

Je vše determinováno?

Stephen Hawking

Předneseno v dubnu 1990 na semináři Sigma klubu cambridgeské univerzity

Ve hře *Julius Caesar* říká Cassius Brutovi: „Člověk bývá někdy pánem svého osudu.“ Ale můžeme být opravdu pány svých osudů? Nebo je vše, co děláme, determinováno a předurčeno? Argumentem pro predestinaci bylo, že Bůh je všemohoucí a stojí mimo čas, takže musí vědět předem, co se stane. Jak však potom můžeme mít svobodnou vůli? A nemáme-li svobodnou vůli, jak můžeme zodpovídat za své činy? Je-li někdo předurčen, aby vyloupil banku, je to těžko jeho chyba. Proč by tedy měl být za to trestán?

V dnešní době jsou argumenty pro determinismus podkládány vědou. Zdá se, že existují dobře definované zákony, které určují, jak se vesmír a vše v něm vyvíjí v čase. I když jsme zatím přesný tvar těchto zákonů nenalezli, víme toho dost, abychom uměli určit, co se stane ve všech situacích kromě těch nejextrémnějších. Zda najdeme ty zbývající zákony v blízkém čase, je věcí názoru. Já jsem optimista. Domnívám se, že je šance jedna ku jedné, že je nalezneme v nejbližších dvaceti letech. Ale i když se tak nestane, na argumentu to nic podstatného nemění. V něm je podstatný předpoklad, že soustava zákonů, které plně určují vývoj vesmíru z jeho počátečního stavu, skutečně existuje. Tyto zákony mohl ustanovit Bůh. Ale zdá se, že On (nebo Ona) nezasahuje do chodu vesmíru a zákony nenarušuje.

Počáteční konfigurace vesmíru mohla vzniknout buď Boží volbou, nebo se mohla ustavit sama podle fyzikálních zákonů. V obou případech se však zdá, že vše ve vesmíru pak bylo determinováno vědeckými zákony, takže pak bychom mohli těžko být pány svých osudů.

Myšlenka, že existuje určitá velká jednotná teorie, která určuje vše ve vesmíru, vyvolává řadu problémů. Především bychom o teorii velkého sjednocení předpokládali, že bude kompaktní a matematicky elegantní. Jak však může nějaký malý počet rovnic určovat všechnu tu složitost a rozmanitost, kterou vidíme kolem sebe? Lze opravdu věřit, že teorie velkého sjednocení určuje, že se Sinead O'Connorová tento týden ocitne na špičce hitparády nebo že Madonna bude na obálce *Cosmopolitanu*

Druhým problémem spojeným s myšlenkou všeurčující teorie velkého sjednocení je, že potom by teorie určovala i všechno to, co říkáme. Proč by však naše výroky měly být determinovány právě tak, aby byly pravdivé? Není mnohem pravděpodobnější, že jsou nepravdivé, protože na každý pravdivý výrok připadá celá řada možných výroků nepravdivých? Každý týden dostávám poštou od nejrůznějších lidí spoustu teorií. Každá je jiná a jsou navzájem neslučitelné. A přece podle našeho

předpokladu teorie velkého sjednocení určila, že je jejich autoři pokládají za správné. Proč by tedy mělo mít větší platnost cokoli, co říkám já? Což nejsem právě tak determinován teorií velkého sjednocení?

Třetím problémem spojeným s představou dokonalého determinismu je skutečnost, že máme pocit svobodné vůle, pocit, že můžeme sami rozhodovat, uděláme-li to či ono. Ale je-li vše předurčeno zákony vědy, pak je naše svobodná vůle iluzí, a nemáme-li svobodnou vůli, jak můžeme být zodpovědní za své činy? Duševně choré netrestáme za jejich zločiny, protože jsme dospěli k názoru, že se nemohli ovládnout a jednat jinak. Ale jsme-li všichni determinováni teorií velkého sjednocení, nikdo z nás nemůže jednat jinak, než jak jedná, takže proč by měl být volán za své činy k zodpovědnosti?

