

Edice Qfwfq

Lukáš Zámečník

Filosofie vědy

Olomouc
2014

Filosofie vědy

Lukáš Zámečnick

Recenzovali

doc. RNDr. Jiří Langer, CSc.

Prof. PhDr. RNDr. Jan Štěpán, CSc.

prof. RNDr. dr. hab. Jan Andres, DSc.

Tato publikace vychází v rámci grantu Inovace studia obecné jazykovědy a teorie komunikace ve spolupráci s přírodními vědami. reg. č. CZ.1.07/2.2.00/28.0076.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Neoprávněné užití tohoto díla je porušením autorských práv a může zakládat občanskoprávní, správněprávní, popř. trestněprávní odpovědnost.

1. vydání

© Lukáš Zámečnick, 2014

© Univerzita Palackého v Olomouci, 2014

ISBN 978-80-244-4316-4

Věnováno Pávě a Šimonovi, za trpělivost a hlasitou podporu



Obsah

0 Úvod	9
0.1 O ptácích, vědcích a filosofech	9
0.2 Vztah vědy a filosofie	12
0.3 Vznik filosofie vědy analytické tradice	15
1 Syntaktická filosofie vědy	18
1.0 Základní předpoklady syntaktické filosofie vědy	18
1.1 Struktura vědeckých teorií	22
1.11 Syntaktické pojetí teorií	26
1.12 Rekonstrukcionistické pojetí teorií	33
1.13 Teoretické entity a termíny	36
1.2 Vědecké vysvětlení	43
1.21 Kauzální vysvětlení	46
1.22 Deduktivně-nomologický model vysvětlení	50
1.23 Vysvětlení a predikce	52
1.24 Vědecký zákon	55
1.3 Testování vědeckých teorií	60
1.31 Induktivní inference	62
1.32 Verifikace a konfirmace hypotéz	68
1.33 Falsifikace hypotéz	73
1.34 Domněnky a jejich vyvrácení	76
1.4 Vývoj vědeckých teorií	86

1.41 Redukce a vědecký pokrok	88
1.42 Princip korespondence a kumulativismus	95
2 Sémantická filosofie vědy	98
2.0 Základní předpoklady sémantické filosofie vědy	98
2.1 Struktura vědeckých teorií	103
2.11 Mezi realismem a instrumentalismem	104
2.12 Sémantické pojetí teorií	113
2.2 Vědecké vysvětlení	127
2.21 Asymetrie explanace a predikce	132
2.22 Kauzální úloha vysvětlení	138
2.23 Vysvětlení a pravděpodobnost	146
2.3 Testování vědeckých teorií	149
2.31 Vědecký výzkumný program	152
2.32 Problémy empirického východiska vědy	159
2.4 Vývoj vědeckých teorií	169
2.41 Struktura vědeckých revolucí	174
2.42 Nesouměřitelnost vědeckých teorií	184
2.43 Racionalizace krize vědy	189
3 Pragmatická filosofie vědy	193
3.0 Základní předpoklady pragmatické filosofie vědy	193
3.1 Struktura vědeckých teorií	199
3.11 Modelové pojetí vědeckých teorií	207
3.12 Modelově dynamické pojetí vědeckých teorií	215
3.2 Vědecké vysvětlení	220

3.21 Sjednocující úloha vysvětlení	228
3.22 Teleologické vysvětlení	234
3.3 Testování vědeckých teorií	241
3.31 Pravděpodobnost vědeckých hypotéz	244
3.32 Bayesianismus	249
3.33 Problém demarkace vědy a pseudovědy	255
3.4 Vývoj vědeckých teorií	259
3.41 Vědecký pokrok bez kurately filosofie vědy	263
3.42 Rekonstrukce struktury vědeckých revolucí	268
3.43 Modelově dynamické pojetí vzniku a vývoje vědeckých teorií	272
4 Závěr	280
4.1 Normativní úloha filosofie vědy	280
4.2 Kam ve filosofii vědy dnes?	283
5 Literatura	288



0 Úvod

0.1 O PTÁCÍCH, VĚDCÍCH A FILOSOFECH

Když si Pendéros Fantasmatos přečetl poslední vydání Edge Questions, stále sedě ve svém pohodlném křesle, zapálil si dlouho připravenou dýmku, dlouze z ní potáhl, chopil se svého poznámkového bloku v kožených deskách a plnicím perem si poznamenal: „Vědci nás přesvědčují, co vše by mohlo být skutečností, aniž by současně byli schopni říci, co by mělo být skutečností. Ztracená generace filosofů vzdala svůj normativní úkol a stala se nadšenými přízvukovači vítězství faktu nad smyslem.“

Mezi filosofy zdomácněla proslulá prűpovídka, že filosofie vědy je vědcům prospěšná asi tolik, jako je ornitologie prospěšná ptákům. Můžeme samozřejmě okamžitě namítnout, že ptáku lze odpustit, že sám ornitologii neupotřebí, ačkoliv ta může být, je-li provozována lidmi, ptákům zajisté velmi prospěšná. Nelze už ale stejně odpustit i vědci, že filosofii vědy nedokáže použít, ačkoliv filosof by ji jistě měl ku prospěchu vědy rozvíjet.

Proč vědec nedokáže těžit z filosofie vědy? Důvody jsou v podstatě konstruovány sociálně. Ačkoliv v jistém ohledu zanikly hranice mezi přírodními, sociálními a humanitními vědami, což bylo Brockmanem označeno jako vznik třetí kultury, nejsme v situaci, kdy by se proponenti přírodních věd naučili rozumět humanitním disciplínám a využívat jejich přístupy. Ve skutečnosti je třetí kultura tvořena skupinou popularizátorů vědy z řad přírodovědců, počínaje Hawkingem, Penrosem, Dawkinsem až ke Smolinovi, Greenovi a Krausovi, kteří jsou přesvědčeni, že jejich vlastní disciplína je schopna poskytnout vysvětlení fenoménů tradičně spojovaných s humanitní oblastí.

Situace je o to horší, že k popularizujícím přírodovědcům se přidávají i někteří filosofové, kteří mají pocit, že sejetí s přírodní vědou konečně dává filosofii smysl. Tento smysl ale bohužel tragikomicky vyjadřují jako autodestrukci filosofie. Klasikem tohoto přístupu je samozřejmě Quine, o jeho zpopularizování se v oblasti filosofie myslí zasloužil především Daniel Dennett a z nových tváří pak především Alex Rosenberg.

Máme tedy na jedné straně přesvědčení, že věda vysvětluje vše, na druhé straně servilní přitakání filosofů, že tak tomu samozřejmě je. Na jedné straně Lawrence Krauss v knize *Universe from Nothing* s lehkostí prohlašuje fyziku za zcela soběstačnou a schopnou řešit dokonce i tradiční filosofické problémy a domnívá se tak, že filosofové s konečnou platností odkázal historii. Na druhé straně jsou mnozí filosofové bezvýhradně přesvědčeni, že věda je dokonale schopná vlastní seberegulace, protože je to nejlepší evoluční strategie, která se ve vývoji lidské kultury osvědčila a přežívá.

Explicitně řečeno, vědci zjednodušují filosofická témata a filosofové obdobně zase témata vědecká. Podle Krausse se filosofové zabývají ad nauseam otázkou: „Proč je spíše Něco, nežli Nic, když Nic je jednodušší než Něco?“ Domnívám se, že modelový čtenář této knihy, u kterého se předpokládá absolvování alespoň dvou semestrů filosofie, chápe, že tato otázka položená na přelomu 17. a 18. století má již dnes ve filosofii trochu vyhraněnější podobu. Krauss tak většinou svých zásahů proti filosofii naprosto míjí cíl.

Co se ale stane z vědy, až se vyčerpá doznívající axiologie novověku, která hledala sjednocující vysvětlení všech přirozených jevů? Co se stane se společností, až jí budou dominovat speciální vědecké aplikace bez jakékoli normativity? Tyto otázky by si měli klást především filosofové. A ačkoliv zůstane pravděpodobně pouze u jejich kladení, pak, jak jsme zvyklí, to je hlavní způsob přínosu filosofie společnosti.

Filosof, který se bezvýhradně spoléhá na poznatky vědy, podlehne učebnicovému klamu, který mu rýsuje bezproblémové traktování standardních vědeckých teorií. Ať už se jedná o fyziku nebo biologii, o standardní model částic nebo neodarwinovskou syntézu, trocha reflexe, kterou by měl provádět právě filosof, ukáže, že věci nejsou tak jednoduché, jak se prezentují v populárních knihách. Pokud budeme bezvýhradně věřit, že svět je složen z fermionů a bosonů a že jej řídí několik známých, experimentálně potvrzených fyzikálních zákonů, pokud o to opřeme svůj naturalismus a prohlásíme materialismus za vědecký, pak se dopouštíme celé řady zásadních desinterpretací a naivních zjednodušení. A především se jako filosofové ochuzujeme o naši hlavní činnost – pojmovou analýzu, kritiku teoretické struktury, kontrast teoretické

soudržnosti a experimentálních omezení, prostě o normativní nadhled nad vědeckou prací.

Snad s výjimkou postmodernistů nikdo na akademické půdě nepochybuje, že věda potřebuje být chválena, protože ve společnostech našeho rozvinutého západního světa mohou bujet různé antivědecké tendence – náboženský fundamentalismus, spiritualismus ad. Nicméně není možné zaměňovat chválu vědy za jediný zbývající úkol filosofa.

Filosof vědy by měl splňovat celou řadu nároků, formálních i obsahových. Měl by být zběhlý v logice a teorii argumentace, měl by ale také pokud možno disponovat znalostmi některé vědecké disciplíny. V podstatě ideálním vyústěním četby této knihy by měla být úvaha čtenáře, zda neprovést nějaké obsáhlejší studium zvolené vědecké disciplíny, pak by prokázal filosofii vědy a vědě samotné nejlepší službu.

Jak připomíná Alex Rosenberg, filosofie vědy nemůže být vědou nahrazena, protože klade otázky, které věda z principu klást nemůže (Rosenberg, 2005, s. 6). Ačkoliv jsou tyto otázky většinou směřovány na „věčné problémy“, tj. např. pravdu, sjednocení poznání, cíl poznání ad., nemůžeme je označit za zbytečné, protože na ně nelze poskytnout definitivní odpověď. Filosofie vědy je principiálně normativní disciplínou, není to její vada na kráse, ale základní součást definice. Její pozitivní působení se ukazuje většinou až s odstupem času, protože, někdy skrytě a zprostředkovaně, formuje intelektuální elity, které jsou zodpovědné za pozitivní vývoj společnosti. A jsou za tuto odpovědnost společností placeni.

Můžeme shrnout několik důležitých charakteristik, které vymezují filosofii vědy:

1. Filosofie vědy je normativní disciplínou, která provádí reflexi vědy.
2. Filosofie vědy klade otázky po obecných determinantách vědecké činnosti (pravda, jednota, cíl ad.).
3. Filosofii vědy se primárně soustřeďuje na několik klíčových témat: struktura vědeckých teorií, vědecké vysvětlení, testování vědeckých teorií a vývoj vědeckých teorií, které se v průběhu vývoje filosofie vědy zásadně přehodnocují.
4. Ačkoliv se kladené otázky opakují, jejich význam se vlivem proměny vědy také mění.

0.2 VZTAH VĚDY A FILOSOFIE

Chceme-li vymezit vztah mezi vědou a filosofií, můžeme tak učinit jen s určitou mírou vágnosti. Důvodem je především značná provázanost obou oblastí a současně historické zvláštnosti, které tyto oblasti vymezovaly v minulosti. Tradiční akceptovaný přístup konstatuje, že jednotlivé speciální vědy se postupně z filosofie vymezovaly, počínaje matematikou.

Tento přístup ovšem neodsuzuje filosofii do role inventáře zbývajících pseudoprotblémů, jak by mohla sugerovat pozitivistická, a nově také naturalistická linie ve filosofii. Můžeme totiž primárně definovat filosofii jako místo, kde se artikuluje poznávací potenciál lidské kultury. Každá oddělivší se speciální věda si s sebou nese základní konceptuální výbavu, která nejen že má svůj původ v tradiční filosofické terminologii, ale především vyžaduje neustálé přehodnocování. Pokud jsme se něco pozitivního naučili z kuhnovského obratu ve filosofii vědy, pak je to právě potřeba zřetelného vymezení ontologie, metodologie a axiologie jednotlivých speciálních věd. Pokud se zaměříme na tyto dimenze každé speciální vědy, pak se stane zřetelným, že při každé teoretické změně disciplíny přichází ke slovu právě jejich důsledné přeartikulování.

Souhrnně řečeno v okamžicích zásadních proměn vědy vstupuje do hry výrazně právě jejich skrytá filosofická dimenze. Věda a filosofie nejsou v tomto ohledu jednoduše oddělitelné. Chápeme-li filosofii jako vymezenou především metodou zkoumání než tématem, pak si každá vědecká disciplína zachovává v míře abstrakce, která je jí vlastní, filosofický rozměr. Je přitom důležité mít na paměti, že se nejedná pouze o suchopárné zkoumání minulosti dané vědy (tj. historiografii vědy). Reflexe vědeckých pojmů totiž právě umožňuje, aby se věda vyvíjela. Filosofie je tak vymezena jako potenciál kritického myšlení, které vykazuje schopnost flexibilního přizpůsobování teoretických systémů. Jako taková je pak filosofie nutnou součástí vědy.

Alex Rosenberg se ptá, zda nejsou otázky, které věda nedokáže zodpovědět, stejně jako otázky, proč tomu tak je, pouze pseudootázkami, jak nás přesvědčují naturalisté (Rosenberg, 2005, s. 4–6). Oповěď vyžaduje základní rozlišení normativní a deskriptivní dimenze poznání. Dobře, připuštme, že budeme chtít odvrhnout zmíněné otázky jako pseudootázky, které se odvolávají

na nepoužitelnou normativitu, koncept, který nemá oporu ve faktuálním provozu vědy. Jakým druhem soudu tak učiníme? Samozřejmě normativním. Tyto úvahy v návaznosti na Fraassenův koncept „zastávání stanoviska“ (viz níže) nás tak přivádějí ke zjištění, jak si ukážeme podrobněji dále, že snaha odmítnout normativitu vede ke sporu s předpokladem.

To platí samozřejmě bez ohledu na to, že filosofové samozřejmě nedisponují žádným speciálním druhem poznání, který není vlastní ostatním vědcům, a že striktní hranici mezi filosofické a vědecké otázky nelze, s ohledem na téma, narýsovat.

Takto jsme čistě nakreslili pro filosofa schéma, které mu zajišťuje, že jeho snažení je smysluplné. Filosof je jistě spokojený, když kromě praktických ohledů může přitakat argumentu. Důležité jsou ovšem i zmíněné praktické ohledy – filosofie vědy by měla poskytnout odlišení vědy a pseudovědy. Ačkoliv se těžko hledají jednoznačná kritéria, která by mohla s definitivní platností odsoudit některé teoretické struktury jako nevědecké z hlediska syntaktické filosofie vědy, přesto by mělo být možné provést alespoň na bázi pragmatické filosofie vědy funkční odlišení. Podobně je v praktické rovině třeba odlišit přírodní, sociální a humanitní vědy s ohledem na jejich odlišné metodologie. Abychom se vyvarovali neadekvátních aplikací, nevhodných pojmových výpůjček a mnoha dalších nešvarů.

Zvolíme-li Kantovu kritickou filosofii jako okamžik emancipace vědy na filosofii, pak můžeme prohlásit, že věda byla pro filosofii vždy zdrojem inspirací. Zaměříme-li se zhruba na období uplynulých sta let, pak můžeme zmínit kupříkladu v oblasti matematiky Gödelovy teorémy, Mandelbrotovu fraktální geometrii, Perelmanův důkaz Poincarého domněnky ad. Z fyziky se do filosofie někdy až nadměrně šíří koncepty jako jsou Heisenbergovy relace neurčitosti, filosofové vědy přemýšlí nad časovou symetrií Feynmanových diagramů, uvažují nad postupným sjednocováním fyziky v kontextu objevu Higgsova bosonu („božské částice“). Informační věda a neurovědy zásobují filosofii koncepty Turingova stroje, Minského společenství myslí, Penroseovy kvantové teorie myslí a mnoho jiného.

Specifická otázka se týká také soudobých debat o vylučnosti tzv. západní vědy, potažmo o nevhodné dominanci západní vědy a o nových, nebo naopak

tradičních, podobách rozumění. Můžeme radikálně prohlásit, že věda je jen jedna. Ačkoliv může toto absolutní tvrzení zneklidňovat tolerantní kruhy humanitních vzdělanců, chce se jím pouze říci, že provozování vědy vyžaduje koherenci její ontologie a metodologie a pravděpodobně také její axiologie.

Vznik vědy na západě je fenoménem, který bychom neměli příliš univerzalizovat. Ovlivnění Jaredem Diamodem jsme navyklí vidět jasné důvody jejího vzniku v oblasti úrodného pŕlměsíce. Linií jejího dalšího vývoje pak sledujeme od antického Řecka přes arabskou kulturu středověku do renesanční Itálie až k protestantské reformaci a sekulárnímu 20. století. Cézura mezi vědou a náboženstvím je ovšem novodobý konstrukt, a ačkoliv můžeme nacházet empirii pro nerozvinutost vědy v teokratických společnostech, nemůžeme vynést jasný a jednoznačný soud. Kupříkladu křesťanská idea racionálního stvoření v podstatě umožnila vznik novověké axiologie vědy. Navíc kromě zmíněné tradiční linie vývoje vědy můžeme připomenout význam byzantské kultury, středověkých klášterů, scholastiky, jezuitů a dalších.

Rosenberg se ptá po postačujících podmínkách, které vymezí, proč byla věda přijata v univerzální podobě ve všech společnostech (Rosenberg, 2005, s. 16–17). Nechceme-li argumentovat postmoderním způsobem, pak nám zbývá pouze vytvářet odvážné analogie, odvozené z evolučního paradigmatu – věda je nahlížena jako zatím nejúspěšnější adaptace ve vývoji lidské kultury.

Potřeba filosofie vědy jako dovednosti, která by měla být automaticky vlastní každému vědci, spočívá v ochraně výlučného postavení vědy. Ačkoliv se nám může zdát, že ze zcela pragmatických důvodů nebude věda nikdy čelit nebezpečí vlastního zániku, měli bychom si uvědomit, že využívání technických aplikací vědy nebrání jejich uživatelům v dezinterpretaci vědy na teoretické rovině. Je zcela konzistentně představitelná budoucnost, v níž vědecký pokrok vystřídá pokrok vědeckých aplikací v dílčích směrech, se současnou eliminací primárního výzkumu. Příkladem může být ekonomický vliv – jistý přívrženec islámu s bohatou finanční podporou vytvořil dílo *Atlas of Creation*, které diskvalifikuje darwinovskou teorii a které na vlastní náklady rozdistribuoval desítkám tisíc škol a výzkumných pracovišť po celém území Spojených států a Evropy. Samozřejmě víme a níže uvidíme, že také postmodernismus učinil vědě medvědí službu.

0.3 VZNIK FILOSOFIE VĚDY ANALYTICKÉ TRADICE

Počátky filosofie vědy má smysl hledat až v podmínkách, kdy existovaly etablované vědní obory a kdy byla věda chápána jako odlišná od filosofie. Takto pojmán by mohl být jeden z počátků vztažen pravděpodobně nejdříve ke Kantovi a snad obecně osvícenství. V 19. století můžeme počátky filosofie vědy spatřovat v pozitivismu. Na přelomu 19. a 20. století je tradičně spojována s empiriokriticizmem Richarda Avenaria a Ernsta Macha a novokantovstvím v jeho francouzské i německé podobě, za které připomeňme alespoň Henri Poincarého a Ernsta Cassirera. Linie novokantovství pak rozvíjejí tematiku filosofii vědy, především ve francouzské variantě, následně i paralelně s již existujícími počátky analytické filosofie Vídeňského kruhu, Berlínské školy a Lvovsko–Varšavské školy.

Skutečný počátek filosofie vědy můžeme spatřovat ve vzniku analytické filosofie v její rané variantě logického empiricismu (novopozitivismu) Vídeňského kruhu. Velmi případně se ohlašuje v závěru Wittgensteinova Traktátu, který byl jedním z hlavních inspiračních zdrojů logických empiriků, kde Wittgenstein prohlašuje za úkol filosofie říkat pouze to, co říci lze, tedy věty přírodní vědy. V duchu tohoto prohlášení bylo pak jednou ze snah představitelů Vídeňského kruhu vybudovat vědeckou filosofii (*die Wissenschaftliche Philosophie*) jako protiváhu a destruktoru soudobých metafyzik, ale především jako regulativ/kánon vědecké činnosti, jak vyplývá z programového prohlášení Vědecká koncepce světa – Vídeňský kruh (*Wissenschaftliche Weltauffassung – der Wiener Kreis*, 1929).

Proměna analytické filosofie po druhé světové válce, která souvisela mimo mnohého jiného s propojením evropského programu logického empiricismu s americkým pragmatismem, znamenala zásadní, v podstatě konstitutivní, okamžik pro filosofii vědy. Filosofie vědy jako označení specifické subdisciplíny analytické filosofie se vyskytuje poprvé pravděpodobně u Hanse Reichenbacha, který termín získává na základě překladu německého *Wissenschaftliche Philosophie* na anglické *Philosophy of Science* (Giere, 1999, s. 219–222). V těchto dvou označeních můžeme cítit proměnu zacílení – vědecká filosofie, která hledala logicko-empirické základy vědy, ustupuje filosofii vědy, která provádí

racionální reflexi vědy, a to postupně na úrovni syntaktické, sémantické a pragmatické. Zároveň samozřejmě můžeme cítit pokračování projektu logických empiristů – ačkoliv logicko-empirické základy vědy jsou nyní nahlíženy jako něco, co může filosofie vědy pouze odhalit a nikoliv vědě předepisovat.

Kniha je strukturována tak, že pojednává jednotlivé výše uvedené fáze vývoje filosofie vědy – syntaktickou (od 40. let 20. století), sémantickou (od 60. let 20. století) a pragmatickou (od 80. let 20. století) – jako navazující struktury. V každé je zhodnocena a dále rozvíjena také předchozí fáze. Klíčovými opěrnými body analytického projektu filosofie vědy jsou – pojetí empirismu, teorie pravdy a koncepce a priori. Konkrétněji, pro každé období je rozhodující, jakým způsobem je nahlíženo nezpochybnitelné empirické východisko, jaká teorie pravdy stojí v pozadí koncipování vědecké teorie a jak je nahlíženo na apriorní soudy. V proměnách filosofie vědy analytické tradice není možné nahlížet nějaký postupující trend – pravděpodobně rozmělnění –, ale spíše různorodou obměnu náhledu na klíčová témata, která zahrnují pojetí struktury vědeckých teorií, vědeckého vysvětlení, testovatelnosti vědeckých teorií a vývoje vědeckých teorií.

Vzhledem k šíři témat filosofie vědy analytické tradice musíme naše zkoumání omezit a některá zajímavá témata pouze naznačit, nebo úplně vynechat. Filosofii vědy budeme představovat až od počátku analytické filosofie Vídeňského kruhu, převážně se zaměříme na filosofii přírodních věd a nebudeme se zabývat vědou jako kulturním fenoménem, protože tato zkoumání namnoze přísluší především sociologii vědy, psychologii vědy, ekonomii vědy, politologii vědy ad.

Zásadní poděkování patří Alexu Rosenbergovi, jehož skvělá kniha *Philosophy of Science* mi byla při psaní velkou inspirací a vodítkem. V zásadě ji lze jen doporučit jako prostředek k paralelnímu čtení této knihy, která se pokouší pro české filosofické prostředí zprostředkovat nový ucelený pohled na současný stav filosofie vědy analytické tradice.

