Krob, Josef

Čas ve vesmíru

In: Krob, Josef. *Hledání času, místa, smyslu.* Vyd. 1. Brno: Masarykova univerzita, 1999, pp. [29]-51

ISBN 8021020490

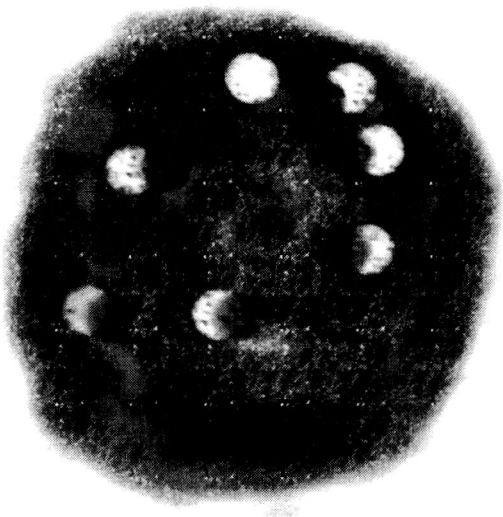
Stable URL (handle):
https://hdl.handle.net/11222.digilib/123001
Access Date: 04. 03. 2024
Version: 20220831

Terms of use: Digital Library of the Faculty of Arts, Masaryk University provides access to digitized documents strictly for personal use, unless otherwise specified.

MUNI ARTS Masarykova univerzita Filozofická fakulta

Digital Library of the Faculty of Arts, Masaryk University
digilib.phil.muni.cz

Čas ve vesmíru



Ontické pozadí představ o čase

Nejrůznější představy o čase nás provázejí od doby, kdy si člověk postupně začal uvědomovat fakt vzniku a zániku věci, počátek a konec přírodního děje, zrození a smrt živého tvora. Okamžik prohlédnutí, kdy bylo zřejmé, že tyto dvě limity se týkají také jeho samého, vnesl do těchto představ něco dalšího, těžko přesně definovatelného, ať už toto něco je odvozeno ze snahy uniknout zejména druhé osudové hranici, nebo z prostého uvědomění si vlastní konečnosti.

Směr času

Jedním z nezanedbatelných důsledků toho, že představy o čase jsou odvozovány především z procesů uvedeného typu (začátek — konec), je také to, že s těmito názory je pevně svázaná myšlenka o směru plynutí času a jednosměrnosti (nevratnosti) tohoto uplývání. Obraz plynutí času se zdál být velmi dobrým k popisu časových charakteristik jevů a procesů pozorovaných na makroskopické úrovni (aniž by ovšem člověk měl po dlouhou dobu byť jen tušení, že provádí pozorování pouze na makroskopické úrovni a že existují i úrovně jiné). Jednosměrnost (a nevratnost) času tak byla od samého počátku samozřejmým faktem, stejně jako tok řeky od pramene k ústí, či putování Slunce od východu k západu, a pomyšlení na obrácený chod těchto a jim podobných procesů bylo přenesením úvah do sféry zázraků, mýtů a pohádek.

Téma času nebo spíše právě onoho plynutí, stávání se, vznikání a zanikání, dynamičnosti světa, se stává jedním z tradičních problémů filosofie. Dějiny filosofie tak mohou nabídnout nejrůznější řešení, která pokrývají celou škálu možností od přesvědčení, že čas je objektivní reálná veličina, až po tvrzení o čistě (individuálně) subjektivním charakteru času. Na půdě filosofie se ve většině případů jedná o čisté spekulace spíše antropologické nebo později existenciální dimenze. Pokusy vysvětlit čas pomocí analýzy fyzikálních procesů se postupně objevují s rozvojem přírodní vědy a největší rozmach

tohoto způsobu výkladu je spojen s etapou vývoje fyziky po konstituování termodynamiky jako samostatné fyzikální teorie (a zejména po formulaci jejího druhého zákona) a následně po zrodu teorie relativity a ještě později kvantové mechaniky.

Snad nejstručněji by se dala tato etapa v proměnách chápání času nazvat a současně i předběžně charakterizovat jako „hledání šipek času". Jinými slovy, hledání takových fyzikálních procesů, které by svým charakterem, interními zákonitostmi, podle kterých probíhají, mohly sloužit jako vzor a etalon pro — řečeno trochu existenciálně — onen pohyb směřování ke smrti — řečeno více „exaktněji" — pro vznik a zánik struktur, kosmogenezi a evoluci (i když v posledních dvou výrazech je již jisté časové hledisko předjímáno).

Psychologická šipka času

Obsahem psychologické šipky času není vlastně nic jiného, než explicitně vyjádřený stav lidské mysli, která na jedné straně dokáže rekonstruovat ze zachycených obrazů posloupnost jednotlivých stavů některých událostí, tj. *pamatuje si*,[15] na straně druhé je schopna odvíjet tuto řadu dál a pokračovat v ní událostmi, které ještě nenastaly, tj. *anticipovat*. Tato šipka času je pak dána směrem od pamatovaného, tj. minulosti, k předjímanému — budoucnosti. V pozadí psychologické šipky ovšem nestojí nic jiného, než prostá lidská zkušenost bez jakéhokoli hlubšího teoretického argumentování.

K této první, doposud vlastně jediné šipce času, založené na dvojicích pojmů minulost-budoucnost, paměť-očekávání, se právě s rozvojem přírodní vědy a výše zmíněných disciplín přidává vysvětlení založené více scientisticky.

Termodynamická šipka času

V souvislosti s formulací druhého zákona termodynamiky je spojován směr času s růstem entropie. Entropie je zde chápána jako stále rostoucí veličina, která charakterizuje tendenci

[15]Paměť samotná však nemá časový rozměr, obrazy v paměti jsou samy o sobě nečasové a časové údaje jsou jim přidělovány (někdy značně obtížně) naším vědomým úsilím, ovšem nesporné je, že vše, co si pamatujeme, se již odehrálo, je to minulost; nejasná může být pouze následnost jednotlivých událostí v minulosti.

systému dosáhnout rovnovážného stavu, přičemž pokud se hovoří o systému, jedná se vždy o izolovaný systém. Reprezentativní francouzská filosofická encyklopedie[16] dokonce na tomto základě vede dělící čáru mezi termodynamikou století devatenáctého a dvacátého, jako teorií *izolovaných systémů* a teorií pracující s *otevřenými systémy*.