Tyto problémy determinismu jsou středem pozornosti u/ celá staletí. Až dosud šlo ovšem o diskusi dost akademickou, protože jsme byli na hony daleko od úplné znalosti fyzikálních zákonů a nevěděli jsme, jak byl určen počáteční stav vesmíru. Dnes je to problém mnohem aktuálnější, neboť úplnou jednotnou teorii budeme mít možná za pouhých dvacet let. A dnes se zdá, že fyzikálními zákony může být určen i sám počáteční stav. Následující úvahy představují můj osobní pokus se s těmito problémy vyrovnat. Netvrdím, že je příliš originální či hluboký, ale lépe to v tomto okamžiku neumím.

Začneme s prvním problémem: Jak může poměrně jednoduchá a kompaktní teorie vysvětlit

vytvoření tak složitého vesmíru, jaký kolem sebe pozorujeme, se všemi jeho triviálními a nedůležitými detaily? Klíčem k tomu je princip neurčitosti kvantové mechaniky, podle něhož nemůžeme současně přesně měřit polohu a rychlost částice. Čím přesněji určíme polohu, tím nepřesnější je určení rychlosti a naopak. Tato neurčitost není tak důležitá dnes, když věci jsou od sebe značně vzdáleny, takže malá neurčitost v poloze nehraje velikou roli. Ve velmi raném vesmíru však bylo všechno navzájem velmi blízko, takže zde bylo mnoho neurčitosti a vesmír se mohl nacházet v mnoha různých stavech. Tyto možné rané stavy se mohly vyvinout v celou třídu možných historií vesmíru. Většina těchto historií byla velmi podobná, porovnáváme-li vlastnosti ve velkých měřítkách. Odpovídají vesmíru, který je hladký a homogenní a rozpíná se. Liší se však v takových detailech, jako je rozmístění hvězd, a tím spíše v obrázcích na obálkách časopisů, pokud tyto historie časopisy obsahují. Složitost světa kolem nás a jeho detailní strukturu tedy zapříčinil princip neurčitosti v raných stádiích vesmíru. Princip neurčitosti založil celý soubor různých historií vesmíru. Bude se v něm patrně nacházet i historie, v níž nacisté zvítězili v druhé světové válce, i když s nízkou pravděpodobností.

My náhodou žijeme právě v té historii, ve které válku vyhráli Spojenci a Madonna se ocitla na obálce *Cosmopolitanu*.

A teď k druhému problému: Pokud je to, co činíme, určeno nějakou teorií velkého sjednocení, proč by měla tato teorie předurčovat, že naše závěry o vesmíru jsou správné, a ne naopak chybné? Proč by to, co řekneme, mělo mít vůbec nějakou platnost? Moje odpověď je založena na darwinovské myšlence přírodního výběru. Vycházím z předpokladu, že život na Zemi vznikl spontánně z náhodného uspořádání atomů. Touto ranou formou života byla pravděpodobně velká molekula. Patrně ještě ne DNA, protože pravděpodobnost vzniku DNA náhodnou kombinací je velice malá.

Tato raná forma života se reprodukovala. Ale kvantový princip neurčitosti a náhodný tepelný pohyb atomů způsobovaly, že se v replice vždy vyskytl určitý počet chyb. Většina z nich byla pro organismus a jeho schopnost reprodukce osudná. Tyto chyby se nepřenesly na další generace, nýbrž vedly k vyhynutí postižených organismů. Avšak nepatrné množství takových chyb bylo pro organismus naopak blahodárné. Takto pozměněný organismus naopak přežíval a dále se úspěšně reprodukoval, takže postupně vytlačoval původní, nevytvořený organismus.