Pro přehlednost jsou v knize uváděny přímé odkazy na literaturu pouze v těch případech, kdy se jedná o parafráze aktuálních publikací a kdy je žádoucí aktuální srovnání se zdrojovou informací. Při interpretování klasiků

jsou odkazy vynechány a čtenáře lze odkázat k bohatému seznamu literatury, v němž je možné všechny potřebné zdroje dohledat. Kniha také v zásadě neobsahuje poznámkový aparát, pro přehlednost jsou do hlavního textu vloženy doplňující texty, které může čtenář s klidem při čtení ignorovat, bez újmy na porozumění celku. Na druhou stranu obsahují tyto texty řadu zajímavých témat, o které by se čtenář neměl nechat ochudit, neboť kdo by chtěl jíst pokrm nemastný a neslaný?

1 Syntaktická filosofie vědy

Zlatá éra: 40. a 50. léta 20. století

Základní předpoklady:

- logický empirismus
- korespondenční a koherenční teorie pravdy
- analytické a priori

Klíčová témata:

- struktura vědeckých teorií: syntaktické pojetí teorií
- vědecké vysvětlení: deduktivně-nomologický model vysvětlení
- testování vědeckých teorií: konfirmace a koroborace
- vývoj vědeckých teorií: kumulativismus

1.0 ZÁKLADNÍ PŘEDPOKLADY SYNTAKTICKÉ FILOSOFIE VĚDY

Empiristická epistemologie je zásadním východiskem nejen syntaktické filosofie vědy, ale obecně celého projektu budování filosofie vědy na základech analytické filosofie. Dějiny empirismu jsou dostatečně známé a jejich znalost budeme v následujících kapitolách předpokládat. Pro základní orientaci je ovšem třeba připomenout zásadní přelomové okamžiky v dějinách empirismu.

Britský empirismus, který se rozvinul v 17. a 18. století a který v anglosaském prostředí plynule pokračoval až do století 19., byl z pohledu kontinentální epistemologické tradice zásadně ovlivněn Kantovou kritickou filosofií, která pro něj vytyčila transcendentální základy. Logický empiricismus, který se vynořil v první polovině 20. století ze souběhu kontinentální a anglosaské epistemologie, byl zásadně transformován v polovině 20. století především Quinovou kritikou dogmat logického empiricismu, která vyústila v naturalizovanou epistemologii, jež byla zaštitěna pragmatismem. Naturalizovaná epistemologie byla v průběhu

uplynulých 50 let podrobena celé řadě dalších revizí, z nichž nejzásadnější jsou revize Davidsonovy a Fraassenovy (podrobněji viz příslušné podkapitoly).

Pro povahu syntaktické filosofie vědy byl nejformativnější logický empiricismus, který vznikl kombinací empiristické epistemologie s postupy nové symbolické logiky, která byla postupně kodifikována zhruba na přelomu 19. a 20. století. Klíčové metody, které logický empiricismus zdůrazňoval, byly metody přírodních věd, především fyziky, tj. pozorování, sběr dat a kontrolované experimenty. Cílem logického empiricismu bylo učinit filosofii kompatibilní s přírodní vědou, respektive očištění filosofie od metafyzických spekulací, které jsou namnoze umožněny nerespektováním správné logické struktury jazyka. Filosofie logického empiricismu měla být, alespoň v duchu aspirací Vídeňského kruhu, učiněna vědeckou filosofií (die Wissenschaftliche Philosophie), která bude sto jasně odlišovat smysluplné věty přírodní vědy, které je možné verifikovat zkušeností, od nesmyslných vět metafyziky, které jsou neverifikovatelné.

Fundamentální empirické východisko logického empiricismu pokládá za základ vědecké činnosti pozorování a experiment. Tyto vědecké činnosti podle logických empiristů poskytují empirická data, která představují deskripce pozorovaných objektů a procesů a o nichž vypovídáme v jazyce vědy protokolárními větami. Tyto věty v zásadě rekapituluji údaje získané pozorováním a odečtené z ukazatelů experimentálního zařízení. Takto můžeme například sestavit protokolární větu:

P: Dne 15. 11. 1923 v 6:00 v Cavendishově laboratoři pozoruje Niels Bohr, jak jádro prvku X pohlcuje elektromagnetické záření o vlnové délce 320 nm.

Pozorované výsledky, tj. smyslová data, respektive empirickou bázi teoretických konstrukcí, pokládali logičtí empiristé za základní nezpochybnitelné danosti (dané = das Gegebene). Protokolární věty, které je vyjadřují, jsou jimi proto chápány jako objektivní, tj. nezávislé na pozorovateli, a pravdivé. Z protokolárních vět pak mělo být možné cestou induktivní inference vytvářet všechna další objektivně platná tvrzení vědy. Především zásluhou Bertranda Russela, a ne úplně chytěně také Ludwiga Wittgensteina, bylo na protokolární věty nahlíženo

prizmatem logického atomismu. Logickým obrazem faktu, čili toho, co lze tvrdit o stavech věcí, je smysluplná věta, to je věta, která může být verifikována zkušeností. Věta je funkcí elementárních neboli atomárních vět, které samy opět zrcadlí nejjednodušší stavy věcí, tj. nejjednodušší fakta, například že: „Toto je bílé.“ A nejjednodušší fakta jsou prostě dána.

Logický empiricismus nejčastěji akceptoval některou z variant korespondenční teorie pravdy. Tuto skutečnost nejlépe demonstruje výše zmíněný vztah věty a faktu, kdy věta zrcadlí fakt, neboli věta koresponduje s faktem. Poněkud zjednodušeně můžeme říci, že věta je pravdivým obrazem faktu. Kromě korespondenční teorie pravdy byla ovšem mezi logickými empiristy rozšířena také koherenční teorie pravdy, která nevyžadovala korespondenci mezi větou a fakty, ale pouze koherenci systému vět dané vědecké teorie. Takové pojetí pravdy už mělo ovšem nakročeno, skrze Neuratha, pozdního Wittgensteina ad., k sémantické filosofii vědy.

Empirická báze vědy (tj. dané) byla postupně chápána nejprve fenomenalisticky a následně převážně fyzikalisticky. Fenomenalistický pohled identifikoval dané se zkušeností konkrétního pozorovatele, ale brzy bylo rozpoznáno, že tento postup hrozí metodickým solipsismem. Mezi protokolárními větami jednotlivých pozorovatelů by totiž nebyl možný vzájemný překlad a projekt logického empiricismu by pak ztratil objektivní základy a vyústil by do epistemologického subjektivismu. Fyzikalistický výklad daného vsázel na univerzalitu jazyka fyziky, který zajišťuje intersubjektivní kontrolu výsledků jednotlivých pozorovatelů a experimentátorů. Ačkoliv se stal tento přístup k danému široce rozšířeným, trpěl řadou problémů, z nichž nejvýraznější byl problém, jak naložit s daty takových věd, jako je psychologie nebo sociologie. Fyzikalistický přístup byl natolik silný, že například Rudolf Carnap navrhoval možnosti, jak přeložit protokolární věty psychologie do univerzálního jazyka fyziky.

Jak ještě podrobněji zjistíme v dalších kapitolách, důvěra v induktivismus vedla logické empiristy k přesvědčení, že vědecké teorie je možné budovat z empirické báze postupným zobecňováním, vytvářením empirických a posléze i teoretických zákonů pomocí metody indukce. Induktivní inference byla pokládána za stejně validní odvozovací postup, jako je deduktivní logická inference.

Důsledkem tohoto pojetí bylo tvrzení, že celá struktura vědy je empirickou bází jednoznačně determinována.

Mýtus daného

V článku *Mýtus daného* (1956) ukázal Wilfrid Sellars, že empiristické založení logického empiricismu trpí závažným nedostatkem. Tento nedostatek spočívá ve směřování vnímání a poznávání (respektive myšlení). Vnímáme totiž předměty, ale poznáváme fakta a je zásadní rozdíl mezi předmětem „zelený strom“ a faktem „tento strom je zelený“. Sellars ukazuje, že cesta od vnímání k poznávání, tj. od předmětu k faktu, vyžaduje zapojení celého jazyka, který umožňuje provádět klasifikaci. Schopnost klasifikovat něco jako „zelený strom“ tedy již vyžaduje naši schopnost disponovat pojmem „zeleného stromu“. Empirické poznání a s ním i celý projekt vědy tak podle Sellarse není racionální proto, že má empirické základy (dané), ale protože je schopen sebeopravování, které dokáže zpochybnit každé jednotlivé tvrzení, ačkoliv ne všechna tvrzení najednou.

Srov. Peregrin, Jaroslav: *Kapitoly z analytické filosofie* (2005), s. 265–268.

Z přísně empiristické epistemologie samozřejmě vybočovaly formální disciplíny, tj. logika a matematika. Protože ale logický empiricismus kromě syntetických aposteriorních soudů, které jsou obsahem přírodních věd, připouštěl také existenci nezávislých analytických apriorních soudů, bylo možné logiku a matematiku samostatně fundovat. Matematika byla logickými empiristy chápána jako série definic a redefinic matematických termínů, doplněná o pravidla logického odvozování (deduktivní inference), která umožňují z axiomů, které obsahují definované termíny, dedukovat množinu teorémů, respektive dokazatelných a pravdivých matematických tvrzení (Rosenberg, 2005, s. 23).

Matematika a logika tak tvořily nezávislou sféru logicky nutných (logical necessity) pravd a jako takové se netýkaly světa empirické zkušenosti a faktálních tvrzení a nebyly tudíž protipříkladem logického empiricismu. Vědecká filosofie sdílela podle logických empiristů status formálních disciplín. Tvořily

ji tak série definic a redefinic klíčových vědeckých pojmů a jejím úkolem bylo ukazovat, že a zda splňují vědecké teorie nároky, které jsou dány systémem logických pravidel (Rosenberg, 2005, s. 24). Jak uvidíme, tato úloha zůstává vlastní syntaktické filosofii vědy i poté, co bylo zásadně revidováno induktivistické pojetí logického empiricismu.

Logický empiricismus samozřejmě trpěl řadou problémů, které se mu postupně staly především zásluhou Sellarse a Quina osudnými. Mezi nejpalcivější problémy patřila otázka, jak pomáhá empirická evidence rozhodovat mezi soupeřícími vědeckými hypotézami. Už od dob Pierra Duhema byl totiž znám problém nedourčenosti teorie empirickou bází, stručně řečeno to, že daná empirická data nedeterminují s určitostí jednu jedinou platnou vědeckou hypotézu. A pokud empirická evidence sama nestačí k výběru hypotézy, nebylo jasné, co je navíc k výběru hypotéz potřeba.

Epistemologie logického empirismu byla vybudována na základě akceptování svébytnosti syntetických aposteriorních soudů přírodních věd a analytických apriorních soudů věd formálních a také popření možnosti existence syntetických apriorních soudů. Existence nezávislého apriorního poznání garantovala normativní projekt syntaktické filosofie vědy. Filosofie vědy mohla být nahlížena jako skutečný arbitř správné vědecké metodologie.

1.1 STRUKTURA VĚDECKÝCH TEORIÍ

„To není pouhá teorie, ale fakt,“ říkáme občas v situacích, kdy některý vědecký poznatek vnímáme jako nezpochybnitelný. Těžko budeme kupříkladu zpochybňovat platnost newtonovské mechaniky pro objekty naší běžné zkušenosti – od postávání na eskalátoru přes jízdu autem až po let letadlem. Naše hodinky pravděpodobně nejsou tak přesné, aby nám po přistání ukázaly rozdíl způsobený dilatací času. Na druhou stranu, když se při jízdě autem svěříme satelitní navigaci, nevědomky používáme výsledky obecné teorie relativity, pokud bychom se zde chtěli řídit klasickou mechanikou, skončili bychom pravděpodobně velmi rychle mimo vozovku.

Filosofie vědy nechce zpochybňovat více méně zdravé – k realismu se hlásící – intuice, které spoléhají na neměnnost klíčových vědeckých poznatků.

Filosofie vědy se ale snaží jít za běžné intuice a nahlížet vědecké teorie jako specifické entity, které je třeba adekvátně definovat. Snaží se ukázat, jaké jsou kladeny formální i obsahové požadavky na strukturu teorie, kterou označujeme jako vědeckou. Snaží se poukázat na některé konceptuální obtíže, které se při podrobnějším pohledu stávají zřejmými.

Alex Rosenberg nachází neutrální definici vědecké teorie, kterou pokládá za soubor vysvětlujících hypotéz, pro které existuje silná empirická podpora (Rosenberg, 2005, s. 69). Toto vymezení zahrnuje všechny klíčové prvky, teorie musí sloužit k vědeckému vysvětlení, skládá se/odvozuje se z vědeckých hypotéz a testuje se shodou se zkušeností. Zároveň je toto vymezení neutrální s ohledem na specifické přístupy syntaktické, sémantické i pragmatické filosofie vědy.

Vědecká teorie se nám už po krátkém zkoumání ukazuje jako velmi různorodá entita. První potíž s jejím vymezením souvisí s různou povahou teorie v kontextu formálních, přírodních, společenských a humanitních věd. Když vedle sebe položíme matematickou teorii množin, fyzikální obecnou teorii relativity, ekonomickou teorii racionální volby a feministickou teorii stanoviska (standpoint theory), vidíme jasné rozdíly. Rozdíly se týkají všech zmíněných prvků – hypotéz, na kterých je teorie vybudována, povahy vysvětlení, která poskytují i způsobu testování jejích predikcí.

Když zůstaneme v kontextu přírodních věd, vidíme další různorodosti. Například kvantová teorie a evoluční teorie se natolik liší ve svých strukturách, že se staly prototypy pro syntaktické a sémantické pojetí vědeckých teorií. Také v rámci jedné disciplíny nejsou teorie jednotné. Obecná teorie relativity, kvantová chromodynamika, inflační teorie a M-teorie fyziky jsou ve všech klíčových prvcích dostatečně specifické.

Jednu společnou otázku je možné položit v souvislosti se všemi typy teorií: Jak dosahujeme skrze teorii sjednocení disparátních jevů?

Pro syntaktickou filosofii vědy je příznačná snaha chápat strukturu vědecké teorie v návaznosti na strukturu teorií formálních disciplín. Syntaktická filosofie vědy totiž hledá pro popis vědeckých teorií jednotný logický rámec. Axiomatická metoda, která se stala vůdčí v situaci hledání základů logiky a matematiky,

měla svůj jednoznačný vliv na myšlení první generace filosofů vědy. Axiomy matematiky se staly vzorem pro postuláty/principy, na kterých jsou budovány přírodovědné a v první fázi především fyzikální teorie. Jako zajímavou historickou skutečnost můžeme připomenout, že součástí proslulého Hilbertova seznamu matematických problémů pro 20. století je stále nerozhodnutý problém číslo 6, který klade otázku, zda je možná axiomatizace fyziky.

Šestý Hilbertův problém

Hilbertův seznam matematických problémů, které v roce 1900 předložil ve své přednášce *Problémy matematiky* na 2. Mezinárodním kongresu matematiků v Paříži, obsahoval na šestém místě problém, který zněl: *Wie kann die Physik axiomatisiert werden?* Později Hilbert upřesnil, že má na mysli dvojí: axiomatizaci teorie pravděpodobnosti s cílem položit základy statistické fyziky a axiomatizaci mechaniky kontinua.

V současné době je za pozitivní řešení prvního subproblému pokládána Kolmogorova axiomatika teorie pravděpodobnosti z roku 1933. V obecné rovině ovšem nebyl šestý Hilbertův problém doposud vyřešen, a to samozřejmě v souvislosti se vznikem celé řady nových fyzikálních teorií (speciální a obecná teorie relativity, kvantová teorie ad.), které sice samy disponují axiomatikami, ale není je, alespoň v současné podobě, možné vzájemně propojit. Šestý Hilbertův problém v univerzální podobě také souvisí se snahami teoretických fyziků vytvořit jednotný teoretický rámec pro vysvětlení všech základních fyzikálních dějů (jednotná teorie, teorie všeho).

Tato snaha o vybudování axiomatického/syntaktického/hypoteticko-deduktivního pojetí vědeckých teorií utrpěla první trhliny už v době, kdy se program syntaktické filosofie vědy rozbíhal. Gödelovy objevy na poli matematické logiky ukázaly, že jediný úplný axiomatický systém není možné vytvořit čistě syntaktickými prostředky. Nerozhodnutelnost některých matematických tvrzení čistě formálními syntaktickými prostředky nutně vede k nemožnosti prohlásit obecně jakýkoliv konečný axiomatický systém za úplný. Preskriptivní projekt syntaktické filosofie vědy se tak velmi rychle změnil v deskriptivní projekt,

kteřý pouze zkoumá, zda je tu kterou teorii možné vymezit jako axiomatický systém nebo na axiomatický systém upravit.

Gödelův důkaz

V roce 1931 předložil brněnský rodák, matematický logik Kurt Gödel důkaz, který ukazoval, neformálně řečeno, že jakýkoliv axiomatizovaný systém (obsahující konečný počet axiomů), který obsahuje aritmetiku, je nutně neúplný, pokud má být současně zachována jeho bezrozpornost. To zjednodušeně řečeno znamená, že v jazyce takového druhu axiomatizovaného systému můžeme vytvořit pravdivé výroky, které nejsou dokazatelné. Pokud bychom se pokusili systém zúplnit přidáním takových výroků do axiomatiky, pak (pomineme-li naprosté restrukturování axiomatického systému) by se ovšem v rámci nového axiomatizovaného systému daly vytvořit nové výroky, které by opět nebyly s ohledem na novou axiomatiku dokazatelné (a tak ad infinitum).

Gödelův důkaz znamená zásadní proměnu přístupu k pojmům dokazatelnosti a pravdivosti výroku. Jestliže dříve mohly být pokládány za zaměnitelné, Gödel ukázal, že sice platí, že je-li výrok dokazatelný, je také pravdivý, ale nelze už automaticky dodat, že je-li výrok pravdivý, je také dokazatelný. Dokazatelnost je záležitostí logické syntaxe, zatímco pravdivost je záležitostí logické sémantiky. Zjednodušeně řečeno znamenal Gödelův objev konec pro Hilbertův program matematického formalismu, který usiloval o vytvoření jednotného a úplného axiomatického systému matematiky.

Gödelův důkaz se dočkal od svého zveřejnění velké pozornosti, a to nejen matematiků a logiků, ale také filosofů. O jeho zpopularizování se zasloužil především Douglas Hofstadter knihou *Gödel, Escher, Bach* (1978). Zajímavou současnou interpretaci Gödelova důkazu přinesl kvantový informatik David Deutsch v knize *The Beginning of Infinity* (2011), který pokládá teorii důkazů za součást empirické vědy.

Srov. Hofstadter, Douglas, Nagel Ernest, Newman James: *Gödelův důkaz* (2003)

Syntaktická filosofie vědy, volně řečeno, popisuje vědeckou teorii jako deduktivně organizovaný systém, v němž z vybraných tvrzení (axiomů) vyplývají další tvrzení (teorémy), které je možné vztáhnout k empirické evidenci. Tento přístup je označován jako syntaktické pojetí vědeckých teorií a ostře kontrastuje s pozdějším sémantickým pojetím vědeckých teorií, které teorii chápe jako množinu modelů, ze které jsou odvoditelné testovatelné důsledky. Syntaktické pojetí teorie jako deduktivního systému, který je přístupný postupné redukci teorií, je často spojováno s realismem ve filosofii vědy, který teoretické entity chápe jako skutečné, byť ne vždy pozorovatelné entity. Sémantické pojetí teorie jako množiny užitečných modelů, ne nutně dále redukovatelných, je naopak spojováno s antirealismem, který teoretické entity chápe jako pouze užitečné nástroje, které nemusí korespondovat s realitou. Je zřejmé, že zatímco pro syntaktickou filosofii vědy mají být teorie pravdivé ve smyslu korespondenční nebo koherenční teorie pravdy, pro sémantickou filosofii vědy stačí, když jsou teorie užitečné, často v duchu deflační teorie pravdy.

1.11 Syntaktické pojetí teorií

Logická syntax byla pro počátky analytické filosofie základní osnovou jakéhokoliv smysluplného vyjádření. V kontextu filosofie vědy je syntaktické pojetí teorií přesvědčeno, že pro správné vymezení teorie stačí znát syntaktické vztahy, které existují mezi prvky teorie, a odvozovací procedury zajistí zdárný rozvoj teorie a její souvztažnění s empirickou evidencí. Odvozovací procedurou je deduktivní vyplývání, které se odvíjí od hypotéz, které tvoří teorii (odtud také označení hypoteticko-deduktivní pojetí vědeckých teorií) a které získávají status axiomů nebo teorémů teorie. Vědecká teorie je pojmána jako axiomatický systém, po vzoru axiomatizovaných teorií matematiky a logiky.

Axiomatický systém se skládá z: pokud možno malé množiny nezávislých axiomů (postulátů, principů), velkého (neomezeného) počtu teorémů a definic použitých termínů. Axiomy nejsou v systému dokázány, jsou považovány za pravdivé, nebo alespoň takové, že tvoří koherentní systém. Teorémy jsou odvozovány z axiomů na základě logických pravidel – deduktivní inference. Definice použitých termínů obsahují, mimo jiné, také primitivní termíny, které nejsou v axiomatickém systému definovány. To je nutná daň za to, aby bylo možné

axiomatický systém sestavit z konečného počtu vět – jinak by se nám definice termínů rovinu za rovinou rozvíjely ad infinitum.

Prototypickým příkladem axiomatického systému je eukleidovská geometrie. Zde můžeme vymezit čtyři postuláty, neomezenou množinu teorémů a definice termínů použitých v postulátech. Čtyři postuláty, podle překladu Euklidových základů Petra Vopěnky, jsou tyto (Vopěnka, 2007, s. 41–66):

1. Postulát o úsečce: Vytvořit úsečku, která spojuje dva dané body.
2. Postulát o prodloužení úsečky/přímce: Danou úsečku na jedné i druhé straně prodloužit tak daleko, jak potřebujeme.
3. Postulát o kružnici: Vytvořit kruh o daném středu, na jehož obvodě leží daný bod.
4. Postulát o rovnoběžkách: Necht' úsečka u protíná úsečky p, q tak, že na jedné straně úsečky u je součet vnitřních úhlů α, β , které svírají úsečky p, q s úsečkou u , menší než dva pravé úhly. Potom na této straně jest úsečky p, q prodloužit tak, aby se tato jejich prodloužení protla.

V běžném vyjádření bychom se asi v případě posledního axiomu omezili na obligátní: K dané přímce je možné daným bodem, který na ní neleží, vést toliko jednu rovnoběžku.

Termínů, které si žádají definici, nalezneme v axiomatickém systému eukleidovské teorie celou řadu, my se zaměříme pouze na několik příkladů, které si už vymezíme v moderní podobě:

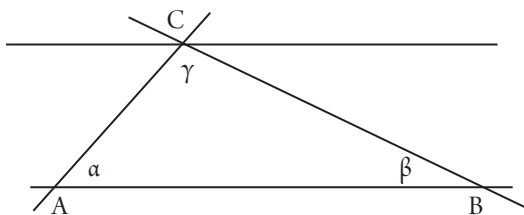
1. Úsečka je nejkratší vzdálenost mezi dvěma body.
2. Rovnoběžky jsou přímky, které se v dané rovině neprotínají.

V definicích nalezneme několik primitivních termínů: vzdálenost, bod, rovina. V průběhu historického vývoje se proměna intuitivního pojetí těchto primitivních termínů promítla do vzniku nových typů geometrických teorií, které nesdílí s eukleidovskou geometrií všechny postuláty. Tyto proměny měly zásadní vliv také na proměny fyzikálních teorií. Problematizování si ale ještě

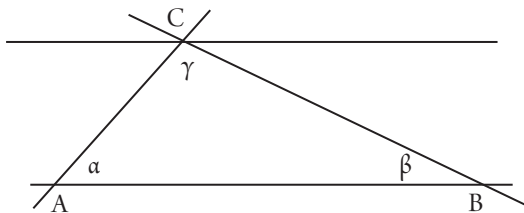
necháme na později, nyní si můžeme ukázat, jak lze v rámci dané teorie odvodit teorém ze systému axiomů.

