

## O TEÓRIÁCH SMERU ČASU A ICH PROBLÉMOCH

JÁN DUBNIČKA

Jednou z kategórií, ktorá i v dnešných časoch vyvoláva diskusie a polemiky v oblasti filozofických výskumov, je kategória času. Hlavne v jej prírodovedeckom ponímaní sa odhaľujú a nastoľujú nové aspekty, ktoré hlbšie vyjadrujú podstatu času. Kým v minulosti bola pozornosť vedcov zameraná viac na metrické vlastnosti času (zdokonaľovanie meracích prístrojov), v dnešných časoch zásluhou relativistickej fyziky a kozmológie vystupujú do popredia ďalšie vlastnosti, z ktorých na stránkach vedeckej literatúry prvoradé miesto zaberá problém symetrie a asymetrie času. Ide tu predovšetkým o určenie časovej súradnice pre vesmír ako celok. Je smer času pre vesmír univerzálny, alebo má zmysel hovoriť len o lokálnych smeroch času? Ak je vyznačený smer jednoznačný, ako objasniť a dokázať asymetriu minulého a budúceho, kde a v čom hľadať dôkaz tejto asymetričnosti. Názory sú veľmi rozdielne.

Rakúsky fyzik Boltzman napr. tvrdil, že pre vesmír ako celok nemôžeme rozlíšiť dva možné smery času, podobne ako v kozmickom priestore je nezmyselné používať pojmy „hore“, „dole“, „napravo“, „naľavo“. Je však táto analógia s priestorom možná? Podľa G. Lewisa je idea smeru času podmienená procesmi poznania, pamäťou a psychickou skúsenosťou. Podľa neho v prírodných vedách vystačíme so symetrickým časom. Naša psychická skúsenosť však nemôže byť dostatočným dôkazom nevratnosti času.

Na druhej strane ak by sme aj uznávali jednosmernosť časovej postupnosti vesmíru ako celku, zaujíma nás čím je jednosmernosť podmienená. Stačí sa napríklad odvolávať na prírodné zákony, alebo je smer času závislý od podmienok, v ktorých zákony pôsobia?

Najväčšou prekážkou pri skúmaní smeru času je nedostatočná definícia pojmu „čas“. Čo je to čas? Doterajšie analýzy autori vykonávajú predovšetkým na faktoch fyziky a kozmológie. Myslíme si však, že fyzikálny pojem času odráža zákonitosti, ktoré sa u času prejavujú v oblasti fyzikálneho výskumu a nemôže sa činiť nárok na najvšeobecnejšiu definíciu, s ktorou by sme vystačili vo všetkých vedeckých disciplínach, čoho dôkazom sú i čiastočné výsledky, ktoré sa dosiahli v biológii, kybernetike, psychológii a ďalších vedách. Otvorená ostáva i otázka, kto je oprávnený túto definíciu vysloviť?

Ani marxistická filozofia neprispela k riešeniu problematiky smeru času, nech už dôvody boli akékoľvek. Problém času autori riešili v rámci všeobecnejšieho vzťahu priestor — čas, kde problém smeru bol len veľmi okrajový.

Podľa princípov, ktoré berú jednotlivé teórie za základ pri hľadaní definície anizotropie času, môžeme ich rozdeliť do troch základných skupín. (Netvrdíme, že toto rozdelenie je jedine možné. Podľa nášho názoru však najlepšie vystihuje skutočnosť.)

1. Kauzálna teória
2. Antropologické koncepcie
3. Koncepcie, ktoré sa opierajú o kozmologické modely.<sup>1</sup>

### Kauzálna teória

V dvadsiatych rokoch nášho storočia vychádzalo mnoho prác, v ktorých autori za základné kritérium smeru času volili kauzálny vzťah. Bola to snaha na základe kauzality nájsť také podstatné rozdiely medzi oboma možnými smermi, ktoré by boli dostatočným dôkazom jednoznačnosti plynutia času.

Príčinnosť-účinnosť vzťahy sú jednými zo vzťahov, ktoré vyjadrujú vzájomnú spojitosť vecí a javov.<sup>2</sup> Sú založené na dvoch základných predpokladoch. a) Každý jav má príčinu. b) Neexistuje prvá príčina, čo znamená, že postupnosť príčin je nekonečná.<sup>3</sup>

