

## KAPITOLA 2:

# OD VELKÉHO TŘESKU PO DNEŠEK

Začátky znamenají a vynucují konce.

Ann Leckie, *Ancillary Justice*

Miluji příběhy o cestování časem. Je snadné debatovat o fyzice strojů času nebo upozorňovat na různé paradoxy, které se při tom objevují. Ale myšlenka, že bychom mohli nějakým způsobem najít trik, kterým otevřeme minulost a budoucnost našemu poznání a nebo dokonce našemu zásahu, trik, který nám umožní vystoupit z našeho rozjetého vlaku „ted“, který se neúprosně řítí vstříc neznámému osudu, ta je naprosto fascinující. Lineární čas se zdá být tak omezujícím, dokonce plýtvajícím – proč bychom měli všechn ten čas, všechny možnosti, které jsme měli, navždy ztratit jen proto, že se ručičky hodin pohnuly o pár stupňů vpřed? Možná jsme si na ten časový útlak zvykli, ale to ještě neznamená, že by se nám musel líbit.

Naštěstí nám může pomoci kosmologie. Samozřejmě ne v praktickém smyslu – stále mluvíme o relativně ezoterickém odvětví fyziky, které vám v žádném případě neumožní získat zpět deštník, který jste včera nechali ve vlaku. Ale spíše v tom smyslu, že váš život zůstane

stejný, ale absolutně všechny ostatní existující věci se navždy změní.

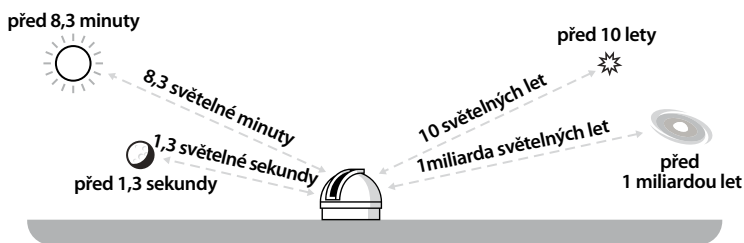
Pro kosmologa není minulost nějaká nedosažitelná ztracená říše. Je to skutečné místo, pozorovatelná část vesmíru, a je to místo, kde trávíme většinu našeho pracovního dne. Zatímco tiše sedíme u svého stolu, můžeme sledovat průběh astronomických událostí, které proběhly před miliony nebo dokonce miliardami let. A tento trik není nějakou zvláštní schopností kosmologie, ale spočívá ve vlastní struktuře vesmíru, ve kterém žijeme.

To vše souvisí se skutečností, že světlo potřebuje čas k tomu, aby se pohybovalo. Rychlost světla je vysoká – asi 300 milionů metrů za sekundu – ale není neomezená. V každodenním životě to příliš nevnímáme. Když zapnete baterku, světlo z ní vyrazí rychlostí asi metr za tři nanosekundy a odraz tohoto světla od toho, na co svítíte, k vám letí stejnou rychlostí zpět. Když se ve skutečnosti díváte na jakýkoli předmět, obraz, který vidíte, což je jen světlo, které z něj vychází a které dopadne do vašeho oka, je trochu zastaralý, protože světlo potřebovalo nějakou dobu k tomu, aby se k vám dostalo. Osoba, která sedí v kavárně naproti vám, je z vašeho pohledu několik nanosekund v minulosti, což může částečně vysvětlit její teskný výraz a zastaralý smysl pro módu. Pokud jde o vás, vše, co vidíte, je minulostí. Když se podíváte nahoru na Měsíc, vidíte jej asi před sekundou. Slunce je více než osm minut v minulosti. A hvězdy, které vidíte na noční obloze, jsou hluboko v minulosti, od několika let až po tisíceletí.

Koncept tohoto druhu zpoždění daného konečnou rychlostí světla vám může být již známý, ale jeho důsledky jsou rozsáhlé. Znamená to, že jako astronomové se můžeme dívat na oblohu a sledovat vývoj vesmíru od jeho raných počátků až po současnost. Jednotku „světelný

rok“ v astronomii používáme nejen proto, že má přiměřenou velikost (asi 9,5 bilionu kilometrů), ale také proto, že nám říká, jak dlouho světlo putovalo od objektu, na který se díváme. Hvězda vzdálená 10 světelných let je z našeho pohledu 10 let v minulosti. Galaxie vzdálená 10 miliard světelných let je 10 miliard let v minulosti. Vzhledem k tomu, že vesmír je starý jen asi 13,8 miliardy let, může nám tato 10 miliard světelných let vzdálená galaxie vyprávět o podmínkách v našem vesmíru, když byl ještě v rozpuku mládí. V tomto smyslu se pohled do vesmíru rovná pohledu do naší vlastní minulosti.

