tak nemožno dostatočne znížiť ani rýchlosť tachiónov.

Ak si teraz predstavíme, ako vzniká tachión pri Veľkom tresku, keď sa na svojej ceste vesmírom pohybuje rýchlosťou väčšou než svetlo, teda v smere opačnom, ako je smer času rozpínajúceho sa vesmíru, stráca svoju energiu a v dôsledku toho sa pohybuje čoraz rýchlejšie. Keďže však vesmír ešte vždy existuje a rozširuje sa, skôr než tachión dosiahne rýchlosť, ktorá sa rovná nekonečnu (čo na základe analógie „obyčajných“ častíc a zrkadla zodpovedá stavu pokoja „obyčajných“ častíc), dostáva sa práve tam, kde sa to všetko začalo, do svojej najdávnejšej minulosti, do okamihu svojho vzniku.

Základným problémom tejto teórie je, že jej model platí iba za predpokladu, že časopriestor má buď desať, alebo dvadsaťpäť dimenzií. I keď toto znásobovanie čiastočne protirečí bežnej intuícii, vďaka ktorej si predstavujeme cestovanie v čase do minulosti, predsa má táto teória ešte jednu prednosť, pokiaľ ide o možnosť cestovania.¹

Struny si môžeme predstaviť ako otvorené alebo uzavreté. Otvorené môžu mať konce, kým v prípade zatvorených strún sú tieto konce pospájané a vytvárajú „slučky“ alebo „uzly“ (the loops). Pre uzavretú strunu (ktorú si môžeme predstaviť ako teleso zakrivené takým spôsobom, že sa podobá kruhu alebo torusu) je charakteristický prípad „najkratších ciest“ v čase, ktoré sa dosahujú zavedením nových dimenzií. Uzol sa rozprestiera, povedzme, vo dvoch dimenziách a jeho oblúk označuje najkratšiu cestu medzi dvomi pomyselnými bodmi cesty. Ak by sme sa však pohybovali v novej, povedzme, v nejakej tretej pomyslenej dimenzii, ktorá by ako rovná čiara spájala dva body na oblúku uzla, mohli by sme voliť cieľovú zastávku svojej cesty hocikde v čase a stretnúť sa tak s vlastnou minulosťou.

K. Thorne (1988) sa s tímom spolupracovníkov pokúsil o vlastnú interpretáciu možnosti cestovania v čase do minulosti. Jeho idea je takáto: vychádza z hypotézy o „špirálovitých dierach“ (the worm holes). Táto hypotéza je založená na predpoklade, že vo vnútri jadier čiernych dier, v ich strede, existuje v podmienkach nekonečnej hustoty a gravitácie priestor, ktorý je zakrivený tak, že ako vír vytvára istý druh tunelu. Šírka tohto tunelu by mohla byť omnoho menšia než veľkosť subatómovej častice. Všetko, čo by sa ocitlo na jeho začiatku, by sa v tom istom okamihu objavilo na jeho opačnom konci. Za zvláštnych podmienok by „prechod“ týmto tunelom bol vlastne cestovaním do minulosti.

Problematickosť tejto teórie sa týka tak veľkosti „špirálovitej diery“, ako aj času jej života, ktorý po vzniku čiernej diery trvá iba jednu sekundu. Keby sa pomyselnému cestujúcemu aj podarilo prísť načas, práve vo chvíli vzniku čiernej diery, a keby sa mu podarilo aj využiť túto chvíľu v prospech svojej cesty, mal by určite obrovské ťažkosti pri prechode cez otvor, ktorý je menší než atóm. Thorneho téza napriek tomu nestráca na význame, aspoň pokiaľ ide o možnosť spochybnenia obvyklého chápania princípu kauzality. Keď odhliadneme od všet-