Ze systému axiomů eukleidovské geometrie odvodíme teorém o součtu úhlů v trojúhelníku: Součet úhlů v trojúhelníku je 180° . Pro názornost vyjádříme postup důkazu sérií znázornění:

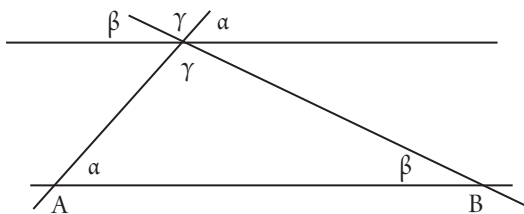
1. Zkonstruujeme libovolný trojúhelník ABC s úhly α, β, γ . (= aplikace definice trojúhelníku)



2. K úsečce AB zkonstruujeme rovnoběžku, která prochází bodem C. (= aplikace axiomu o rovnoběžkách)



3. Aplikujeme zásadu o stejnosti úhlů.



4. Závěr: V předchozím znázornění vidíme, že součet úhlů trojúhelníku ABC $\alpha + \beta + \gamma$ je roven přímému úhlu, tj. 180° .

Případný nadšený hierarchický pohled na věc je třeba zchladit nejméně dvěma důležitými poznámkami, které oslabují výlučnost axiomů. Předně, axiomy nemusí být pokládány za pravdivé. Jak poznamenává Alex Rosenberg, nezavazujeme se tím, že nazveme větu axiomem její pravdivostí, ale jednoduše identifikujeme její roli v deduktivním systému teorie. (Rosenberg, 2005, s. 71). V obecném případě je tak na místo pravdivosti axiomů hodnocena pouze jejich role v deduktivním systému. Touto rolí je přitom pouze poskytovat v deduktivním argumentu bázi pro vysvětlení. Dále, z hlediska formálních logických požadavků může být množina vzájemně logicky provázaných vět uspořádána do více (neomezeně mnoha) axiomatických systémů. Věta, kterou označíme za axiom, se totiž nevyznačuje žádnou speciální výlučnou vlastností. Důležité je pouze to, aby systém axiomů byl schopen garantovat všechny teoremy, čili aby byl soubor axiomů nasycený. Platí tedy, že věta, která je teorémem v jednom axiomatickém systému, se stává axiomem v jiném axiomatickém systému (a vice versa). Oba axiomatické systémy přitom přísně vzato obsahují stejné věty, byť jinak označované.

Obě nepřijemné poznámky nám ukazují, že se ve filosofii vědy nemůžeme nechat vést pouze jednoduchými formálními postupy, ale musíme vznášet na axiomatický systém dodatečné požadavky. Předně, pokud se zabýváme teorií z oblasti přírodních věd, jsme vedeni k přesvědčení, že principy/postuláty teorie, které jsou základem vědeckých zákonů, musí mít nějaký nearbitrární vztah k popisované realitě. Chtěli bychom o nich mluvit jako o alespoň aproximačně pravdivých, nebo přinejmenším empiricky adekvátních. Jejich platnost těžko může být dána pouhou koherencí systému. Následně, hierarchie principů a teorémů v přírodovědné teorii je také nearbitrární. Volba konkrétního axiomatického systému z množiny všech možných už není záležitostí formálního logického postupu, ale přistupuje jako interpretace axiomatického systému ve vztahu k volbě explanačních principů, které mohou teorii vystavět jako hierarchický systém.

Pěkným a jednoduchým příkladem axiomatizované fyzikální teorie, v níž je požadavek nearbitrárnosti a hierarchie principů jasně patrný, je speciální teorie relativity. Tato teorie je axiomatizována na bázi dvou principů:

1. Princip relativity: Neexistuje privilegovaná inerciální vztažná soustava. (Pro všechny inerciální pozorovatele platí stejné fyzikální zákony.)
2. Princip stálé rychlosti světla: Rychlost světla ve vakuu je ve všech inerciálních vztažných soustavách stejná.

Uvedené principy vyjadřují zásadní předpoklady o fyzikální realitě. V případě prvního principu se jedná o vyjádření zásady point-of-view invariantnosti fyzikálních zákonů, naše schopnost popsat fyzikální realitu není závislá na partikulárním vztažném rámci, z něhož se děje pozorování. Druhý princip vyjadřuje především zásadu kauzálního uspořádání časoprostorových intervalů (událostí). Pohyb signálu nadsvětelnou rychlostí by znamenal, že se signál pro inerciální pozorovatele vrací v čase.

Z těchto dvou principů je možné odvodit celou řadu známých teorémů relativistické fyziky, jako je relativnost současnosti nesoumírných událostí, dilatace času, kontrakce délek ad. Pro newtonovskou fyziku byly současnost, čas a prostor absolutní, tj. pro všechny pozorovatele stejné. V relativistické fyzice jsou závislé na pohybovém stavu pozorované soustavy a inerciálního pozorovatele.

Relativnost současnosti nesoumírných událostí

Představme si následující myšlenkový experiment. Uprostřed proskleného vagónu visí u stropu zdroj světla. Na protilehlých stěnách vagónu jsou umístěny detektory světelného záření. Uvnitř vagónu je pozorovatel A a vně vagónu pozorovatel B. Vagón se vzhledem k pozorovateli B pohybuje konstantní rychlostí v . Jakmile dojde k rozsvícení zdroje světla, tak po čase potřebném pro zdolání příslušných vzdáleností prohlásí pozorovatel A, že oba detektory registrovaly světelné záření ve stejnou dobu, tj. pro pozorovatele A jsou obě

nesoumístitné události současné. Nyní si můžeme položit otázku, zda jsou tyto události současné, také pro pozorovatele B. Z klasické mechaniky vyplývá, že současné jsou pro jakéhokoliv pozorovatele vně vagónu, který se vůči němu pohybuje konstantní rychlostí. Uvažme ale aplikaci principů speciální teorie relativity.

Pro pozorovatele B platí, že aby se světlo dostalo k detektoru, který je umístěn ve směru pohybu vagónu, musí urazit vzdálenost l , která odpovídá polovině délky vagónu, ale navíc ještě vzdálenost, kterou mezitím urazil vagón pohybující se rychlostí v , tj.:

$$x = l + vt_1.$$

Aby se světlo dostalo k detektoru, který je umístěn proti směru pohybu vagónu, musí urazit vzdálenost l , která odpovídá polovině délky vagónu zmenšenou o vzdálenost, kterou mezitím urazil vagón pohybující se rychlostí v , tj.:

$$y = l - vt_2.$$

Protože platí princip stálé rychlosti světla, pohybuje se světlo v obou směrech stejnou rychlostí c . Z toho nutně plyne, že:

$$x = ct_1$$

$$y = ct_2.$$

Jednoduchou úpravou dostáváme výsledné vztahy:

$$t_1 = \frac{l}{c - v}$$

$$t_2 = \frac{l}{c + v}.$$

Časy t_1 a t_2 se tedy skutečně liší, a ačkoliv pozorovatel A pozoruje, že oba detektory registrují světlo současně, pro pozorovatele B světlo nejprve registruje detektor umístění proti směru pohybu vlaku a až poté detektor umístěný ve směru pohybu vlaku.

Zajímavým příkladem odlišných axiomatizací jsou dvě klasické teorie 20. století – obecná teorie relativity a kvantová teorie. Obecná teorie relativity je vybudována na základě tří principů:

1. Obecný princip relativity: Neexistuje privilegovaná vztažná soustava, inerciální ani neinerciální. (Pro všechny pozorovatele platí stejné fyzikální zákony.)
2. Princip ekvivalence: Gravitační hmotnost tělesa a jeho hmotnost setrvačná jsou ekvivalentní.
3. Princip korespondence: V limitních případech přechází obecná teorie relativity v Newtonovu teorii gravitace.

Kvantová teorie se dočkala první axiomatizace ve 40. letech zásluhou Johna von Neumanna. Od té doby byla však vybudována celá řada dalších axiomatizací a obecně neexistuje shoda v tom, která axiomatizace je nejhodnější.

Důležitým požadavkem na axiomatizaci teorie je vzájemná provázanost axiomů. Axiomy musí společně generovat teoremy, které pak můžeme vztáhnout k empirické evidenci. Můžeme si představit axiomatický systém, který splňuje všechny formálně logické nároky, ale jako vědecká teorie nedává smysl.

Formulujme si kupříkladu následující teorii, nazvěme ji teorie ekologické lingvistiky. Tato teorie je vybudována na Menzerathově–Altmannově principu a principu vývoje ekologických populací:

1. Menzerathův–Altmannův princip (MAP): $y = Ax^{-b}$
2. Princip vývoje ekologických populací (PVEP): $y_{n+1} = ay_n(1 - y_n)$

Menzerathův–Altmannův princip vyjadřuje závislost délky jazykového konstituentu y na délce jazykového konstruktu x . A a b jsou příslušné koeficienty. Princip vývoje ekologických populací vyjadřuje, jak se mění četnost populace v průběhu času, kde a je regulační parametr.

Formálně můžeme vytvořit následující teorém: Jestliže platí MAP a současně PVEP, pak platí MAP. Po formální stránce je takto vytvořený axiomatický

systém teorií. To, že není skutečnou vědeckou teorií, si uvědomíme ve chvíli, kdy zjistíme, že tato teorie jako celek nevysvětluje důsledky jednotlivých principů. Můžeme kupříkladu z principu MAP vyvodit, že zvětšíme-li délku jazykového konstruktů o Δx , pak klesne délka jazykového konstituentu o Δy . A z principu PVEP můžeme vyvodit, že pro parametr a , který přesáhne tzv. Feigenbaumův bod, nastává chaotický vývoj populace. Jednotlivé důsledky, které teorie generuje, jsou vždy důsledky jednotlivých principů, nikdy důsledky principů jako celku. Taková „teorie“ je tak ve skutečnosti pouze splením dvou nezávislých teorií.

Vidíme, že rozdíl mezi skutečnou teorií a pouhým shlukem teorií musí spočívat v něčem jiném, než je formální struktura axiomatického systému. Části teorie musí poskytovat vysvětlení jako celek, není možné spolehnout se na pouhé logické vyplývání. Zásadním rozdílem mezi formálně vytvořeným axiomatickým systémem a vědeckou teorií je to, že principy vědecké teorie představují vědecké zákony (nebo jejich klíčové složky), které vyjadřují nějaký druh stabilní pravidelnosti. Stabilní pravidelnost je přitom nejčastěji, s výjimkou statistických pravidelností, chápána jako kauzální závislost. Vědecké zákony tak odkrývají závaznou kauzální strukturu popisovaných procesů.

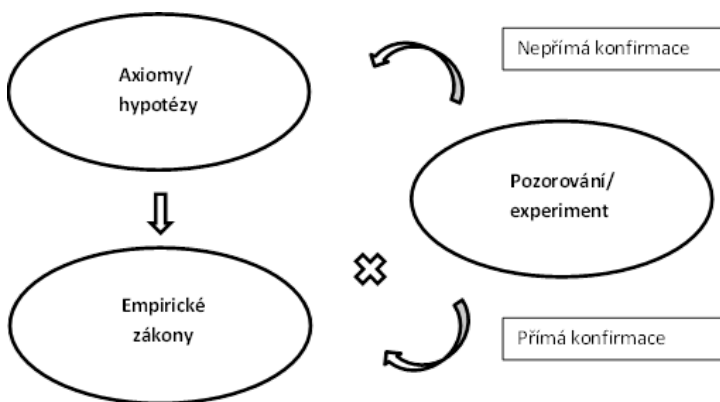
Do repertoáru syntaktické filosofie vědy se tak s otázkami po struktuře vědeckých teorií vrací tradiční novověká epistemologická otázka o rozdílnosti mezi pouhou pravidelnou posloupností a kauzalitou. Tato otázka se promítá do problematiky vědeckého vysvětlení – kauzální vysvětlení oproti pravděpodobnostnímu vysvětlení, povahy nutnosti vyjádřené zákonem – přírodní zákon oproti vědeckému zákonu a také otázky testování teorií – problém indukce.

1.12 Rekonstrukcionistické pojetí teorií

Hypoteticko-deduktivnímu testování teorií se budeme podrobněji věnovat v příslušné kapitole, zde alespoň ukážeme, jak musí být s axiomatickým systémem nakládáno, aby z něj bylo možné vyvodit testovatelné hypotézy. Ve většině případů, zvláště v případě teorií, které dosáhly velké obecnosti (především ve fyzice), jsou principy, na nichž jsou založeny vědecké zákony, příliš obecné a abstraktní na to, aby byly confirmovány přímo prostřednictvím pozorování nebo

experimentu. V některých případech operuje teorie na axiomatické úrovni entitami, které nejsou přímo pozorovatelné (viz kapitola Teoretické entity a termíny). Axiomy/principy jsou proto pokládány za hypotézy, které jsou nepřímo potvrzovány skrze méně obecné hypotézy, nejčastěji empirické zákony, které jsou z axiomů deduktivně odvoditelné a které už mohou být přímo testovány.

Následující schéma shrnuje hypoteticko-deduktivní testování teorií názornou cestou:



Vhodným příkladem hypoteticko-deduktivního testování teorií je testování kinetické teorie plynů. Tato teorie je vybudována na třech základních principech:

1. Plyny se skládají z částic (velikosti částic jsou vzhledem k jejich vzdálenostem zanedbatelné).
2. Částice se neustále neuspořádaně pohybují.
3. Částice na sebe vzájemně silově působí pouze při vzájemných srážkách.

Tato teorie zavedla v 19. století teoretické entity – částice, které nebyly přímo pozorovatelné a pro mnohé fyziky byly pouhými užitečnými fikcemi, protože mezi diskrétní a spojitou strukturou látek nebylo až do přelomu 19. a 20. století rozhodnuto. Dalším předpokladem přímo nepozorovatelným byl chaotický pohyb

částic. V posledním principu se teorie hlásí k newtonovské mechanice – srážky částic jsou popisovány v duchu Newtonových pohybových zákonů.

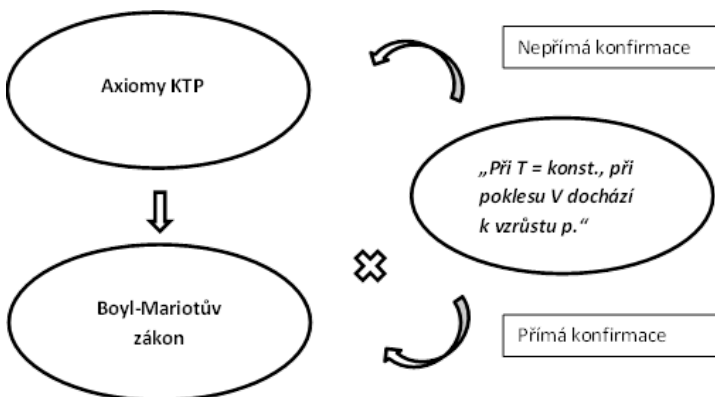
Kinetická teorie látek je aplikovatelná skrze zavedení makroskopických veličin – termodynamické teploty, tlaku a objemu. Termodynamická teplota je definována prostřednictvím kinetické energie částic, plyn má tím větší teplotu, čím vyšší je kinetická energie částic, z kterých se skládá (a kterých je v objemu jednoho litru $6,022 \cdot 10^{23}$). Tlak je definován skrze nárazy částic plynu na stěny nádoby, ve které je uzavřen. Objem je dán rozlohou nádoby, v které se plyn nachází. Z principů kinetické teorie je při aplikaci zmíněných makroskopických veličin odvoditelná stavová rovnice ideálního plynu:

$$pV = NkT,$$

kde p označuje tlak, V objem, N počet částic plynu, k Boltzmannovu konstantu a T termodynamickou teplotu. Tato zákonitost je už testovatelná, nejčastěji pro jednodušší případy, kdy je jedna z makroskopických veličin pokládána za konstantní. Tak můžeme například pro izotermické stavové změny ideálního plynu vyvodit Boyle–Mariotův zákon:

$$p_1V_1 = p_2V_2,$$

který stanovuje, že kolikrát se za konstantní teploty objem plynu zvětší, tolikrát jeho tlak klesne. Schematicky znázorněno:



Hypoteticko-deduktivní metoda je uplatnitelná i v obráceném směru, protože umožňuje implementaci méně obecných teorií do teorií obecnějších. Této možnosti budeme věnovat pozornost především v kapitole věnované vývoji vědy v pojetí syntaktické filosofie vědy, nyní připojíme jen několik základních poznatků. Hypoteticko-deduktivní metoda umožňuje pracovat s principy jedné méně obecné teorie jako s empirickými zákony obecnější teorie. Nejznámějším příkladem je, poněkud zjednodušená, možnost zahrnout principy chemie jako empirické zákony atomové teorie a principy atomové teorie jako empirické zákony kvantové teorie. Slavným se stal ve 20. letech 20. století bonmot, že chemie je ve své podstatě pouze aplikovaná kvantová mechanika.

Pěkným historickým příkladem je Newtonova teorie gravitace. Tato teorie kromě užití tří pohybových principů (pohybových zákonů) zavádí ještě princip čtvrtý – Newtonův gravitační zákon:

1. Zákon setrvačnosti
2. Zákon síly
3. Zákon akce a reakce
4. Gravitační zákon: $F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$, kde F_g je gravitační síla, G Newtonova gravitační konstanta, m_1 a m_2 hmotnosti dvou hmotných bodů v gravitační interakci a r vzdálenost hmotných bodů.

Z této obecné teorie je možné odvodit jako speciální případy historicky předcházející Galileovy zákony volného pádu a Keplerovy zákony popisující pohyb planet.

Z posledního uvedeného příkladu vyplývá skutečná povaha syntaktického pojetí teorií – jedná se o rekonstrukcionistické pojetí teorií, které nezajímá reálný vznik a budování teorií, ale pouze jejich zpětně zrekonstruovaná axiomatizovaná podoba. V tomto duchu se vyjadřovali také představitelé syntaktické filosofie vědy v čele s Carlem Gustavem Hempel a Karlem Popperem. Pro Poppera byl tento přístup jediným filosoficky možným, protože otázky týkající se vzniku teorie jsou pro něj v hájemství psychologie objevu a jakýkoliv pokus o filosofické uchopování kontextu objevu dle něj ústí do osidel psychologismu.

Jediným smyslem práce filosofa vědy je zpětná logická rekonstrukce vědecké teorie, tj. prokázání její vědecké povahy ve světle kritérií, o kterých budeme mluvit v příslušné kapitole.

Faktem ovšem zůstává, že praxe vědy je podstatně pestřejší. Kupříkladu Newton sám budoval svou teorii gravitace na základě znalosti Galileových a Keplerových zákonů. Ve vědecké praxi tak můžeme vidět pohyb v obou směrech, od obecných principů k empirickým zákonům i pohyb obrácený, od znalosti specifických empirických zákonů k obecnému principu. Rekonstrukcionistické pojetí teorií tak pouze říká, že zralá vědecká teorie je popsitelná jako hypoteticko-deduktivní axiomatizovaný systém, který umožňuje dedukci, třeba i historicky předcházejících, testovatelných empirických zákonů. Vědci ovšem často neodvozují méně fundamentální zákony ze zákonů fundamentálnějších a co víc, často také, především mimo fyziku, neprezentují své teorie jako axiomatické systémy (Rosenberg, 2005, s. 77). A tak se nám otevírá cesta k sémantickému a pragmatickému pojetí vědeckých teorií.

1.13 Teoretické entity a termíny

Vztah mezi teorií a empirií, jak jsme naznačili v úvodním pohledu na empirismus, je jedním z nejdiskutovanějších problémů (nejen) syntaktické filosofie vědy. Jedním z jeho speciálnějších projevů je problém odlišení teoretických a observačních entit, respektive termínů, které jsou součástí axiomatického systému teorie.

To, že se jedná o skutečný problém, nemusí být na první pohled patrné. Může se nám zdát, že odlišení je jasné: observační termíny spojujeme s výsledky našich pozorování a měření, měříme délku, čas, teplotu, hmotnost ad. Zatímco teoretické termíny používáme k vysvětlení pozorování a experimentů: těleso se pohybuje, protože na něj působí gravitační síla, napětí na cívce osciluje, protože se mění elektromagnetické pole v jádře cívky ad. Tato jednoduchost se ale ukáže jako zavádějící ve chvíli, kdy si uvědomíme, že teoretické entity by měly být ex definitione nepozorovatelné. Situaci pěkně vyjadřuje Rosenberg, když poznamenává, že jsou teoretické entity nepoznatelné, protože jsou nepozorovatelné, ale zároveň jsou nutné, protože bez odkazu na ně by teorie ztratila vysvětlující sílu (Rosenberg, 2005, s. 84).

Teoretických termínů, které referují k teoretickým entitám, existuje obrovské množství, jejichž typologií se zde nebudeme zabývat. Zůstaneme-li pouze v rámci fyziky, můžeme vzpomenout kromě gravitačního a elektromagnetického pole třeba metrický tenzor a tenzor energie-hybnosti obecné teorie relativity, spin elektronu v kvantové teorii a celou plejádu subatomárních částic, počínaje elektronem a konče Higgsovým bosonem a tachyonem. Je samozřejmě pravdou, že mnohé původně teoretické entity byly s rozvojem fyziky nakonec pozorovány. Ještě na počátku 20. století měl status teoretické entity atom, který dnes prostřednictvím rastrovacích elektronových mikroskopů můžeme pozorovat, i když ne v podobě, kterou by požadovala realistická interpretace kvantové mechaniky.

Logický empiricismus, který stál u počátků syntaktické filosofie vědy, se snažil v duchu budování vědy na empirických základech a principu indukativní inference odstranit z vědy jakýkoliv náznak nepozorovatelných entit. Teoretický slovník vědy měl být odvozen z protokolárních vět, které jsou přímými zápisy výsledků pozorování a experimentů: „Rudolf Carnap v 5:30 ráno 5. 7. 1941 naměřil na své domácí váze svou hmotnost 120 liber.“ Z tohoto důvodu také odmítali jako nevědecké takové teorie, jako byl marxismus s jeho dialektickým vývojem, psychoanalýza s jejím id, ego a superego nebo vitalismus s jeho entelechií. Někteří ale jako nevědecké odmítali ze stejných důvodů také používat termíny jako je atom nebo gravitace. Vzpomenout můžeme také Ernsta Macha, který v rámci své filosofie vědy odmítal i termíny hmota a hmotnost a jako empiricky vykazatelný termín místo nich zaváděl termín setrvačnost.

Termíny hmota a hmotnost jsou velmi ilustrativní. Ve fyzice se dnes už termínu hmota prakticky neužívá. Užíval se samozřejmě v marxistickém vědeckém názoru a z pochopitelných důvodů pak tento názor ústy Lenina za nevědeckého označil fyzika Macha. Newton definoval teoretický termín hmotnost (mass) jako množství hmoty (quantity of matter). Einstein ukázal na ekvivalenci mezi hmotností a energií – tak se relativistická hmotnost částice zvyšuje se vzrůstem její kinetické energie a i částice (bosony), které nemají klidovou hmotnost, disponují relativistickou hmotností v závislosti na své

energii. Energie je teoretický termín, který je pro současnou fyziku ústřední, ale jedná se o termín primitivní, jehož definice je většinou kruhová. Říkáme, že energie je potencialitou ke konání práce a práce je usměrněná energie. Ve fyzice standardního modelu částic se předpokládá, že Higgsův mechanismus dokáže vysvětlit původ hmotnosti jako interakce částice s Higgsovým polem. Vidíme, že snaha o vysvětlení vždy generuje potřebu nových teoretických entit, sen logických empiristů o induktivní výstavbě vědy není dnes blíž, než byl před sto lety.

V rámci syntaktické filosofie vědy se ujala tři pojetí teoretických termínů. Teoretické termíny byly pojímány jako explicitní definice, byly označovány za indikátory empirických rozdílů nebo byly parciálně interpretovány pozorováním/experimentem.

Explicke teoretických termínů skrze explicitní definice znamenala, že byl teoretický termín pokládán za zkratku za několik observačních termínů (Rosenberg, 2005, s. 87).