Základnou určujúcou zložkou kauzálného vzťahu je príčina, ktorá vyvoláva iný jav, zmenu javu, alebo zmenu niektorých jeho vlastností.<sup>4</sup> Zmeny, ktoré prebiehajú v realite, sú medzi sebou charakterizované určitým časovým vzťahom, čo znamená, že účinky zrodené príčinou postupujú za sebou v rade, ktorý je charakterizovaný časovou postupnosťou. Teda od určitého konkrétneho javu vieme určiť v akom poradí za sebou zmeny nastali. Z hľadiska nejakej príčiny existujú procesy, ktoré v danom rade časove túto predchádzajú, alebo sú s ňou totožné a hovoríme o nich z hľadiska účinku, že sa nachádzajú v minulosti, kým procesy, ktoré sa ešte nevyvolali, môžu v rade nasledovať až po príčine a hovoríme, že sa nachádzajú v budúcnosti. Príčiny, ktoré prebiehajú v súčasnosti majú teda svoje pôsobenie v budúcnosti a nemôžu ovplyvňovať minulosť. Tým sa budúcnosť javí ako aktívna a minulosť ako pasívna. Toto rozdelenie javov na minulé a budúce je podľa H. Weyla objektívnym znakom samej skutočnosti.<sup>5</sup> Z toho možno usudzovať na tesnú spojitosť medzi kauzálnymi vzťahmi a časovou postupnosťou. L. Britton napr. tvrdí, že „ak neexistuje smer času, nemožno hovoriť ani o kauzalite“.<sup>6</sup> Nás predovšetkým zaujíma, ako definovať časovú postupnosť kauzálnym vzťahom.

Mnohí autori vychádzajú z relácie „skôr ako — pozdejšie ako“, ktorá vyjadruje usporiadanie javov v kauzálnom refacci a pomocou ktorej môžeme javy deliť na minulé, súčasné a budúce. Toto rozdelenie je známe už z Einsteinovej teórie relativity, ktorá vysvetľuje určitý problém spojitosti času s kauzalitou. Vychádza z postulátu,

<sup>1</sup> Základné práce, ktoré nám slúžia i k citácii niektorých prác sú: I. Schumilewicz, *O kierunku uplywu czasu*, Varšava 1964. H. Reinchenbach, *The Direktion of Time*, Berkeley and Los Angeles 1956 (ruský preklad *Napravlenije vremeni*, Moskva 1962). G. J. Whitrow, *The Natural Philosophy of Time*, London 1961 (ruský preklad *Jestestvennaja filosofija vremeni*, Moskva 1964). Ja. F. Askin: *Problema vremeni*, Moskva 1966.

<sup>2</sup> Okrem kauzálnych vzťahov, ktoré skúmame ako jedno-jednoznačné, existujú i ďalšie vzťahy, ktoré vyjadrujú určitú spojitosť medzi javmi a vecmi. Sú to napr. štatistické vzťahy, ktoré skúmame ako jedno-mnohoznačné, alebo morfológické zákonitosti, ktoré chápeme ako vzťahy mnoho-mnohoznačné a ďalšie...

<sup>3</sup> Príčinnosť môžeme chápať v dvojakom zmysle: a) v zmysle striktného determinizmu — vzťah jedno-jednoznačný, b) v zmysle pravdepodobnosti.

<sup>4</sup> Kauzálny vzťah môžeme interpretovať: a) ako vzťah medzi najmenej dvoma rôznymi vecami, b) alebo ako postupné zmenu samostatnej veci pôsobením vnútorných príčin.

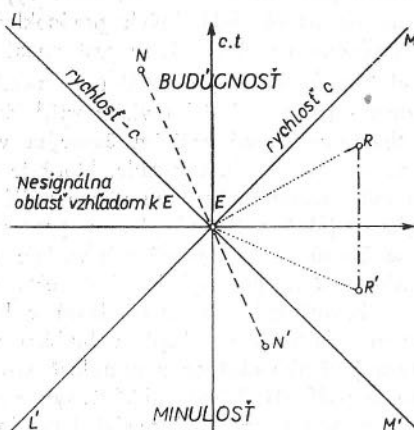
<sup>5</sup> H. Weyl, *Kausalität* (Gesetz, Statistik, Zweck-mässigkeit) v *Handbuch der Philosophie*, München 1927.

<sup>6</sup> L. Brillouin, *Naučnaja neopredelennost i informacija*, Moskva 1966, str. 94.

že každé pôsobenie sa šíri konečnou rýchlosťou, maximálne rýchlosťou svetla. Na objasnenie daného vzťahu použijeme známy Minkovského diagram.

Pre zjednodušenie vychádzame z určitého súradného systému s počiatkom v E.

Ľubovoľný bod so súradnicami  $(t, x, y, z)$  predstavuje potenciálny jav. Body, ktoré ležia v kónuse LEM budeme nazývať budúce vzhľadom na jav E. Body, ktoré ležia v kónusoch, môžu sa nachádzať v pričných vzťahoch. Tie, ktoré ležia mimo kónusov, nemôžu byť spojené kauzálnym vzťahom, pretože by rýchlosť signálu bola väčšia ako rýchlosť svetla, čo je v spore s postulátom teórie relativity, a nazývame ich potenciálne súčasné s javom E.

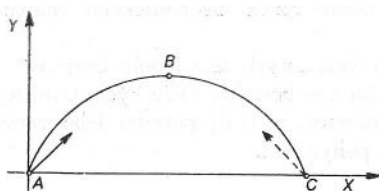


Obr. 1.