V rámci otevřených systému je možné uvažovat o místních fluktuacích, charakteristických růstem negativní entropie (negentropie nebo informace). Pomocí procesů výměn látky a energie mezi jednotlivými systémy je místní pokles entropie kompenzován jejím globálním růstem. Zmíněná encyklopedie se v této souvislosti vyjadřuje v tom smyslu, že tímto způsobem se od úvah o směru času v podobě jednoduché *šipky* (směrů jednotlivých konkrétních procesů) dostáváme k představě času jako *historii* v plném slova smyslu.

Nedomnívám se však, že cesta k takovému v podstatě optimistickému závěru je tak krátká a jednoznačná. Pochybnosti se dostaví již v okamžiku, kdy se pokusíme vytvořit nějaký konkrétní model soustavy otevřených systémů. Je Sluneční soustava tím základním systémem, který by mohl být součástí většího uskupení třeba v rámci Galaxie, nebo je již sama skupinou systémů jednotlivých planet a Slunce, mezi kterými bezpochyby teče látka a energie? Od které úrovně můžeme hovořit o soustavě otevřených systémů, ve které se šipka času mění z pouhého ukázání směru v trvalou tendenci, ve směr samotný, v historii?

Zdá se, že otázek neubývá, ale přibývá. Zejména začneme-li uvažovat o celku vesmíru jako o systému. Jaký bude mít smysl otázka po charakteru tohoto systému? Je možné jej považovat za izolovaný, nebo je to spíše souhrn mnoha propojených systémů? V této souvislosti uvádí J. Merleau-Ponty čtyři otázky, které je nutné odpovídat, chceme-li hovořit o temporalitě vesmíru.

1. Podléhá Vesmír globální evoluci?
2. Jestliže ano, probíhají všechny jednotlivé procesy ve shodném směru s globální evolucí?
3. Existuje-li tedy minulost a budoucnost nejen jako psycholo-

[16] Encyclopédie philosophique universelle. Les notions philosophiques. T. 2, p. 2567–2570, PUF Paris 1990.

gický stav člověka, ale i jako fyzikální realita, je možné dospět k počátečnímu a
4. koncovému bodu, nebo jsou v nekonečnu?[17]

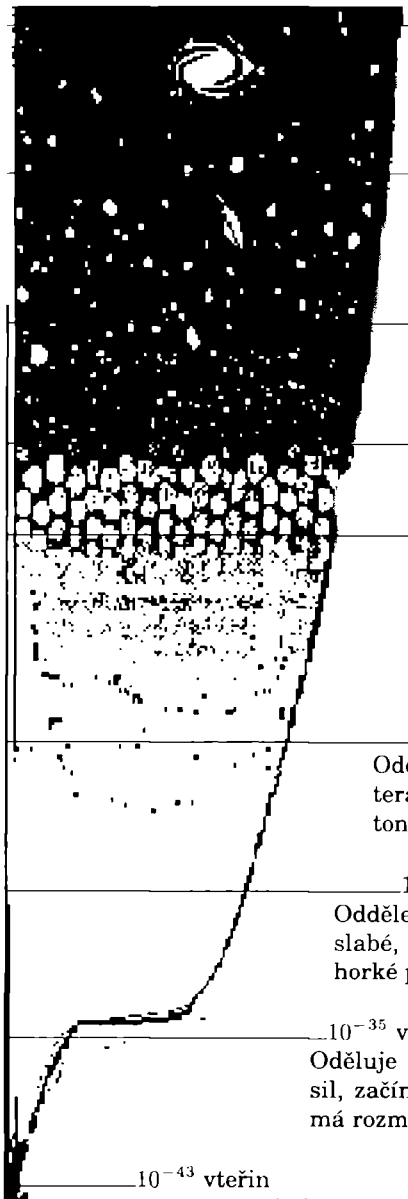
Jestliže odpovědi na první dvě otázky budou kladné, můžeme hovořit o dalším způsobu určení směru času, kterým je

Kosmologická šipka času

Ta naznačuje, v souladu s nejrozšířenějším modelem, že vesmír prodělává vývoj od počátečního bodu (jehož bližší určení je předmětem intenzívního zájmu kosmologů), přes vznik dnes pozorovatelných struktur až k budoucnosti, která je předmětem řady hypotéz a filosofických (teologických, ...) spekulací. Jedním ze základních rysů tohoto vesmíru, podílejícím se na jeho časovém popisu, je *expanze*. Expanze je tím fyzikálním procesem, který je ztotožňován s kosmologickým časem a má stejný směr jako růst entropie v celém vesmíru, alespoň v současné fázi vývoje vesmíru a podle dosavadních předpokladů.

Zdá se tedy, že vše spolu dokonale souvisí a ukazuje na oprávněnost našich představ o směru času. Doposud jsme však brali v úvahu pouze ty procesy, které jsou v důsledcích nakonec interpretovány na makroskopické úrovni, tj. na úrovni srovnatelné s běžnou lidskou zkušeností. S rozvojem kvantové mechaniky však dochází k nezanedbatelnému víření dosud poklidných vod.

[17] J. Merleau-Ponty: Cosmologie du XX^{e} siècle. Gallimard 1965, p. 309.



13 miliard let
Vznik Slunce, sluneční soustavy, objevení se života na Zemi

8 miliard let
Většina galaxií včetně Mléčné dráhy je již zformována

3 miliardy let
Zjistitelné kvasary a radiové galaxie

1 miliarda let
Formování protogalaxií

1 milion let
Látka a záření se oddělují, vesmír se stává průhledným, toto záření je později detekováno jako reliktní záření kosmického pozadí

500 000 let
Oddělují se elmg a jaderná slabá interakce, kvarky se kombinují v protony, nukleosyntézou vzniká hélium

1 vteřina
Oddělení silné jaderné síly do elmg a slabé, končící inflace, vesmír v podobě horké polévky elektronů a kvarků

10^{-35} vteřin
Odděluje se gravitace od třech ostatních sil, začíná inflace, pozorovatelný vesmír má rozměr grapefruitu

10^{-43} vteřin
Jednota všech interakcí, kvantová gravitace, superstruny, rozměr vesmíru $10^{-50} cm$

(Podle La Science, N. 158, 1990, s. 78.)