Tak byl například teoretický termín hustota explikován jako relace dvou observačních termínů: hmotnosti a objemu. Hustota je dnes většinou vůbec prvním teoretickým termínem fyziky, se kterým se setkává žák v šesté třídě. Jeho objasnění není vůbec jednoduché, většinou se odvolává na model částic, kterých je větší či menší množství v daném objemu, což ovšem není nijak intuitivní představa a zároveň se hned dovolává další teoretické entity – částice. V okamžiku, kdy žák bezproblémově aplikuje základní matematický formalismus a začne si hustotu vyjadřovat jako:

$$\rho = \frac{m}{V},$$

většinou realizuje krok logických empiristů, hustota je prostě podíl dvou empiricky vykazatelných termínů – hmotnosti a objemu.

Je samozřejmě jasné, že explicitní definice jsou pro většinu teoretických termínů nedostupné. Co je ale závažnější, kdybychom krkolomně vybudovali explicitní definice všech teoretických termínů, zbavili bychom teorie vysvětlující síly, protože ta, jak jsme si už uvedli, spočívá v tom, že její termíny nejsou pouhými zkratkami za observační termíny.

Operacionalismus

Podle operacionalistů je význam fyzikálních termínů determinován způsobem jejich měření. Einstein například poskytl operacionální definici času jako toho, co je měřeno hodinami a vzápětí poskytl model hodin, který učinil zřejmým základní důsledky speciální teorie relativity. Základní měřitelné veličiny, jako je čas, vzdálenost, teplota atd., můžeme operacionálně definovat přímo, ostatní veličiny, které nejsou přímo měřitelné, z nich pak můžeme odvodit.

Pro operacionalistické pojetí fyzikálních termínů je jedinou arbitrárně zvolenou, a proto klíčovou veličinou čas t , měřený v sekundách. V zásadě je totiž možné každou fyzikální jednotku vyjádřit prostřednictvím s^n , kde s je sekunda a n je celé číslo. Na základě času měřeného hodinami můžeme například jednoduše definovat vzdálenost jako polovinu doby, která uplyne od vyslání světelného signálu jedním pozorovatelem druhému pozorovateli a zpět, násobená arbitrárně zvolenou konstantou c . Takto může být jednotka vzdálenosti metr vyjádřena jednotkou času $m = s^1$. Jednotka rychlosti je pak operacionalisticky vyjádřitelná jako s^0 .

Victor Stenger uvádí následující přehlednou tabulku vybraných fyzikálních veličin a konstant s jednotkami vyjádřenými mocninou sekundy:

čas, vzdálenost	s^1
rychlost, moment hybnosti, elektrický náboj	s^0
zrychlení, hmotnost, energie, hybnost, teplota	s^{-1}
síla, intenzita elektrického pole, magnetická indukce	s^{-2}
Newtonova gravitační konstanta	s^2
tlak, hustota hmotnosti, hustota energie	s^{-4}

Srov. Stenger, Victor: *The Comprehensible Cosmos* (2006).

Teoretické termíny jsou lépe uchopitelné jako indikátory empirických rozdílů – teoretické termíny slouží v teorii k popisu rozdílů, které se manifestují v experimentech (Rosenberg, 2005, s. 89). Jako příklad si můžeme uvést teoretický termín elektrický náboj. Částice může být nositelkou kladného, nebo

záporného elektrického náboje, nebo může být bez náboje. Elektrický náboj samotný je sice nepozorovatelný, ale pozorovatelné jsou rozdíly ve výsledcích experimentů, které operují s částicemi, které se, jak teorie předpovídá, liší ve svých nábojích. Tak můžeme v homogenním magnetickém poli nechat prolétat svazky částic – kladných, záporných a neutrálních – a pozorovat, jak se odlišně chovají: neutrální nejsou magnetickým polem ovlivněny, kladné a záporné se stáčí v opačných směrech. Logickým empiristům tak můžeme doporučit, aby se teoretického termínu zbavili pouze tehdy, když tím nezpůsobí kolaps vysvětlení nějakého dobře experimentálně potvrzeného jevu.

Nejčastější a zatím asi nejúspěšnější řešení problému s teoretickými termíny spočívá v jejich parciální interpretaci. Teoretické termíny jsou spojeny s observačními parciální interpretací jejich obsahu skrze výsledky experimentů a pozorování (Rosenberg, 2005, s. 90). Teoretický termín tak může být částečně explikován observačními termíny, ale nemůže jimi být nikdy zcela nahrazen. Už několikrát jsme narazili na problém s termínem hmotnost, který je někdy pokládán za observační, většinou však za teoretický. Toto zmatení může být vysvětleno tím, že hmotnost můžeme pouze parciálně interpretovat skrze způsoby jejího měření – měříme účinky, které má hmotnost. Například můžeme hmotnost vykazovat jako příčinu naklonění misky rovnoramenných vah, pokud se ovšem neřítíme spolu s váhou volným pádem.

Čtenář může být zmaten tím, jak je opakovaně podkopávána možnost vykazovat jednoznačný vztah teoretických a empirických termínů, což se mu může zdát být v rozporu s tím, jak je věda experimentálně úspěšná. Je třeba připomenout, že problém s teoretickými termíny je svázán především se syntaktickým projektem filosofie vědy, která je potřebuje jako garanta vysvětlení, které je teorie schopna poskytnout. Na druhou stranu je samozřejmé, že experimentální věda umožňuje skvělé parciální interpretace teoretických termínů a někdy dokonce teoretický termín zcela nahradí observačními (k tomu dále viz kapitola o struktuře teorií v sémantické filosofii vědy). Experimentální subjaderná fyzika v průběhu uplynulých 60 let dokázala postupně částice detekovat (Geigerův–Müllerův detektor), zjišťovat jejich náboj, energii ad. (Wilsonova mlžná komora) a následně i generovat umělými procesy částice, které se běžně

nevyskytují (lineární a kruhové urychlovače částic). Stále ale zůstává skutečností, že jakákoliv interpretace teoretických termínů zůstává nutně v některých případech parciální.

Kvark jako teoretická entita

Specifickou vlastností kvarků je vedle jiného jejich barva (colour), která musí splňovat podmínku, že v přírodě existují pouze „bílé“ hadrony. Kvarky, které jsou nositeli základních barev (červená, zelená, modrá), jako základní konstituenty hadronů, tak musí splňovat podmínku, že se vždy seskupují tak, aby vytvářely bílé hadrony. To například znamená, že tři kvarky, které konstituují proton (dva kvarky up a jeden kvark down), musí mít mezi sebe tyto základní barvy rozděleny.

Další zvláštností kvarků je to, že jsou nositeli zlomkového elektrického náboje. Proton například, jehož náboj odpovídá kladné hodnotě elementárního elektrického náboje e , tak obsahuje dva up kvarky, z nichž každý nese náboj $+\frac{2}{3}e$ a jeden kvark down, který nese náboj $-\frac{1}{3}e$.

Ve výsledcích experimentů ovšem vždy pozorujeme pouze bílé hadrony s celočíselnými násobky elementárního elektrického náboje. Není proto divu, že ještě na počátku 70. let 20. století byly kvarky mnoha fyziky chápány jako „fiktivní“ částice, tj. v zásadě jako vhodné umělé teoretické konstrukty, kterým ovšem v realitě neodpovídají skutečné částice. Teprve výsledky experimentů provedených nezávisle na Stanfordském lineárním urychlovači (SLAC) a v CERN přesvědčily majoritu fyziků, že jsou kvarky reálné fyzikální entity.

Přesto ovšem platí, že izolovaný kvark je principiálně nepozorovatelný. Kdykoliv je srážkou hadronů dosaženo toho, že se nějaký kvark z hadronu uvolní, dochází souběžně ke vzniku antikvarku, který s uvolněným kvarkem vytvoří nový mezon, s bílou barvou a celočíselným nábojem. Kvarky tak vždy pozorujeme pouze nepřímo skrze proměny hadronů.

Srov. Baggott, Jim: Higgs (2012) a také Pickering, Andrew: Constructing Quarks: A Sociological History of Particle Physics (1984).

1.2 VĚDECKÉ VYSVĚTLENÍ

„Als das Kind Kind war, wusste es nicht, dass es Kind war, alles war ihm beseelt und alle Seelen waren eins.“ Můžeme souhlasit s anděly vznášejícími se nad Berlínem, že největší touhu po vysvětlení má člověk v dětství. „Proč sluníčko svítí?“, „Proč ptáčky zpívají?“, „Proč se večer stmívá?“, „Kam plují mraky?“ a „Kde vítr odpočívá? A proč?“ Můžeme říci, že malé dítě nestaví svou otázku nějak metafyzicky, zajímají je konkrétní důvody konkrétních věcí. A protože se ještě nesmířilo s fundamentismem, nezastaví se u dále nezodpověditelného a bezelstně rozvíjí sokratský rozhovor se svými rodiči. Dítě nezasne nad tím, „že je svět“, protože svět prostě je, dítě chce vysvětlit, „jaký je svět“, protože svět je překvapivý a na položené otázky přichází (většinou) odpovědi.

Vědecké vysvětlení (= explanace), kterému věnujeme tuto kapitolu, sdílí s dětskými otázkami „Proč“ základní strukturu – když známe určité skutečnosti, rozumíme tomu, proč něco nějak je. Řečeno už poněkud exaktně, když nás zajímá vědecké vysvětlení z hlediska syntaktické filosofie vědy, zajímá nás explicitní definice (explikace) vědeckého vysvětlení (Rosenberg, 2005, s. 25). Podobně jako v případě syntaktického pojetí vědeckých teorií hledáme i zde racionální rekonstrukci vědeckého vysvětlení. Hledáme množinu podmínek, které jsou individuálně nutné a společně postačující k tomu, aby mohlo být něco nazváno vědeckým vysvětlením.

Vysvětlení se skládá z něčeho, co vysvětluje (vysvětlujícího) – explanans, a něčeho, co je vysvětlováno – explanandum. Mezi explanans a explanandum existuje vztah logického vyplývání:

Explanans

Explanandum,

což znamená, že explanans musí obsahovat nějaká univerzální tvrzení a explanandum nějaké tvrzení singulární. Například:

Skřítkci vždy přes noc pláčou na každém stéble trávy.

Na trávě jsou zrána kapky rosy.

Této struktuře vztahu explanans a explananda by odpovídala všechna logicky správně utvořená vysvětlení, tato struktura nám ovšem, jak vidíme z příkladu, neumožňuje odlišit vědecká vysvětlení od nevědeckých vysvětlení.

Odlišení vědeckého vysvětlení bude záviset na dalším specifikování vět, které jsou obsaženy v explanans. Tyto věty musí vyjadřovat alespoň jeden vědecký zákon a dále musí stanovovat počáteční a okrajové podmínky, které umožňují aplikovat univerzální tvrzení, jakým je zákon. Přítomnost vědeckého zákona v explanans zajišťuje vysvětlení jeho vědecký charakter. Explanandum je stále tvořeno větou, která popisuje jedinečnou událost, která má být vysvětlena.

Explanans = popisuje zákony + počáteční a okrajové podmínky

Explanandum = popisuje jedinečnou událost

Jakmile máme více upřesněnu podobu vědeckého vysvětlení, můžeme se pokusit je aplikovat v nějakém jednoduchém příkladu, třeba další dětské otázky: „Proč je obloha modrá?“ Naše vysvětlení explananda „Obloha je modrá“ bude hledat nějaký obecný zákon a sadu podmínek, které specifikují aplikaci zákona. Zákonem je v našem případě Rayleighův rozptylový zákon, který udává, že účinnost rozptylu (účinný průřez Rayleighova rozptylu) je nepřímou úměrná čtvrté mocnině vlnové délky záření:

$$\sigma(\omega) \sim \frac{1}{\lambda^4}.$$

Z toho plyne, že čím nižší je vlnová délka viditelného záření, tím efektivněji se bude záření rozptylovat (např. modrá se bude rozptylovat zhruba 6,6krát víc než červená).

Znalost zákona nám sama o sobě nestačí, musíme doplnit podmínky, které umožní, aby byl Rayleighův zákon na případ rozptylu světla v atmosféře aplikovatelný. Hlavní počáteční podmínkou je nehomogenita vzduchu v atmosféře, tj. existence shluků molekul vzduchu, na nichž může k rozptylu docházet, protože samotné molekuly jsou pro rozptyl příliš malé. Nejdůležitější okrajová podmínka se vynoří, když si uvědomíme, že ve viditelném spektru je ještě jedna

barva s nižší vlnovou délkou, než odpovídá modré, a to fialová. Okrajová podmínka stanovuje, že jednotlivé barvy spektra nejsou zastoupeny rovnoměrně, tj. fialová je výrazně méně častá než modrá. Nyní již máme určen zákon i podmínky a můžeme znázornit vysvětlení schematicky:

- L: Rayleighův rozptylový zákon: $\sigma(\omega) \sim \frac{1}{\lambda^{41}}$ kde $\sigma(\omega)$ je účinný průřez záření a λ vlnová délka záření
- C: Atmosféra není homogenní: tvoří se v ní shluky molekul. Jednotlivé barvy spektra nejsou zastoupeny rovnoměrně: fialové je výrazně méně než modré. Obloha je modrá

Podarilo se nám načrtnout podobu vědeckého vysvětlení. Nyní se budeme postupně soustřeďovat na další specifitější znaky a prvky vědeckého vysvětlení: kauzální charakter vysvětlení, deduktivně-nomologický model vysvětlení a vymezení vědeckého zákona.

Porozumění a vysvětlení

Stephen Kellert poukazuje v knize *In the Wake of Chaos* (1993) na důležitý terminologický rozdíl mezi vysvětlením (explanation) a porozuměním (understanding). Tento rozdíl je založen na přesvědčení řady filosofů, především mimo analytickou tradici, že poznání, kterého dosahujeme, není bezzbytku popsateľné jako systém vysvětlení, která mají za svůj základ nějakou podobu univerzálního tvrzení – zákona. Tato distinkce by byla neproblematická, pokud bychom ji mohli omezit na rozdíl mezi poznáním, které nám poskytuje věda (systém vysvětlení) a poznáním, kterého se nám dostává obecně při jakékoliv další lidské aktivitě (rozumíme výtvarným dílům, uměleckým textům, životním situacím apod.). Použitelná je i tam, kde odlišujeme na vědu úzce vázanou analytickou filosofii a volnější filosofické přístupy, jako je například fenomenologie, hermeneutika ad.

Podle Kellerta je ovšem tato distinkce přítomná i na vědecké rovině. Hovoří o ní v souvislosti s novými způsoby provozování vědy, především v druhé

polovině 20. století. Je pro něj příznakem proměny vědecké tradice inspirované deduktivními postupy formálních disciplín. Hlavním příkladem je Kellertovi teorie chaosu, která podle něj nedisponuje svébytnými vědeckými zákony, na nichž by bylo možné založit deduktivně-nomologická vysvětlení, ale přesto poskytuje široké spektrum nových poznatků, které přinášejí porozumění celé řadě komplikovaných procesů (vývoj počasí, turbulentní proudění kapalin, vývoj ekologických populací ad.).

Srov. Kellert, Stephen: *In the Wake of Chaos* (1994).

1.21 Kauzální vysvětlení

Viděli jsme, že základní nutnou složkou explanans je vědecký zákon. Nejčastější zdůvodnění, proč tomu tak musí být, se odvolává na to, že platné vědecké vysvětlení musí být vysvětlením kauzálním a je to právě vědecký zákon, který vyjadřuje kauzální souvislost. Povaze vědeckého zákona ve srovnání se zákonem přírodním a povaze nutnosti vyjádřené jedním nebo druhým typem zákona budeme ještě věnovat větší pozornost v další kapitole. Nyní se soustředíme na význam kauzality pro konstituci vědeckého vysvětlení.

V kauzálním vysvětlení se nejedná o pouhý logický vztah vyplývání explananda z explanans, ale o kauzální vztah příčiny a následku. Zákony a podmínky obsažené v explanans představují příčinu explananda, které je následkem explanans, a to na základě kauzálního zákona obsaženého v explanans.

Vidíme opět, jako v kapitole věnované struktuře vědeckých teorií, jak se do syntaktické filosofie vědy, která by chtěla zůstat nezávislá na mimologických a mimoempirických okolnostech, vkrádá další podmínka – kauzální vztah, tj. druh nutnosti (nomic necessity), která rozhodně není logická. Představitelé syntaktické filosofie vědy se také těžko smířovali s představou, že by vědecké vysvětlení popisovalo pouhou náhodnou posloupnost jevů. Všechny příčinné posloupnosti sdílejí něco, co chybí v náhodných posloupnostech, tj. jsou instancemi obecných zákonů.

Kauzální vztahy jsou předpokládány, i když někdy ještě nejsou známy příslušné zákony, na jejichž základě se kauzální vztahy realizují. Podmínkou pouze

zůstává potenciální poznatelnost těchto zákonů, což je také hlavní cíl vědy podle realistů – odkrývání vědeckých (nebo dokonce přírodních) zákonů a jejich aplikace k vysvětlování událostí.

Ačkoliv se nám může zdát toto zjištění jako konstatování staré pravdy: „Věda objevuje řád světa“ a jako takové jako neproblematické, měli bychom si uvědomit, že přímočaré a velmi efektní odvolání se na kauzalitu trpí několika problémy. První je více spjat s tradiční epistemologií, protože pro tu je kauzalita kontroverzním filosofickým konceptem už minimálně od dob Huma. Druhý souvisí s povahou zákonů, které se používají ve vědě samotné. Některé zákony se ve vědě totiž, alespoň z určitého hlediska, nevztahují ke kauzalitě a některá vědecká vysvětlení se tak neopírají o znalost příčin (statistika). Prvnímu problému se zde stručně budeme věnovat (naváže na něj také kapitola věnovaná testování teorií) a druhý pouze naznačíme (zabývat se jím budeme v kapitole věnované vývoji vědy).

Humova kritika kauzality je vyjádřena v jeho tvrzení, že každá kauzální posloupnost je kauzální jen proto, že je rozpoznána určitá pravidelnost, která může být označena za řízenou zákonem (law-governed). Samozřejmě výhrada realistů spočívá v přesvědčení, že kauzální působení je silnější vztah než pouhá pravidelná následnost. Jako příklad můžeme uvést pravidelnou následnost zahřmění po každém blesku. Filosofovi vědy, kterému stačí vykazování a popis pouhých pravidelných následností, musí přísně vzato stačit tato korelace mezi výskytem blesku a hromu. Kdyby byl ve svém přesvědčení důsledný, nikdy by nepocítil nutnost hledat další jevy, které oběma výše uvedeným předchází a díky kterým, jak by řekl zastánce kauzální závislosti, oba dva nastávají jako jeho vnější projevy, pouze s časovým odstupem daným odlišnou rychlostí šíření světla a zvuku v atmosféře. Zastánci kauzálního vysvětlení budou vždy oprávněně namítat, že pravidelnost (regularity) nemůže vyjádřit nutnost (necessity). Dovedeme si představit kontrafaktuální situaci, kdy je důmyslným zařízením světelný projev odstíněn a nastává pouze zvukový projev, a jinou kontrafaktuální situaci, kdy pozorujeme bouřkové projevy z oběžné dráhy kosmické stanice a světelné projevy nejsou následovány zvukovými projevy, protože zvukové vlnění, na rozdíl od světelného, se nešíří vzduchoprázdnem. Pro realistického filosofa vědy je hledání nutností spjatých s kauzalitou definicí vědeckého projektu.

Logičtí empiristé a v návaznosti na ně i řada syntaktických filosofů vědy nicméně kauzalitu odmítli jako metafyzický pojem. Kauzalita pro ně byla antropomorfním rozšířením běžné lidské zkušenosti lidského jednání, kdy s určitou intencí provádíme určitou akci, která je následkem našeho rozhodnutí takto jednat. Nicméně pro logické empiristy a syntaktické filosofy vědy byl vědecký zákon přesto nutnou součástí explanans ve vědeckém vysvětlení. Důvod je vcelku jednoduchý, zákon je univerzálním tvrzením, z něhož můžou vyplývat singulární tvrzení v explanandu.

Vědecké vysvětlení je pro syntaktické filosofy vědy objektivním vztahem explananda a explanans, stejně jako tomu je v logickém nebo matematickém důkazu. Jedná se tedy o objektivní vztah mezi větami, kdy věty univerzální mohou implikovat věty singulární, nikoliv o subjektivní přesvědčení o závislosti mezi jevy. Pro logické empiristy se tak jednalo o eliminaci subjektivních, psychologických okolností. Vidíme tak opět rekonstrukcionistický projekt syntaktické filosofie vědy v plné kráse. Syntaktický filosof vědy nemůže vystoupit ze sféry formálních logických vztahů k tvrzením o realitě per se.

Nejdůležitější závěr syntaktického pojetí vědeckého vysvětlení tedy je, že explanandum logicky vyplývá z explanans. Syntaktický filosof vědy pouze stanovuje podmínky, za jejichž splnění můžeme pokládat vědecké vysvětlení za platné. A syntaktického filosofa vědy si můžeme představit, jak začtený do vědeckých pojednání rekonstruuje vysvětlení v nich obsažená a zjišťuje, zda jsou správně vytvořená.

Lehký despekt nad tímto projektem můžeme zaplašit, když si uvědomíme, co nám toto pojetí vědeckého vysvětlení zajišťuje. Vědecké vysvětlení totiž zajišťuje zachování pravdivosti – z pravdivých premis dedukujeme pravdivý závěr. A navíc o platnosti vyplývání může být rozhodnuto objektivním mechanickým algoritmickým postupem, bez potřeby uplatňovat subjektivní přesvědčení. Podle syntaktického filosofa tak zjišťujeme objektivní stav věcí (Rosenberg, 2005, s. 30).

Druhým problémem spjatým s kauzalitou je skutečnost, že mnohá vědecká vysvětlení, která můžeme naleznout na stránkách vědeckých pojednání, nemají kauzální charakter. Řečeno úplněji, zákony, které se v nich vyskytují, nejsou

deterministickými zákony, ale zákony statistickými. Na rozdíl mezi deterministickými a statistickými zákony se zaměříme v kapitole věnované vysvětlení v sémantické filosofii vědy. V následující kapitole popíšeme deduktivně-nomologický model vysvětlení, který pracuje s deterministickými zákony, modelům vysvětlení, které pracují se statistickými zákony, se budeme věnovat v závěru této kapitoly.

V předchozí kapitole jsme jako příklad hypoteticko-deduktivního testování teorií zvolili kinetickou teorii plynů. Právě tato teorie patří mezi teorie, které uplatňují statistické zákony. Deterministické zákony newtonovské mechaniky tvoří předpokládané podloží těchto statistických zákonů, ale vyplývání ve vědeckém vysvětlení se o tyto deterministické zákony (jak jsme viděli ve zmíněném příkladu) neopírá. Můžeme sestavit model vysvětlení pro kinetickou teorii plynů:

L: Stavová rovnice ideálního plynu: $pV = NkT$, kde N vyjadřuje počet částic plynu

C: Izotermický děj: $T = konst.$

Boyl–Mariotův zákon: $p_1 V_1 = p_2 V_2$,

nicméně stavová rovnice ideálního plynu není deterministickým zákonem. Základním prvkem pro její odvození je statistická veličina střední kvadratická rychlost:

$$v_k = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$$

kde k je Boltzmanova konstanta, T termodynamická teplota a m_0 hmotnost molekuly plynu.

Střední kvadratická rychlost představuje hypotetickou rychlost všech molekul plynu, pro kterou bude výsledná kinetická energie plynu (součet kinetických energií všech molekul) stejná jako v reálném případě. Rychlosti molekul plynu přitom nabývají reálně všech hodnot daných rozdělovací funkcí. Vztah pro střední kvadratickou rychlost je navíc odvozen na základě zavedení identity:

$$\frac{1}{2} m_0 v_k^2 = \frac{3}{2} kT.$$

Tato identita, která tvoří most mezi newtonovskou mechanikou (levá strana rovnice) a termodynamikou (pravá strana rovnice), představuje jeden z orůžků pro redukcionistický projekt kumulativního pojetí vývoje vědy (viz níže).