Vznik dvojité spirální struktury DNA mohl být jedním z takových vylepšení v raných stádiích. Šlo pravděpodobně o takový pokrok, že DNA nahradila předchozí formu života, ať už byla jakákoli. Pokračující vývoj vedl k vytvoření centrálního nervového systému. Stvoření schopná rozpoznávat správné důsledky dat shromažďovaných jejich smyslovými orgány a na tomto základě usměrňovat svou činnost měla větší šanci přežít a reprodukovat se. Vznik člověka zahájil další fázi tohoto procesu. Stavbou našeho těla i naší DNA se velmi podobáme lidoopům, malá variace v DNA nám však umožnila vyvinout řeč. To znamenalo, že jsme si byli schopni odkazovat informace z generace na generaci, a tak hromadit svou zkušenost v mluvené a nakonec i psané formě. Původně mohly být výsledky zkušenosti přenášeny do dalších pokolení jen pomalým procesem zakódování do DNA náhodnými chybami v reprodukci. Prostředek vzájemné komunikace znamenal dramatické urychlení vývoje.

Trvalo více než tři miliardy let, než se objevili lidé. Během posledních deseti tisíc let jsme však vyvinuli psaný jazyk. To nám umožnilo pokročit z úrovně jeskynních lidí do stadia, kdy se můžeme tázat, jak vypadá konečná teorie vesmíru.

Za posledních deset tisíc let nedošlo k žádné podstatné evoluci v biologické stavbě člověka, ani v struktuře jeho DNA. Naše inteligence, naše schopnost činit správné závěry ze smyslových dat musí mít tedy počátek v době jeskynních lidí, či spíše v době ještě starší. Vedl k ní výběr na základě schopnosti zabít určitá zvířata pro potravu a naopak se jiným zvířatům ubránit. Je pozoruhodné, že duševní schopnosti, které se vyvíjely pro takové účely, nám tak dobře slouží i za velmi změněných podmínek dnešní doby. Objevení se teorie velkého sjednocení nebo zodpovězení problému determinismu pravděpodobně nijak nezvyšuje naši schopnost přežít. Přesto inteligence, která se vyvinula pro tyto účely, může zajistit, abychom na tyto otázky našli správnou odpověď.

A teď se podívejme na třetí otázku, na otázku svobodné vůle a odpovědnosti za své činy. Subjektivně cítíme, že jsme schopni rozpoznat, kdo jsme a co činíme. Ale to může být jenom iluze. Mnozí lidé se pokládají za Ježíše Krista nebo Napoleona, ale ne všichni mohou mít pravdu. To, co potřebujeme, je objektivní test, který můžeme aplikovat zvnějšku, chceme-li rozhodnout, zda má organismus skutečně svobodnou vůli. Představme si například, že nás navštíví „malý zelený mužiček“ z jiné hvězdy. Poznáme vůbec, zda se může svobodně rozhodovat, nebo zda je to jen robot naprogramovaný tak, aby odpovídal, jako by nám byl podobný?

Konečným objektivním testem svobodné vůle by bylo, zda můžeme, nebo nemůžeme chování organismu předpovědět. Pokud ano, pak tento jedinec zřejmě svobodnou vůli nemá, je předeterminován. Na druhé straně, pokud jeho chování předpovědět nemůžeme, lze to chápat jako operacionalistickou definici svobodné vůle [tedy definici založenou na pozorování zvnějšku, ne na tom, co nám jedinec sděluje o svých pocitech].

