

## 4 DAT HRU ZAKONČUJE

**Pak vnořil já se do budoucna, kam až zrak  
mi dohlédl, a spatřil jsem tak vizi světa,  
ba zázraky tam zahlédl.**

— Z básně „Locksley Hall“ Alfreda Tennysona  
(z nápisu na palubě vesmírné lodi *Voyager*)

Ať už startreková budoucnost obsahuje stabilní červí díru či nikoli, a ať už je či není posádka *Enterprise* schopna zaletět zpátky v čase do San Francisca devatenáctého století, skutečná sázka v této vesmírné partičce pokeru se točí kolem jedné z otázek, která nás k rozboru zakřiveného časoprostoru vůbec přivedla: Je warpový pohon možný? Pokud totiž vyloučíme nepravděpodobnou možnost, že se to v naší galaxii stabilními červími dírami jen hemží, z našich předešlých rozprav je zcela jasné, že bez něčeho podobného zůstane většina naší galaxie jednou provždy mimo náš dosah. Je tedy načase se s touto nepříjemnou otázkou popasovat. Odpověď na ni zní rozhodně „Možná!“

Opět nás vede jazyková jasnozřivost startrekových scénářů. Už jsem popsál, jak žádný mechanismus raketového pohonu nikdy nedokáže obejít tři základní překážky, které mu do cesty k mezihvězdné dopravě nakladla speciální relativita: zaprvé se nic v prázdném prostoru nedokáže pohybovat rychlostí vyšší než světelnou; zadruhé předmětům, které se pohybují rychlostí blížící se té světelné, se začnou zpomalovat hodiny; a zatřetí, i kdyby nějaká raketa dokázala zrychlit vesmírnou loď na rychlost blízkou té světelné, vyžádalo by si to zhora nespílitelné nároky na palivovou spotřebu.

Řešení tedy spočívá v tom neužívat jako pohonu žádných raket, ale místo toho užívat časoprostoru jako takového

– tím, že jej zakřívíme. Obecná relativita vyžaduje, abychom se o pohybu vyjadřovali přesněji. Místo tvrzení, že nic nedokáže cestovat rychleji než světlo, musíme říci, že nic nedokáže cestovat lokálně rychleji než světlo. To znamená, že rychlostí nadsvětelnou nedokáže cestovat nic *vzhledem k místním ukazatelům vzdálenosti*. Avšak je-li časoprostor zakřivený, pak místní ukazatele vzdálenosti nemusejí být globální.

Za příklad si vezměme vesmír sám. Speciální relativita nám říká, že všichni pozorovatelé, kteří se vůči svému okolí nacházejí v klidu, budou mít hodiny tikající stejným tempem. Jak cestují vesmírem, můžou periodicky zastavovat a pravidelně hodiny poměřovat v očekávání, že budou všechny držet tentýž čas. Na tom nic nemění ani obecná relativita. Hodiny, které jsou místně v klidu, budou všechny ukazovat tentýž čas. Obecná relativita však také umožňuje, aby se časoprostor rozpínal. Předměty na opačných koncích pozorovatelného vesmíru se od sebe vzdalují téměř rychlostí světla, a přesto vůči svému okolí setrvávají v klidu. Platí-li, že se vesmír rozpíná rovnoměrně a je dostatečně veliký – a obojí zdá se platí – pak existují předměty, které zatím nevidíme, a přesto se v této chvíli od nás vzdalují mnohem vyšší rychlostí než tou světelnou, přestože jakákoli civilizace v těchto vzdálených koncích vesmíru bude vůči svému okolí v relativním klidu.

Zakřivením prostoru tedy v argumentech speciální relativity vzniká skulina dost velká na to, aby se jí protáhla i vesmírná loď Federace. Lze-li s časoprostorem manipulovat, pak mohou předměty místně cestovat velmi pomalu, a přesto jim rozpínání či smršťování vesmíru umožní za poměrně krátký čas urazit ohromné vzdálenosti. Viděli jsme již, jak extrémní manipulace – tedy vystřihování a slepování vzdálených oblastí vesmíru dohromady červí dírou – může časoprostorem vést zkratky. Zde tvrdíme, že i když se k těmto chirurgickým zákrokům neuchýlíme, může být nadsvětelné cestování globálně možné, i když není možné místně.