Podľa diagramu Minkovského máme vzhľadom na konkrétny jav E skutočnosť jednoznačne rozdelenú na oblasti minulosti, súčasnosti a budúcnosti, pričom smer plynutia času môžeme vyznačiť od okamžiku pôsobenia signálu. Problém nastal, keď boli snahy túto koncepciu aplikovať na vesmír ako celok, pretože v teórii relativity sú oba smery času rovnocenné. To znamená, že ak v Minkovského diagrame zameníme svetové kónusy za opačné, procesy budú prebiehať v opačnom smere a diagram zostane nezmenený. Stane sa k súradnici času symetrický. Tým sa ukázalo, že v rámci Einsteinovej teórie relativity sa problém smeru času nedá riešiť. Táto teória jednoznačne vyjasnila pojem „súčasnosť“ vzhľadom na určitý jav.

Neriešiteľnosť problematiky smeru času v rámci teórie relativity obracia pozornosť niektorých autorov k fyzikálnym zákonom, v ktorých hľadajú základné kritérium definície smeru času. Napr. H. Reichenbach vychádza zo zákonov mechanických procesov, ktoré vyjadrujú príčinnno-účinnový vzťah, ktorý definuje ako špecifický funkcionálny vzťah so smerom.<sup>7</sup> Len čo však prechádza k formálnemu vyjadreniu zákonov, tieto sa stávajú vzhľadom na čas symetrické. Pomocou nich môžeme definovať nanajvýš lineárne usporiadania bez vyznačenia smeru.

<sup>7</sup> H. Reichenbach, *Kausalstruktur der Welt und der Unterschied von Vergangenheit und Zukunft*. München 1925 (citované podľa H. R. *Napravenije vremeni*, Moskva 1962).



$$1. \quad y = a_1 t - \frac{g \cdot t^2}{2} \quad x = a_2 t$$

$$2. \quad y = a_1 t - \frac{g \cdot t^2}{2} \quad x = -a_2 t$$

Obr. 2.

Z kauzálnych teórií vyplýva, že v určitom lokálnom okruhu vieme definovať smer plynutia času, teda vieme javy a procesy usporiadať v čase.<sup>8</sup> Keď však prejdeme ku skutočnosti ako celku, nie sme schopní jednoznačne smer definovať. V čom je príčina?

Myslíme si, že hľadanie základných kritérií smeru času v matematických formuláciách nie je možné, pretože matematické abstrakcie vyjadrujú určité kvantitatívne vzťahy medzi predmetmi, ale netýkajú sa kvalitatívnych stránok. Kvantitatívna stránka priebehu procesov bude v oboch časových smeroch rovnaká. Len čo však daný konkrétny proces obmedzíme počiatočnými podmienkami, jednoznačne bude vyznačený i smer priebehu procesu, čo bezprostredne odpovedá i skutočnosti.

Matematickú formulu môžeme obrazne prirovnať ku scéne, na ktorej procesy prebiehajú. Ako však bude prebiehať sám dej, záleží od konkrétnych procesov.

Problematickou je i definícia samého kauzálneho vzťahu. Základným predpokladom je neustále predchádzanie príčiny účinku v čase. Takýmto určením však jednoznačne vyznačujeme smer vzťahu príčina — účinok v čase. Kauzálny vzťah definovaný týmto spôsobom je asymetrický. Podľa nášho názoru definícia smeru času takto definovaným vzťahom je definícia kruhom, pretože už predpokladá smer v čase a to protirečí základným logickým pravidlám tvorenia definície. Ak sa snažíme definovať kauzálny vzťah mimočasovými pojmami, napr. „nachádzať sa medzi“, stáva sa symetrický.

Doterajšie definície príčinnoučinkových vzťahov, ktoré sa používajú i v súčasných vedách, sú založené podľa našej mienky na mechanickom princípe spájania príčin a účinkov. Problém nevyriešime ani obrátenou šípkou vo vzťahu  $p \rightleftharpoons q$ , ktorá vyjadruje vzájomné pôsobenie. Kauzálne vzťahy sa ukazujú vo svetle najnovších poznatkov zložitejšie. „Nachádzame sa v tých oblastiach javov, kde príčinná súvislosť nie je spojená len s vonkajším pôsobením na objekty a s kvantitatívnu zmenou ich stavu, ale i so zmenami štruktúry, kvality, so vznikom nových štruktúr. Vynára sa tu problematika vnútorných príčin v hierarchii faktorov, ktoré patria podľa nášho názoru k najmenej rozpracovaným partiam o kauzalite“.<sup>9</sup> Takéto chápanie kauzality je však už iné než Reichenbachovo chápanie a vôbec ako fyzikálne chápanie príčinných vzťahov. Neodvažujeme sa zatiaľ robiť nejaké závery o možnosti riešenia problému smeru času na základe nového chápania kauzálneho vzťahu. I keď niektorí marxistickí filozofi často tvrdia o prevratnosti dialektického pohľadu na danú problematiku, zatiaľ sme svedkami

<sup>8</sup> To však neznamená, že všetky procesy, ktoré nastupujú v časovej následnosti, musia byť spojené kauzálnym vzťahom. Napr. Ak každé ráno o 8,00 prechádza ten istý chodec okolo veže, na ktorej odbíjajú hodiny 8, neznamená to, že chodec je príčinou bitia hodín. Podobne deň nie je príčinou noci, hoci nasledujú po sebe.

