

## Výsada žít v prostoru?

*Našemu světu budu říkat Rovina,\* ne proto, že bychom mu tak říkali, ale proto, abys lépe chápal jeho povahu ty, šťastný čtenáři, který máš tu výsadu žít v Prostoru.*

Tak začíná *Rovina*, asi nejslavnější matematický román, který byl kdy napsán. Pod pseudonymem „A. Square“ (A. Čtverec) jej sepsal duchovní a shakespearovský badatel Edwin A. Abbott, jedenadvacet let předtím, než Albert Einstein uskutěčnil revoluci v našem chápání prostoru a času. Vyprávěč příběhu pan Čtverec je hloubavá dvourozměrná bytost, jež objevila zázračnou existenci třírozměrného prostoru a s požitkem si vychutnávala pobyt v něm. Nešťastný hrdina této ságy se snaží přesvědčit nás Prostořany o kráse vesmírů o vyšších dimenzích, jejichž existenci tuší.

Ve stejné době, kdy Abbott svou *Rovinu* psal, si osamělý a tragický umělec na kontinentu představoval jiný vesmír, vesmír ležící za hranicí našeho vnímání. Tím umělcem byl Vincent van Gogh, utrpením pronásledovaný génius, který prý za celý život prodal jen jediný obraz. Dnes se ovšem nemůžete projít ulicemi Amsterodamu, aniž by na vás z výkladních skříní všude nehleděl jeho jímavý autoportrét či krajiny se žlutým nebem a modrou zemí. V roce 1882 napsal bratrovi, svému jedinému podporovateli: „Jsem si jist, že mám cit pro

---

\* Abbottův román *Flatland* nevyšel v českém překladu, v řadě knih je však citován pod názvem „Plochozem“ či „Ploško“. Slovníkově znamená *flatland* rovinu (v zeměpisném, nikoli matematickém, významu), není to tedy slovo uměle vytvořené. Důležitější však je, že termín *flat space*, plochý prostor, znamená prostor, který není zakřivený – tedy i třírozměrný, případně vicedimenzionální, *euklidovský* prostor je v matematickém smyslu plochý, jak uvidíte v dalším výkladu. V Abbottově románu je kladen důraz na dvojrozměrnost Flatlandu, jak je vidět i z uvedeného mota, proto jeho název překládám jako „Rovinu“, byť lze uvést dobré důvody i pro ostatní překlady (pozn. překl.).

barvy a že ho budu získávat stále více.“ Van Gogh nás svými malbami „osvobodil od tyranie barev“, nutí nás představovat si všední předměty zcela jinak, než jsme zvyklí, a tím odhaluje, jakou exotickou realitu lze objevovat i v těch nejobyčejnějších věcech. Jeho barvy nejsou tak podmanivé přehnanou bizarností, nýbrž tím, že jsou právě tak bizarní, aby ještě zachytily podstatu reality a zároveň nás nutily se zamyslet nad tím, co to vlastně realita je.

V tom tkví nádherná síla umění a literatury – vytvářením imaginárních světů nás vede k tomu, abychom přemýšleli nad svým postavením ve světě našem. Věda má podobný dopad. I ona odkrývá různé skryté světy, jenže takové, o kterých se domníváme, že skutečně existují, a co je důležité, o jejichž realnosti se můžeme přesvědčit měřením. Konečný výsledek je ale stejný: nakonec získáme nový pohled na naše postavení ve vesmíru.

Veškerá tato lidská tvůrčí činnost obráží podstatu lidské představivosti, jiskru, která povznáší naši existenci od běžného k neobyčejnému. Možná že kdybychom si neuměli představovat, jaký by svět mohl být, byl by svět naší běžné zkušenosti nesnesitelný.

Přítomnost této obrazotvornosti téměř definuje to, co rozumíme lidstvím. Někdy před 14 000 lety, v místech, kde je dnes Francie, sestoupil náš předek z doby ledové s malým dítětem do míst, která by dnes mnozí z nás pokládali za ponurá a odstrašující. Hluboko v podzemní jeskyni přitlačil ke stěně dětskou ručku a nafoukal na ni nějakou barvu – stínový otisk ručky se zachoval do dnešní doby.