Vědeckých vysvětlení, která pracují se statistickými zákony, je celá řada, a to nejen v nefyzikálních disciplínách, ale i ve fyzice samotné. Jednomu speciálnímu a velmi známému případu – kvantové teorii – se budeme věnovat v kapitole věnované vysvětlení v sémantické filosofii vědy.

1.22 Deduktivně-nomologický model vysvětlení

Carl Gustav Hempel a Paul Oppenheim představili deduktivně-nomologický model (též covering law model) vysvětlení již v roce 1948 v textu Studie z logiky vysvětlení. Pokud nebudeme brát v potaz Popperovu Logiku vědeckého zkoumání, která se široce známou stala až v 50. letech, představuje tento model jeden z hlavních výsledků syntaktické filosofie vědy. Ne náhodou mu je proto ve filosofické literatuře věnována velmi frekventovaná pozornost. My se mu zde budeme věnovat pouze stručně, protože ve své podstatě už byl představen na předchozích stránkách.

Vědecké vysvětlení je podle Hempela (s laskavým prominutím Paula Oppenheima) vztahem logického vyplývání explananda z explanans. Model vysvětlení je deduktivní, protože vysvětlení je vztahem deduktivního vyplývání závěru z premis a nomologické, protože jeho nutnou součástí je alespoň jeden obecný zákon. Explanans obsahuje dvě sady vět: věty popisující univerzální vědecké zákony (L_1, L_2, \dots, L_m) a věty popisující počáteční a okrajové podmínky (C_1, C_2, \dots, C_n). Explanandum je tvořeno větou popisující vysvětlovanou událost (E). Pokud je v modelu vysvětlován zákon menší obecnosti (E), obsahuje explanans pouze zákony větší obecnosti (L_1, L_2, \dots, L_m). Schematicky znázorníme D-N model následovně:

$$\frac{L_1, L_2, \dots, L_m}{C_1, C_2, \dots, C_n} \\ E$$

Hempel stanovil čtyři podmínky, které musí být splněny, aby představoval D-N model platné vědecké vysvětlení. Tyto podmínky jsou individuálně nutné, ale pouze společně postačující pro vymezení platného D-N modelu vědeckého vysvětlení.

Podmínky platnosti D-N modelu jako schématu vědeckého vysvětlení:

1. Vědecké vysvětlení musí být platným deduktivním argumentem.
2. Explanans musí obsahovat alespoň jeden obecný zákon potřebný k deduktivnímu vyplývání.
3. Explanans musí být empiricky testovatelné.
4. Věty v explanans musí být pravdivé.

První podmínka nepotřebuje speciální komentář. Druhá podmínka se rozpadá do několika variant, které nejlépe ukážeme na příkladech, kdy je tato podmínka porušena.

První příklad:

L/C: V paměti sněží.

V paměti sněží.

představuje sice deduktivní argument, ale postrádá obecný zákon (nehledě na to, že až na jednu výjimku, nic nemůže vysvětlovat sama sebe).

Druhý příklad porušení druhé podmínky poukazuje na to, že obecný zákon obsažený v explanans musí být k dedukci využit:

L: Druhý termodynamický zákon

C: V paměti sněží.

V paměti sněží.

Poslední příklad poukazuje na to, že obecné tvrzení v explanans musí být zákonem:

L(?): Vždy, když jsem v Olomouci, potkám Wittgensteinův stín.

C: Jsem v Olomouci.

Potkám Wittgensteinův stín.

Třetí Hempelova podmínka vyjadřuje požadavek testovatelnosti explanans, což spočívá v možnosti konfirmovat (nebo falsifikovat) tvrzení obsažená v explanans skrze pozorování a experiment. Test nemusí být aktuálně proveden, ale musí být potenciálně proveditelný, což tvoří jasnou – pro syntaktické filosofy vědy (Hempel, Popper) – demarkační čáru mezi vědou, která navrhuje testovatelné hypotézy a ne-vědou, která předkládá dogmatická tvrzení (metafyzika, pseudověda ad.).

První tři podmínky se zdají být neproblematickými (snad s výjimkou třetí, viz kapitola věnovaná testování teorií). Výrazně problematická je ovšem poslední podmínka, která se dovolává pravdivosti vět v explanans. Zde se syntaktická filosofie vědy prostřednictvím realistického výkladu zákonů potkává s metafyzikou. Zákon jakožto univerzální tvrzení je totiž pokládán za pravdivý vždy a všude, v jakémkoliv okamžiku času a v jakémkoliv místě prostoru. Řečeno slovníkem obecné teorie relativity, má být platný pro všechny události, v celé struktuře časoprostoru (pro všechny časupodobné intervaly). Což je samozřejmě problém, protože my, kromě toho, že nedisponujeme dostatkem prostředků na jejich empirické ověření mezi dosažitelnými událostmi, rozhodně nedisponujeme možnostmi empiricky ověřit, zda stejné zákony platily v minulosti a budou platit v budoucnosti.

Odvolení se na pravdivost zákonů v explanans implikuje, že jsou tyto zákony přírodními zákony. Ne všichni filosofové vědy ovšem s tímto ztotožněním zákonů v explanans s přírodními zákony souhlasí. Hlavním představitelem opačného přístupu byl Karl Popper, který vědecké zákony chápal pouze jako odvážné hypotézy (o rozdílu ještě víc v následující kapitole), které spějí vstříci svému vyvrácení.

Ocitáme se v potížích podobně jako v případě kauzálního vysvětlení. Protože nevíme, zda jsou zákony v explanans přírodní zákony, nebo pouze hypotézy, nevíme, zda je čtvrtá podmínka platnosti vědeckého vysvětlení splněna. Navíc

z dějin vědy víme (tj. máme empirii), že všechny zákony jsou běžně nahrazovány jinými přesnějšími zákony, což můžeme tudíž očekávat i pro současné vědecké zákony. Souhrnně proto platí, že žádné současné vědecké vysvětlení nesplňuje nároky kladené na deduktivně-nomologický model.

Za řešení této diskrepance mezi D-N modelem jako ideálem vědeckého vysvětlení a reálným vědeckým vysvětlením může být pokládána úprava čtvrté Hempelovy podmínky na poněkud mírnější variantu (Rosenberg, 2005, s. 32):

- 4.* Zákony v explanans musí být pravdivé, nebo musí být našim současným nejlepším porozuměním přírodním zákonům.

Tato úprava nás přesvědčuje o tom, že jak naše vědecké poznání postupuje k přesnější a úplnější znalosti přírody, tak se také zpřesňuje a stává úplnější naše znalost přírodních zákonů a reálné vědecké vysvětlení se asymptoticky blíží dokonalosti D-N modelu. Vědecké zákony nejsou sice bezpodmínečně pravdivé, ale jsou pravdivé aproximativně (approximate truth).

Problémy takového řešení jsou ovšem opět neodbytně patrné. Toto řešení totiž nepřináší objasnění povahy přírodních zákonů (viz příští kapitola), a to z pochopitelných důvodů – muselo by být zataženo do úvah moderní analytické metafyziky. Nová podoba podmínky neřeší ani otázku vztahu našich vědeckých zákonů jako hypotéz k přírodním zákonům – není jasné, co je to „nejlepší porozumění přírodním zákonům“ (Rosenberg, 2005, s. 32) a zda je aproximativní pojetí pravdy konzistentní (viz kapitola věnovaná pragmatické filosofie vědy).

1.23 Vysvětlení a predikce

D-N model vysvětlení ukazuje, jak můžeme provést explanaci známého jevu na základě znalosti obecných zákonů a podmínek, které jsou za jeho výskyt zodpovědné. Tak můžeme například klasickou anomálii newtonovské teorie gravitace – jakou je stáčení perihelia Merkuru – vysvětlit na základě subsumpce tohoto jevu pod nový obecný zákon – Einsteinův gravitační zákon obecné teorie relativity.

Na základě schématu D-N modelu můžeme ovšem postupovat i obráceně, tj. můžeme z vět popisujících obecný zákon a počáteční a okrajové podmínky vyvodit nějaké singulární tvrzení. Provádíme tudíž predikci doposud nepozorovaného jevu. Takto bylo možné predikovat z Einsteinova gravitačního zákona (a specifických podmínek) nové jevy, jako jsou gravitační rudý posuv, ohyb světelných paprsků v blízkosti velmi hmotných objektů, existence černých děr ad. A na základě těchto predikcí pak probíhá testování teorií, proto mnozí filozofové vědy pokládají schopnost nové teorie generovat predikce neznámých jevů za důležitější než její schopnost vysvětlovat jevy již známé (více o tom v kapitole věnované vysvětlení v sémantické filosofii vědy).

Predikce standardního modelu

Základem soudobé fyziky je standardní model částic a interakcí, který poskytuje vysvětlení převážné většiny fyzikálních procesů na úrovni částicové fyziky. Integruje elektromagnetickou, slabou a v zásadě také silnou jadernou interakci do jednoho rámce, který je popisován kvantovou elektrodynamikou (QED) a kvantovou chromodynamikou (QCD).

Standardní model byl konstituován v 70. letech 20. století, i když jeho důležité partie byly vytvářeny již od zhruba 40. let 20. století. Teoretický systém standardního modelu je výjimečně prediktivně úspěšný. Z jeho popudu byly prováděny experimenty, které až doposud představují nejpřesnější potvrzení teoretických předpokladů. Nejslavnější je bezesporu predikce učiněná již na počátku 60. let, která předpokládala existenci Higgsova mechanismu, který vysvětluje (mimo jiné) původ nenulové klidové hmotnosti bosonů, které zprostředkují slabou interakci (W^+ , W^- a Z^0), a také předvídá existenci Higgsova bosonu, potvrzeného experimenty v LHC v roce 2012.

Srov. Baggot, Jim: Farewell to Reality (2013).

Na základě schopnosti generovat z D-N modelu predikce stejně jako explanace byla (již Hempel) zastávána teze o symetrii mezi explanací a predikcí (explanation-prediction symmetry thesis): Kdykoliv disponuje teorie explanací silou, disponuje také prediktivní silou a vice versa. Z logického hlediska

je to samozřejmým důsledkem struktury deduktivního argumentu. Z hlediska reálně provozované vědy často narazíme na případy, kdy je tato symetrie narušena v jednom nebo druhém směru (viz kapitola věnovaná vysvětlení v sémantické filosofii vědy).

1.24 Vědecký zákon

Pro platný D-N model vědeckého vysvětlení jsme stanovili ve druhé podmínce závazek přítomnosti a využití obecného zákona v explanans a ve čtvrté podmínce závazek pravdivosti tohoto zákona. Tyto podmínky činí neodbytným vymezit pro syntaktickou filosofii vědy pojem vědeckého zákona (2. podmínka) a jeho vztahu k přírodnímu zákonu (4. podmínka).

Náš filosofický přístup k vědeckým zákonům je určen naším pojetím poznání, které nám věda poskytuje. Přístup je v zásadě dvojí, buď pokládáme nové vědecké poznatky za objevy nových struktur a procesů reality, nebo je pokládáme za užitečné vynálezy, které nám ale o skutečné povaze světa nic neříkají. Realista bude většinou tíhnout k pojetí vědy jako hledání skrytých pravd, zatímco instrumentalista se spokojí s vědou jako užitečným nástrojem.

Rozdíl mezi oběma představami vědy si můžeme znázornit přehlednou tabulkou:

OBJEVOVÁNÍ	VYNALÉZÁNÍ
<ul style="list-style-type: none"> • Věda odhaluje pravdy nezávislé na našem poznání 	<ul style="list-style-type: none"> • Věda je užitečným nástrojem pro organizaci zkušenosti
<ul style="list-style-type: none"> • Věda je množinou znalostí objektivních vztahů mezi entitami (abstraktní relace mezi pravdami) 	<ul style="list-style-type: none"> • Věda je množinou přesvědčení a metod, které úspěšně používáme
<ul style="list-style-type: none"> • Vědecké zákony jsou nezávislé na našem poznání (zrcadlí přírodní zákony) 	<ul style="list-style-type: none"> • Vědecké zákony jsou výsledky tvůrčí aktivity vědce (přechodné hypotézy)
<ul style="list-style-type: none"> • Vysvětlení je objektivní vztah mezi speciálním typem vět 	<ul style="list-style-type: none"> • Vysvětlení je lidská aktivita

Abychom hned na počátku příliš neinfikovali filosofii vědy metafyzikou, je třeba odlišit pojem vědeckého zákona (scientific law) od pojmu přírodního zákona (natural law). Vědecký zákon je nutnou komponentou syntaktické filosofie vědy, je součástí vědeckého vysvětlení, jedná se o univerzální tvrzení, které stanovuje hypotézu, která podléhá testování. Přírodní zákon oproti tomu spadá do domény metafyziky, jedná se o univerzální tvrzení, které vymezuje nezávislou pravdu o realitě, která musí platit vždy a všude, jedná se o organizační princip reality per se.

Pokud se smíříme s filosofií vědy, která nepotřebuje nacházet objektivní vztahy mezi objekty reality, nemusíme vůbec operovat s pojmem přírodního zákona. Pokud ovšem chceme, aby filosofie vědy stopovala asymptotické směřování vědeckých zákonů k pravdě a pokud chceme, aby vědecké vysvětlení bylo skutečně objektivně platné, pak musíme pojmu přírodního zákona používat – jako úběžníku aproximačního směřování k pravdě. Zaměříme se proto nejprve na realisty i instrumentalisty společně sdílené vymezení vědeckého zákona a následně ukážeme na cesty k metafyzice související s povahou nutnosti, kterou vyjadřují přírodní zákony.

Chceme-li vymezit formálně správně povahu vět, které vyjadřují vědecký zákon, jsme zavázáni následujícími podmínkami (Rosenberg, 2005, s. 33–34):

1. Vědecké zákony jsou univerzální tvrzení.
2. Vědecké zákony neodkazují k partikulárním objektům, prostorovým a časovým určením.
3. Vědecké zákony podporují kontrafaktuál.

První podmínka je relativně neproblematická a je závazná pro všechna univerzální tvrzení. Jákýkoliv vědecký zákon musí obsahovat vztah mezi větami, který je doprovázen všeobecným kvantifikátorem. Jako příklady formulace vědeckého zákona jako univerzálního tvrzení můžeme uvést formy tvrzení:

- (I) Všechna A jsou B. $\forall x(A(x) = B(x))$
- (II) Jestliže nastane událost E, pak vždy neměnně následuje událost F.
 $\forall x \forall t(E(x,t) \rightarrow F(x,t))$, kde x odkazuje k partikulárnímu místu a t k partikulárnímu času

Druhá podmínka stanovuje, že vědecký zákon platí pro všechny objekty daného typu, kdekoliv a kdykoliv. Čili jeho závaznost předpokládáme i pro situace, které nemůžeme přímo pozorovat (kontrafaktuální situace), nebo pro konfigurace objektů, které se ve známé přírodě nevyskytují, ale vyskytovat by se mohly (např. naším zapříčiněním). Například, jak ukazuje Rosenberg (Rosenberg, 2005, s. 33), ze zákonů jaderné fyziky vyplývá, že:

(III) Všechna pevná sférická tělesa z čistého plutonia váží méně než 100 tun.

Uvedená věta je tak instancí zákonů jaderné fyziky, protože hmotnější těleso daného typu nelze z plutonia vzhledem k jeho vlastnostem vytvořit.

Oproti tomu tvrzení:

(IV) Všechna pevná sférická tělesa z čistého zlata váží méně než 100 tun.

je nahodilým zobecněním vlastností známých zlatých objektů daného typu ve Vesmíru, v závislosti na našich představách o výskytu zlata ve Vesmíru. Tato věta ovšem není instancí žádného známého zákona, neboť vytvoření objektu takových vlastností nic principiálního nebrání.

K odlišení skutečných zákonů (real laws) od pouhých náhodilých zobecnění (accidental generalizations) zavedl Dawid Lewis formulaci zákonů formou kontrafaktuálních kondicionálů, tj. podmínkových vět, které se vztahují k nerealizovaným/možným událostem. Pojmové nástroje užívané v logice možných světů nám tak vztahují vědecké zákony ke všem možnostem konstituce událostí, zatímco nahodilá zobecnění se týkají pouze známých skutečností konstituce událostí.

Ontologie událostí

V pojetí Jaegwona Kima se každá událost skládá ze tří částí: objektu, vlastnosti a časového intervalu $[x, P, t]$. Každá jedinečná událost je vymezena existenční podmínkou a podmínkou identity. Existenční podmínka stanoví, že $[x, P, t]$ existuje tehdy a jen tehdy, dokládá-li objekt x n -četnou vlastnost P

v čase t . V kontextu teorií psycho-fyzické identity Kim vypracoval teorii identity událostí (event identity theory), která tvrdí, že dvě události jsou identické tehdy a jen tehdy, když se vyskytnou ve stejném čase na stejném místě a instance mají stejné vlastnosti. Podmínka identity stanovuje, že $[x_1, P_1, t_1]$ je identická s $[x_2, P_2, t_2]$ tehdy a jen tehdy když $x_1 = x_2, P_1 = P_2$ a $t_1 = t_2$.

Vzhledem ke struktuře události je zřejmé, že odlišnost v kterémkoliv strukturálním prvku zakládá odlišnost události. Rozdíl v relevantní konstitutivní vlastnosti stačí k tomu, abychom mohli jednoduše události odlišovat. Například událost $U_1 =$ „Caesarova smrt“, která exemplifikuje vlastnost $P_1 =$ „umírání“, se tak liší od události $U_2 =$ „násilná Caesarova smrt“, která exemplifikuje vlastnost $P_2 =$ „násilné umírání“.

Na popis událostí a vytvoření teorie identity událostí logicky navazují úvahy o druzích závislosti mezi událostmi (vlastnostmi). Jedním z druhů závislosti událostí, kterou Kim nejvíce rozvinul a široce aplikoval ve filozofii mysli, je supervenience. Svě pojetí supervenience vypracovával především v 80. letech, aby jej nakonec shrnul a aplikoval ve filozofii mysli v roce 1993 v knize *Supervenience and Mind*.

Srov. Kim, Jaegwon: *Supervenience and Mind: Selected Philosophical Essays* (1993).

Když se vrátíme k výše uvedenému příkladu instance zákona plynoucí z jaderné fyziky, můžeme zákon v něm instanciovaný vyjádřit kontrafaktuálním kondicionálem (Rosenberg, 2005, s. 34):

(V) Kdyby byl Měsíc složen z čistého plutonia, pak by vážil méně než 100 tun.

Vzhledem k platnosti zákonů jaderné fyziky je tento kontrafaktuál pravdivý, jak jsme uvedli, objekt daného typu, sestávající z čistého plutonia, nemůže vážit více než 100 tun.

Naproti tomu kontrafaktuál vázající se k druhému příkladu:

(VI) Kdyby byl Měsíc složen z čistého zlata, pak by vážil méně než 100 tun.

je nepravdivý, nic v principu nebrání tomu, aby objekt daného typu, sestávající z čistého zlata, existoval.

Nyní se nám objasňuje třetí podmínka kladená na formulaci vět vyjadřujících vědecké zákony – zákony podporují kontrafaktuální kondicionál, tj. zajišťují, že je kontrafaktuál pravdivý.

Pokud se spokojíme s formálním vyjádřením vět vyjadřujících vědecké zákony, pak můžeme být spokojeni, protože kontrafaktuální kondicionál je univerzálním tvrzením, které se vztahuje ke všem možným scénářům konstituce událostí, a tak splňuje nároky, které intuitivně se zákony spojujeme. Problémem ovšem zůstává to, že jsme se vůbec nepřiblížili vysvětlení toho, jak je to s pravdivostí zákonů. Pro realistu tak bude nezbytnou otázkou po povaze nutnosti, kterou vědecký zákon vyjadřuje.

O jaký druh nutnosti se ale jedná? Jistě se nemůže jednat o logickou nutnost, protože popření přírodních zákonů není logicky rozporné. Řečeno lewisovsky, můžeme si představit možný svět, v němž některé nebo všechny přírodní zákony mají jinou podobu než v aktuálním světě. Pro speciální druh nutnosti vyjádřených přírodním zákonem se používá označení nomologická nutnost (nomological necessity), případně přirozená nebo fyzikální nutnost (Rosenberg, 2005, s. 35).

Superzákony

V kontextu soudobých převážně kosmologických spekulativních partií fyziky se stalo běžným uvažovat také o možnosti, že vědecké (přírodní) zákony, které jsou určující pro náš Vesmír, jsou pouze speciální variantou superzákonnů, které jsou určující pro celou „sít“ jednotlivých vesmírů v Multiverzu. Nejvýraznější je v tomto směru inflační kosmologie, která, především v kontextu scénáře tzv. věčné inflace, předpokládá, že počáteční podmínky (hodnoty konstant, hmotnosti částic ad.) našeho Vesmíru a potenciálně také zákony, které v našem Vesmíru platí, představují pouze jednu z možných

variant počátečních podmínek a zákonů, které byly ustaveny v okamžiku, kdy se náš Vesmír „vynořil“ z inflatonového pole, které je podkladem existence Multiverza.

Jedná se samozřejmě o velmi kontroverzní a těžko testovatelné teoretické předpoklady, které výrazně překračují rámec soudobé fyziky standardního modelu. V rámci současného trendu „třetí kultury“ se ovšem staly tyto spekulace velmi populární mezi filosofujícími fyziky, jako je například Lawrence Krauss, Lee Smoline ad. Pro filosofy vědy představují tyto smělé spekulace velkou výzvu pro kritické zhodnocení, protože mnohdy implicitně zavádějí a obhájí metafyzické přístupy, které byly dávno v rámci analytické tradice prokázány jako nesmyslné.

Srov. Krauss, Lawrence: *The Universe from Nothing* (2012).

S otázkami po nomologické nutnosti se do filosofie vědy vrací metafyzika, kterou se pokoušeli vyhnat na jejím počátku představitelé logického empiricismu. Nomologická nutnost se totiž zdá být jen novodobým názvem pro nutné spojení příčiny a následku. Za označením nomologická nutnost se tak skrývá stará známá kauzalita, nomologickou nutnost je možné identifikovat s kauzální nutností. Jak příhodně připomíná Rosenberg, to, že prohlásíme vědecké zákony za kauzálně, fyzikálně nebo nomologicky nutné, stále nezodpovídá otázku, co je to kauzální, fyzikální nebo nomologická nutnost (Rosenberg, 2005, s. 36–37).

1.3 TESTOVÁNÍ VĚDECKÝCH TEORIÍ

Všichni máme jistě velmi živě v paměti výjevy ze středoškolských laboratorních experimentů. Těleso kutálející se po nakloněné rovině, kmitající matematické kyvadlo, elektrické obvody a Van de Graaffův generátor, ale možná i exotičtější pokusy, jako měření velikosti tíhového zrychlení nebo průměru molekuly kyseliny olejové.

Máme v živé paměti praxi vytváření zápisů měření – protokolů –, která nás naučila práci s daty, jejich zpracování, jednoduché statistické ošetření chyb

měření a jejich grafické znázornění. Školní laboratorní experimenty pro nás byly prvním systematickým implementováním hypoteticko-deduktivní metody testování. Nejprve jsme si definovali použitou teorii/hypotézu, z ní jsme vyvodili důsledky, které jsme pro dané počáteční a okrajové podmínky kvantifikovali. Následně jsme provedli měření, jehož výsledky jsme statisticky zpracovali a srovnali výsledky měření s teoretickým předpokladem.

Tak jsme například prováděli test Galileova matematického vztahu pro periodu kmitání matematického kyvadla:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}},$$

kde l je délka závěsu matematického kyvadla a g je tíhové zrychlení.