<sup>9</sup> B. Vlachová, Ž. Vodseďálek, *K otázkam kauzality*, FČ 6, 19—68

pomalého rozširovania, opravovania a dopĺňovania mechanického chápania príčinnosti o nové aspekty.<sup>10</sup>

Na záver možno povedať, že zásluhou kauzálnych teórií bolo bezprostredné nastolenie problému smeru času, zároveň s hľadaním všeobecných vedeckých kritérií. I keď na ich základe tento problém nebol úplne rozriešený, ukázali potrebu jeho riešenia a súčasne i smer, v ktorom by sa mohlo riešenie pohybovať.

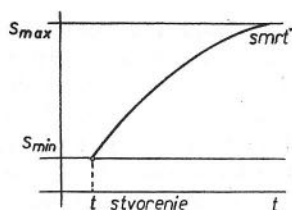
### Entropické koncepcie

Keď sa zistila symetričnosť zákonov klasickej mechaniky vzhľadom na súradnicu času, začali autori hľadať kritériá pre definíciu smeru času v nevratných procesoch. Touto vlastnosťou sa vyznačujú termodynamické procesy, v ktorých priebeh je asymetrický. Podobnú vlastnosť majú chemické, biologické procesy — pre ktoré už v roku 1863 L. Dollo sformuloval zákon nevratnosti — ako aj biochemické, fyziologické, psychologické procesy, hoci v týchto disciplínach sú výskumy ešte v začiatkoch.

Nesmieme však podľahnúť ilúzii o rozdelení javov na čisto vratné alebo nevratné. Experimentálne všetky javy, ktoré sa zdajú najreverzibilnejšími, majú v realite väčšiu alebo menšiu časť ireverzibility. Najviac vratnosti v sebe majú procesy anorganickej prírody, najmenej procesy biologické, sociologické, procesy myslenia, kde je najmenšia pravdepodobnosť opakovateľnosti. Ale aj tieto javy obsahujú moment opakovateľnosti.<sup>11</sup>

Pre priebeh určitého procesu je nevyhnutná prítomnosť rozdielu potenciálov dvoch energetických úrovní. Rozdiel dvoch stavov týchto úrovní určuje rozdiel hodnôt istej funkcie stavu  $S$ , ktorú nazývame entropia. Funkcia  $S$  bola zobrať za mieru nevratnosti procesov, pretože jednou zo základných vlastností je jej rast, pričom maximum dosahuje vtedy, ak sa procesy nachádzajú v energetickej rovnováhe.

Jednosmernosť v raste entropie sa snažili mnohí autori využiť ako základné kritérium pre definíciu smeru plynutia času. Vychádzali z predpokladu, že v ľubovoľnom uzavretom systéme entropia rastie, alebo sa nemení a procesy musia nasledovať v nevratnom poriadku. Kladný smer času je definovaný v smere rastu entropie.



Prvý pokus aplikovať zákon entropie na vesmír ako celok viedol k zaujímavým záverom. Ak entropia vesmíru rastie, musí v určitý moment dôjsť k termodynamickej rovnováhe vo vesmíre, čo sa rovná tepelnej smrti vesmíru.<sup>12</sup>

Obr. 3.

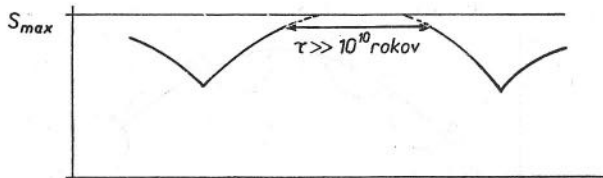
Takýto model vyjadroval ohraničenosť vesmíru v čase. To znamenalo, že existoval určitý časový počiatok  $t_0$ , v ktorom mala entropia minimálnu hodnotu. Bod  $t_0$ , môže

<sup>10</sup> Napr. sov. autor A. M. Žarov tvrdí, že „... princíp príčinnosti chápaný dialekticky, ktorý vyjadruje materiálnu jednotu javov, nevyčerateľnosť hmoty, zákony zachovania a tiež neustále jej zmeny, musia ležať v základoch riešenia problému nevratnosti času. Tento princíp dá pre toto nevyhnutné a dokazateľné základy“. A. M. Žarov: *O kritériách neobratnosti v čase*. Filosofskije i sociologičeskije isledovanija VIII, 18, Leningrad 1967. Čo si však predstavuje pod dialekticky chápanou príčinnosťou, to nevysvetľuje.

<sup>11</sup> M. S k y b a, *Vývoj, entropie, informace*, FČ 6, 1966.