¹ Dnes sa fyzici (najmä zástancovia teórie „superstrún“, resp. „heterotetickej teórie“, s ktorou vystúpila „princetonská štvorka“, obhajujúca stanovisko, že sa obraz prírody vytvára v podobe orientovaných, uzavretých strún), vo veľkej miere zhodujú v prognóze, že by experimentálne výskumy mohli v priebehu niekoľkých rokov potvrdiť Greenovu a Schwarzovu hypotézu o existencii takýchto extra-častíc s vlastnosťami tachiónu. Podľa nich by struny mohli z hľadiska perspektívy teórie „superstrún“ vysvetliť problémy, ktoré vznikajú v „neintuitívnych“ svetoch s veľkým počtom dimenzií.

kých možných nepríjemností, nech už toto cestovanie bolo akékoľvek a nech už týmto tunelom prešlo hocičo, je to predsa len – cestovanie v opačnom čase.

Vo svojej nedávno uverejnenej práci sa J. R. Gott III. (1991) domnieva, že sa dopracoval k správne mu riešeniu Einsteinových rovníc polí pre *všeobecný prípad dvoch pohyblivých kozmických strún*, ktoré sa vzájomne nepretínajú. Jeho teória nielenže prekonáva určité Thorneho teoretické nedostatky, ale je aj omnoho jednoduchšia. Neoperuje ani s čiernymi, ani so špirálovitými dierami. Teoretickými konštrukciami zostávajú naďalej kozmické struny.

Namiesto toho, aby v procese chladnutia kozmu po Veľkom tresku zanikli – zachovali sa veľmi dlhé a infinitezimálne tenké struny s obrovským množstvom čistej energie, hmotnosť ktorých je asi tisíc triliónov ton na každý palec ich dĺžky. Obrovská hmotnosť kozmických strún by na svoje okolie vplyvala tak, že by ho jednoducho otáčala okolo seba. Priestor okolo týchto strún by pôsobil ako deformujúca šošovka a vytváral by okolo seba „uzavreté, času podobné krivky (closed timelike curves – CTS's), ktoré pri prechode obopínajú dve struny a umožňujú pozorovateľovi vidieť vlastnú minulosť“ ([2], 1126).

Teraz si predstavme dva svetelné lúče pochádzajúce z rovnakého zdroja, napr. z nejakej hviezdy, ktoré sa pohybujú po rozličných stranách tej istej struny a až keď ju obídu, skončia svoje cestovanie v rovnakom bode. Keďže sa svetlo pohybuje vždy rovnakou rýchlosťou a dráhy, ktorými sa pohybujú tieto dva svetelné lúče, môžu mať v dôsledku zakrivenosti priestoru okolo kozmickej struny rozličné dĺžky v závislosti od ich zdroja, ich opätovné stretnutie by mohla sprevádzať určitá časová odchýlka na ich hodinách. Zatiaľ je to iba ilustrácia toho, ako kozmická struna funguje. Časový rozdiel pri opätovnom stretnutí dvoch svetelných lúčov je základom Gottovho časového stroja.

Aby časový stroj mohol cestovať v čase, musel by prekonať celú cestu okolo kozmickej struny. Na dosiahnutie úplného efektu cestovania v čase Gott však predpokladá nevyhnutnosť dvoch kozmických strún s rozličnými smermi pohybu, resp. strún, ktoré by priestor okolo seba ovinuli v opačnom smere. Naše pomyselné lietadlo by malo prekonať kratšiu časť dráhy popri prvej strune, potom kratšiu časť popri druhej strune, aby tak prekonalo vlastne celú dráhu svojej cesty a stretlo sa so svetelným lúčom (ktorý konal dlhšiu cestu okolo strún). Teoreticky by sa lietadlo vďaka tomuto triku pohybovalo rýchlejšie než svetelný lúč. Zároveň to znamená, že by sa v čase pohybovalo späť.

Cestovanie v čase do minulosti by nepochybne bolo určitým zázrakom. Príklady, ktoré sme doteraz uviedli, ukazujú iba rôzne cesty k hypotéze o realizácii takéhoto zázraku, zatiaľ iba dočasného, a k jeho nevyhnutnému vysvetleniu, ktoré by ho vlastne eliminovalo. Samozrejme, iba za predpokladu, že sa nám toto vysvetlenie podarí inkorporovať do spomínanej stavby vzájomne sa nevylučujúcich poznatkov.