Nikdy se nedozvíme, jaký byl důvod této příhody. Měla nějaký hluboký duchovní význam, nebo to byla prostě jen hra? Rozhodně to nebyl výsledek nějaké každodenní činnosti, protože naši cromagnonští předci v tak hluboko položených jeskynních prostorách nežili. Ať byl ale účel tohoto aktu jakýkoli, říká něco specifického o lidech, něco, co nás jasně odlišuje od našich nejbližších příbuzných v evolučním stromu.

Nemluvím zde o umění samotném. Mám zde na mysli spíše hlubší symbolický smysl vlastního já, které umění odráží. Představa, že otisk na stěně může navěky zaznamenat přítomnost dvou osob toho dne v jeskyni, odráží nejen uvědomění si vlastní existence, ale i snahu uchránit alespoň některé její aspekty před osudovými ranami nebezpečného světa. Protože s uvědoměním si sebe přichází i uvědomění si toho, co *nejsem* já – „neznámých možností existence“, jak to kdysi vyjádřil božstvu podobný mimozemšťan v *Star Treku*.

Že o takových neznámých možnostech uvažovali dokonce ještě dávnější lidé, dokazují umělecké výtvořiny ještě nejméně o 18 000 let starší, než jsou jeskynní malby z Francie. V jeskyni v Hohlenstein-Stadelu na území dnešního Německa byla objevena soška stojící lidské postavy z mamutoviny. Na ní neudivuje jen zručnost pradávného umělce, ale i pojetí – postava nemá hlavu lidskou, nýbrž lví.

Představuje tato pradávna řezba nějaké božstvo? Nebo jen prostě vychází z úvahy, že když existují lvi a existují lidé, snad by někde mohla žít i kombinace obojího? Ani zde se samozřejmě nikdy s jistotou nedozvíme, co inspirovalo pradávného řezbáře, ale ať byl účel figurky jakýkoli, vyjadřuje uměleckou představu skrytých možností v tomto nebo jiném světě.

Během tří set století, jež uplynula od jejího vytvoření, se lidská civilizace i lidská představivost pozoruhodně rozvinuly. Mezi naším moderním snažením a těmito prvními nesmělými uměleckými pokusy je však určitá spojitost: když si představujeme svět za hranicemi naší běžné zkušenosti, dobýváme se do hlubin naší psyché.

V proslulém citátu ze *Zóny soumraku*, jímž jsem uvedl tuto knihu, Rod Serling říká, že imaginace představuje území někde mezi vědou a pověrou. S tímto na mysli stojíme před ústřední otázkou: Do jaké míry obráží naše představivost naše tužby a do jaké míry může nějakým způsobem skutečně zrcadlit realitu?

Můžeme-li přímo porovnávat výplody své imaginace s pozorováním a experimenty, tak je odpověď snadná. Co když to ale nejde? Co jestli některé představy, přetrvávající v mnoha kulturách a různých časech, jsou skutečně jen nějak pevně ukotveny v našich myslích? A je-li to pravda, je tomu tak proto, že jsme produkty přírodního světa, v němž jsou zabudovány?

Na jednu takovou představu se soustřeďuje tato kniha: na dlouhodobou milostnou aféru mezi lidským intelektem a myšlenkou, že někde „venku“ je toho mnohem více, než je přístupné našim očím. Věda dává této představě určité oprávnění. Velkolepý vědecký rozvoj v 19. a 20. století otevřel brány k novým královstvím fyzikálního světa.

V kontextu této knihy však беру pojem „venku“ doslovněji. Může se prostor rozkládat za hranicemi naší zkušenosti, může mít další dimenze, dimenze, jež jsou nepřístupné naší přímé zkušenosti? Nelze než souhlasit se Serlingem, že představivost dává lidské zkušenosti nové dimenze, stále však zůstává otázka, zda pátá, jedenáctá či dvacátá šestá dimenze nejsou jen výplodem naší imaginace.