<sup>12</sup> O tomto probléme prebiehali rozsiahle diskusie. Podrobnejšie o nich píše I. S z u m i l e - w i s z, *Teoria šmierci cieplnej uszechšwiata*, Varšava 1961.

byť považovaný za počiatok plynutia času, čo sa z teologického hľadiska rovná momentu stvorenia sveta. Z materialistického hľadiska, ako i zo stavu nám známej časti vesmíru táto hypotéza nezodpovedala skutočnosti. Bolo potrebné nejakým spôsobom preklenúť maximálnu ako i minimálnu hranicu hodnoty entropie. Výsledkom týchto snáh bola Boltzmanova fluktučná teória, ktorá vychádzala zo zákonov štatistickej fyziky. Podľa neho existujú vo vesmíre ohraničené podsystemy, ktoré nie sú všetky v rovnováhe. Tepelná smrť môže nastať v niektorom podsysteme, pričom trvá len určité obdobie. Daný podsystem prechádza fluktuáciami.



Obr. 4.

To ale znamená, že existujú oblasti, v ktorých entropia klesá a v týchto častiach podľa našej definície bude čas plynúť v zápornom zmysle. Ak si zoberieme priebeh entropickej krivky aj s fluktuáciami a kladnú časovú súradnicu zameníme za zápornú, krivka sa nezmení. Stáva sa vzhľadom na čas symetrická. Našu definíciu môžeme aplikovať potom len na podsystemy, ktoré sú časovo i priestorovo ohraničené.

Keď sa ukázala nemožnosť definície smeru času pre vesmír ako celok, pokúšali sa autori využiť entropiu pre definíciu smeru času v izolovaných podsystemoch.

E. Schrödinger vychádza z dvoch izolovaných podsystemov, ktoré sa v určitom momente oddelili od základného celku.<sup>13</sup> Základným predpokladom je termodynamická rovnováha celku, pričom nás nezaujíma, či jeho entropia klesala alebo rástla. Ak je čas oboch podsystemov ohraničený, bude entropia oboch podsystemov monotónne rásť alebo klesať rovnomerne so zmenami celku. Smer času bude odpovedať smeru rastu alebo klesania entropie v oboch podsystemoch. Ale, ak by sa „každý uzavretý systém mohol rozpadáť na dva podsystemy, ktorých entropia sa mení o tú samú hodnotu ako entropia hlavného systému, potom nič nezabraňuje, aby sa iný pár uzavretých podsystemov zlúčil v jeden uzavretý systém v tom samom momente, keď sa prvý systém rozpadá.“<sup>14</sup> Zmeny entropie druhého páru uzavretých podsystemov môžu byť opačné vzhľadom na prvý pár a tým daná koncepcia nevyznačuje jednosmernosť zmeny entropie v dost veľkej oblasti kozmu, kde vystupuje viac podsystemov ako jeden. Táto okolnosť úplne problematizuje extrapoláciu Schrödingerovského chápania asymetričnosti smeru času na celý kozmos.

Najprepracovanejšou koncepciou, ktorá vychádza z lokálnych sústav je koncepcia H. Reichenbacha.<sup>15</sup> Základný predpoklad je, že entropia takmer izolovaných sústav vo väčšine prípadov rastie, pričom smer rastu entropie je základ pre definíciu kladného smeru času. Reichenbach pritom akceptuje boltzmanovskú fluktučnú teóriu. Vychádza

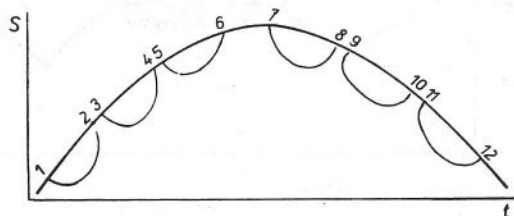
<sup>13</sup> E. Schrödinger, *Irreversibility*: v Proceedings of Royal Irish Academy 1950—51 (cit. podľa J. Schumilewicz, *O kierunku upływu*, Varšava 1964).

<sup>14</sup> I. Schumilewicz, Pozri c. d.

<sup>15</sup> H. Reichenbach, *The Direction of Time*. Berkeley and Los Angeles 1956 (ruský preklad *Napravlenije vremeni*, Moskva 1966). V prvej časti práce autor poukazuje na nemožnosť kauzálnej definície smeru času pre vesmír.

zo skúmania množiny izolovaných podsystemov, ktoré sa v krátkych úsekoch odvetvujú od hlavného systému, pričom nasledujú po sebe. Rozvoj vetviacich sa celkov začína sa z usporiadaného stavu s nízkou entropiou a smeruje k neusporiadanému stavu — s relatívne vysokou entropiou. Je to tzv. hypotéza vetviacej sa štruktúry.

Od hlavného systému sa oddelujú samostatné podsystemy, ktoré sa po určitom čase opäť spájajú so základným systémom. Ak skúmame krajné body v jednotlivých podsystemoch, bude entropia vo väčšine prípadov na jednom konci väčšia ako na druhom. Za včasnejší moment pokladá ten, v ktorom entropia hlavného systému bude menšia.



Obr. 5.

Smer času možno definovať ako štatisticky dominujúci smer zmien entropie v oddelených podsystemoch. V základoch Reichenbachovej teórie stoja štyri predpoklady.