Skutočne by možnosť vratnej kauzality, ktorú spomínané teórie predpokladajú, spochybnila tradičný pojem kauzality, alebo ide o zdanlivý paradox, umožnený početnými prehliadnutiami? Prírodné zákony, ich vnútorná a vzájomná koherentnosť sú v uvedených prípadoch spochybnené protirečeniami, na ktorých, ako sa zdá, sú založené. Táto otázka má vo vede ešte väčšiu váhu, pretože sa do nášho obrazu Prírody vnašajú vlastne pojmy, ktoré tento obraz priamo narušujú alebo vyžadujú jeho fundamentálnu revíziu.

Tak je to v prípade vratnej kauzality. Treba poskytnúť tomuto pojmu rovnoprávne postavenie, ktoré si možno zasluhuje a na základe ktorého by sme venovali nevyhnutnú pozornosť jeho vysvetleniu a zladeniu s inými príbuznými pojmami? Alebo ide o celkom obyčajný lokálny „vírus“ fyzikálnych teórií, ktorý po istom čase sám zanikne a zánik ktorého sa zhoduje so všeobecným uzdravením a rastom vysvetľujúcej sily vedeckých teórií? Akceptovať ale „vyčkávaciu“ stratégiu a zatvárať oči pred problémami tohto druhu by bolo určitou vedeckou nedôslednosťou i filozofickou konformnosťou. Sama filozofia nemá ani v tomto prípade nejaké osobitné dôvody na to, aby sa utiekala k výhovorkám. Vznik problému so zaujímavými implikáciami, ako je to evidentne v tomto prípade, by mal byť vždy vítaný.

Jedným z prvých významných filozofických textov zaoberajúcich sa problémom vratnej kauzality, aj keď na prvý pohľad podstatne inak než spomínané práce, je *Bringing about the Past*² M. Dummetta (1964). V tomto texte Dummett nerozoberá zvlášť príklady cestovania v čase, ale sa iba pokúša vysvetliť možné dôvody toho, prečo dávame do súvislosti časový a kauzálny vzťah; usudzuje, že „spájanie kauzality a istého časového smerovania nie je iba spôsobom rozprávania o príčinách, ale má priamy základ v spôsobe, ako sa veci dejú“ ([3], 252).

Pokým pojem kauzality formulujeme a prijímame ako účastníci procesov, do ktorých sme zapojení a na základe ktorých stanovujeme časový vzťah a vzťah príčiny a účinku ako jemu zodpovedajúce, nemôžeme zmeniť smer vzťahu *od skoršieho k neskoršiemu*, ktorý definujeme ako niečo, čo im je spoločné. Na druhej strane však „môžeme pochopiť svet, ktorému by viacej zodpovedalo spojenie pojmu kauzality s opačným smerom a kým sme v pozícii pozorovateľa takéhoto sveta, nejestvuje žiadna pojmová prekážka koncepcii takejto vratnej kauzality“ ([3], 254).

Dummettov text bol napísaný skôr, než do filozofickej literatúry prenikli popletené bájky s kozmologickým obsahom, vypožičané z astrofyziky. Čierne diery, kozmické struny a Veľký tresk ešte neboli neodmysliteľnou súčasťou filozofického repertoáru. Až Gödelove uzavreté kauzálne reťazce, ako aj Feynmanova hypotéza o pozitróne začali vyvolávať zvedavosť filozofov. Dummettove príklady však aj napriek tomu neprekračujú rámec tradičnej filozofickej dramaturgie.

Dummett sa pokúša ilustrovať prípad, kedy by sa štruktúra vratnej kauzality bola definovala tak, že by účinok E predchádzal príčine C, a uvádza príklad „tancujúceho náčelníka“ nejakého primitívneho kmeňa, ktorý svojím tancom vypravádza mladíkov na poľovačku v snahe zvýšiť takto ich úspešnosť. Podstatou postrehu náčelníka z rozprávky je fakt, že ich úspech na poľovačke výrazne koreluje so skutočnosťou, že jeho obradný tanec pokračuje aj počas ich návratu z poľovačky, teda po účinku E. Predpokladá, že príčinou je práve jeho tanec, a to aj napriek tomu, že by sa na prvý pohľad mohlo zdať, že už nedokáže ovplyvňovať ich konanie.