Důkaz pro tuto myšlenku podal fyzik Miguel Alcubierre, jenž se během pobytu ve Walesu pro zábavu rozhodl pro-

zkoumat, zda by se v rámci obecné relativity dalo odvodit konsistentní řešení odpovídající „warpovému cestování“. Podařilo se mu ukázat, že je možné navrhnout časoprostorovou konfiguraci, v níž vesmírná loď urazí vzdálenost mezi dvěma body v nesmírně krátkém čase. Navíc se během cesty vesmírná loď může vzhledem ke svému okolí pohybovat rychlostmi mnohem nižšími té světelné, takže hodiny na palubě lodi zůstanou synchronizovány s těmi v místech jejího startu i cíle. Obecná relativita nám zdá se umožňuje sedět na dvou židlích zároveň.

Nápad je to prostý. Lze-li časoprostor místně zakřivit tak, aby se za lodí rozpínal a před lodí smršťoval, pak bude loď pohánět sám prostor, v němž se nachází, jako prkno na mořské vlně. Loď se nikdy nebude pohybovat nadsvětelnou rychlostí, protože i samo světlo se ponese na vlně rozpínajícího se prostoru.\*

To je možno si představit tak, že se v myšlenkách ocitneme na palubě hvězdné lodi. Pokud se za vámi náhle výrazně rozepne prostor, zjistíte, že hvězdná základna, z níž jste před chvílí vzlétli, je nyní od vás vzdálená mnoho světelných let. A podobně pokud se před vámi prostor náhle smrští, zjistíte, že hvězdná základna, na kterou máte namířeno a která vám byla ještě před chvílí několik světelných let vzdálená, je nyní blízko a běžný raketový pohon vás k ní donese za pár minut.

Je rovněž možné nastavit geometrii časoprostoru v tomto řešení tak, aby obrovská gravitační pole potřebná k tomu, aby se nám vesmír takto rozpínal a smršťoval, nebyla nikde v okolí lodi či základen příliš velká. Poblíž lodi a základen může být prostor téměř plochý, a hodiny na lodi a základnách mohou zůstat synchronizované. Kdesi mezi lodí a základnami se budou nacházet nesmírné lokální gravitační síly, ale dokud se nenacházíme přímo v nich, nic se neděje.

Přesně toto měli jistě na mysli scenáristé Star Treku, když vynalézali warpový pohon, přestože se technickým

---

\* Poznámka nakladatele: K pohonu lodi by sice nestačily, ale v roce 2016 byly skutečně objeveny gravitační vlny. Jde o přelomový objev, který nám může pomoci lépe objasnit historii a strukturu vesmíru.

popisům, které o něm podali, podobá jen pramálo. Splňuje všechny předpoklady vyjmenované dříve pro úspěšně vedené mezigalaktické cestování: 1. cestování nadsvětelnou rychlostí, 2. žádná dilatace času a 3. žádná potřeba raketového pohonu. Samozřejmě nám tím vzniká poměrně náročná otázka. Tímto zdynamičtěním samotného časoprostoru budeme díky obecné relativitě schopni vytvořit „navržené časoprostory“, v nichž je možný téměř jakýkoli druh pohybu prostorem i časem. To však za tu cenu, že naše teorie tyto časoprostory uvede ve vztah k jakémusi základnímu rozmístění hmoty a energie. Aby se tedy potřebný časoprostor stal „fyzikálním“, musí být možné dosáhnout i potřebného rozmístění hmoty a energie. K této otázce se vrátím za chvíli.

Nejdříve však musím připomenout, že zázračnou vlastností takových „navržených časoprostorů“ je to, že nám umožňují návrat k Newtonově původní výzvě a konstrukci inerciálních tlumičů a vlečných paprsků. Nápad je to stejný jako warpový pohon. Je-li možné časoprostor okolo lodi ohnout, pak se mohou předměty pohybovat od sebe a k sobě, aniž by měly jakýkoli pocit místního zrychlení, který byl, jak si vzpomenete, Newtonovou zhoubou. Abychom se vyhnuli neuvěřitelným zrychlením, která si žádají impulzní podsvětelné rychlosti, musíme se uchýlit k týmž časoprostorovým šprýmům, které se vztahují k cestování warpovými rychlostmi. Rozdíl mezi pohonem impulzním a warpovým je tak umenšen. A podobně, abychom pomocí vlešného paprsku přitáhli k sobě předmět těžký jako planeta, musíme na straně planety odvrácené od nás prostor rozšířit a na straně přivrácené ho smrštit. Jednoduché!

Zakřivování prostoru má ještě další výhody. Pokud se časoprostor prudce zakříví před lodí *Enterprise*, je nasnadě, že jakékoli světelné paprsky – nebo paprsek fázeru – to odvede pryč od lodi. Tento princip nepochybně stojí za ochrannými štíty. Jak se dozvídáme, ochranné štíty fungují na základě „souvislé emise gravitonů“. Jelikož gravitony