Proti této definici můžeme namítnout, že pokud najdeme skutečně úplnou jednotnou teorii, pak budeme schopni předpovídat, co lidé udělají. I lidský mozek je ovšem podřízen principu neurčitosti. V lidském chování se tedy prvek náhodnosti spojuje s kvantovou mechanikou. Jenže energie vystupující v mozkových procesech jsou nízké, takže kvantověmechanická neurčitost je jen malý efekt. Skutečným důvodem, proč nemůžeme předpovídat lidské chování, je, že je to prostě příliš obtížné. Dnes už známe základní rovnice, jimiž se aktivita mozku řídí, a jsou to rovnice relativně jednoduché. Jenže vyřešit je v případě, že se na procesu podílí více než několik částic, je příliš obtížný úkol. Dokonce i v jednoduché newtonovské teorii gravitace lze rovnice přesně vyřešit jen v případě dvou částic. Pro tři nebo více částic se už musíme uchýlovat k přibližným metodám a s větším počtem částic obtíže prudce vzrůstají. Lidský mozek obsahuje 10^{26} neboli sto milionů miliard miliard částic [sto kvadrilionů]. To je příliš mnoho na to, abychom měli kdy naději spočítat chování mozku z jeho počátečního stavu a vstupujících nervových podnětů. Ve skutečnosti nedovedeme určit ani počáteční stav mozku - k tomu bychom ho museli rozebrat na kousky. A i kdybychom se k tomu přece jen odhodlali, je tam prostě příliš mnoho částic, které by musely být zaregistrovány. Mozek je navíc pravděpodobně velice citlivý na změnu počátečního stavu - i nepatrná změna způsobí obrovský rozdíl v následném chování. Takže třebaže známe základní rovnice, jimiž se mozek řídí, je naprosto nemožné jich užít k předpovědi lidského chování.

S obdobnou situací se ve fyzice setkáváme vždy, když se zabýváme makroskopickým systémem. Počet částic je příliš velký, než abychom mohli vyřešit základní rovnice. V takovém případě se uchylujeme k efektivním teoriím, k přiblížením, ve kterých veliký počet částic nahrazujeme jen několika veličinami. Příkladem může být mechanika tekutin. Kapalina, například voda, sestává z obrovského množství molekul, tvořených elektrony, protony a neutrony. Přesto je dobrým přiblížením pokládat kapalinu za spojité prostředí, charakterizované pouze rychlostí, hustotou a teplotou. Předpovědi mechaniky tekutin nejsou přesné - stačí poslouchat předpovědi počasí -, jsou však dostatečné pro konstrukci lodí nebo potrubí ropovodu.

Já si myslím, že představa, že máme svobodnou vůli a morální zodpovědnost za své činy, je podobně efektivní teorií jako například mechanika tekutin. Možná že všechno je předurčeno, a pokud je nám souzeno umřít na šibenici, neutopíme se. Jenže člověk si musí být hrozně jist, že ho čeká popraviště, aby se pokusil uniknout za bouře na moři v malém člunu. Všiml jsem si, že i ti lidé, kteří hlásají, že všechno je předem dáno a že nemůžeme udělat nic, abychom to změnili, se rozhlížejí, než přejdou silnici. Možná že ten, kdo to nedělá, nepřežije a pak už ani nic podobného hlásat nemůže.

Člověk nemůže zakládat své chování na představě, že vše je předurčeno, protože neví, co je předem dáno. Musí proto přijmout efektivní teorii, že má svobodnou vůli a je za své činy odpovědný. Není to teorie příliš vhodná k předpovídání lidského chování, ale přijímáme ji, protože není žádná šance vyřešit rovnice popisující fundamentální zákony. Pro víru ve svobodnou vůli mluví i darwinovský důvod: ve společnosti, v níž jedinci cítí zodpovědnost za své činy, se bude spíše rozvíjet jejich spolupráce a tato společnost má větší naději na přežití a rozšiřování

svých hodnot. Samozřejmě i mravenci spolupracují, jejich společnost je však statická, nemůže odpovídat na nezvyklá protivenství nebo vyvíjet nové možnosti Soubor svobodných jedinců, kteří sdílejí jistý společný cíl. může na uskutečnění svého záměru spolupracovat, a nadto je dostatečně flexibilní, aby vytvářel inovace. Taková společnost má proto větší naději prosperovat a dále šířit svůj hodnotový systém.