Na tento Dummettov príklad sa bežne poznamenáva, že náčelník vždy môže svoje postrehy o uvedenej korelácii preveriť tak, že občas svoj tanec po poľovačke nezatancuje, najmä vtedy, keď si je istý, že poľovačka bola úspešná. Takto sa presvedčí, či jeho tanec bol pre úspech poľovačky skutočne nevyhnutný. Táto námietka, ktorú Horwich ([4], 92) nazýva „argumentom vyhnutia sa“ a ktorou sa overuje existencia prípadov hypotézy vratnej kauzality, by mala vlastne dokázať na základnú nesprávnosť hypotézy o korelácii. Tým, že by sa dokázala vzájomná nezávislosť dvoch udalostí uvedených do údajného kauzálneho vzťahu, by idea vratnej kauzality stratila svoj základ. Takže, ako sa zdá, po úspešnej poľovačke (E) sa vždy môžeme vyhnúť obradnému tancu (C), predstavujúcemu skúmanú príčinu; vždy môžeme poukázať aj na nezávislosť týchto dvoch udalostí.

Sila tejto námietky nie je stopercentná. Ak skrachuje zámer oddeliť od seba tieto dve udalosti, môže to svedčiť o fakte, že účastníková schopnosť realizovať C závisí od predchádzajúcich okolností E, teda že kauzálny vzťah bol skutočne obrátený. To znamená, že je C nevyhnutnou podmienkou antecedenta E. Nech sa stane čokoľvek, bude to v prospech hypotézy, z ktorej vychádza „argument vyhnutia sa“ pokúšajúci sa overiť vratnú kauzalitu.

Argument teda vždy tvrdí viac než treba. Overenie by malo eliminovať eventuálny predpoklad o nomologickej spätosti E a C, na jej skutočný výsledok by sa redukoval na pravidelné

² Dummettov článok má svoju prehistóriu. Ucelene zohľadňuje a odpovedá na rad pripomienok, ktoré sa objavili po prvej interpretácii jeho koncepcie v práci M. Dummett – A. Flaw: *Can an Effect Precede Its Cause?* *Proceedings of the Aristotelian Society Supplementary*, 28:27-44.

zist'ovanie nomologickej „nespätosti“ dvoch udalostí, pretože nerozlišuje tieto dva prípady a pretože nemôže pripustiť žiadny pomyselný príklad, v ktorom by sa vratná kauzalita skutočne mohla dokázať. Preto ani nemôže byť v pravom zmysle nikdy potvrdený.

Táto námietka nemusí byť úplná aj preto, že si náčelník môže vždy nájsť aj inú výhovorku, nielen tú, ktorá sa týka previerky vyhýbaním sa. Napríklad, že obradný tanec nie je potrebný, keď sú mladí poľovníci aj tak úspešní. V takýchto prípadoch by sa nemuseli vytvárať dodatočné podmienky pre ich väčšiu úspešnosť. Táto odpoveď nepôsobí na prvý pohľad dost presvedčivo, hoci je hraničným prípadom stretnutia sa argumentu „tancujúceho náčelníka“ s jeho odporcom v podobe argumentu overenia „vyhnutím sa“.