Byla bych ale velmi nedbalá, kdybych vás stran tohoto jevu na něco důležitého neupozornila. Technicky totiž vůbec nevidíme naši vlastní minulost. Zpoždění dané konečnou rychlostí světla znamená, že čím je objekt vzdálenější, tím hlouběji se nachází v minulosti a tento vztah je absolutní: nejenže nevidíme naši vlastní minulost, ale ani ty vzdálené galaxie nevidíme v přítomnosti. Čím je něco vzdálenější, tím dále je to na časové ose vesmíru od současnosti.



*Obrázek 1: Doby letu světelného paprsku. Někdy vyjadřujeme vzdálenosti ve světelných sekundách, světelných minutách a světelných letech, protože tím udáváme, jak dlouho k nám světlo putovalo, a tedy jak daleko do minulosti se díváme. (Žádná z ilustrací zde není v měřítku!)*

Jak se tedy můžeme dozvědět něco užitečného o naší vlastní minulosti, když minulost vidíme jen pro nějakou jinou galaxii, dávno a daleko? Dochází na princip, který je pro kosmologii tak ústředním pojmem, že se mu doslova říká kosmologický princip. Jednoduše řečeno je to myšlenka, že pro všechny praktické účely je vesmír v podstatě všude stejný. Očividně to neplatí v lidských měřítkách – povrch Země se dost výrazně liší od hlubokého vesmíru nebo od středu Slunce – ale v astronomicky velkých měřítkách, na kterých vypadají celé galaxie jako jednotlivé fádni skvrny, vypadá vesmír ve všech směrech stejně a je tvořen ze stejné hmoty.<sup>12</sup> Tato myšlenka úzce souvisí s Koperníkovským principem, což je někdejší kacířská představa, se kterou Mikuláš Koperník přišel v šestnáctém století. Totiž že ve vesmíru nezabíráme nějaké „zvláštní místo“, ale nacházíme se jen na nějakém obecném místě, které mohlo být také vybráno náhodně. Takže když se podíváme na galaxii miliardu světelných let daleko a vidíme ji tak, jak vypadala před miliardou let ve vesmíru, který byl o miliardu let mladší než náš vesmír tady a teď, můžeme si být docela jisti tím, že by podmínky na našem místě před miliardou let byly velmi podobné. To lze do určité míry skutečně pozorovat. Studie rozmístění galaxií v celém vesmíru odhalily, že uniformita vyplývající z kosmologického principu platí všude tam, kam jsme se doposud podívali.

Výsledkem toho všeho je, že pokud se chceme něco dozvědět o vývoji samotného vesmíru a o podmínkách,

---

<sup>12</sup> Science fiction toto s oblibou ignoruje. V jedné z raných epizod *Star Trek: The Next Generation* urazí náhodně miliardu světelných let během několika sekund, a na místě, na kterém se ocitnou, se nachází jakási propast třpytící se modré energie a myšlenek, které pokud by skutečně existovaly, bychom zcela jistě mohli sledovat dalekohledy.

ve kterých naše vlastní Galaxie vyrostla, stačí se *podívat na něco hodně vzdáleného*.

Znamená to také, že kosmologie ve skutečnosti nemá dobře definovaný koncept pro „nynějšek“. Nebo jinak řečeno, ten „nynějšek“, který právě prožíváte, je vysoce specifický pro vás, pro to, kde jste a co děláte.<sup>13</sup> Co znamená, když řekneme „ta supernova nyní vybuchne“, pokud nyní vidíme její světlo a můžeme nyní sledovat její explozi, ale to světlo k nám putuje miliony let? Objekt, který sledujeme, je vlastně zcela v minulosti a „nynějšek“ vztahený k této explodující hvězdě je pro nás nepozorovatelný a po miliony let o něm nebudeme mít žádné informace, což z něj činí ne „nynějšek“, ale budoucnost.

Když uvažujeme o vesmíru jako o existenci v prostoročasu – v jakési všezahrnující univerzální mřížce, ve které má prostor tři osy a čas je čtvrtá – můžeme si minulost a budoucnost představit jako vzdálené body na stejné tkanině, která se roztahuje napříč vesmírem od jeho počátku až do jeho konce. Pro někoho, kdo sedí na jiném místě této látky, může být událost, která je pro nás součástí budoucnosti, vzdálenou minulostí. A světlo (nebo jakákoli informace) z události, kterou ještě po tisíciletí neuvidíme, k nám „ted“ proudí prostoročasem. Je ta událost v budoucnosti, v minulosti, nebo možná v obojím? Vše záleží na úhlu pohledu.

Jakkoli je to pro nás, zvyklé přemýšlet pouze v trojrozměrném světě<sup>14</sup>, ohromující, pro astronomy je konečná rychlost světla fantasticky užitečným nástrojem.

---

<sup>13</sup> Za to vděčíme principu relativity. Speciální teorie relativity říká, že čas plyne pomaleji, pokud se pohybujeme rychleji; obecná teorie relativity říká, že čas se zpomaluje, pokud se nacházíme v blízkosti velmi hmotného objektu.

<sup>14</sup> Když Doc. Brown v Návratu do budoucnosti prohlásil „Ty nemyslíš čtyřrozměrně!“, mluvil právě k vám.