Po stanovení počátečních podmínek (délka závěsu a hodnota tíhového zrychlení) a okrajových podmínek (těleso je malé a těžké, výkmit od svislého směru nepřesahuje 5°) jsme vypočetli hodnotu periody. Měřením jsme pak dokládali, že se perioda zvětšuje s délkou závěsu, že nezávisí na hmotnosti kyvadla a že pro dané podmínky souhlasí v mezích relativní odchylky empiricky zjištěná hodnota periody s její teoretickou hodnotou.

Galileiho pokusy s nakloněnou rovinou

Galileo Galilei, který je pokládán za jednoho z otců moderní fyziky, je znám jako autor zákonů popisujících volný pád těles. Pomineme-li legendy, které se pojí s jeho experimentální praxí, Galilei skutečně nevyvozoval zákony volného pádu z experimentů s hody těles ze šikmé věže v Pise, a skutečnosti o používání myšlenkových experimentů, kterými vyvracel aristotelskou teorii pádu těles, zůstává nám ještě zajímavý pohled na jeho skutečnou experimentální praxi.

Galilei vyvodil pohybové rovnice volného pádu na základě experimentů s nakloněnou rovinou, a to na základě kombinace velmi přesného měření a matematické argumentace. Přesnosti měření přitom Galilei dosahoval bez pomoci sofistikovaných měřících přístrojů. V zásadě měl k dispozici pouze délkové měřidlo, nedisponoval měřidlem času (kyvadlo, jehož

matematického popisu dosáhl až později, by mu samozřejmě při těchto experimentech nebylo nijak užitečné). Stejně časové intervaly pro narůstající délkové úseky, s tím jak kulička zrychlovala při pohybu na nakloněné rovině, určoval pomocí svých vycvičených smyslů. Samotná matematická formulace „zákonů“ pohybu pak byla založena na vypořádání pravidelné posloupnosti lichých čísel, která vyjadřují narůstající délkové úseky, rostoucí se čtvercem času, tj. 1, 3, 5, 7, 9, 11, ...

Srov. Torretti, Roberto: *The Philosophy of Physics* (1999).

Vyvodit z pozitivního výsledku testu pravdivost teorie by bylo jistě velmi unáhlené – a syntaktičtí filosofové vědy se pokoušeli tuto unáhlenost analyzovat a nahradit ji rozumnými důvody pro podporu teorie. Přesto bychom neměli podceňovat význam jednoduchých a přesvědčivých testů, které často vedou k jasnému zpochybnění nebo dokonce vyloučení, alternativních vysvětlení/teorií. To se nejlépe ukazuje v historické perspektivě – ať už si představujeme Filopona, který zjišťuje, že rychlost dopadu věci z dané výšky není úměrná její váze, nebo Galilea, který zjišťuje, že dráha uražená tělesem při pohybu na nakloněné rovině je úměrná čtverci času, nebo Foucaulta, který ze stáčení roviny kmitů kyvadla (nyní Foucaultova) vyvozuje otáčení Země kolem vlastní osy.

Celý příběh vědecké revoluce, je tak trochu pohádkový, a postkuhnovská historiografie vědy nám dostatečně demytizovaly pozitivistickou představu o jednolitěm a nepřerušovaném proudu vědecké racionality (viz i kapitola věnovaná vývoji vědy). Přesto bychom neměli zapomínat, že v postupné linii od Koperníka přes Keplera, Galilea, Descarta, Newtona a mnohé další k vědě 18. století vidíme rostoucí snahu po důkladném prověření teoretického systému, po ucelené testovací mašinerii. A je to tato experimentální mašinerie, která dala vzniknout technologickým inovacím a vedla k průmyslové revoluci, dala vzniknout vědeckým aplikacím, které setrvale používáme a které dokládají kontinuitu poznávání.

Testování vědeckých teorií je v syntaktické filosofii vědy nahlíženo opět rekonstrukcionistickou perspektivou, tj. máme teorii a přemýšlíme nad tím, jaký

existuje logický vztah mezi pozorovacími větami, které popisují empirické jednotlivosti, a větami teoretickými, které popisují vědecké zákony. Nalezený a obhajovaný vztah, který vyjadřuje logickou bázi testu, je buď induktivní inference (v případě verifikace), nebo deduktivní inference (v případě falsifikace).

Ačkoliv se v pokusech o budování teorií induktivní inference někteří filosofové (především Reichenbach) pokusili uplatnit teorii pravděpodobnosti, převládajícím přesvědčením bylo, že pravděpodobnostní testování je nemožné. Popper přímo prohlašoval, že pravděpodobnost každé hypotézy je striktně vzato nulová. Vězení striktně deduktivního logického přístupu bylo postupně překonáváno až po Quinových (nedourčenost teorie empirickou bázi) a Hansonových (theory-ladeness) objevech a vedlo k rehabilitaci teorie pravděpodobnosti v pragmatické filosofii vědy.

1.31 Induktivní inference

S rozvojem logického empiricismu se znovu vynořila otázka platnosti syntetických soudů. Řečeno poněkud populárně, znovu se objevil problém indukce. Syntetické soudy byly podle analytických filosofů platné na základě faktů, o kterých vypovídají. Nepřipadala v úvahu transcendentální varianta zastávaná novokantovci (například Poincarém), která spojovala nutnou (tehdy i ve smyslu apriorní) platnost některých syntetických soudů s jejich zakotvením v transcendentálním subjektu poznávání.

Logičtí empiristé museli zakotvit induktivní zobecnění jiným způsobem a už jsme přitom viděli, že odvolání se na kauzalitu, vzhledem k její metafyzické povaze, nepřipadalo v úvahu. Rozumnou se zdála být cesta započatá Hudem a dále rozvíjená britským empirismem 19. století, která usilovala o justifikaci induktivní inference.

Ačkoliv Huma většinou spojujeme s kritikou indukce a kauzality, přesnější pohled na jeho empirismus ukazuje, že jeho kritika je cílena především na metafyzickou povahu kauzality, nikoliv na používání induktivní metody, která nám přináší rozpoznání pravidelností v naší empirii. Hume a Mill nevyklučovali, že je možné justifikovat induktivní postupy, pouze konstatovali, že tato justifikace ještě nebyla nalezena.

Základní problém spočívá v odlišnosti deduktivního a induktivního argumentu a ve skutečnosti, že justifikace induktivního argumentu se může dít pouze deduktivně, induktivní justifikace indukce by byla začarovaným kruhem. Odlišnosti deduktivního a induktivního argumentu shrneme v tabulce:

Deduktivní inference	Induktivní inference
• Závěr plyne logicky z premis	• Premisy podporují závěr, ale negarantují jej
• Postup od obecného k jednotlivému (premisy obsahují závěr)	• Postup od jednotlivého k obecnému (závěr obsahuje premisy)
• Mimočasová	• Z minulosti do budoucnosti

Induktivní argument se můžeme pokusit justifikovat například následujícím způsobem (Rosenberg, 2005, s. 115):

P_1 : Jestliže byla určitá praxe úspěšná v minulosti, bude úspěšná také v budoucnosti.

P_2 : V minulosti byly induktivní argumenty úspěšné.

Z: Induktivní argumenty budou úspěšné i v budoucnosti.

Uvedený argument je jistě deduktivně platný, protože závěr Z deduktivně vyplývá z premis P_1 a P_2 . Nicméně zatímco premisa P_2 je neproblematicky přijatelná, premisa P_1 vyžaduje opět justifikaci. Bohužel podobná obtíž se vyskytuje v každém deduktivním pokusu justifikovat induktivní argument. V každém podobném argumentu se vyskytuje nekonečný regres, tj. vždy se v něm vyskytuje premisa, která už v podstatě předpokládá induktivní inferenci jako justifikovanou, a tuto premisu P_1 můžeme justifikovat opět jen deduktivním argumentem, v němž bude předpokládána jiná premisa P_1^* , která opět vyžaduje justifikaci a tak ad infinitum.

Základním problémem uvedeného typu argumentů je potřeba justifikovat deduktivní vyplývání napříč časem, takový krok by ovšem ustavil induktivní

inferenci, jako svého druhu deduktivní, popřením nezávislosti empirické metody. Můžeme jen domýšlet, že toto popření je v podstatě obsaženo v aplikaci metafyziky budované na základech logiky možných světů a je do paradoxních důsledků dovedeno v některých dnešních spekulativních fyzikálních teoriích, které pracují s konceptem multiversa.

Zbavit logický empiricismus podezření z toho, že jeho název je oxymóron a že jeho dvě základní metody (empirická a logická) jsou vlastně ve vzájemném rozporu, se asi nejvíce a nejúspěšněji snažil Hans Reichenbach.

Reichenbachova pravděpodobnostní logika

Pro potřeby zavedení induktivní inference rozšiřuje Reichenbach klasickou logiku (prvního řádu) o pravděpodobnostní implikaci. Obvyklou podobou zápisu pravděpodobnostní implikace mezi vlastnostmi (třídami) A a B je:

$$P(B|A) = p$$

kde p nabývá hodnot od nuly do jedné.

Přísně vzato je pravděpodobnostní implikace definována jako limita relativní frekvence, v případech, že tato limita existuje, proto bývá Reichenbachovo pojetí pravděpodobnostní logiky označováno jako frekventismus.

Limita je zavedena jako:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{N(A_n \cap B_n)}{n},$$

kde A_n a B_n představují prvních n členů A a B a N udává kardinalitu argumentu. Reichenbachova justifikace indukce na bázi frekventismu je označována jako pragmatická justifikace. Je třeba zdůraznit, že Reichenbachův závěr o induktivní inferenci není tvrzení (assertion), ale pozit (posit). Reichenbach v zásadě „pouze“ obhajuje induktivní inferenci s tím, že pokud povede nějaké pravidlo k zavedení správné pravděpodobnosti, pak se bude jednat o pravidlo indukce, které je současně nejjednodušším pravidlem tohoto druhu.

Srov. <http://plato.stanford.edu/entries/induction-problem/#ReiFre>

Základní Reichenbachův argument se opírá o prediktivní úspěšnost vědeckých teorií, ukazuje, že pokud funguje nějaká metoda predikování budoucnosti, musí fungovat metoda indukce (Rosenberg, 2005, s. 116). Schematicky:

P_1 : Jestliže je úspěšná nějaká podoba predikování budoucnosti, musí být platný princip indukce.

P_2 : Metoda predikování budoucnosti je úspěšná (v případě vědeckých teorií).

Z: Princip indukce je platný.

Můžeme například srovnat prediktivní úspěšnost věštírny v Delfách s prediktivní úspěšností Newtonovy teorie mechaniky. Reichenbach na příkladu srovnání dvou z jeho pohledu, ve vztahu k prediktivní úspěšnosti, velmi odlišných teorií, ukazuje, že některé metody predikce jsou skutečně úspěšné a opravňují nás tak pokládat princip indukce za platný (Rosenberg, 2005, s. 116).

Jak už ale jistě vidíme, i tento deduktivní argument trpí potížemi, o které jsme mluvili v souvislosti s deduktivními argumenty justifikujícími induktivní inferenci. Ukazuje sice, že pokud funguje některá metoda predikce budoucnosti, platí princip indukce, nicméně nedokazuje premisu P_2 , která stanovuje, že nějaká metoda predikce budoucnosti skutečně funguje. I Reichenbach po nás požaduje, abychom přijali platnost induktivního vyplývání napříč časem.

Po zdrcující kritice Karla Poppera zůstala otázka justifikace indukce dlouhou dobu mimo hlavní proud filosofie vědy. Další renesance se dočkala až v sémantické a pragmatické filosofii vědy, a to především v souvislosti s teorií pravděpodobnosti. V kapitole věnované pragmatické filosofii vědy se proto seznámíme s vlivným přístupem k problému testování – bayesianismem.

Speciálním pomezním typem argumentu, mezi induktivními a deduktivními argumenty, by mohly být myšlenkové experimenty. O jejich povaze se vedou spory – mohou být pouze zakukleným deduktivním argumentem, vyjádřením syntetického apriorního soudu, experimentem sui generis ad. – nicméně faktem zůstává, že v přírodní vědě, možná na rozdíl od filosofie, hrají neopominutelnou a nenahraditelnou roli.

Myšlenkové experimenty jsou velmi často používány ve fázi konceptuálního a axiomatického ukotvování teorie, na pomezí kontextu objevu a justifikace (jak uvidíme v následující kapitole a v kapitole věnované testování vědeckých teorií v pragmatice filosofie vědy). Vědecká teorie může být myšlenkovými experimenty ustavována v procesu konceptualizace a axiomatizace, může jimi být zpochybňována – generují prostor pro další empirické ověření, ale nemůže jimi být testována.

Podobná zjištění by nás ovšem neměla vést k závěru, že jsou myšlenkové experimenty ve vědecké praxi až druhotným prostředkem prokazování validity dané teorie. Význam slavných myšlenkových experimentů na poli fyziky, jako např. Galileův myšlenkový experiment, Newtonovo vědro, Schrödingerova kočka ad., spočívá nikoliv v možnosti realizovat tyto experimenty v praxi, ale podrobit teoretické předpoklady konceptuální analýze. Mnohé myšlenkové experimenty představují také heuristické prostředky při tvorbě nových vědeckých modelů, které následně vedou ke konstituci nové teorie.

Galileův myšlenkový experiment

Galileův myšlenkový experiment vyvracel aristotelskou nauku o rychlosti pádu těles. V aristotelské fyzice byla rychlost pádu těles úměrná jejich hmotnosti (řečeno moderními termíny), tj. těžší tělesa padají k zemi rychleji. Galileo ve svém myšlenkovém experimentu předpokládá nejprve pád dvou stejně těžkých a stejně velkých těles (samozřejmě dopadnou současně) a následně si představí jedno z těles rozdělené na dvě, propojené poutem zanedbatelné hmotnosti – jedno těžší, druhé lehčí – čili z hlediska aristotelského přístupu se těžší těleso bude mít tendenci pohybovat rychleji než lehčí, tj. vzhledem k jejich propojení – těleso tvořené dvěma tělesy bude padat pomaleji než těleso jednolitě o stejné hmotnosti.

Z uvedeného příkladu vidíme velké výhody myšlenkových experimentů – jsou, jakožto experimenty, velmi názorné, ale zároveň, jakožto argumenty, deduktivně platné. Nahlíženo perspektivou Galilea, je nutné, aby všechna tělesa padala k zemi stejně rychle (za idealizovaných podmínek, samozřejmě).

Přesto Galilei svůj myšlenkový experiment doplňuje reálnými experimenty s nakloněnou rovinou (viz výše).

Slavný Galileův experiment, kterým vyvracel aristotelskou představu o závislosti doby dopadu těles z dané výšky na jejich hmotnosti, můžeme srovnat s méně známým experimentálním vyvracením, které nalzáme u Jana Filopona v 6. století po Kristu:

„But this [view of Aristotle] is completely erroneous, and our view may be completely corroborated by actual observation more effectively than by any sort of verbal argument. For if you let fall from the same height two weights, one many times heavier than the other you will see that the ratio of the times required for the motion does not depend [solely] on the weights, but that the difference in time is very small.“

Viz Lindberg, David (1992), *The Beginnings of Western Science: The European Scientific Tradition in Philosophical, Religious, and Institutional Context, 600 B.C. to A.D. 1450*, s. 305.

Srov. Picha, Marek: *Kdyby chyby – Epistemologie myšlenkových experimentů* (2011).

1.32 Verifikace a confirmace hypotéz

Verifikací se na základní rovině rozumí proces zjišťování pravdivostní hodnoty výroku, u falsifikace pak a vice versa. Inspirováni Wittgensteinovým tvrzením ze závěru Traktátu, že správné by bylo říkat pouze to, co má smysl, tedy věty přírodovědy, tvrdili ovšem logičtí empiristé navíc, že smyslem jakékoliv věty je metoda její verifikace. Verifikovat proto znamená uvést teoretický výrok do souladu s empirickou evidencí, tj. teorie je verifikována pozorováním, experimenty a měřeními. Vědecké hypotézy, ačkoliv nemusí být s konečnou platností verifikovány, musejí být verifikovatelné.

Kritérium verifikace, jako kritérium smyslu, existovalo původně v silné podobě, která striktně pokládala teoretický výrok T za smysluplný tehdy a jen tehdy, když existuje konečná množina observačních výroků O_1, O_2, \dots, O_n taková, že:

$$\{T \rightarrow (O_1, O_2, \dots, O_n)\} \text{ a zároveň } \{(O_1, O_2, \dots, O_n) \rightarrow T\}.$$

Slabá varianta transformovala silný koncept na slabší koncept konfirmovatelnosti/potvrditelnosti, který byl rozvíjen především Rudolfem Carnapem a Carlem Hempel. Podle Carnapa lze teoretický výrok T konfirmovat, pokud obsahuje pouze takové termíny, které je možné redukovat na observační termíny. Pro Hempela je teoretický výrok konfirmovatelný, pokud je přeložitelný do empirického jazyka (Rosenberg, 2005, s. 122). S problémem vztahu observačního a teoretického jazyka jsme se setkali v oddílu věnovaném teoretickým termínům (věnovat se mu budeme v následujícím oddílu a další kritice pak také v následující kapitole, v souvislosti se sémantickým pojetím teorií).

S metodou verifikace jsme se v její slabší variantě konfirmace/potvrzení setkali již v případě hypoteticko-deduktivního testování teorií (k němu ještě dále viz koroborace). Viděli jsme, že potvrdit lze teorii buď přímo, když její principy konfrontujeme se zkušeností, nebo nepřímo, když se zkušeností konfrontujeme důsledky odvozené z teoretických principů.

Jak ukázal Karl Popper a jak jsme naznačili v předchozí kapitole, když jsme se pokoušeli justifikovat induktivní vyplývání, není metoda verifikace ani konfirmace logicky možná, tj. neexistuje logicky platné (tj. deduktivní) schéma vyplývání, které by konstitovalo logickou bázi pro verifikační postup.

Metoda verifikace hypotézy nemůže být z logických důvodů uchopena uplatněním pravidla modus ponens pro vyplývání obecné hypotézy ze singulárních tvrzení. Schematicky znázorněno:

$$\begin{array}{l} p \rightarrow H \\ \hline p \\ \hline H \end{array},$$

neboť žádný deduktivní postup nemůže odvozovat platnost obecného tvrzení – hypotézy H – z platnosti singulárního tvrzení – věty popisující pozorovanou skutečnost p .

Jediné logicky platné schéma používající modus ponens, které by bylo použitelné, má formu:

$$\begin{array}{l} H \rightarrow p \\ H \\ \hline p \end{array} .$$

Takové vyplývání je ovšem bez metodologického užítku, protože předpokládá, že je hypotéza už potvrzená.

Podle Poppera logičtí empiristé implicitně používali schéma logického vyplývání:

$$\begin{array}{l} H \rightarrow p \\ p \\ \hline ? \end{array} ,$$

které je ovšem neplatné, a to z čistě formálních důvodů daných vlastnostmi logické spojky implikace – pokud je konsekvent pravdivý, bude implikace pravdivá bez ohledu na pravdivostní hodnotu antecedentu.

Verifikaci, respektive konfirmaci, nemůžeme tudíž nikdy vtisknout deduktivně platnou formu vyplývání. Verifikace/konfirmace totiž, podle Poppera, nezbytně sdílí osud induktivní inference, jak jsme jej sledovali v předchozí kapitole.

Abdukce

Speciálním typem logického vyplývání, obhajovaným především Charlesem Sanders Peircem a velmi frekventovaným v pragmatickém pojetí vědeckých testů, je abdukce. Toto vyplývání vede od pozorování/experimentu k hypotéze, která je s pozorováním/experimentem v souladu. Na rozdíl od deduktivní inference v abdukci premisy negarantují platnost závěru a z přísně logického hlediska je abdukce logickou chybou potvrzení konsekventu (post

hoc ergo propter hoc). Na druhou stranu může být abdukce chápána jako báze argumentu inference k nejlepšímu vysvětlení (inference to the best explanation).

Peirce pro abdukci původně používal termín „guessing“, to je odhadování či domýšlení se závěru na základě empirické evidence. Pokud provádíme abdukci nějakého závěru ze systému premis, pak podle Peirce můžeme tvrdit, že premisy jsou pro platnost závěru postačující, ale nikoliv nutné. Je jasné, že k vysvětlení toho, že boty, které jsme nechali přes noc na zápraží, jsou mokré, můžeme abduktivně dospět k závěru, že v noci pršelo. Na druhou stranu není dešť nutný k vysvětlení zmíněného jevu, protože ten můžeme stejně tak vysvětlit i časně ranní aktivitou zlomyslného souseda. Proto bylo pro Peirce, kromě konstatování toho, že jsou premisy pro závěr postačující, důležité také to, že premisy představují neekonomičtější vysvětlení závěru.

Srov. <http://plato.stanford.edu/entries/abduction/>

Hypoteticko-deduktivní testování teorií se tak dostává do potíží. Vztah mezi hypotézou a empirickou evidencí, která ji testuje, je problematický hned z několika důvodů. Předně, jak už jsme upozornili dříve, žádná obecná hypotéza typu: „Všechna A jsou B“ nemůže být definitivně confirmována, protože se týká neomezeného počtu případů, z nichž se empirická evidence týká jen infinitezimální části všech případů.

Dalším zásadním problémem je to, že empirická evidence může současně potvrzovat více než jednu teorii. To samo o sobě vyplývá i z Popperem nastíněného neplatného logického schématu pro metodu verifikace hypotéz. Vzhledem k tomu, že pravdivý konsekvent může vyplývat i z nepravdivého antecedentu, můžeme na jeho místo stavět velké množství alternativních hypotéz:

$$\begin{array}{ccc}
 H_1 \rightarrow p & H_2 \rightarrow p & \dots & H_n \rightarrow p \\
 \frac{p}{? H_1} & , & \frac{p}{? H_2} & , & \frac{p}{? H_n}
 \end{array}$$

Tento problém je také jádrem Quine–Duhemovy teze o nedourčenosti (underdetermination) teorie empirickou bází (podrobněji viz kapitola testování v sémantické filosofii vědy).

Syntaktičtí filosofové vědy se vesměs snažili řešit logické problémy verifikace a konfirmace cestou oslabení původní varianty a přicházeli s představou stupňů konfirmace (především Reichenbach a Carnap), založené na bázi teorie pravděpodobnosti. Stručně řečeno, nemůžeme nikdy prohlásit teorii za zcela konfirmovanou, ale můžeme na základě úspěšných testů hovořit o stupni potvrzení, a tudíž o velikosti pravděpodobnosti platnosti hypotézy. Popper jakoukoliv aplikaci teorie pravděpodobnosti na otázky logiky vědeckého zkoumání zásadně odmítá. Z jeho hlediska je pravděpodobnost každé hypotézy po jakémkoliv počtu testů nulová, protože, jak už jsme si řekli, potvrzení se týká vždy pouze infinitezimální části nekonečné množiny všech potenciálních případů testování.

Poté, co jsme se takto obšírně věnovali problému verifikace/konfirmace hypotéz, je třeba zaplašit příliš prudké soudy o možnosti vědeckého testování. Faktem zůstává, že hypoteticko-deduktivní testování teorií je vědci běžně a úspěšně používáno, čili z pragmatického úhlu pohledu se není třeba znepokojovat. Smyslem projektu syntaktické filosofie vědy bylo ovšem provedení justifikace vědecké metody testování teorií – a my jsme právě prokázali, že tato justifikace pro metodu verifikace není dostupná.

Detekce Higgsova bosonu

Empirická evidence podporuje hypotézu vždy pouze v určitém stupni a ve všech netriviálních případech, nikdy ne samostatně, ale vždy pouze za přispění dalších pomocných hypotéz. Představme si například empirickou evidenci přítomnosti Higgsova bosonu v detektoru ATLAS velkého urychlovače hadronů (Large Hadron Collider, LHC). Spojení mezi hypotézou vyjadřující Higgsův mechanismus a jejím potvrzením vyjádřeným přítomností Higgsova bosonu je velmi komplikované, zahrnuje: interpretaci samotné teorie, tj. vytvoření její testovatelné varianty, která není přísně vzato čistě

deduktivně odvozena z teoretických principů, sadu teorií spjatých s fungováním experimentální techniky, sadu teoretických nástrojů, které konstruují modely naměřených dat, interpretaci výsledků, tj. například rozhodnutí o jaký typ Higgsova bosonu se jedná a z jakých důvodů ad.