Co když extradimenze existují, jsou však dobře skryté i před těmi nejdůmyslnějšími experimenty? Stačí na to, aby závoj, jímž je příroda halí, odhrnula jen naše představivost?

Právě tato otázka vedla jednu z nejslavnějších postav západní filozofie – Platona – k napsání příběhu o dvourozměrném světě, který je alegorií našeho omezeného chápání reality. Před dvaceti pěti stoletími použil v nejznámějším ze svých Dialogů, *Republice*, alegorii o jeskyni, aby vyjádřil svoji víru v možnost odhalení skryté reality ve všech předmětech naší zkušenosti.

Platon přirovnává naše životy k životům osob, jež jsou upoutány okovy v jeskyni tak, že nemohou vidět svět světla za nimi. Vězňové vidí všechny předměty za ústím jeskyně jen prostřednictvím stínů, které tyto subjekty vrhají na zadní stěnu jeskyně. Protože jinou zkušenost nemají, stíny pro ně představují reálné věci.

Představme si, říká Platon ústy svého mluvčího Sokrata, co by se stalo, kdyby vězně uvolnili z okovů a vyvedli na denní světlo. Nejdříve by je prudké světlo bolestivě oslnilo a toužili by po návratu do jeskynní temnoty, již přivykli. Nakonec by je však krásy skutečného světa omámily natolik, že návrat do vězení by byl pro ně nemyslitelný. A kdyby k tomu došlo, jak by mohli sdělit pravdu o světě světla těm, kteří o něm nic nevědí, aniž by nebyli pokládáni za šilence?

Platon soudil, že právě v tom spočívá zodpovědnost skutečného filozofa. Musí být ochoten opustit pohodlí svého bezpečného vidění reality a dát se na cestu děsivým novým terénem myslí. A co je ještě důležitější, nesmí se spokojit s tím, že zůstane izolován ve své slonovinové věži učenosti, nýbrž se musí vrátit do světa lidí a pokusit se učit ty, kteří ovládají osudy lidí, jak vesmír skutečně funguje.

Když se Sokrata v Platonově dialogu ptají, jak lze proniknout mlhou, která nám zastírá pravá díla reality, nabídl návod podivuhodně blízký tomu, jež používá současná věda. Odpovídá, že je třeba se uchýlit k abstrakci, jmenovitě k aritmetice, vědě o číslech. „Zdá se, že je to číslo, co nás vede k pravdě,“ říká.

Po studiu čísel následují podle Sokrata další disciplíny, s postupně klesající důležitostí – studium geometrie, astronomie – alespoň co se týče zákonů pohybu – pak snad harmonie, nauka o zvuku. Jen studiem myšlenkových abstrakcí – což bylo jeho vidění těchto disciplín – se můžeme oprostit od řetězů, jež nás poutají k strnulému světu našich smyslů.

Platonovo naléhání zní podmanivě moderně. Jestliže jeho vlastní abstrakce – pomocí dvourozměrných stínů třírozměrných předmětů – mohly otevírat myšlení jeho současníků k přijetí názorů o nekonečných možnostech existence, jaká tajemství mohou odhalit exkurze do současné matematiky? Možná tento duch doplňoval Abbottovo přání napsat politickou satiru, když tvořil svou *Rovinu*.

V *Study of Mathematics* (Studii o matematice) britského matematika a filozofa 20. století Bertranda Russella čteme

slova odrážející velmi přesně Platonovy myšlenky o skryté síle matematiky:

„Díváme-li se na matematiku správným způsobem, tak vidíme, že není jen pravdivá, ale že v sobě skrývá i tu nejvyšší krásu... krásu chladnou a strohou, jako je krása sochy, bez apelu na některou ze slabších částí naší povahy, bez skvělé nádhery malířství či hudby, přesto však úžasně čistou a plnou strohé dokonalosti, již se pyšní jen to největší umění. Právý duch radosti, vytržení a pocitu, že jsme více než lidé, jež jsou prubířskými kameny té nejvyšší dokonalosti, nacházíme v matematice stejně jako v poezii.“