Hoci sa Dummettov príklad zdá byť triviálny a pôsobí omnoho nepresvedčivejšie než príklady „vesmírnych lietadiel“, obsahuje predsa niektoré podstatné črty problému vratnej kauzality. Jeho príklad predpokladá časovú reláciu, vo vzťahu ku ktorej sa hodnotí smer kauzality. Tento vzťah zahrnuje v sebe tok účastníkovho času a jeho predstavu (nadobudnutú zistenou koreláciou medzi dvoma udalosťami) o možnom kauzálnom vzťahu, podľa ktorého prebieha opísaná udalosť. Ako účastník zasadzuje svoju činnosť do kontextu predpokladaného kauzálného reťazca, o ktorom má predstavu, že má iný, či presnejšie povedané svojrázny tok, hoci nie nevyhnutne aj opačné poradie. Dummett svojím príkladom iba tvrdí, že je možné predstaviť si, že ide o dve relatívne nezávislé (teda nie nevyhnutne aj rozličné) toky.

Podobný problém sa vyskytuje aj pri cestovaní v čase. Môžeme rozlíšiť niekoľko typov interpretácie cestovania, keď ich roztriedime podľa toho, aký typ kauzality by vytvárali ich kontexty. Podľa jednej koncepcie nie je možné oddeliť od seba kauzálny a časový vzťah (Mellor, 1981), lebo kauzálny vzťah určuje časový vzťah; má istý druh prvenstva. Akceptovať pojem vratnej kauzality (ak tu vôbec možno hovoriť o vratnej kauzalite) môžeme iba tak, že tento pojem pochopíme ako súčasnú vratnosť kauzálného i časového vzťahu ([5], 157). Cestovanie v čase je možné iba v prípade, že sa porovnávajú dva kauzálne reťazce. Skutočná vratná kauzalita, ako ju formuluje Dummett, nie je podľa Mellora možná, lebo narušá kauzálny reťazec. Z toho potom vyplýva, že nejestvuje ani skutočné cestovanie v čase, ak cestovaním v čase nenazývame to, čo sa ním pri pohľade „zboku“ iba zdá alebo sa mu len podobá.

Takáto interpretácia zodpovedá koncepcii *pravého času* (the proper time) vo fyzike. V tomto zmysle je cestovanie do minulosti možné iba z globálneho hľadiska, resp. z istého bodu, ktorý nie je súčasťou samotného priebehu udalosti. Nech by hodiny ukazovali akýkoľvek rozdiel, udalosti majú vždy vlastný tok kauzality, a tým aj zodpovedajúci tok času. Nie sú teda možné prípady, o ktorých hovorí Dummettov argument „tancujúceho náčelníka“. Nie je teda možné oddeliť kauzalitu od času, dokonca i v prípade prírodných procesov a im zodpovedajúcich zákonov prírody by museli fungovať spoločne. Podobalo by sa to aktérom filmu, ktorý sa premieta spätne.

Prísna kauzalita by nebola narušená, ani keby musela zodpovedať obrátenému sledu udalostí. Poradie by bolo iba protichodné (aspoň vzhľadom na smer, ktorý teraz poznáme), ale nie aj narušené. Základnou pripomienkou k Mellorovej koncepcii zostáva, že jeho chápanie kauzality je skôr definíciou alebo, ako hovorí P. Riggs ([6], 75), „metafyzickým predpokladom“, ktorý nemožno bezozvyšku podporiť. Prípady uzavretých kauzálnych uzlov, v ktorých by vzhľadom na vlastný čas bolo narušené kauzálné, ale nie aj časové poradie, by na základe jeho pojmu kauzality zostali nevysvetliteľné, kým uvedené príklady hovoria práve o tejto možnosti.

Skutočným kontrapríkladom Mellorovej koncepcie by bola iná koncepcia, zodpovedajúca Gödelovej predstave cestovania v čase – koncepcia uzavretého kauzálného reťazca alebo Gödelov vesmír. Cestovanie v čase by sa interpretovalo tak, že – ako je to v príkladoch so strunami – dochádza k rozdeleniu kauzálného a časového reťazca vo chvíli, keď sa kruh cestovania uzatvára. Výsledok vyvoláva dojem, že ide o paradox vyplývajúci z nesprávnej

formulácie podmienok. Tento prípad sa bežne ilustruje príkladom „autofanticídu“: návratom do minulosti by sme mohli narušiť kauzálny reťazec súviciaci s určitou udalosťou tak, že by sme urobili určité zásadné zásahy do poradia účinkov v jeho budúcnosti. Ako by to, povedzme, bolo s našim cestovaním, keby sme si, napríklad, zabili niektorého z predkov?