Vypadá to, že kosmologická šipka má směr — od singularity k dnešnímu bohatě strukturovanému vesmíru, jehož vývoj dále pokračuje. Jak mnoho je toto zdání oprávněné, se ještě ukáže. Objevuje se tu však jiný problém: odkud bereme jistotu, že všechny minulé stavy vesmíru jsou tak dobře měřitelné jednotkou času, odvozenou z pohybů vzniklých až mnohem později? Nakolik mohou být vteřiny smysluplným popisem stavu, kdy ještě ani neexistovaly atomy, jejichž kmity by se daly definovat (nemluvě o planetách)?[18]

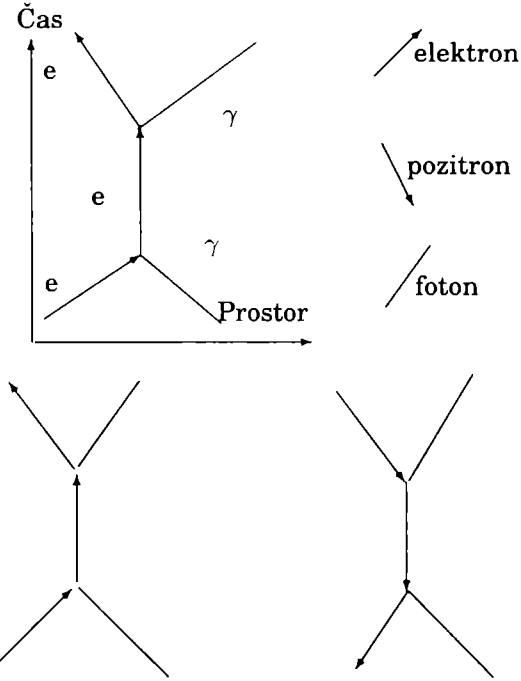
Snad kdybychom uvažovali o jednotkách času, ve který by místo **vteřin** byly stupně **teploty** vesmíru. Ale to už bychom mluvili opět o termodynamické šipce.

Vlnová šipka času

Mnozí fyzikové[19] ukazují na elementárních interakcích časovou nejednoznačnost a problematičnost fyzikálních procesů popisovaných kvantovou mechanikou. Ukazuje se, že jeden a tentýž proces může být popsán rozličnými způsoby, které se budou lišit právě svou orientací v čase. Interakci elektron-foton je možné znázornit diagramem, jenž bude v souhlasu s časovou orientací ostatních (i makroskopických) procesů, interakci pozitron-foton lze popsat tímtéž diagramem, pouze časová orientace bude opačná. Jinými slovy, jakoby se elektron z předchozí interakce pohyboval proti směru (obecně přijatému) času.

[18]Čas může být definován i při neexistenci atomů, ovšem už nelze vzít zpátky to, jak byl určen původně, historicky. Vše ostatní je již jen **dodatečné** naplnění, zpřesnění již existujícího určení.

[19]Např. F. Capra: Tao fyziky. Bratislava 1992.



Čteno zdola nahoru „ve směru plynutí času":
1. Pohyb e^-, absorpce γ, změna směru pohybu, emise γ, změna směru pohybu
2. konvenční zápis téhož po zjednodušení
3. stejný zápis pro pár pozitron – foton

Možnost několikerého čtení diagramů tak neznamená nic menšího, než *plnou symetrii uvedených procesů vůči směru času.*[20]

Naprostá symetrie těchto interakcí vůči času odděluje z původní otázky směru časového plynutí jako samostatný problém otázku **nevratnosti** času. Problém nevratnosti byl dosud implicitně obsažen ve všech předchozích typech určení času. Jednosměrné uplývání od minulosti k budoucnosti, od zrození

[20]Podle F. Capra: Tao fyziky. Bratislava 1992, s. 143–148.

ke smrti samozřejmě znamenalo i nemožnost zpětného chodu těchto procesů. Interakce elementárních částic také vždy probíhají **jedním** směrem, ale není vždy zcela jednoznačné **kterým**. Tyto procesy tak mohou být svým způsobem chápány jako porušení představ o nevratnosti času.

Nevratnost času

Je možné se setkat i s názorem, podle kterého se rozlišuje ireverzibilita jako nevratnost přírodních procesů a anisotropie chápaná jako nevratnost času. Ireverzibilita je zde definována jako posloupnost dílčích stavů a nevratnost jejich orientace od minulosti k budoucnosti, anisotropie jako neustálý růst veličiny použité v časovém měřítku a nemožnost jejího snižování (obráceného chodu).[21] Tato představa může být ještě vyhrocena tak, že anisotropie je představována na ireverzibilitě zcela nezávislá, tj. čas je pojímán jako zcela samostatná veličina, která má velmi blízko k platónským ideám. Většinou je však chápána jako jakýsi konceptuální překlad ireverzibility.

S problémem nevratnosti se s plnou silou obnovuje hledání fyzikálního procesu jako kritéria této konstrukce a opět se hovoří o entropii. Ke známým otázkám uzavřených a otevřených systémů a jejich použitelnosti v tomto hledání, se přidává i ten fakt, že zákon o růstu entropie je formulací nikoli dynamické zákonitosti (tj. není to popis procesů, u kterých je možná jednoznačná predikce), ale formulací zákonitosti statistické, a má tedy pouze pravděpodobnostní charakter. Použití růstu entropie jako pomůcky k jednoznačnému určení konstantního uplývání času nevratně jedním směrem je tak problematizováno.[22]

Jedno z řešení nabízí H. Reichenbach[23] formulací, podle které je zákon o růstu entropie aplikován nikoli na jeden systém, ale na celou skupinu (svět) systémů. Směr času je v tomto případě určen růstem entropie ve většině systémů. Je tak učiněno zadost statistické povaze zákonitosti i potřebné jistotě v určení směru času.