V moderní době jsme si natolik zvykli na úžasnou předpovědní sílu matematického popisu reality, že nám nečiní potíže přijmout jako skutečnost jinak nepředvídatelnou vazbu mezi lidskou abstrakcí a procesy ve skutečném světě. Přesto však matematický fyzik a laureát Nobelovy ceny Eugene Wigner napsal v roce 1960 známý esej „Nezdůvodnitelná účinnost matematiky v přírodních vědách“. Přemítá v ní nad podivuhodnou úspěšností matematiky při popisu přírodních dějů: „Obrovská užitečnost matematiky v přírodních vědách hraničí s mystikou... a není pro ni žádné racionální vysvětlení.“

Právě tato skutečnost – hluboká souvislost mezi matematikou a přírodou, jež se zdá být „podivuhodným darem, ježmuž nerozumíme, a jež si ani nezasloužíme“ – vedla Wignera k dalším úvahám. Znamená snad tato „tajuplná užitečnost matematických pojmů“, že i zcela jiná matematika by sloužila stejně dobře? Jinými slovy, jsou naše teorie jednoznačně určeny – představují nějakou podkladovou realitu přírody, nebo jsme jen náhodou zvolili jednu z mnoha možných, stejně životaschopných matematických koncepcí, v jejímž rámci klademe své dotazy? A je-li tomu tak, byl by fyzikální obraz odpovídající jinému možnému popisu zcela rozdílný?

Za těch padesát let, jež uplynula od napsání Wignerova eseje, jsme učinili v našem porozumění podstatě fyzikálních

teorií velký krok a myslím, že mohu bezpečně tvrdit, že otázky, jež v něm klade, už nejsou pro vědce příliš zajímavé. Přesně dnes chápeme, jak různé matematické teorie mohou vést k ekvivalentním předpovědím fyzikálních jevů, protože některé aspekty teorie budou na určité škále matematicky nedůležité. Nadto jsme se naučili uvažovat pomocí „symetrií“ přírody, jež se odrážejí v podkládající matematice. To znovu ukazuje na důležitost matematiky při popisu přírodních jevů a tyto symetrie se zdají zase tak fundamentální, že máme právo se domnívat, že je bude muset vystihovat každá teorie schopná dávat správné předpovědi. Z toho důvodu mohou zdánlivě rozdílné matematické formulace popisovat identický fyzikální obraz.

Diskuse o neobyčejné účinnosti matematiky při popisu přírodních jevů má však i svou druhou stranu. Ne všechny matematické představy, které otvírají nové horizonty naší imaginace, mají své odpovídající partnery v přírodě. Kdyby tomu tak bylo, pak by věda byla jen hledáním nových matematických prostředků.

Síla matematiky bude hrát v našem dalším výkladu velkou roli, když ale dojde na vztah mezi vědeckou imaginací a realitou, musíme mít na paměti, že matematická krása a elegance k vytvoření plodného vědeckého obrazu nestačí. To, na čem opravdu záleží, jsou výsledky. Proto věda není filozofie a příroda má vždy navrch. Jak říkal Richard Feynman, věda je „imaginace ve svěrací kazajce“. Konečným kritériem správnosti teorií je jejich úspěšnost v předpovídání budoucnosti. Imaginace se však ve vědě zdvihá na úroveň krásy, když dovolí předpovídat věci, o nichž by nikdo neřekl, že jsou předvídatelné.

Vrátíme-li se k Platonově jeskyni, Sokrates uváděl, že nešťastnou duši, která viděla světlo a pak byla vtažena znovu do jeskyně, by spoluvězni pokládali za šilence. To však znamená, že všichni šilenci skutečně viděli světlo. Každý náboženský prorok v historii, od Mojžíše k Ježíšovi, od Muhamma

da k Josephu Smithovi\*, halil své zjevení do jazyka podobného řeči Platonově. Všichni tvrdili, že chceme-li vidět pravou povahu světa, musíme rozhrnout záclonu před našima očima. *Všichni* zároveň však nemohou mít pravdu. Za jejich záclonami jsou rozdílné světy.