1. Entropia sveta je v súčasnosti nízka a zodpovedá úseku rastu krivky entropie.
2. Existuje množina vetviacich sa systémov, ktoré sú od základného systému v určitej perióde izolované, ale sú spojené s ním v oboch svojich koncových bodoch.
3. Vo veľkej väčšine vetviacich sa štruktúr, smer rastu entropie je paralelný jeden druhému a súhlasný so smerom základného systému.
4. Vo veľkej väčšine vetviacich sa štruktúr jedna hranica predstavuje nižšiu hodnotu, druhá vyššiu hodnotu entropie.

Dané predpoklady vytvárajú taký špecifický model, že je veľmi málo pravdepodobné, aby sa svet v takom stave nachádzal. Čím napr. môžeme zdôvodniť práve stav nízkej entropie? Vyplýva to jedine z našej skúsenosti. To, že sa systémy oddelujú pri raste entropie, je dokázateľný fakt, to nám však nezaručuje, že podobný proces nastáva i pri zmenšovaní entropie. Z celej koncepcie vyplýva, že smer času je možné definovať len v ohraničených svetových epochách a aj to len vtedy, ak entropia hlavného systému rastie. Stretávame sa tu s podobným problémom ako pri fluktuáčnej teórii, pretože hodnota entropie v podsystemoch je závislá od hlavného systému, v ktorom môže rásť alebo klesať. Aby sa autori vyhli tejto prekážke, obmedzujú svoje úvahy na ohraničené podsystemy, kde nevzniká fluktuácia.

V r. 1962 sa snaží o niekoľko zmien v Reichenbachovej koncepcii A. Grümbaum.<sup>16</sup> Druhú zásadu termodynamiky interpretuje fenomenologicky. Pri tejto interpretácii má anizotropný charakter. Systémy obmedzuje počiatočnými hraničnými hodnotami. Podľa Grümbauma sa systém rozpadá na dva podsystemy, na dve navzájom rozličné skupiny:

<sup>16</sup> A. Grümbaum, *Popper on Irreversibility, to Appear in Critical Approach* v M. Bunge (ed) *Essays in Honors of Karl Popper*, The Free Press 1962. A. Grümbaum, *Temporally — Asymmetric Principles Parity between Explanation and Prediction, Mechanism, versus Teleology v Philosophy of Science*, 1962, 29 n.

(Citované podľa I. Szumilewicz.)

1. Takmer izolované podsystemy, ktoré sa začínajú nízkym stavom entropie, pričom po určitom čase jej hodnota rastie.

2. Takmer izolované podsystemy, ktoré za určitý čas nemenia hodnotu entropie.

Smer „pozdejšie“ môžeme definovať zo smeru rastu entropie. Grümbaum aplikuje svoje úvahy v izolovaných svetoch, a tak uniká fluktuáčnym stavom.

Rozvojom ostatných prírodných vied sa ukazuje neudržateľnosť druhej zásady termodynamiky ako univerzálneho zákona, čím i entropické koncepcie sa dostávajú do iného svetla. Experimentálne sa dokázala jeho neplatnosť v mikroskopických systémoch. Antientropická vlastnosť živej prírody hovorí o ohraničenosti pôsobenia zákona rastu entropie. Zo samej termodynamiky vyplýva, že zákon má svoju platnosť v uzavretých systémoch. Je však problematické hovoriť o vesmíre ako o uzavretom celku, čo však súvisí s problematikou konečnosti alebo nekonečnosti ako i ohraničenosti a neohraničenosti vesmíru.

Hlavným problémom pri entropických koncepciách je nezdôvodnená extrapolácia druhého zákona termodynamiky na celý vesmír. Ak druhú zásadu interpretujeme štatisticky aj sám smer času dostáva tento zmysel. Potom však výraz „plynutie času“ stráca v jednotlivých objektoch zmysel. I z gnozeologického hľadiska sa ukázal druhý princíp termodynamiky ako nedostatočný pri dôkaze existencie jedného výlučného smeru plynutia času.

Zásluhou týchto teórií však bolo, že oveľa hlbšie postavili a rozpracovali problém smeru času, poukázali na mnohé problémy, ktoré nebolo možné rozriešiť, ba ani nastoliť z hľadiska kauzálnych teórií. Na druhej strane ani týmito koncepciami sa nepodarilo podať objektívne kritériá, pomocou ktorých by bolo možné definovať smer času pre vesmír ako celok. Tieto koncepcie definovali smer času jedine pre určité uzavreté systémy, ktoré však tvoria z hľadiska kozmu len určitú jeho časť, pričom: toto lokálne vymedzenie vychádza z nedokazateľných predpokladov.

### *Kozmologické princípy*

V 50. rokoch nášho storočia sa začali ozývať vážne hlasy proti štatistickým teóriám smeru času.<sup>17</sup> Na jednej strane vystupujú zástanci kozmologických princípov určovania smeru času, ktorí popierajú akúkoľvek lokálnu anizotropiu (D. Sitter, Lemâitre, Milne), na druhej stoja predstavitelia, ktorí sú proti všetkým teóriám anizotropie času. Podľa nich nepoznáme fyzikálne body zvratu smeru času, a preto vo všeobecnosti nemá zmysel hovoriť o smere času. Pokladajú ho za nezadaný.