Představa svobodné vůle patří do jiné arény než základní fyzikální zákony. Pokoušíme-li se dedukovat lidské chování z vědeckých zákonů, uvízneme v osidlech logického paradoxu systému, který vypovídá sám o sobě. Jestliže to, co někdo udělá, může být předem vyvozeno z fundamentálních zákonů, pak skutečnost, že jsme udělali předpověď, může změnit to, co se stane. S podobnými problémy bychom se setkávali, pokud by šlo cestovat v čase, o čemž se ovšem nedomnívám, že kdy možné bude. Kdyby nám bylo dopřáno vidět, co se má stát v budoucnosti, mohli bychom to změnit. Pokud byste věděli předem, který kuň vyhraje Velkou národní cenu, mohli byste na něj vsadit a zbohatnout. Tato akce by však změnila sázkový poměr. Stačí zhlédnout film *Zpět do budoucnosti*, abychom si uvědomili, jaké problémy by to mohlo přinést. Paradox s možností předpovídat něčí činy je těsně svázán s jiným problémem, o němž jsem se zmínil dříve. Bude konečnou teorií determinováno, že dojdeme k správnému závěru o konečné teorii? Argumentoval jsem, že správnou odpověď může dát Darwinova myšlenka o přírodním výběru. Možná není na místě užívat slova „správná“, ale přírodní výběr by nás měl přivést přinejmenším k soustavě fyzikálních zákonů, které dobře fungují. My je však nemůžeme užít k dedukci lidského chování ze dvou důvodů. Předně - nejsme s to vyřešit rovnice. Za druhé - i kdybychom to zvládli, fakt, že jsme udělali předpověď, by narušil systém. Zdá se však, že přírodní výběr nás vede k přijetí efektivní teorie svobodné vůle. Pokud přijmeme, že lidské činy jsou věcí svobodné volby, nemůžeme pak argumentovat, že v některých případech jsou určovány vnějšími silami. Představa „téměř svobodné vůle“ nedává příliš smysl. Lidé zaměňují skutečnost, že můžeme být někdy schopni odhadnout, co některé individuum udělá, s představou, že v tom případě není jeho volba svobodná. Odhaduji, že většina z vás bude dnes večer večeřet, je však na vašem svobodném rozhodnutí jít spát hladoví. Vezměme myšlenku snížené odpovědnosti, představu, že lidé by neměli být trestáni za své činy, pokud je páchali pod nátlakem. Pravděpodobnost, že někdo spáchá proti společenský čin pod nátlakem, bychom neměli ještě zvyšovat tím, že snížíme trest.

Studium základních fyzikálních zákonů a studium lidského chování se musí držet ve dvou různých rovinách. Užívat základních fyzikálních zákonů k výkladu lidského chování nemůžeme z důvodů, které jsem vysvětlil. Můžeme však užívat své inteligence a síly logického myšlení, které v nás vypěstoval přírodní výběr. Bohužel přírodní výběr v nás vypěstoval i jiné vlastnosti, například agresivitu. Agresivita poskytovala jeskynnímu člověku i jeho předchůdcům výhodu v boji o přežití, a proto byla přírodním výběrem upřednostňována. Obrovský nárůst našich destruktivních schopností, který s sebou přinesla moderní věda a technika, však udělal z agresivity velice nebezpečnou vlastnost, ohrožující přežití lidstva. Problém je v tom, že naše agresivní instinkty se zdají být zakódovány v naší DNA. Struktura DNA se při biologické evoluci mění pouze v časové škále milionů let, zatímco destruktivní síly rostou v časové škále vývoje informací, kde je dnes dost dlouhou dobou dvacet nebo třicet let. Jestliže naše inteligence nedokáže

kontrolovat naši agresivitu, nemá lidstvo velkou šanci. Pokud však žijeme, je tu i naděje. Podaří-li se nám přežít příštích sto let, osídlíme jiné planety, možná i u jiných hvězd. To podstatně sníží pravděpodobnost, že celé lidstvo zahubí podobná katastrofa, jako je nukleární válka. Abych vše zrekapituloval. Poukázal jsem na některé problémy, na něž narážíme, pokud věříme, že vše ve vesmíru je determinováno. V této souvislosti není tak důležité, zda je tento determinismus dílem všemohoucího Boha, nebo fyzikálních zákonů. Koneckonců vždycky můžeme říci, že vědecké zákony jsou projevem Boží vůle.