Sám Gödel (zdá sa, že mierne zmätený aj mravnými implikáciami) nebol ochotný uveriť v túto možnosť, ktorej následky by boli dôležité pre samotné cestovanie a viedli by k paradoxu *udalosti* – umožňovali by totiž tvorbu (nielen zlych, ale aj) nevysvetliteľných dejín účastníkov cestovania. V tomto prípade by sme museli uznať zrejmu *nevysvetliteľnosť* určitých udalostí, ktoré prebiehajú na základe kauzality a vysvetlenie ktorých je za „typických“ časových okolností bezproblémové: žiadna časť reťazca sa nemusí pripisovať nevysvetliteľnej zhode okolností.

No možno existuje – čo sa musí uznať – nie zvlášť optimistické východisko z núdze, ktoré ešte treba dôkladnejšie preskúmať. Práve tak, ako dokážeme tieto prípady podrobne opísať, rešpektujúc plne ich „poradie“, možno by sme na základe adekvátnej revízie pojmu kauzality mohli dosiahnuť aj vysvetlenie týchto pre tradičný prístup krajne fantastických dejov, ktoré sa, žiaľbohu, javia zatiaľ ako nevysvetliteľné zázraky. Hoci hranica medzi faktickou deskripciou sledu a jej okolnosťami nevytyčuje vysvetlenie, vymedzuje aspoň prvky kauzálného reťazca, a čo je najdôležitejšie – určuje poradie nejakej udalosti. Pri opakovaní určitého experimentu vratnej kauzality možno pri každom pokuse povedať, že v nasledujúcej chvíli sa udeje „nevysvetliteľná zhoda okolností“ – a to sa opakuje pri každom pokuse.

Tretiu koncepciu možno pochopiť ako určitý prípad zachovania tradičného pojmu kauzality, ktorý by už ale neumožňoval nič také, ako je cestovanie do minulosti. Táto koncepcia hovorí o určitej „reštriktívnej moci prírody“ vo vzťahu k možným paradoxom. Cestovanie do minulosti by podľa nej síce bolo možné, ale neboli by možné zázraky. Paradoxy, ktoré skúmajeme v súvislosti s cestovaním do minulosti, majú najčastejšie štruktúru zodpovedajúcu gödelovskému prípadu autofanticídu alebo intervencií do minulosti s paradoxnými následkami.

Spomínané príklady cestovania v čase, ako aj tie, ktoré sa bežne uvádzajú, sa najčastejšie znázorňujú ako izolované rady udalostí, nezávislých od množstva iných príbuzných udalostí, ktoré sú na nich založené a z nich vychádzajú, pričom vytvárajú odvetvia ich dejín. Naše drobné zásahy by možno poškodzovali celé odvetvia, ktoré z nich vychádzajú. Tak, ako v bežných prípadoch nemôžeme ovplyvňovať minulosť, platili by aj pre cestovanie v čase isté *obmedzenia*. Nemohli by sme vlastne ovplyvňovať to, čo predstavuje budúcnosť (samozrejme, vo vzťahu k *našej* minulosti), aspoň nie tú jej časť, ktorá priamo vplýva na našu „budúcu“ možnosť cestovať v čase do minulosti.

Hoci táto koncepcia pôsobí trochu nepresvedčivo, predsa nie je celkom nepodložená. Jej zdôvodnenie nachádzame vo fakte, že príčiny a účinky sú určitou koherentnou sieťou, do ktorej by cestovanie v čase muselo byť inkorporované tak, aby nenarušovalo kauzálny celok, v ktorom prebieha. Z praktického hľadiska sa pri intervenciách rozhodujúceho významu pre naše cestovanie, akým je prípad „autofanticídu“, vyskytnú vždy ako prekážky určité okolnosti rozhodujúce z hľadiska nášho úmyslu (napr. nenašli by sme predka, lebo by sme sa momentálne neorientovali v neznámom meste, v ktorom sa hovorí neznámym jazykom...; alebo by nás premohla náhla ľútosť...; odradili by nás výčitky svedomia pri myšlienke o zlom skutku atď).³