[21] Encyclopédie philosophique universelle. Les notions philosophiques. T. 2, p. 1377–1379, PUF Paris 1990.

[22] J. Merleau-Ponty: Cosmologie du XX^{e} siècle. Gallimard 1965 p. 302.

[23] H. Reichenbach: The Direction of Time. Berkley, 1956 in EPU s. 1379.

Ilya Prigogine dokresluje obraz skupiny otevřených systémů do podoby disipativních struktur, otevřených systémů, které si neustále vyměňují látku a energii s okolím, a udržují se tak daleko od rovnovážného stavu. Produkce entropie a negentropie (negativní entropie, uspořádanosti) jsou pak vyrovnané nebo dokonce může převažovat (v jednotlivých systémech) negentropie, a v tom případě hovoříme o samoorganizujících se systémech a místo negentropie spíše o informaci. Směr času je však stále dán růstem entropie celých komplexů systémů, jejichž entropizací jsou samoorganizující se systémy živy, a pouze díky této konstrukci můžeme hovořit o systémech postupujících po evoluční linii (vzhledem k izolovaným systémům „proti času"), aniž bychom se tím nutně dostali do rozporu s představou o orientaci a nevratnosti času.

Prigogine však upozorňuje ještě na další problém spojený s ireverzibilitou. Základní fyzikální zákony a rovnice, které je vyjadřují, v sobě neobsahují nic, co by bylo možné interpretovat jako předurčení směru (a nevratnosti) času. Fundamentální zákony jsou symetrické vzhledem k času, tj. nemění se, a my se na to také intuitivně spoléháme ve víře v jejich schopnost predikce. Praktická zkušenost, aplikace vědy, nás v tom jenom utvrzuje. Jak ovšem z těchto dokonale symetrických zákonů odvodit nesymetričnost, ireverzibilitu světa, který popisují?

V zásadě se nabízejí dva přístupy. Jeden bývá označován jako problém skrytých parametrů, tj. tvrzení, že naše znalosti nejsou dostatečné, něco nám uniká a je to právě to, co je důležité pro pochopení zmiňovaných otázek.

Druhý postoj představuje Prigogine se svou teorií, ve které deterministické rovnice (reverzibilní) vedou při aplikaci na skupiny otevřených systémů, jak autor demonstruje na disipativních strukturách, k vesmíru, jehož podstatnou charakteristikou je nevratnost a evoluce.[24]

Samozřejmě, že je možné vystoupit z dosavadního schématu, jehož hranicemi je uznávání lineárního charakteru času a jeho orientace v souvislosti s fyzikálními procesy. Poté by bylo možné nabídnout i řešení jiná, například: „Čas neuplývá stále po stejné linii, ale ve velmi složitém systému, který obsahuje

[24] I. Prigogine, I. Stengers: Entre le Temps et l'éternité. Fayard 1998, s. 190 až 191.

zastávky, přerušení, zrychlené úseky... Klasická teorie (času) je popisem linie, diskrétní, nebo spojité, zatímco má je spíše teorií chaosu. Čas uplývá způsobem velmi komplexním, neočekávaným, komplikovaným."[25]

Bez ohledu na to, jak Michel Serres pokračuje a jeho vlastní názor, nabízí se tento úryvek jako východisko ke dvěma značně rozdílným interpretacím a impuls pro formulaci dalších stanovisek.

Jednak je možné zmíněnou citaci vzít téměř doslova, a zařadit se tak mezi ty, kteří si představují čas jako něco zcela svébytného, značně samostatného ve své existenci, jehož rozhodující charakteristiky jsou do značné míry určovány jím samým, tedy téměř jako platónská idea. Do značné míry takto k času přistupujeme i v běžném životě. Čas plyne, ať děláme, co děláme, běh času ani nezastavíme, ani nezvrátíme, budoucnost se mění na nezachytitelný bod v přítomnost a mizí v minulosti, ať se v tomto světě děje cokoli. Takový postoj však není formulován ničím jiným, než naším prožíváním empirického světa a jeho rekonstrukcí ve vědomí, a nepotvrzuje jej nic jiného, než naše makroskopická zkušenost. Jinými slovy, je to postoj značně antropocentrický, zejména když takto chápaný čas nepoužíváme pouze jako konvenci, s jejíž pomocí jsme schopni se dohodnout v popisu následností a trvání jednotlivých dějů, ale když tuto naši dohodu vnucujeme celému vesmíru a dokonce pro ni hledáme oprávnění ve fyzikálních procesech světů naší empirii nekonečně vzdálených.

A tak je vlastně již naznačen druhý možný způsob. Číst uvedený úryvek tak, že výraz „čas" budeme chápat jako zástupný pojem, kterým jednodušeji, efektivněji a ekonomičtěji vyjadřujeme a) náš pocit z pozorování a prožívání procesů okolního světa — odtud asi pramení dojem komplexnosti, složitosti, chaotičnosti..., b) potřebu se v těchto dějích a procesech orientovat — a zde má asi kořeny snaha po jednoduchém vyjádření a obraz anisotropní, jednosměrné a jednorozměrné linie. Nebo možná o něco přesněji: v celé změti procesů a dějů se orientujeme jen na některé, vybíráme ty pro nás důležité, řadíme je a dáváme do souvislostí. Citovaná encyklopedie vidí tyto spo-

[25] M. Serres: Eclaircissments. Paris 1992, p. 89.

jitosti asi takto: **Sukcesivní** vztahy pozorovaných fyzikálních procesů (a všech ostatních pozorovatelných dějů) se stávají předobrazem myšlenky **směru času, trvání** těchto dějů podněcuje představu o jeho **kontinuitě** a **simultánnost** procesů je zdrojem přesvědčení o **jednorozměrnosti** času.[26]

Za cenu jistého zjednodušení by to bylo možné formulovat ještě vyhroceněji. Otázka času je do značné míry (ne-li zcela) problémem, který jsme si sami vytvořili. Představa času byla odvozena velmi brzy v historii lidstva z relativně jednoduchých pohybů a stejně rychle začala žít svým vlastním samostatným životem. Natolik samostatným a svébytným, že začalo být obtížné najít pro ni zpětně fyzikálně reálný základ, který by jí posloužil jako kritérium pro rozhodování ve stále složitějších situacích, které byly odkrývány na postupu lidského poznávání. Potřeba tohoto kritéria nakonec vedla k tomu, že se antropocentrický charakter této představy projevil naplno v tom, jak člověk vnutil vesmíru (svému popisu vesmíru) vlastní obraz uplývání času a podřídil mu celé své vysvětlení kosmogeneze.