Srov. Baggott, Jim: Higgs (2012).

1.33 Falsifikace hypotéz

Falsifikace hypotézy spočívá v prokázání neplatnosti hypotézy ve světle empirické evidence. Ačkoliv je metoda falsifikace většinou spojována se syntaktickou filosofií vědy Karla Poppera, byla tato metoda testování teorií živě diskutována i mezi logickými empiristy, vůči kterým se Popper vymezoval. Jednoznačná výhoda oproti verifikaci spočívá v tom, že tam, kde je verifikace konfrontována nekonečným množstvím potenciálních prověření, stačí pro falsifikaci hypotézy jeden jediný empirický protipříklad.

Jak zjišťuje Popper, je falsifikace jedinou možnou deduktivní metodou testování teorií. Schéma vyplývání užitého při falsifikaci ukazuje aplikaci pravidla modus tollens:

$$H \rightarrow p$$

$$\sim p$$

$$\sim H$$

Na rozdíl od neplatného schématu vyplývání pro verifikaci, je zde, opět díky vlastnostem logické spojky implikace, skutečně platné, že pokud hypotéza implikuje nějaké partikulární tvrzení o empirické evidenci a toto tvrzení se rozchází se skutečným výsledkem testu, pak je hypotéza nutně nepravdivá. Pokud je konsekvent v implikaci nepravdivý, musí být, pro zachování pravdivosti celé implikace, antecedent také nepravdivý.

Vzato intuitivně, zdá se být falsifikační strategie testování také efektivnější než verifikační strategie. Představuje vytváření vědeckých poznatků jako sebekorigující se proces – vědci jsou omylní, věda se pohybuje dopředu skrze tlak

přísných testů, které mají omyly eliminovat. Z hlediska logických empiristů může být falsifikovaná hypotéza zavržena, ale také opravena nebo vylepšena, a tak se pro zastávce realismu zachovává i možnost aproximativního směřování k pravdě.

Vidíme, že pokud logičtí empiristé uvažovali o falsifikaci, opět ji, stejně jako verifikaci, používali jako kritérium smyslu. Popperův přístup se v tomto ohledu výrazně liší, neboť falsifikovatelnost vědeckých hypotéz chápe jako kritérium demarkace vědeckého a nevědeckého (více viz následující kapitola).

Byli to opět už logičtí empiristé, kteří nicméně poukázali na to, že striktní falsifikovatelnost je nemožná, stejně jako striktní verifikovatelnost. Důvodem je, jak už jsme zmínili výše, skutečnost, že nikdy netestujeme to, co čistě logicky vyplývá z vědeckého zákona (sady principů teorie), ale vždy už nějak interpretovanou empirickou hypotézu (v kapitole věnované vysvětlení v sémantické filosofii vědy budeme nicméně diskutovat možnost existence striktních zákonů (strict law)). Ta se skládá z celé řady prvků, které jsou ve vzájemné konjunkci. Vždy tudíž existuje z logiky věci vyplývající možnost vztáhnout falsifikaci pouze na některý/é z prvků, nejčastěji na některou z pomocných hypotéz (auxiliary hypothesis), a tak ochránit samotný zákon před falsifikací (Rosenberg, 2005, s. 118).

Tuto skutečnost můžeme také chápat jako vysvětlení toho, že se Popperova převratná *Logik der Forschung* (1934) nedočkala v syntaktické filosofii vědy patřičného ohlasu. Popperův věhlas se začal šířit až s vydáním anglické varianty *Logic of Scientific Discovery* (1959). Tehdy se ukázalo, že Popperův přístup v mnoha ohledech překonával syntaktickou filosofii vědy logických empiristů, ačkoliv byl stále určitou variantou syntaktické filosofie vědy. Mnohé Popperovy postřehy, především ty, které se týkají empirického východiska filosofie vědy, ovšem přímo náleží do sémantické filosofie vědy. Popperova Logika vědeckého zkoumání tak představuje přirozený most mezi syntaktickou a sémantickou filosofii vědy.

Vraťme se k problému z předminulého odstavce. Uvažme klasický příklad hypotézy:

H: „Všechny labutě jsou bílé.“

Abychom mohli tuto zdánlivě jednoznačnou hypotézu testovat, potřebujeme zaangažovat celou řadu pomocných hypotéz. Kupříkladu z hypotézy samotné nijak neplyne, že existují nějaké bílé labutě a dokonce ani to, že existují vůbec nějaké labutě. Testovat hypotézu vždy znamená využít pomocné hypotézy, které stanoví podmínky, za kterých je hypotéza testována. Tak v našem případě je nutné zavést například následující pomocné hypotézy:

AH₁: „Tento pták je labuť.“

AH₂: „Tato labuť je šedá.“

Falsifikační test nám pak ale neumožní rozhodnout, jestli je nepravdivá původní hypotéza H, nebo některá z pomocných hypotéz AH₁, AH₂. Nejčastější a pochopitelný postup vědce je vztáhnout falsifikaci na pomocné hypotézy. V našem příkladu budeme tedy tvrdit, že „Tento pták není šedá labuť, ale šedá husa.“ Hypotéza H samotná zůstává tudíž falsifikací nedotčena (Rosenberg, 2005, s. 117).

Nemusíme zůstat jen u více méně umělých příkladů a demonstrovat problém na příkladu skutečných vědeckých hypotéz. Pěkný příklad zdánlivě falsifikované hypotézy uvádí ve Studii z logiky vysvětlení Hempel a Oppenheim. Při měření teploty rtuťovým teploměrem aplikujeme hypotézu, která stanovuje princip fungování rtuťového teploměru: „Se zvyšující se teplotou teploměru zvětšuje rtuť rovnoměrně svůj objem a tento nárůst prostřednictvím vhodné stupnice ukazuje míru zvětšení teploty (ve stupních Celsia).“ Autoři ukazují názornou falsifikaci této hypotézy: pokud je teploměr dostatečně citlivý, pak pokud jej například ponoříme do kapaliny s výrazně větší teplotou, než je původní teplota teploměru, pozorujeme nejprve mírný pokles hladiny rtuti v teploměru a až s odstupem času poté pravidelný nárůst objemu rtuti, jak sugeruje hypotéza.

Vzato striktně, představuje tato zkušenost falsifikaci hypotézy o fungování rtuťového teploměru. Jak už ale víme, hypotéza samotná je spjata s celou řadou pomocných hypotéz. Jedna z nich stanovuje, že: „Rtuťový teploměr je složen ze skleněné trubice, která je zčásti vyplněna rtutí.“ Falsifikaci hypotézy

o fungování rtuťového teploměru nyní jednoduše zabráníme tím, že přidáme další pomocnou hypotézu, která podivné chování teploměru vysvětluje: „Skleněné pouzdro teploměru se v důsledku vedení tepla zahřeje dříve, než rtuť v něm obsažená a následkem toho se u ní projeví teplotní roztažnost dříve než u samotné rtuť.“ Pouzdro teploměru prostě zvětší svůj objem a doposud neohřátá rtuť má tudíž více místa pod původní úrovní a rtuťový sloupec poklesne.

Můžeme konstatovat, že vědci běžně odvracejí falsifikaci hypotéz jejím přesměrováním na falsifikaci pomocných hypotéz. Důvod je naprosto pochopitelný, v oblasti dobře prověřených vědeckých poznatků je vědeckých hypotéz relativně omezené množství a empirické evidence je naopak nesrovnatelně více. Vědecké bádání nelze praktikovat tak, že se při každém protipříkladu důsledně z logických důvodů vzdáme své hypotézy.

V roce 2012 se opakovaně objevila informace, že experimenty v oblasti subjaderné fyziky prokázaly nadsvětelnou rychlost u jednoho exotičtějšího typu částic – neutrin. Pokud by se experiment prokázal, znamenal by falsifikaci jednoho z nejdůležitějších principů fyziky standardního modelu, což by fyzikou otrásl v naprostých základech. Mnozí fyzikové se čistě na základě důsledků této revize fyziky domnívali, že experiment musí být v nějakém ohledu chybný. S odstupem času, po dalších experimentech a kontrole experimentální techniky a postupů měření, se ukázalo, že experiment byl skutečně chybný, základy fyziky standardního modelu zůstaly prozatím nedotčeny.

Z uvedených úvah a příkladů si můžeme vzít následující poučení: Z hlediska logiky nemůže být nikdy vědecký zákon kompletně podepřen (konfirmasián), ani úspěšně vyvrácen konečným množstvím empirické evidence (falsifikován). To ale samozřejmě neznamená, že by vědci neměli v konkrétních případech dobré důvody pro přijetí nebo odmítnutí určité hypotézy. Konfirmace i falsifikace jsou tudíž mnohem komplexnější než pouhé přinášení pozitivních nebo negativních případů empirické evidence.

Logický pohled na věc může někdy ústit, pokud není regulován vědeckou praxí, až do vyložených absurdit. Vezměme následující příklad hypotézy a dvou pozorování:

H: „Všechny labuť jsou bílé.“

E₁: „Pozoruji bílou labuť.“

E₂: „Pozoruji černou botu.“

Která evidence podporuje hypotézu? Na první pohled se zdá být jasné, že je to evidence E₁, neboť evidence E₂ s testem hypotézy nijak nesouvisí. Z hlediska vědecké praxe je to jistě pravda, pokud budeme ale důsledně aplikovat logický pohled na věc, tak evidence E₂ podporuje hypotézu H v úplně stejné míře jako evidence E₁. Hypotéza totiž říká, že „cokoliv je labuť, musí být bílé“, čili „cokoliv je jinak zbarvené, není labuť“. A naše evidence E₂ toto přesně tvrdí: „Pozoruji něco černého a není to labuť.“ (Rosenberg, 2005, s. 119)

1.34 Domněnky a jejich vyvrácení

Falsifikace tedy není Popperovým vynálezem, i když představuje v Popperově syntaktické filosofii vědy centrální koncepci. Primárně je třeba uvést, že falsifikovatelnost není pro Poppera kritériem smysluplnosti jazykového vyjádření jako u logických empiristů, ale kritériem demarkace vědeckého a nevědeckého přesvědčení. Pro Poppera byly i věty metafyziky, a samozřejmě i věty logiky a matematiky, smysluplnými, i když neverifikovatelnými a nefalsifikovatelnými tvrzeními. Metafyzika byla dokonce pro Poppera zdrojem vědeckých heuristik – výpůjček vhodných primitivních modelů, které se stávají součástí vědeckých hypotéz (např. atomismus).

Induktivní inference a s ní metoda verifikace byly pro Poppera, z výše uvedených důvodů, naprosto logicky nemožné, falsifikace byla naopak založena jako platné deduktivní vyplývání empirických hypotéz, které jsou vyvraceny zkušeností. V tomto ohledu by se Popper od logických empiristů lišil pouze v nedůvěře v hledání validního vyjádření induktivní inference. A takto byl také Popper většinou logických empiristů chápán, a proto opomíjen.

Skutečný rozdíl Popperova přístupu od přístupu logických empiristů spočívá v jeho pojetí vědy a jejího provozování, a je to právě tento přístup, který jej tvoří spojníkem se sémantickou filosofií vědy. Pokud by Popper nazval svou první knihu nikoliv Logika vědeckého zkoumání, ale Domněnky a vyvrácení,

jak se jmenuje jeho kniha esejí, která navazuje na Logiku, možná by se smysl jeho slov stal zřejmým dříve než s odstupem čtvrt století.

Základní Popperovou maximou je to, jak už jsme řekli, že falsifikovatelnost není kritériem smyslu, ale kritérium demarkace vědeckého a nevědeckého. Pouze hypotézy, které jsou přístupné falsifikaci, které přímo formulují podmínky, za kterých mohou být vyvráceny, jsou vědecké. Možnost falsifikace, nikoli verifikace, je základním demarkačním kritériem oddělujícím vědu a pseudovědu. Takto Popper zakládá jeden z nejdůležitějších opěrných bodů filosofie vědy vůbec, problém demarkace vědeckého a nevědeckého je centrální otázkou také současné filosofie vědy.

Popper primárně stanovuje vědeckou metodu nikoliv s ohledem na její logickou platnost, i když i to je pro něj centrální, ale jako prostředek pro permanentní rozvoj a pokrok vědeckého poznání. Jeho filosofie vědy, ačkoliv je syntaktická, není přísně vzato rekonstrukcionistická. Věda je pro Poppera nikdy nekončící proces odstraňování falsifikovaných hypotéz a formulování nových odvážných hypotéz. Důraz na falsifikaci je u Poppera na jedné straně metodologickou preskripcí a na druhé straně také deskripcí běžných vědeckých postupů.

Popperovo vyjádření, že vědci tvoří domněnky (conjectures) – hypotézy, které podrobují vyvrácení (refutation), neznamená příklon k striktní falsifikovatelnosti. Popper si byl problémů se striktní falsifikovatelností vědom a vyjadřoval se k nim už v Logice. Připouštěl, že pomocné hypotézy mohou bránit falsifikaci a že je použití pomocných hypotéz v některých případech oprávněné. Kritérium pro oprávněné přijímání pomocných hypotéz ovšem přesněji vymezil až Lakatos (viz testování teorií v sémantické filosofii vědy).

Falibilismus

Název odvozený z latinského fallibilis – omylný. Představuje koncepci lidského poznání, v oblasti přírodních věd, které využívají induktivní postupy, jako neustálého překonávání omylů. Podle falibilistů musí být vědecké teorie vystavovány permanentní kritice.

Falibilismus byl rozšířen především v americkém pragmatismu (Peirce, Dewey), ale nejvýrazněji je spojován s Popperovou filosofií testování vědeckých teorií, někdy bývá označován také jako kritický racionalismus. Má tak blízko k epistemologickému kriticismu a vyhraňuje se vůči skepticizmu. V současné době je výrazným obhájcem Popperova kritického racionalismu kvantový informatik David Deutsch.

Srov. Deutsch, David: *The Beginning of Infinity* (2011).

Popperovo preskriptivní pojetí falsifikační strategie můžeme shrnout do dvou maxim:

M₁: „Neimunizuj hypotézy.“

M₂: „Formuluj odvážné hypotézy.“

Maxima M₁ nás vybízí, abychom se vzdali možnosti bránit vyvrácení hypotézy přijímáním pomocných hypotéz, které ad hoc záplatují trhliny, které způsobil test. Ačkoliv je vždy možné imunizovat vyvrácenou hypotézu přidáním vhodné pomocné hypotézy, Popper takové počínání označuje za nevědecké. Popper tuto maximu poprvé promýšlí ve 30. letech, v době, kdy doznívá revoluční přerod fyziky daný objevy teorií relativity a kvantové mechaniky. Byl svědkem toho, jak byly klasické a dříve úspěšné teorie vyvráceny a nahrazeny novými, úspěšnějšími.

Již v Logice uvádí příklad ze speciální teorie relativity. Měření rychlosti světla v Michelsonově–Morleyově pokusu vyvrátilo podle Poppera hypotézu o existenci éteru a v širším smyslu i základní předpoklady klasické mechaniky. Přesto bylo možné formulovat ad hoc hypotézy, které tomuto vyvrácení bránily. FitzGerald–Lorentzova ad hoc hypotéza stanovovala, že rameno Michelsonova interferometru, které se pohybuje ve směru otáčení Země, se zkracuje podle vztahu:

$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}},$$

kde l_0 je původní délka ramene interferometru, v je rychlost otáčení Země a c je rychlost světla ve vakuu. Ad hoc hypotéza tak zajišťuje, že ačkoliv se rychlost světla v souladu s klasickou fyzikou skládá s rychlostí otáčení Země, časový rozdíl v pohybu vzájemně kolmých paprsků se neobjeví, protože je přesně kompenzován změnou velikosti dráhy jednoho z nich.

Podle Poppera by přijetí takové ad hoc hypotézy zabránilo dalšímu rozvoji vědy, neprosadila by se nová a lepší speciální teorie relativity, což naštěstí nenastalo, vědci kriticky vzdali pokusy o opravu překonané teorie. Tento postup tak navíc dokládá i to, že falsifikační postup je dobrou deskripcí vědy.

Michelson-Morleyův experiment

Jedná se o jeden z nejslavnějších experimentů fyziky z 80. let 19. století, který poskytoval empirickou podporu nové Einsteinově speciální teorii relativity. Dokládal platnost principu stálé rychlosti světla, tj. nezávislost rychlosti světla na vzájemném pohybu pozorovatele a zdroje záření. Experiment byl ovšem původně určen k prokázání existence nosiče elektromagnetického záření – éteru, který byl přirozeným předpokladem pro kompletní Maxwellovy teorie elektromagnetismu.

Negativní výsledek experimentu byl až do prosazení Einsteinovy teorie vysvětlován celou řadou způsobů, z nichž nejrozšířenější byla ad hoc hypotéza o strhávání éteru. Tato hypotéza se ovšem s dalším zpřesňováním měření stala neudržitelnou. Jinou slavnou ad hoc hypotézou byla Lorentzova–FitzGeraldova hypotéza o zkracování jednoho ramena Michelsonova interferometru (ve směru otáčení Země). Tato ad hoc hypotéza byla Popperovi příkladem špatné vědy, která se stůj co stůj snaží bránit falsifikaci překonané vědecké teorie. Na druhou stranu, tak jako v mnoha podobných případech, byla Lorentzova a Fitzgeraldova snaha naprosto přirozeným důsledkem jejich pokusu o vysvětlení elektromagnetických jevů skrze popis mikrostruktury hmoty. Einsteinův úspěch je tak mimo jiné založen také na tom, že na podobné snahy rezignoval.

Srov. Torretti, Roberto: *Philosophy of Physics* (1999).

Maxima M_2 vybízí k formulování odvážných, tj. snadno falsifikovatelných hypotéz. Vědecké hypotézy mají být smělé domněnky, které jasně stanovují podmínky svého vyvrácení. Vědecké zákony nevyjadřují skryté pravdy přírody (přírodní zákony), jsou to pouze zkusmé konstrukce, které jsou produkovány v procesu neustále se střídajících domněnek – vyvrácení – nových domněnek – nových vyvrácení atd. Zákon je přísně vzato pro Poppera především zákaz, nejde o jeho pozitivně vymezené věty odkazující k pravdě, ale o vyloučení určitých pozorovacích vět, které by s teoretickými větami byly v rozporu. A čím jasněji je zákaz stanoven, tím přísnější test předpokládá a tím lepší teorii zakládá.

Například z Einsteinovy obecné teorie relativity bylo možné odvodit několik důležitých predikcí záhy po jejím formulování, nehledě na vysvětlení již dříve známých jevů, jako bylo stáčení perihelia Merkuru. Jednalo se především o predikci gravitačního rudého (a modrého) posuvu a známější predikci o vlivu zakřivení časoprostoru na chod světelných paprsků v blízkosti velmi hmotných objektů. Eddingtonova pozorování dosvědčovala tyto predikce již v roce 1919. V průběhu následujícího století pak obecná teorie relativity odolala celé řadě přísných testů a byla potvrzena celá řada jejích dalších predikcí.

Popper vyjadřuje proces aplikace přísných testů, tj. falsifikační proceduru, následovně v podobě algoritmu:

$$P_1 \rightarrow TT \rightarrow EE \rightarrow P_2,$$

kde P_1 je výchozí problém, TT pokusné řešení, EE eliminace chyb a P_2 nový problém.

Hypotézy, které prozatím setrvale odolávají falzifikaci, stávají se stále přesnějšími a produkují technické aplikace, neoznačují za pravdivé nebo potvrzované, ale za osvědčené/koroborované (corroboration, die Bewährung). Koroboraci je přitom třeba striktně odlišovat od konfirmace, jak ji používá Carnap. Konfirmace znamená potvrzení teorie a v případě stupňů konfirmace také zvyšování pravděpodobnosti teorie, případně aproximativní směřování k pravdě. Koroborace není logickým vztahem mezi hypotézou a pozorovacími větami, není možné z ní vyzovout výsledky dalších testů a samozřejmě neposkytuje ani důvod věřit v pravdivost nebo pravděpodobnost teorie.

Popper v návaznosti na Reichenbacha důsledně odlišuje kontext justifikace (context of justification) vědecké teorie od kontextu objevu (context of discovery) vědecké teorie. Kontext objevu je podle něj zcela mimo rámec zkoumání filosofie vědy, protože je nutně spjat se subjektivními důvody, které inspirovaly vědce k formulaci nové hypotézy. Tyto důvody může podle Poppera zkoumat psychologie, ale jakékoliv zanášení kontextu objevu do filosofie vědy představuje nebezpečí znovuoživení psychologismu. Kontext objevu je záležitostí empirických disciplín (především psychologie), neexistuje logika objevu, ale pouze logika zdůvodnění (justifikace). Takto vymezený rank filosofie vědy zůstal platný po celé její syntaktické období a skutečně překonán byl až v pragmatické filosofii vědy (viz příslušné kapitoly v sémanické a pragmatické filosofii vědy).

Vidíme, že Popperova metoda falsifikace hypotéz je zcela kompatibilní s hypoteticko-deduktivní metodou testování teorií, o které jsme hovořili především v kapitole věnované vědeckému vysvětlení. Pouze s tím rozdílem, že teorie není testy konfirmována, ale pouze koroborována.

Popper stanovil metodu falsifikace, formou dvou zmíněných maxim, jako důležitou preskripci vědecké činnosti. Zároveň se dovolával toho, že tato metoda je jednoznačně také nejlepší deskripcí skutečného chodu úspěšné vědy. Řekli jsme si už, že Popper byl v tomto směru rozhodně inspirován vývojem fyziky první třetiny 20. století. Byl také inspirován vývojem některých nefyzikálních disciplín, především sociologie a psychologie, které tuto metodu neaplikovaly, což se jednoznačně projevilo jejich postupnou degenerací. Popper měl v tomto směru na mysli především marxistickou sociologii a ekonomii a Freudovu psychoanalýzu. Obě zmíněné teorie byly podle Poppera typické především snahou vnímat a reinterpetovat fakta tak, aby potvrdzovala jejich základní principy. Obě teorie ztrácely v obavě před vyvrácením schopnost predikovat nové důležité objevy. Podobně kritický byl zpočátku Popper také vůči darwinistické biologii.

Empirickým zjištěním ovšem je, že jako deskripce vědecké činnosti není metoda falsifikace vůbec jednoznačně aplikována. I v historii fyziky narazíme na řadu případů, kdy fyzikové bránili falsifikaci svých osvědčených teorií, a to mnohdy velmi úspěšně a smysluplně. Klasická mechanika byla bráněna před

falsifikací celá dvě století. Mnohokrát se vyskytla jasná evidence, která ji popírala, ale fyzikové vždy dokázali vhodnými úpravami pomocných hypotéz dosáhnout shody teorie s empirií.

Jeden ze slavných příkladů se odehrál v 19. století, kdy přesná astronomická pozorování ukazovala, že se tehdy známé vnější planety sluneční soustavy nechovají ve shodě s newtonovskou mechanikou. Rozdíl oproti teoretickým predikcím byl tak výrazný, že nebylo možné svést rozdíl na pouhé chyby měření. Z popperovského hlediska nastal čas na opuštění Newtonovy mechaniky a hledání nové úspěšnější teorie. V situaci, kdy fyzikové neměli v rukou koncísni alternativní teorii, ve kterou by mohli mít určitou důvěru, postupovali zcela opačně. Pomocnou hypotézou se jim stal předpoklad existence další planety, která je za anomální chování těch známých zodpovědná. To, co se jevílo jako jasná falsifikace teorie, se tak vyvinulo v predikci nového pozorování, které se v následujících letech potvrdilo objevem planety Neptun v roce 1846, a newtonovská teorie ještě zvýšila svou hodnověrnost. Vidíme, že empirická evidence není pochopitelně fyziky chápána pouze jako prostředek falsifikace existující teorie, ale také naprosto samozřejmě jako prostředek budování nových predikcí.