To nás přivádí k dalšímu aspektu lidské zkušenosti, který nutně závisí na existenci jiného světa – náboženství. Jeden z nejpopulárnějších křesťanských spisovatelů 20. století, Clive Staples Lewis, vytvořil velice úspěšnou románovou řadu pro děti – *Letopisy Narnie*; jeho epická alegorická sága se odehrává ve zcela novém světě, světě ukrytém před našima očima. Lewisova Narnie není jako Tolkienova Středozem, lokalizovaná velmi, velmi daleko a dávno, předávno. Vstupuje se do ní jednoduše šatníkem v přeplněném venkovské domě jistého profesora. Je v tom nějaké kouzlo, v jádře se však jeho provedení moc neliší od Billova portálu přes čtvrtý rozměr, jenž byl k vidění o méně než deset let později v Serlingově televizním seriálu *Zóna soumraku*.

Lewisovy „fantasy“ romány skutečně navazují na dlouhou tradici vycházející z pomezí vědy a pověry. Ve svých duších bezpochyby cítíme silnou potřebu věřit v existenci jiných světů, v nichž se naplňují naše naděje a sny a nejhorší noční můry jsou bezpečně pohřbeny.

Náboženství je nepochybně tím nejzřetelnějším projevem vrozené touhy po vesmíru mnohem bohatším a pravděpodobně laskavějším a dobrotivějším, než je svět naší materiální existence. Nicméně ačkoli naše dychtění po hlubší realitě je v jednom smyslu velmi duchovní, v jiném aspektu hranici čistého duchovna překračuje. Proniká všemi větvemi naší kultury včetně vědy.

Abychom rozlišili vědu od pověry, měli bychom si přiznat, že všichni *chceme* věřit, podobně jako Fox Mulder v *Aktech X*. Přizpůsobit svou víru realitě přírody a nenechat ji ubírat se

---

\* Zakladatel mormonské církve (pozn. překl.).



jiným směrem je velmi obtížné. Právě toto je podle mého názoru jeden z největších darů, jež věda poskytuje naší civilizaci.

Proces, kterým se děje přechod od imaginace k vědě, není vždy jasně zřetelný, zejména když se zmateně potácíme někde uprostřed, jak je tomu dnes alespoň v souvislosti s možnostmi existence velkých či malých dodatečných rozměrů ve světě kolem nás. Tato kniha chce poskytnout mimo jiné fotografický snímek současného stavu, ukázat na fyzikální a matematickou motivaci našich spekulací, na střídání nadějných výhledů a zmařených očekávání poté, co se zjistí, že stopa byla klamná. Obraz, který se vynoří, zdaleka není jasně zaostřený, ač ze zpráv v tisku a populární literatuře by se mohl zdát opak. Ale neznalost všech odpovědí, nebo přesněji poznání, že nikdo nezná všechny odpovědi, je hnací silou veškerého výzkumu.

V umění, literatuře a vědě se za léta nashromáždily různé projevy myšlenky, že tři prostorové rozměry nejsou vše, co existuje. V posledních letech však velmi vzrostla důležitost tohoto tématu a právě proto si myslím, že je vhodná doba seznámit s nimi širší veřejnost. Nové teoretické myšlenky vyžadují dramatickým způsobem existenci mnoha vedlejších rozměrů a vědci v současné době zápasí s problémem, zda tyto představy mají něco společného s reálným světem.

Na poslední výrok je třeba položit důraz. Ve sdělovacích prostředcích se často setkáváme s popisem, který klade spekulativní úvahy na roveň těch dobře ověřených. V důsledku toho může čtenář mezi nimi jen těžko rozlišit a je velice nešťastné, že veřejnost pak vnímá některé velmi dobře podložené představy, o kterých se ví, že velmi přesně popisují fyzikální svět (jako je vývoj vesmíru a velký třesk), jen jako teoretické nápady skupiny posedlých vědců. Jedním z nejdůležitějších úkolů popularizace nejnovějších výsledků vědy je přesně rozlišit, kde *víme*, že se hovoří o přesném popisu přírody, a kde je jen *naděje*, že by tomu tak jednou mohlo být. A to nejhorší je obojí pomíchat.