[26]Encyclopédie philosophique universelle. Les notions philosophiques. T. 2, p. 2567, PUF Paris 1990.

Prigogine vs. Hawking: bytí a stávání vesmíru

U příležitosti promítání filmu Krátká historie času, který otevíral 4. festival vědeckého filmu v Quebécu, pronesl Ilya Prigogine přednášku, ve které kritizuje Hawkingovo pojetí času z hlediska své vlastní představy evoluce budované na změnách v disipativních strukturách.

Hlavní námitka, kterou Prigogine formuluje, je namířena proti Hawkingově představě, že čas jako sukcesivní plynutí neexistuje. Prigogine toto překládá do „svého" jazyka a interpretuje Hawkingův nesouhlas s šipkou času, která by tak nebyla nic jiného než prostá iluze, jako přesvědčení, že Vesmír „je", ale „nestává se". Podle Prigogina je naopak přesvědčení o iluzornosti sukcesivního a ireverzibilního času paradoxní hypotézou. Výchozí Prigoginův argument je vybudován na naší existenční zkušenosti, která nám říká, že nejsme, ale stáváme se. A všude okolo nás sledujeme procesy, ve kterých sukcese zaujímá hlavní místo.

Prigogine je přesvědčen, že Hawkingovo pojetí ve svých důsledcích vede k eliminaci rozdílu mezi minulostí a budoucností stejným způsobem, jako je tento rozdíl vymazán symetričností přírodních zákonů. Se znalostí počátečních podmínek a odpovídajícího zákona jsme schopni předpovídat budoucí děje daného systému stejně jako odvodit jeho minulost. Pro přírodní zákony, které jsou takto symetrické vůči časovým změnám, neexistuje rozdíl mezi minulostí a budoucností.

Svou argumentaci Prigogine zdůrazňuje ještě druhým motivem, který se objevuje v Hawkingově práci v podobě optimistického názoru na brzkou (do konce století) formulaci jednotné teorie, která nám dovolí pochopit počátky a původ vesmíru. Tento názor Prigogine představuje jako Hawkingovu víru v možnost dosažení **jistoty**. Jistota přírodního zákona, jistota jednotné teorie všeho je však pro Prigogina současně i jistotou Boží. A Bůh, stejně jako přírodní zákon, nemusí rozlišovat mezi minulostí a budoucností, pro něj čas nemá žádný význam.

Symetrie mezi minulostí a budoucností a víra v jistotu poznání jsou tak pro Prigogina synonyma pro statickou koncepci vesmíru, a proto pokračuje ve své argumentaci hledáním kořenů ideje Přírodní Zákonitosti a jistoty, hledáním zdrojů dvou elementů moderní vědy, které v mnoha ohledech splývají. Toto hledání jej dovádí až do období třicetileté války, když se snaží zdůvodnit Descartovu snahu po jistém (jasném a zřetelném) poznání, kterou chápe jako počátek lpění na jistotě v novověké vědě. Tuto snahu po dosažení jistoty Prigogine dává do souvislosti se střetem protestantismu a katolicismu, kdy každý měl svou pravdu, kterou hájil až k smrti, a vize jedné, jisté pravdy dostupné všem se mnohým jevila jako životní nutnost.

Podobný motiv — snahu po úniku z tragického údělu — nachází Prigogine i u Einsteina a své přesvědčení dokládá citací jeho reakce na smrt přítele M. Bessa: „Michel nás opustil, ale pro nás, přesvědčené fyziky, to nic neznamená, protože my víme, že čas je jen *iluze*." A do třetice se tento motiv snaží objevit i u Hawkinga, ale zůstává jen u dohadu, protože takovéto zdůvodnění u Hawkinga nikde není explicitně doložitelné. A tak únik před tragičnem jako příčinu hledání harmonické stálosti Hawkingovi spíše vnucuje, než aby jej u něj skutečně našel.

V každém případě má však jistě Prigogine pravdu v tom, že cena za takto získanou jistotu, atemporální jistotu popisu statického vesmíru, je příliš vysoká. Je to cena karteziánského dualismu, který v této interpretaci je přímým důsledkem věčného vesmíru, který ovšem nemůže být jako takový popsán bytostmi, které jsou odkázány žít v čase. Zde tedy pramení dualismus materiálního vesmíru, který **je** a řídí se deterministickými zákony, a lidského myšlení, které se **stává**.

Hawkingova pozice se po všech uvedených souvislostech (mnohdy spíše literárních než přísně věcných) Prigoginovi jeví nikoli jako **historie času**, ale jako **negace času**. A pokud je tedy možné v souvislosti s Hawkingem mluvit o čase, bude to vždy pouze čas **imaginární**. Co tím má Prigogine na mysli?

Pojem imaginárního času je úzce spjat s přechodem od Newtonovy fyziky, ve které čas, prostor a hmota jsou samostatné veličiny, ke speciální teorii relativity, kde prostor a čas jsou úzce propojené (hmota zůstává i nadále nezávislá). Přes in-

tenzívní propojení času a prostoru ve výsledný jednotný časoprostor, však zůstává času jistá zvláštnost — jeho orientace a jednosměrnost. Prostorem lze cestovat všemi směry, včetně návratů, časem se pohybujeme pouze jedním směrem. Formálně je to vyjádřeno znaménkem +, které náleží času, a znaménkem −, které označuje prostor. Imaginární čas, jak jej Hawking navrhuje, získává stejné znaménko jako prostor a mezi časem a prostorem již není žádný rozdíl, nebo jinými slovy, jak je zdůrazňuje Prigogine, čas je v pojmu imaginárního času „zprostorověn".[27] Hlavní nedostatek tohoto imaginárního času spočívá v tom, že vesmír, ve kterém nerozlišujeme prostor a čas, je vesmír bez evoluce.