Zabýval jsem se třemi otázkami. Za prvé, jak může být tak něco tak složitého, jako je vesmír se všemi svými detailními rysy, určeno jednoduchou sadou rovnic? Nebo jinak - můžeme skutečně věřit, že Bůh zvolil i tak triviální detaily, jako je obálka *Cosmopolitanu* Zdá se, že odpověď je

taková, že v důsledku principu neurčitosti kvantové mechaniky nemá vesmír jen jednu, nýbrž celou řadu možných historií. Tyto historie se mohou navzájem podobat ve velkých měřítkách, ale budou se podstatně lišit v běžných, každodenních měřítkách. My žijeme v jedné určité historii, historii s danými vlastnostmi a danou detailní stavbou. Ale existují velmi podobné inteligentní bytosti, které žijí historie lišící se v takových detailech, jako kdo vyhrál válku a kdo je vítězem hitparády. Detailní rozmanitost našeho vesmíru je tedy důsledkem toho, že fundamentální zákony v sobě zahrnují kvantovou mechaniku s prvkem neurčitosti a libovůle. Druhý problém: Jestliže je vše předurčeno základní teorií, musí být předem dáno i to, co o ní říkáme. Proč by měla tato teorie determinovat spíše správné výroky o sobě samé než výroky nesprávné nebo irelevantní? Má odpověď se dovolávala darwinovské teorie přírodního výběru. Jenom ti jedinci, kteří byli schopni dělat správné závěry o světě kolem sebe, byli schopni přežít a reprodukovat se.

Třetí otázka byla taková: Je-li vše determinováno, kam se poděje svobodná vůle a odpovědnost za naše činy? Ovšem jediným objektivním testem, zda má organismus svobodnou vůli, je, zda jeho jednání může být předpovídáno. V případě lidských bytostí nemůžeme užít fundamentálních zákonů k predikci lidského chování ze dvou důvodů. Jednak neumíme řešit základní rovnice vzhledem k obrovskému počtu částic, které jsou ve hře, a jednak i kdybychom to dovedli, učiněná předpověď by narušila systém a mohla by vést k jinému výsledku. Protože tedy neumíme předpovídat lidské chování, můžeme právě tak dobře přijmout efektivní teorii, že lidé jsou svobodnými činiteli, kteří si mohou zvolit, co učiní. Zdá se, že víra ve svobodnou vůli a odpovědnost za své činy poskytuje výhody v boji o přežití. To znamená, že byla posilována přírodním

výběrem. To, zda smysl pro odpovědnost, přenášený řečí, stačí udržet pod kontrolou instinkt agresivity, přenášený DNA, se musí ještě ukázat. Pokud ne, pak by lidský rod byl jednou ze slepých uliček evoluce. Možná se nějakému jinému druhu inteligentních bytostí někde v Galaxii podaří dosáhnout lepší vyváženosti mezi inteligencí a agresivitou. Existuje-h podobná civilizace, mohli bychom

očekávat, že se s námi spojí, nebo že alespoň zachytíme její rádiové signály. Možná si je naší existence vědoma, ale nechce se nám prozradit. Vzhledem k naší historii to může být moudré. Tento esej nesl ve svém názvu otázku, zda je vše determinováno. Odpověď zní - ano. Ale právě tak dobře by tomu tak být nemuselo, protože nikdy nemůžeme vědět, co je předurčeno.