V této knize se pokusíme o nezaujatý a vyvážený pohled na teorii strun a její odnože, hlavní zdroj současného nadšení nad dalšími dimenzemi. Uvidíme, že existuje celá řada dobrých teoretických důvodů pro to, aby fyzici tyto myšlenky s nadšením rozpracovávali. To ale nesmí zastínit skutečnost, že od strunové teorie se teprve očekává důkaz její jasné souvislosti s reálným světem a že přes veškerou reklamu je to teorie, která zatím měla úspěch především v inspiraci rozvoje složité matematiky.

Myšlenky, o nichž budeme hovořit, mají hluboké kořeny. Byť se tedy naše vyprávění bude týkat především vědy, předloží naše kniha i jejich širší historii. Kulturní kontext pojmu dalších dimenzí v literatuře i umění je téměř stejně jímavý jako kontext vědecký. Věda se nepěstuje ve vakuu, a jak jsem se už snažil ukázat, samotná skutečnost, že se některé myšlenky objevují v různých kontextech, často s časovým odstupem několika století, něco vypovídá, když už ne o fyzikálním světě, tak alespoň o lidské mysli.

Co mě ale nejvíc poutá na příběhu fyziky, je ta její tvář, jež mě hypnotizuje vždy, když navštívím nějakou laboratoř. Představa extradimenzí se může zdát ezoterická. Teoretické úvahy o nich se často ubírají spletitými cestami, jejich vědecký základ však zůstává zakotvený v experimentech. To je pravda, přestože příslušné experimenty někdy vypadají tak vzdálené od teoretických koncepcí jako baseball od mozkové chirurgie.

Přes tuto cestu plnou zákrut je však vědecký pokrok nezpochybnitelný. Létáme v letadlech a vysíláme rakety, které zkoumají vnější planety naší sluneční soustavy. Vyvíjíme nové léky, které nám prodlužují život. Elektronicky spolu komunikujeme po celé zeměkouli téměř okamžitě, na takové vzdálenosti, kam poslat zprávu kdysi trvalo týdny či měsíce. Věda je aréna lidských záležitostí, kde máme plné právo *požadovat* důkazy, že nové myšlenky jsou opravdu funkční.

Platonovy názory na matematiku nám připadají velmi moderní, nicméně celá řecká filozofie byla značně impotentní co se týče schopnosti přispět k technologickému pokroku civilizace. To proto, že teoretické úvahy byly tehdy zcela odtrženy od empirismu – filozofie přírody se ještě nerozvinula ve skutečnou vědu.

Přiznávám, že mám rozkolísanou víru v možnost, že tři prostorové dimenze, které vnímáme, nevystihují plnou pravdu. Existují fascinující matematické i fyzikální důvody k tomu, abychom alespoň zvažovali možnost, že tři prostorové dimenze jsou jen špička kosmického ledovce. Na druhé straně zatím neexistuje žádný přesvědčivý důkaz, že tomu tak opravdu je.

Při zkoumání uměleckého, literárního a vědeckého základu našeho současného světového názoru a rozhraní mezi našimi znalostmi a nevědomostí narazíme na okouzující výboje lidského ducha i na pozoruhodné objevy týkající se našeho vesmíru. Doufám, že vám nakonec poskytnu lepší perspektivu k rozhodování, co pokládat za věrohodné a co ne. Zatím nám všem nezbývá než hádat.

Než se vydáme na naši společnou cestu, je možná dobře si připomenout opatrnou radu Antoina Lavoisiera, jednoho z největších vědců 18. století. Tento otec moderní chemie byl popraven za Velké francouzské revoluce, jež sama vycházela z chybně pochopeného pojmu „vědecký“ jako základu lidských záležitostí. Lavoisier je nejznámější pro svůj objev základní důležitosti neviditelného plynu, kyslíku, v chemii našeho světa. Na adresu rodící se exotické vědy, u jejíž kolébky stál, poznamenal: „U věcí, jež nejsou ani vidět, ani cítit, je důležité nenechat se unést úlety představivosti.“