Obecná teorie relativity jde ve sjednocování newtonovských entit ještě dále a k již jednotnému prostoročasu přidává i dosud nezávislou hmotu. Podle Prigogina však zůstává i tato teorie klasickou (newtonovskou) v tom smyslu, že buduje nové jistoty a opět v ní není **šipka času** (podtrhuje Prigogine). Kosmologická šipka času, která je takto z vesmíru odstraněna, nemůže být nahrazena šipkou termodynamickou, o které se Hawking také zmiňuje. Prigogine poměrně přesvědčivě ukazuje, že náš vesmír obsahuje současně řád i neuspořádanost a neustálé přeměny jednoho v druhé. Termodynamické změny tak nejsou jenom změny směrem k neuspořádanosti, ale i změny, které produkují novou uspořádanost. Termodynamická šipka času tak nemůže nahradit kosmologickou, která je ovšem nezbytná pro evoluci vesmíru, hvězd, planet, živých tvorů.

Otázka života ve vesmíru tak otevírá problematiku uvedenou antropickým principem, kterému se nemůže nikdo, kdo hovoří o architektuře, struktuře a zákonech vesmíru, úplně vyhnout a nevyhýbá se mu ani Hawking. Prigogine, který považuje řešení antropického principu za velmi vykonstruované, umělé a málo užitečné, se snaží vzbudit dojem, že antropický princip má v Hawkingovi svého zastánce a oprávněnou kritiku tohoto principu obrátit i proti Hawkingovi. Ovšem Hawkingův

[27] Au moment où on parle de *temps imaginaire*, on a spatialisé le temps. I. Prigogine: Temps à devenir: à propos de l'histoire du temps. Québec 1993, p. 20.

postoj k antropickému principu není (a nikdy nebyl[28]) nijak vřelý. I když je ochoten přijmout určitá vysvětlení antropického principu, omezuje je spíše jen na nejbližší okolí (galaxie), ale je velmi skeptický při jeho aplikaci na celý vesmír.

Snadnost, s jakou je opuštěna představa reálného času (vyjádřeného kosmologickou šipkou) a nahrazena časem imaginárním, je podle Prigogina důsledkem samotné podstaty fyziky, která stále studuje izolované procesy a nezabývá se komplexností. V pohybu kyvadla, v rotaci Země kolem Slunce opravdu není nutně vidět šipka času, směr času zde není nezbytný. Ovšem vědy jako je chemie a biologie, které studují procesy mnohem komplexnější, se bez představy směru času neobejdou.

Nezbytnost reálného času a jeho orientace ukazuje Prigogine na **konstruktivní roli času**. Tuto konstruktivní roli času Prigogine objevuje v sukcesivních a současně kauzálních procesech, které se odehrávají v systémech ne nepodobných disipativním strukturám. Jde o komplexní systémy, které jsou vzdálené od rovnováhy a jejichž uspořádanost je výsledkem předcházejících stavů, na sebe navazujících procesů, udržujících nebo dokonce zvyšujících uspořádanost systému, který tak současně udržují daleko od rovnovážného stavu. Takové (samoorganizující se) systémy nabízejí při stejných počátečních podmínkách a daných zákonitostech velký počet řešení a každý dosažený stav je vysvětlitelný historií předcházejících stavů tohoto systému. Historie, šipka času, se tak stává konstitutivním prvkem systému.

Ovšem v tomto okamžiku Prigogine podléhá stejné logice jako zastánci slabé verze antropického principu. Z faktu existence komplexních systémů (mezi které patří samozřejmě i člověk) a z jejich potřeby orientace a nutnosti popisovat je s pomocí představy nevratného času usuzuje na nezbytnost reálnosti šipky času: „Je evidentní, že představa ireverzibility jako důsledku našich chyb je dále neudržitelná. Je možné si představit, že šipka času byla po dlouhou dobu chápána jako druhotný, banální problém, ale nyní, když vidíme, že je pod-

[28]Viz například inaugurální přednáška při převzetí katedry matematiky v Cambridgi (Lucasian chair) v dubnu 1980. Commencement du temps et fin de la physique? Flammarion 1992, p. 56–57.

statná k tomu, abychom pochopili pozici života a člověka, je evidentní, že nemůžeme říci, že šipka času je výsledkem našich chyb."[29]

Prigogine považuje konstruktivní roli času za jeden z přelomových okamžiků moderní vědy. I když samozřejmě souhlasí s tím, že Newton má stále pravdu, pokud jde o reverzibilitu času v dynamických systémech, klade otázku, zda má pravdu ve všech případech. Hovoří v této souvislosti o objevech dynamických systémů, ve kterých se objevila šipka času, tj. o nestabilních, chaotických systémech, které se vymykají přísnému deterministickému popisu a časové symetrii. Prigogine v tomto okamžiku neváhá mluvit o revoluci ve vědě a uvádí ji jako třetí v pořadí po teorii relativity a kvantové mechanice. To ovšem současně znamená další argument proti Hawkingově přesvědčení o možnosti najít řešení, které naplní ideál jistoty. Objevení se šipky času míří právě opačným směrem. Komplexní dynamické systémy odsouvají determinismus do vymezených pozic, mimo které s ním již není možno počítat.