Zástanci kozmologických princípov sa snažia definovať smer času pre vesmír ako celok, využívaním univerzálnych zákonitostí, spojených s tým alebo oným procesom. Treba poznamenať, že hneď v počiatkoch narážajú na mnohé zatiaľ neprekonateľné ťažkosti, pretože doterajšie výskumy majú viac-menej extrapoláčny, až špekulatívny charakter. Evidencia faktov v pomere k celému vesmíru je malá a možnosti experimentovania v kozme sú v najzačiatočnejších formách a viac ako veľmi skromné. Z tohto dôvodu dlho nebudeme môcť formulovať závery, ktoré by boli experimentálne overiteľné. Ťažisko zatiaľ zostáva na pozorovaniach.

V 20.—30. rokoch 20. stor. sa zistil posun spektrálnych čiar vzdialených mimogalaktických hmlovín k červenému koncu spektra. Posun sa vysvetlil rozpínaním sa nám známej časti vesmíru, pričom rýchlosť rozpínania sa pohybuje od 100 000 do

<sup>17</sup> Najserióznejšiu kritiku entropických koncepcií podal H. Mehlberg v práci: *Physical Laws and Time's Arrow*, New York 1961.



120 000 km/sek. Belgický kozmológ G. Lemâitre dospieva k záveru, že vesmír bol asi pred dvoma miliardami rokov sústredený v superhustom počiatčnom atóme tzv. „atome primitif“, pričom hmota atómu sa skoncentrovala v objeme, ktorý nepresahoval omnoho objem planéty Mars a hustota dosahovala až 100 mil. ton/cm<sup>3</sup>. Výbuchom tohto atómu vzniká hviezdny systém. Moment explózie pokladá za moment počiatku jednosmerného plynutia času a to smerom rozpinajúceho sa vesmíru. Z akých príčin dochádza k expanzii Lamâitre, nevysvetľuje. Podobný model o niečo odlišnejšie interpretuje G. Gamow,<sup>19</sup> podľa ktorého kozmos existoval nekonečne dlho ako zmes protónov a elektrónov, ktorého história začína explóziou. Explóziou by sme mohli definovať kladný smer plynutia času. Je však problematické, či rozpinanie je charakterizované pre celý kozmos alebo len pre určitú ohraničenú oblasť. Tiež nevieme, či je rýchlosť rozpinania konštantná, alebo či sa spomaľuje. Záhadou zostáva, akým spôsobom sa dostal vesmír do stavu maximálneho zhustenia koncentrácie. Mnohí autori predpokladajú, že do daného stavu sa dostával z iného stavu, ktorý je pre nás neznámy. Potom jedna z mnohých hypotéz je hypotéza oscilujúceho vesmíru.

Niektorí autori sa snažia definovať smer času zo smeru vývoja vo vesmíre. Kladný smer plynutia času definujú smerom k zložitejším a pravidelnejším sústavám. Tento problém je v astronómii veľmi málo rozpracovaný, hlavne čo sa týka určovania veku jednotlivých hviezd, galaxií, včítane našej Galaxie.

Už desaťročia sú rozpracované rôzne modely vesmíru, spomedzi ktorých najznámejšie sú Einsteinov štatistický model, a model De Sittera. Oba patria do oblasti homogénnych, izotropných modelov, ktoré vychádzajú zo všeobecnej teórie relativity a sú založené na dvoch základných predpokladoch.

1. Svet ako celok je homogénny a izotropný.

2. Zákony fyziky získané v našom lokálnom svete sú také isté pre každé miesto a pre každý čas.

V súčasnosti sa ukazuje, že homogénnosť priestoru bola viac-menej len dohadom a podľa A. V. Ambarcumjana<sup>20</sup> sú galaxie až „extrémne nehomogénne“ rozmiestnené. Naskytuje sa otázka, čím je spôsobená táto nehomogénnosť a anizotropnosť. G. Cacconi a Salpeter<sup>21</sup> ju pripisujú určitému privilegovanému smeru vo vesmíre. Napr. skúmaním našej Galaxie sa ukazuje, že privilegovaný smer je do stredu Galaxie. Iní vedci, ako Robinson, Lopex pripúšťajú existenciu iného zvyrazneného smeru vo vesmíre, kde sa zákonitosti časo-priestorovej štruktúry môžu prejavovať úplne v inom smere. Napr. podľa Whitrova<sup>22</sup> sa gravitačná konštanta mení v čase. Doterajšie výsledky sa opierajú o empirické údaje a pozorovania, ktoré v porovnaní ku kozmickým rozmerom majú lokálnu platnosť. Súčasná veda nám nedáva odpoveď na otázku, či priestoro-čas, v ktorom žijeme je pseudoeklidovský, hyperbolický alebo uzavretý. Nevieme odpovedať, ktorý model odpovedá skutočnosti. Priestoro-časová krivka v závislosti od strednej hustoty a kozmickej konštanty môže byť záporná, kladná alebo rovná nule.