³ Problém, o ktorého dôsledkoch sa takmer neuvažovalo, by sa týkal „osobnej bezpečnosti cestujúceho“. Zdá sa, že koncepcia, ktorá hovorí o reštriktívnej sile prírodných zákonov, musí uznávať aj možnosť „absolútnej bezpečnosti“ vratného cestovania v čase. Keby sme raz mali možnosť vydať sa na takúto cestu v čase, žiadna nepríjemnosť by nám to nedokázala prekaziť, ani spôsobiť nám čosi, čo by mohlo významnejšie ovplyvniť jej výsledok v hociktorom časovom úseku – po prekročení hranice „mi-

Celkový systém kauzality, ktorý sme zdedili a ktorý umožňuje cestovanie v čase, by nesmel byť narušený; respektíve jeho narušenie by nebolo možné, lebo nad tým bdejú zákony prírody. Zákazy vyplývajúce z týchto zákonov si môžeme predstaviť ako analogické tým reštrikciám, ktoré doteraz poznáme a ktoré sa vzťahujú na „zákazy“ porušovania kauzálnych vzťahov, zabezpečovaných prírodnými zákonmi, presvedčivosť ktorých je zrejma – aspoň pokiaľ ide o nám známy smer kauzality.

To, pravda, neznamená, že cestovanie v čase je aj skutočne možné alebo že nám niekedy bude prístupné. Hovorili sme iba o cestovaní v čase „v zásade“. Bohužiaľ, pre žiaden z uvedených aspektov neexistuje zatiaľ celistvé a koherentné filozofické riešenie. Na druhej strane to znamená, že filozofia má istú časovú výhodu.

Význam týchto problémov sa môže zdať nepatrný vzhľadom na to, že spomínané hypotetické prípady sa zatiaľ neopierajú ani o skutočné, ani o experimentálne prípady. Zdá sa, že od tejto chvíle nás nedelí tak veľa času. Zatiaľ ešte nejde o dôkazy, ale o čoraz presvedčivejšie hypotézy.

Budova prírody, v ktorej sa cítime dosť pohodlne dokonca aj bez rozpracovaného pojmu vratkej kauzality – môže sa hocikedy stať tesnou, plnou nových a ťažko zrozumiteľných prekvapení. Platí to aj pre jej inventár stelesnený v zákonoch prírody, v prípade ktorých sa tradičný pojem kauzality chápe zatiaľ ako nepochybný predpoklad. Určitá odmietavosť a nepríjemnosti, ktoré vyvstávajú v súvislosti s týmto problémom, sa budú musieť – a to nielen vo filozofii – prekonať, aby sme sa mohli zžiť s možnými, v prvom rade teoretickými situáciami podobného druhu.

V opačnom prípade budeme musieť byť pripravení na ťažký výber s nepríjemnými následkami: buď priznáme nedôslednosť prírody, alebo existenciu zázrakov. Alebo možno súčasne existenciu jedného aj druhého.

Text jazykovo upravil *Andrej Kopčok*

LITERATÚRA

- [1] GÖDEL, K.: A Remark about the Relationship Between Relativity Theory and Idealistic Philosophy.
- [2] GOTT, J. R.: Closed Timelike Curves Produced by Pairs of Moving Cosmic Strings: Exact Solutions. In: Physical Review Letters 1991.
- [3] DUMMETT, M. A.: Bringing about the Past. Philosophical Review 1964.
- [4] HORWICH, P.: Asymmetries in Time. Cambridge, Massachusetts, MIT Press 1987.
- [5] MELLOR, D. H.: Real time. Cambridge University Press, Cambridge 1981.
- [6] RIGGS, P. J.: A Critique of Mellor's Argument Against 'Backward' Causation. In: British Journal for the Philosophy of Science 1991.