Odstoupení z deterministických pozic jako cena za objevení se šipky času samozřejmě neznamená zavržení determinismu jako takového, ale je to otázka komplexnosti. Dosavadní fyzika studovala, a mnohdy stále ještě studuje, v podstatě jednotlivé jevy, izolované stavební kameny. Tyto jednotlivé procesy je možno popisovat jako reverzibilní v čase, aniž bychom porušili jakékoli zákony a pravidla. Šipka času se objeví až v okamžiku, kdy začneme uvažovat o celém komplexu procesů, které se vzájemně ovlivňují, o celém komplexu jednotlivin (částic, molekul, lidí), které navazují vzájemně vztahy nejrůznější složitosti, a teprve v tomto okamžiku je možné hovořit o evoluci a nevratnosti v čase. Nikoli nutně samotné procesy, ale jejich komplexy ve své vlastní historii jsou ireverzibilní.

Při přechodu od jednoduchých systémů, jak je doposud studovala klasická fyzika, k systémům komplexním by se spíše než o „zprostorovění" (spatializaci) času, jak navrhuje Hawking, mělo mluvit o „zčasovění" (temporalizaci) prostoru, což je naopak představa Prigoginova.

[29]Tamtéž, p. 31–32.

Jedním z charakteristických rysů ireverzibilních procesů komplexních systémů je mimo jiné i to, že se v nich rovnou měrou uplatňuje tendence k vytváření řádu, stejně jako tendence k neuspořádanosti. V reálném vesmíru i v popisu jeho počátku nacházíme obě dvě tendence. Zrod našeho vesmíru, při kterém hrají podstatnou roli přechody virtuálních částic v částice reálné, je realizací pravděpodobností svázaných s neuspořádaností a vznikem řádu spojeného s částicemi reálnými, vzniklými jako důsledek některého z předchozích stavů. Oba dva aspekty nalézáme i v současném (reálném, pozorovatelném) vesmíru: reliktní záření na jedné straně, a vysoce organizované materiální struktury na straně druhé.

Závěr Prigoginovy kritiky patří představám o budoucnosti vesmíru. Vesmír, ve kterém se odehrávají události, tj. důsledky ireverzibilních procesů komplexních systémů (postavení Země na své dráze okolo Slunce v jistém okamžiku **není** událost, protože je již předem dáno gravitačním zákonem), je vesmír bez jisté, předpověditelné budoucnosti. Tato budoucnost je závislá na událostech, které se mohou stát, ale také se mohou nestát. Předpovídat budoucnost komplexního systému je nemožné. Často uváděné scénáře budoucího vývoje vesmíru — termodynamická smrt, gravitační kolaps — jsou pro Prigogina důsledky neoprávněné aplikace přežívajících představ jistoty a determinismu na komplexní systém, který se ovšem takovémuto popisu vzpírá. Zrušíme-li symetrii mezi minulostí a budoucností, přírodní zákony nebudou nadále určovat, co je **nutné a jisté**, ale pouze ukazovat, co je **možné**. „Na začátku byl vesmír jako dítě, jako dítě, které se může stát zubařem, taxikářem, klenotníkem, advokátem, ale nikoli vším současně."[30] A tak i vesmír, namísto aby byl, se stává.

Konec dvacátého století nebude podle Prigogina dosažením „jednotné teorie všeho", jak o tom sní Hawking, ale mnohem pravděpodobněji otevřením nové etapy vědy, která bude hledat jinou jednotu — jednotu dvou dosavadních extrémů: deterministického světa s jednoznačnými předpověďmi a světa nahodilosti, ve kterém není žádná předpověď možná.

Není celý spor pouhým nedorozuměním?

[30]Tamtéž, p. 41.

Na první pohled by se celý spor Hawking — Prigogine mohl jevit jako tradiční, dobře známá pře nominalismu a realismu. Hawking nevidí v čase nic jiného, než jméno matematické veličiny, s kterou je možno provádět — v rámci pravidel — nejroztodivnější operace a vidět ji ve skutečném vesmíru je pouhá iluze. Prigogine je naopak přesvědčen, že čas existuje nejen v rovnicích, ale i v reálném vesmíru, a dokonce hraje jednu z rozhodujících rolí — hlavního konstruktéra.

Situace však není tak zcela jednoznačná a jednoduchá. Přestože Hawking mnohokrát zdůrazňuje iluzornost času jako reálné entity, je ochoten vidět jako zdroj této iluze pohyb, který se odehrává v prostoru. Není přitom nepodstatné (vzhledem k budoucím námitkám ze strany Prigogina), že to je pohyb vždy reverzibilní, symetrický vůči časovým transformacím. Čas je iluze, ale ve vesmíru existuje **reálný** podklad, „něco", čím můžeme ztracenou iluzi nahradit. A náhrada je dokonce tak dokonalá, že se dá očekávat brzký velmi úplný popis vesmíru v jednotné teorii.

Prigogine také váže svou představu času na pohyb, ale tentokrát to je pohyb nevratný, orientovaný, růst (ne)uspořádanosti komplexního systému (a nikoli libovolný pohyb „izolovaného" objektu). Tento ireverzibilní pohyb nazývá Prigogine událostí a je to právě ona, která plní výše zmiňovanou konstruktivní úlohu. Vesmír skládající se z událostí však není nic definitivního, je stále proměnlivý, nevypočitatelný.

Nikoli tedy spor realismu a nominalismu, ale spíše se tu střetávají dva typy realismu, jak navrhuje spor klasifikovat J. Merleau-Ponty,[31] kde pozici jakéhosi „realismu bytí" (metafyzického, deterministického) zaujímá Hawking se svým přesvědčením vybudovaným na časové invariantnosti základních fyzikálních zákonů, že v základech vesmíru je něco, co mu umožňuje být tím, čím je, a nám umožní toto bytí jednou popsat. Postoj Prigogina je také realistický, je to však „realismus dění" (stávání, ne-deterministický), budovaný na přesvědčení, že osud vesmíru neurčují pouze invarianatní zákonitosti, ale procesy a události, které mají směr, pokud jde o čas, a které nelze jednoduše extrapolovat do minulosti i do budoucnosti.

[31] J. Merleau-Ponty, osobní sdělení, 1995.