<sup>18</sup> G. Lamâitre, *The Primeval Atom, An Essay on Cosmogony*, New York 1950.

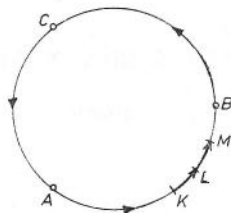
<sup>19</sup> G. Gamow, *Modern Cosmology*: v *Scientific American* March, 1954, No 3 (citované podľa I. Szumilewicz).

<sup>20</sup> A. V. Ambarcumjan, *Niektoré metodologické otázky kozmogómie* v sbor. Filozofické problémy súčasnej fyziky a astronómie, Bratislava 1962 VPL.

<sup>21</sup> G. Cacconi, E. Salpeter, *Upper Limit for the Anisotropy of Inertia from the Mössbauer Effect*; v *Physical Review Letters* 1960, vol 4, no 4. (Citované podľa I. Szumilewicz.)

<sup>22</sup> G. J. Whitrow, *The Natural Philosophy of Time*, London and Edinburgh 1961, ruský preklad *Iestestvennaja filosofija vremeni*, Moskva 1964.

V súčasnosti veľmi dôležitým problémom, ktorý zostáva zatiaľ neriešeným, je otázka otvorenosti alebo uzavretosti časového kontínua. Kauzálne teórie vychádzali z predpokladu otvorenosti časového kontínua, čo znamenalo, že čas plynie jedným smerom, pričom nijaké udalosti, ktoré sa nachádzajú v minulosti, nemôžu zaujať miesto v budúcnosti. Táto téza zodpovedá hlavne každodennej skúsenosti človeka a jeho intuícií. Z logického hľadiska môže časová priamka tvoriť i uzavreté kontinuum. Na takomto modeli sa vybuďovala teória večných návratov. V uzavretom kontinuu môžeme definovať len lokálny smer času pre určitý ohraničený úsek.



Obr. 6.

Z hľadiska teórie relativity sa na princípe uzavretosti časového kontínua vybuďoval Gödelov model sveta, ktorý je v priestore homogénny a statický.

Z doterajších výskumov sa ukazuje, že ani kozmologické princípy zatiaľ nedávajú podklady pre jednoznačnú definíciu smeru času vesmíru ako celku. Modely môžu byť oscilujúce, zavreté i otvorené.<sup>23</sup>

Terajšie prostriedky pre skúmanie kozmu sú minimálne. Kozmologické teórie sú nespokojivé, pretože každá z nich vysvetľuje len určitú stránku skutočnosti. Preto i všetky kritériá, ktoré sa berú za základ definície smeru času, sú neúplné a nemôžu si nárokovať na univerzálnosť.

### Zhrnutie

Z doterajších výsledkov vyplýva, že ak berieme jednotlivé princípy samé osebe, nie sme schopní jednoznačne vyriešiť problém smeru času. Predovšetkým sa treba opierať o všetky známe výsledky jednotlivých vedeckých disciplín, ktoré neustále konfrontujeme so skutočnosťou.

Problém smeru času nadobúda v rôznych oblastiach skúmania sveta rôznu podobu. V našom svete (makrosvete) hrá dominujúcu úlohu nevratnosť.<sup>24</sup> Pretože sme zatiaľ schopní pozorovať, ale i vykonávať experimenty v najdokonalejšej forme jedine v našom ohraničenom svete, je i čas charakterizovaný týmto svetom lokálny a javí sa nám jednoznačne jednosmerový. Problematickou otázkou zostáva zatiaľ mikrosvet a megasvet.

Môžeme očakávať, že rozvojom vedeckého bádania budeme môcť vybudovať ucelenejšiu teóriu priestoru a času a tým pokročiť i v riešení problému smeru času.

I keď problémom smeru času sa najviac zaoberali a zaoberajú filozofujúci prírodovedci, v súčasnosti sa ukazuje, že ho nemôže obchádzať ani sama filozofia, pretože ide o problém, ktorý úzko súvisí s jednou zo základných filozofických kategórií. Riešenie problému sa úzko dotýka hlavne svetonázorovej roviny. Ide predovšetkým o vytváranie najadekvátnejších modelov sveta. Sprostredkovane problém smeru času sa týka problémov vývoja vesmíru ako i jeho častí. Preto si myslíme, že s daným problémom sa bude musieť vyrovnáť i marxistická filozofia, ktorá môže svojimi vlastnými prostriedkami prispieť k riešeniu problému smeru času.

<sup>23</sup> Podrobnejšie o jednotlivých modeloch hovorí práca A. Polikarova, *Otnositel'nost' i kvanty*. Moskva 1966 a stať A. P. Zel'manova: *Kozmologija v Fizičeskij encikl*. Slovar II — Moskva 1962.

<sup>24</sup> Niektorí autori predpokladajú, že v mikrosvete je charakteristickou črtou vratnosť. Napr. V. S. Gott, *Filosofskije voprosy sovremennoj fiziki*, Kijev 1967, H. Reichenbach pozri c. d.