V první polovině 19. století se ředitel Úřadu pro patenty a vynálezy v New Yorku rozhodl svůj úřad uzavřít, protože „již všechno bylo vynalezeno", koncem téhož století vyslovují mnozí fyzikové (lord Kelvin, Michelson) přesvědčení, že monumentální budova fyziky je těsně před dokončením a zbývá už jen několik drobných povrchových úprav, v roce 1928 vyslovuje Max Born, nositel Nobelovy ceny, názor, že fyzika bude „do půl roku uzavřena", a v roce 1988 píše Hawking *Stručnou historii času,* ve které často vyjadřuje víru, že již za života naší generace dojdeme k jednotné teorii vesmíru, která se už bude jen vylepšovat. Pokud tedy existuje nějaké poučení z historie, je v tomto případě spíše na straně Prigogina.

J. L. Fischer o čase

Vzhledem k tomu, co jsem zde doposud uvedl k problematice času, je velmi zajímavé to, jak o čase smýšlel J. L. Fischer. Mluví-li Fischer o čase (a prostoru), většinou tento výraz opisuje, například způsobem „to, co nazýváme časem", a zdůrazňuje tak, že pokud používá slovo čas, je to spíše z důvodů snadnějšího porozumění s těmi, kteří doposud setrvávají u tradičního pojetí času. Velmi stručně můžeme toto tradiční pojetí charakterizovat jako představu, že čas je objektivní veličina, pomocí které můžeme měřit jednotlivé procesy probíhající ve světě, jejich trvání, přičemž se spoléháme na to, že zvolený etalon pro měření času je univerzální.

Ve studii O kategoriích hovoří při definici časového určení jako kategoriálního o způsobu vzniku tohoto pojmu a zdůrazňuje: „Ať již přihlížíme k jakékoli, třeba izolované změně, nebo k procesům jakkoli komplikovaným, vždy se bude jevit rozdíl stavů příslušného data zároveň jako jejich sled. Osamostatníme-li (uměle, a proto násilně) tento moment sledování, stane se indikátorem určení, pro něž byl zaveden název času."[32]

Protože mi nejde o důslednou argumentaci, ale mnohem spíše o postižení určitého způsobu uvažování a smýšlení o problému, ponechám teoretický spis O kategoriích stranou a všimnu si Fischerova dílka, ve kterém se vyrovnává s otázkou času ve formě poetické.[33]

Přestože sám Fischer komentuje své Meditace jako pokus o zachycení a postižení času způsobem, který má reprodukovat filosofii čínskou (taoismus), indické pojetí, řeckou a středověkou filosofii a nakonec novodobou (kapitalismus a socialismus), je patrné, že tyto kulturně-historické epochy mu slouží spíše jako kulisa pro zvýraznění vlastních představ o správném pojetí času. Tuto domněnku nakonec také mohou potvrdit mnohé pasáže z Fischerových statí O kategoriích a Kvalitativní kosmos, kde není sporu o autorskou licenci a které jsou v dokonalé shodě s obrazy času v Meditacích.

[32] J. L. Fischer: O kategoriích, Filosofické studie. Praha 1968, s. 10.

[33] J. L. Fischer: Meditace o čase. Brno 1994.

Čas není univerzální objektivní měřítko

Fischer vychází ze snahy být důsledný v závěrech vyplývajících z teorie relativity („... jediný možný závěr z teorie relativity, že reálná určení odpovídající slovům čas a prostor jsou funkcemi jednotlivých relativně uzavřených systémů").[34] Fischer přesvědčivě ukazuje, že náš problém není v používání schémat času a prostoru, ale v jejich interpretaci, kdy je považujeme za reálný odraz objektivně existujících časoprostorů.

Slovy z Meditací:

Jen přesně naměřený čas
a rytmus jeho jednostejný
je časem pravým
vědec dí

Být důsledným v této otázce pak znamená, přiznat každému relativně uzavřenému systému, „domovu" jeho vlastní čas

Tím domovem je čas vždy poznamenán
jak stará láhev značkou svou
a není lahví dvou
by totéž víno z nich se perlilo

Čas vůbec není objektivní měřítko

To, co jsme navyklí považovat za objektivní měřítko času, je pouze důsledek toho, že „reálné časoprostory do sebe mnohonásobně zapadají, překrývají se, kříží a navzájem modifikují,

Já hledal čas
a v odpověď mi zní
všech časů melodie

Ta záplava mě opět děsí dusí
což pod ní neztrácí se čas

[34] J. L. Fischer: O kategoriích, Filosofické studie. Praha 1968, s. 42.

a my bychom utonuli v jejich nepřehledné spleti, kdybychom se nepokusili převést je na společného jmenovatele, a to tak, že systém dostatečné obsáhlý činíme přiřazovacím schématem."[35]

V takto vytvořené konstrukci jsme posléze ochotni vidět faktickou, reálnou časoprostorovou strukturu, o níž se nepochybuje.

Čas vůbec není objektivní

Takovýto závěr u Fischera v explicitní podobě asi neobjevíme. Ovšem věrni Fischerově důslednosti v domýšlení položených otázek a inspirováni dalšími verši Meditací, chápeme toto tvrzení zcela v duchu předchozích úvah jako jejich logické završení. Kdykoli totiž hledá nějaké znázornění času, použije některý z elementárních fyzikálních procesů, nejčastěji obraz pohybu fotonů, reje elektronů apod. Jako fyzikální, tj. reálný podklad pro naše schéma času slouží Fischerovi pohyb, na který je ve svých důsledcích čas redukovatelný bez jakékoli újmy na významu a smysluplnosti. Čas se tak nakonec stává pouze lidskou záležitostí, jedním ze způsobů popisu sebe sama a okolního světa.

Je v nás a my v něm žijeme
i všechno ostatní
Než je zde rozdíl
Když paprsek
si zbrkle pádil prostorem
či krystal smaragdu kdes vskrytu rozkvétal
a vůbec vše
si po zákonu žilo – žije v čase svém
o zákonu neví nic
Jen nám té výsady se dostalo
tak trochu pochybené
že v čase víme o sobě i o čase
a času rovnici
že řešíme svým životem

[35] J. L. Fischer: O kategoriích, Filosofické studie. Praha 1968, s. 42.