Je proto pochopitelné, že se v situaci podobné anomálie chování Merkuru (stáčení jeho perihelia) snažili fyzikové postupovat úplně stejně, vhodnými úpravami pomocných hypotéz bránit vyvrácení Newtonovy teorie. Tato snaha se nakonec nestala úspěšnou a Newtonova teorie byla nahrazena teorií Einsteinovou. Popper mohl konstatovat, že jeho preskripcie je nakonec validnější, protože pomůže vědě v progresu. Problémem ovšem zůstává, jak v reálné historické situaci poznat, že nastal čas se teorie vzdát.

Kosmologická konstanta

Osudy ad hoc hypotéz mohou být někdy velmi pestré. Slavným příkladem jsou osudy kosmologické konstanty, kterou do fyzikální kosmologie zavedl Albert Einstein. Obecná teorie relativity ve své původní formulaci (1916) totiž poskytovala řešení Einsteinových gravitačních rovnic, která ukazovala, že časoprostor není statický, ale může prodělavat fáze rozpínání. Einstein, který

si byl vědom toho, že matematika někdy umožňuje více, než dává fyzikální smysl, proto zavedl do gravitačních rovnic korekční člen (tj. kosmologickou konstantu), který nežádoucí rozpínání potlačoval. Toto řešení bylo zcela v duchu dobové představy o statické povaze Vesmíru.

Hubbleova pozorování rudého posuvu záření vzdálených galaxií však už o pár let později prokazovala, že Vesmír skutečně statický není a rozpíná se v podobných intencích, jaké udávala původní varianta obecné teorie relativity. Einstein následně seznal své pochybení a označil zavedení kosmologické konstanty za svůj největší profesionální omyl. V zásadě se jednalo o klasický prohřešek proti Popperově maximě o nezavádění ad hoc hypotéz.

Nebyla by to ovšem reálná fyzika, pokud by u tohoto konstatování zůstalo. S rozvojem kosmologie velkého třesku (od 60. let) a především s úspěchy inflační kosmologie se stalo zřejmým, že nějaká varianta kosmologické konstanty je pro validní popis vývoje Vesmíru nezbytná. V současné době obsahuje Einsteinova rovnice gravitačního zákona opět kosmologický člen. Jeho význam je spojen s temnou energií, která je mimo jiné zodpovědná za fáze zrychleného rozpínání Vesmíru.

Tato skutečnost samozřejmě nedokládá, že se Einstein mýlil, nemýlil, opět mýlil atd., ale že užívání ad hoc hypotéz je samozřejmou součástí vědecké praxe. Význam té které ad hoc hypotézy se samozřejmě v kontextu proměn teorií také mění.

Alex Rosenberg předkládá pěkný příklad falsifikace Popperovy metodologie, ukazuje, jak Popperova metoda selhává v jednom partikulárním, ale signifikantním případě. Popper dlouhou dobu působil na London School of Economics, kde zásadním způsobem ovlivnil tisíce studentů. Jeho kritický racionalismus se vyznačoval velkou důvěrou v lidskou racionalitu a ve schopnost lidského aktéra volit racionálně. V tomto duchu je vystavěna i jeho teorie otevřené společnosti a samozřejmě i jeho metoda falsifikace vědeckých hypotéz.

Vývoj přesvědčení Popperových studentů ekonomie nás konfrontuje s dvojitou ironií. Když se začalo ukazovat, že teorie racionální volby je neudržitelná

ve světle ekonomické evidence, Popperovi studenti se nedrželi Popperových maxim a urputně se bránili falsifikaci klasické ekonomické teorie – Popper dal tedy v tomto případě špatnou deskripci vědeckého jednání. Tento prohrěšek proti Popperovým maximám se ale nakonec ekonomům vyplatil, byly nalezeny další mechanismy (pomocné hypotézy), které klasickou ekonomickou teorii resuscitovaly – Popper dal tedy v tomto případě i špatnou preskripci pro vědecké bádání (Rosenberg, 2005, s. 123).

Ačkoliv Popper zásadně odmítal spojovat koroboraci teorií s jejich pravdivostí nebo pravděpodobností, přesto v průběhu svého dlouhého filosofického angažmá sám přišel s pokusem kvantifikovat míru koroborace teorie v kontextu její empirické úspěšnosti. Vypracoval koncepci stupně koroborace (degree of corroboration) teorie a na ní založil svou teorii verisimilitude (věrohodnosti) teorie. Z historických důvodů je to pochopitelné, ačkoliv se zásadní změny fyzikálních teorií děly na počátku Popperova života, po celé 20. století pak byly dvě základní nové fyzikální teorie (obecná teorie relativity a kvantová teorie) pouze zpřesňovány. Popper nebyl svědkem dynamického střídání domněnek a jejich vyvrácení, jak jeho preskripce vědecké činnosti sugerovala. Z logického hlediska je ovšem Popperův pokus o justifikaci verisimilitude pochopitelný už méně. Všechny jeho pokusy nakonec selhaly.

Verisimilitude

Popper koncept verisimilitude zavedl proto, aby mohl poměřovat, do jaké míry má daná, z principu nepravdivá, teorie více pravdivého obsahu, než jiná, z principu nepravdivá teorie. Tento koncept Popper zásadně odlišoval od konceptu pravděpodobnosti, který by měl stanovovat, nakolik se daná teorie blíží pravdě, protože všechny teorie jsou v Popperově pojetí z principu nepravdivé. Takto můžeme například podle Poppera upřednostňovat Einsteinovu teorii gravitace před Newtonovou, protože Einsteinova má více pravdivého obsahu. Popperovo kvalitativní pojetí verisimilitude zásadně revidovali Pavel Tichý a David Miller (1974).

Srov. Popper, Karl Raimund: *Conjectures and Refutations* (1963).

1.4 VÝVOJ VĚDECKÝCH TEORIÍ

Všichni jsme jistě slyšeli jak Stephen Hawking, sugestivním umělým hlasem, zvěstuje lidstvu finální teorii fyziky. V dokumentárních pořadech můžeme vidět jeho skromné, nemocí zkrúšené tělo, v konfrontaci s velikostí jeho ducha, který se demonstruje velkolepými vizualizacemi vizí počátku časoprostoru, inflačního rozpínání Vesmíru a Vesmírů, pokračování lidstva v době až vyhasnou všechny hvězdy a Vesmír bude směřovat vstříc své, do nekonečna oddalované, tepelné smrti. Někteří z nás možná také četli Stopařova průvodce po galaxii Douglase Adamse a tak ví, že odpovědí na základní otázku života, Vesmíru a vůbec, kterou přinesl nejvýkonnější počítač všech dob – Hlubina myšlení – je 42. A kdo této odpovědi nerozumí, je nucen zkonstruovat ještě výkonnější – Hlubinu Hlubiny myšlení –, která mu možná pomůže pochopit, co vlastně jeho původní otázka znamená. Inu, kdo z nás by nechtěl „znát mysl Boha“?

Příběh vývoje vědy byl podle soudobých historiografů a sociologů vědy ovlivněný pozitivistickým pohledem, který má své kořeny už v 19. století. Podle něj je vědecký vývoj možné charakterizovat jako přechod od méně dokonalých k dokonalejším teoriím, které jsou stále obecnější a zahrnují stále širší oblasti vysvětlovaných jevů. Jinak řečeno je také vývoj vědy neustálým překonáváním omylů předchozích epoch. Vývoj vědy je tedy možné popsat jako neustálý pokrok poznání.

V posledních zhruba padesáti letech se myšlenka neustálého vědeckého pokroku a směřování k finální fyzikální teorii přírody stala populárně široce známou. Sníme o finální teorii, žasneme nad strukturou Vesmíru, vyhlížíme božskou částici a běžně mluvíme o zrodu samotných zákonů fyziky. Při pozorném kritickém pohledu samozřejmě trpí takové vize celou řadou konceptuálních a logických nejasností a rozporů. Vševysvětlující teorie, podobně jako vševysvětlující metafyzický počátek, není logicky zkonstruovatelná. Viděli jsme, že jakýkoliv axiomatický systém musí nutně manipulovat konečným počtem dále nezdůvodnitelných tvrzení, které vyžadují konečný počet primitivních termínů. Z logického hlediska žádná změna teorie nic nemění na této základní struktuře teorií. Pokus fundovat axiomy nějakým jiným způsobem převážně implikuje metafyzické reminiscence.

Viktoriánská teorie všeho

Helge Kragh ve své knize *Higher Speculations* (2011) připomíná zajímavou paralelu mezi současným kandidátem na finální teorii fyziky – teorií superstrun – a vírovou teorií hmoty (the vortex theory of matter), která byla v 70. a 80. letech 19. století pokládána převážně britskými fyziky za univerzální fyzikální teorii, dokonce s určujícím vlivem na ostatní přírodovědné disciplíny. Tato teorie byla podložena důkladným matematickým formalismem a stavěla na představě fyzikálního kontinua (na rozdíl od diskrétní struktury hmoty). Zjednodušeně řečeno, víry v kontinuu, představovaném jako dokonalá kapalina, ve které neexistuje vnitřní tření, měly zakládat strukturu hmoty. Jejím hlavním propagátorem byl William Thomson Lord Kelvin, mezi další osobnosti, které tato teorie do jisté míry ovlivnila, můžeme ze slavných jmen připomenout Michelsona a FitzGerala, důkladnému kritickému zkoumání ji podrobil také James Clerk Maxwell.

Tato teorie prokazovala na počátku také slibný explanační potenciál, protože poskytovala vysvětlení čarových spekter chemických prvků, které nedokázala nedostatečně vyvinutá atomová teorie v 70. letech 19. století uspokojivě vyřešit. Slibná se zdála být také v kinetické teorii plynů a existovaly snahy aplikovat ji na řešení problému povahy gravitační interakce. Postupem času se ovšem ukázalo, že vírová teorie hmoty trpí příznačným nedostatkem příliš univerzálních teorií, protože vysvětluje příliš mnoho. Její aplikace na široké spektrum fyzikálních jevů ostře kontrastovalo s její neschopností přinášet nové předpovědi. Rozvoj atomové fyziky pak učinil z viktoriánské teorie všeho pouze kapitolu v historii fyzikálních nezdarů.

Srov. Kragh, Helge: *Higher Speculations* (2011).

Logičtí empiristé, a s nimi i syntaktická filosofie vědy, sdíleli pozitivistické představy o vývoji vědy, nikoliv ale přemrštěné představy o bezbřehém sjednocování a směřování k teorii všeho. Takové představy mohou být sice syntaktickým pojetím vývoje vědy implikovány (jako limitní případ), rozhodně ale nejsou nutnou podmínkou provozování tohoto projektu. I takové projekty, jako byla snaha o překlad všech vět jednotlivých věd do vět jazyka fyziky (Carnap), byla

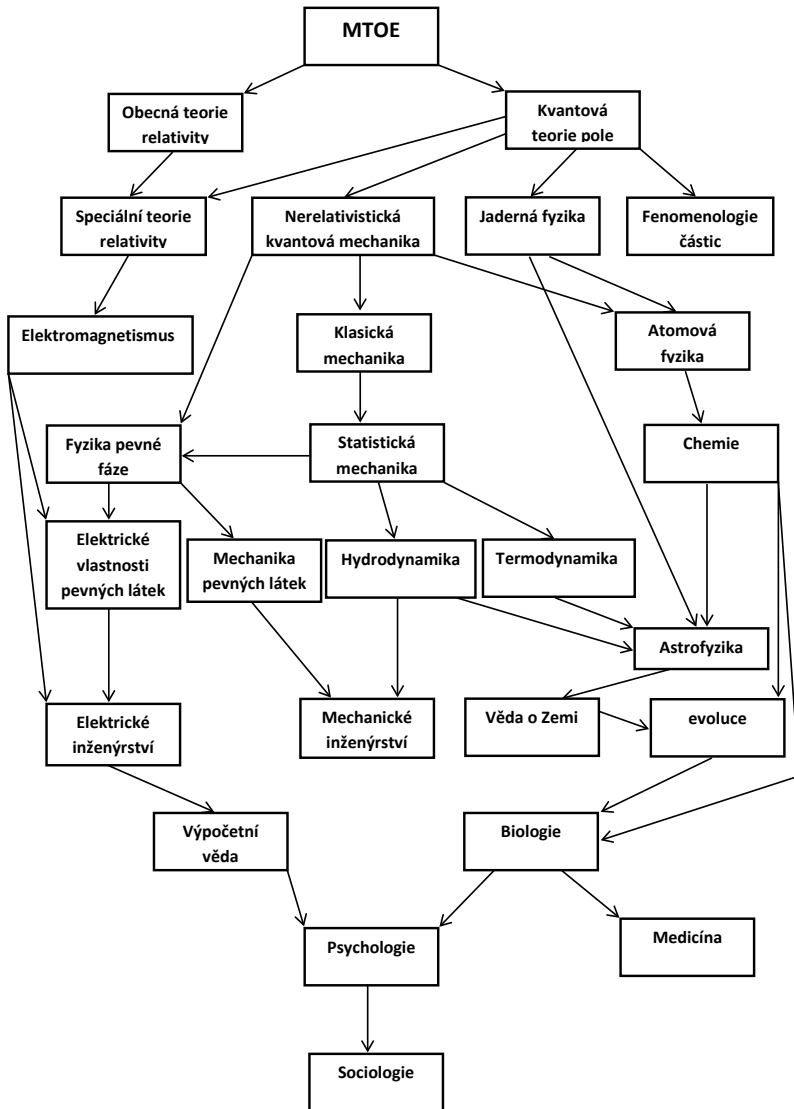
motivována především snahou o dosažení jednotné syntaktické výstavby vědy, nikoliv sjednocením věd pod taktovkou fyziky. Redukcionistický projekt syntaktické filosofie vědy byl projektem metodologickým, nikoliv ontologickým.

Pro syntaktickou filosofii vědy je tak vývoj vědy popsateľný jako kontinuální pokrok poznání, který se pro realisticky založeného filosofa vyznačuje aproximativním směřováním k pravdě. I přes odlišnosti jednotlivých, v historických souvislostech vzniklých teorií můžeme přesto rozpoznat jasnou návaznost teoretických systémů a jejich konceptuální jednotu. A tak od Aristotela k Newtonovi, od Newtona k Einsteinovi a od Einsteina k De Wittenovi sledujeme kontinuální nárůst poznání, pokrok a pro některé i přibližování se k pravdě přírodních zákonů. Základním logickým prostředkem, který využívá syntaktická filosofie vědy k demonstrování této možnosti, je interteoretická redukce.

Takto pojímaný vývoj vědy se nejlépe prokazuje na vývoji přírodovědných disciplín, kde je fyzika nejlepším příkladem. V duchu rekonstrukcionistického pojetí teorií jsme již konstatovali, že to, co je v jedné teorii neodvoditelným axiomem, stává se v jiné vysvětleným teorémem. Řada fyziků, kteří zažili překotné změny fyziky v první třetině 20. století, se domnívala, že podobný vztah nemusí existovat pouze mezi fyzikálními teoriemi (viz dále pojetí redukce), ale že může být vyjádřením závislosti všech přírodovědných disciplín na fyzice. Prototypem se stalo založení teorie chemických vazeb (především kovalentní) na kvantové teorii fyziky. A proslulým se stalo prohlášení, že chemie je pouze aplikovaná kvantová mechanika. Připomenout můžeme také Schrödingerovu snahu vytvořit kvantově-mechanickou bázi pro biologii.

Syntaktická filosofie vědy tedy pojímá změnu vědeckých teorií jako vědecký pokrok, který může být demonstrován interteoretickou redukcí méně fundamentálnější teorie na teorii fundamentálnější. Rozsah, v jakém je možné redukcí provést, stejně jako podmínky redukce a obtíže, se kterými ji lze provádět, podrobíme zkoumání v následující kapitole.

Následující schéma pro ilustraci představuje pojetí vztahu mezi jednotlivými vědeckými disciplínami a oblastmi poznání a znalostí, které všechny pochází z jedné matematické teorie všeho, jak si ji představuje Max Tegmark (Tegmark, 2008, s. 101–150):



1.41 Redukce a vědecký pokrok

Koncepci interteoretické redukce rozpracoval v rámci syntaktické filosofie vědy především Ernest Nagel. Redukce teorie znamená, že jsou zákony redukované

teorie odvozeny ze zákonů redukující teorie. Řečeno v kontextu syntaktického pojetí vysvětlení, je tak interteoretická redukce koextenzivní s vysvětlením méně fundamentální teorie fundamentálnější teorií. Principy redukované teorie jsou teorémy teorie redukující.

Klasickým slavným příkladem interteoretické redukce je Maxwelllova redukce klasické teorie optiky na teorii elektromagnetického pole. James Clerk Maxwell v polovině 19. Století vytvořil první moderní teorii fyziky, jejímž základním konceptem je fyzikální pole. Ačkoliv v době formulace teorie nebylo ještě jasné, jakým prostředím se elektromagnetické vlnění šíří, z teorie je možné odvodit rovnici propagace elektromagnetické vlny u :

$$\Delta u(\vec{r}, t) = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 u(\vec{r}, t)}{\partial t^2}.$$

Rychlost šíření vlnění v je závislá na konstantách charakterizujících elektrické (elektrická permitivita ϵ) a magnetické (magnetická permeabilita μ) vlastnosti prostředí:

$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\mu}}.$$

V případě, že se elektromagnetické vlnění šíří (z dnešního pohledu) vakuem a v dobrém přiblížení také vzduchem, je rychlost šíření definována permitivitou ϵ_0 a permeabilitou μ_0 vakua a nabývá hodnoty:

$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0\mu_0}} = c,$$

tj. rychlost šíření elektromagnetického vlnění je rovna rychlosti šíření světla c . V době, kdy Maxwell vyvodil ze své teorie zmíněné důsledky, byla již rychlost světla proměřena s velkou mírou přesnosti a shoda teorie s experimentem byla natolik jednoznačná, že znamenala jeden z hlavních důvodů redukce klasické optiky na teorii elektromagnetického pole. V tomto smyslu je speciální teorie relativity, která bude formulována po dalších 50 letech, pouze dovršením redukce započaté Maxwelllem.

Z hlediska časového můžeme rozlišit synchronní a diachronní interteoretickou redukci. Synchronní redukce znamená redukci mezi současně existujícími teoriemi, a to jak v rámci jedné disciplíny, jako u výše zmíněné redukce optiky na teorii elektromagnetismu, tak i mezi existujícími disciplínami (např. uvedená redukce chemie na kvantovou fyziku). Diachronní redukce probíhá, když je starší, klasická teorie, redukována objevem nové teorie větší obecnosti, jako tomu bylo v případě redukce klasické mechaniky na relativistickou mechaniku.

Z hlediska konceptuální konstituce teorie můžeme rozlišit homogenní a heterogenní interteoretickou redukci. V případě homogenní redukce je redukováná teorie začleněna do redukující teorie, která používá stejné pojmy jako redukováná teorie. Jinak řečeno, teoretické termíny, které se v obou teoriích vyskytují, musí mít stejný význam, nebo musí být teoretické termíny redukující teorie rozšířením teoretických termínů redukováné teorie. Jako příklad homogenní redukce je často uváděna redukce Galileovy teorie na teorii Newtonovu.

V případě heterogenní redukce nesdílí redukováná a redukující teorie stejné pojmy. Teoretické termíny, které se vyskytují v redukováné a redukující teorii, není možné uvést do vzájemného vztahu jinak než prostřednictvím zavedení identity nějakého termínu redukováné teorie s nějakým termínem redukující teorie. Klasickým příkladem je redukce termodynamiky na statistickou fyziku (viz výše). Heterogennost redukce může být někdy zastřena tím, že v obou teoriích se používá stejného označení a názvu pro některý klíčový termín (energie, hmotnost ad.).

Nagel stanovil podmínky pro úspěšnou redukci formalizovaných teorií, které můžeme rozdělit na formální – podmínky slučitelnosti a odvoditelnosti – a neformální – podmínky empirické podpory a plodnosti.

Podmínka slučitelnosti stanovuje, že pro každý teoretický termín z redukující teorie T_2 existuje spojení s nějakým teoretickým termínem redukováné teorie T_1 . Například pro redukci Galileovy fyziky Newtonovou fyzikou nalézáme spojení mezi v obou teoriích používanými termíny rychlost, dráha a také zrychlení.

Podmínka odvoditelnosti požaduje, aby experimentální zákony redukující teorie T_2 byly deduktivními důsledky teoretických předpokladů redukováné

teorie T_1 . Například Galileovy principy volného pádu, popisující rychlost a dráhu tělesa konajícího volný pád, odvozené Galileem deduktivně, myšlenkovými experimenty a prověřené pokusy s nakloněnou rovinou:

$$v = gt, \quad s = \frac{1}{2}gt^2,$$

jsou v Newtonově mechanice experimentálními zákony, které jsou odvoditelné z Newtonových pohybových zákonů, při aplikaci infinitezimálního počtu. Tak je rychlost volného pádu integrálem konstantního tíhového zrychlení (pro nulovou integrační konstantu):

$$v = \int g \, dt = gt,$$

a dráha volného pádu je integrálem rychlosti volného pádu (také pro nulovou integrační konstantu):

$$s = \int v \, dt = \int gt \, dt = \frac{1}{2}gt^2.$$

Podmínka empirické podpory vyžaduje, aby byly teoretické předpoklady redukující teorie T_2 podporovány empirickou evidencí ve větší míře, než je tomu u redukované teorie T_1 . Teorie T_2 musí být podporována empirickou evidencí E_1 , která podporuje teorii T_1 a zároveň novou empirickou evidencí E_2 , která nepodporuje teorii T_1 . Příkladem může být už několikrát zmíněná obecná teorie relativity, která kromě toho, že dokáže vysvětlit veškerou empirickou evidenci koroborující Newtonovu teorii gravitace, je zároveň podepřena empirickou evidencí, která byla pro Newtonovu teorii případem falsifikace (perihelium Merkuru) nebo nebyla, vzhledem k Newtonově teorii, očekávatelná, jak tomu bylo v případě vlivu zakřivení časoprostoru na chod světelných paprsků.

Poslední podmínka plodnosti vyžaduje, aby byly teoretické předpoklady redukující teorie T_2 nadějně, tj. aby naznačovaly další možnost rozvoje obsahu redukované teorie T_1 . Například kvantová teorie pole dokázala redukcí klasické teorie elektromagnetického pole a speciální teorie relativity dále rozvinout koncept fyzikálního pole v kontextu kvantové teorie a vedla k celé řadě důležitých predikcí, které byly potvrzeny.

Kvantová elektrodynamika

Filosofické koncepce o interteoretické redukci byly inspirovány zásadními úspěchy fyziky v první polovině 20. století. Tyto úspěchy kulminovaly ve 40. letech především zásluhou Paula Diraca (ale i Vladimira Foka, Wolfganga Pauliho, Wenera Heisenberga ad.) vznikem kvantové teorie pole, která zaváděla kvantování do kontextu fyziky založené na konceptu pole. Populárně řečeno se jednalo o propojení kvantové mechaniky a speciální teorie relativity. Řečeno exaktněji to znamenalo přebudování fyziky polí do teoretické struktury kvantové mechaniky, což vedlo v 50. letech až k vytvoření kvantové elektrodynamiky, která do kvantové podoby upravila Maxwellovu teorii elektromagnetického pole, dotvořenou Einsteinovu speciální teorií relativity. Nejpozději od této doby začala hrát kvantová teorie zakládající úlohu pro celou fyziku, což vedlo v následujících desetiletích k vybudování fyziky standardního modelu částic a interakcí.

Srov. Zee, A.: *A Fearful Symmetry: The Search for Beauty in Modern Physics* (2007).

Nagelova koncepce interteoretické redukce čelí řadě námitek (většinou se budeme věnovat v kapitolách věnovaným vývoji vědeckých teorií v sémantické a pragmatické filosofii vědy). Třemi základními problémy jsou: chyby v redukované teorii, nahrazení teorií a vztah teoretických termínů teorií.

První problém se týká skutečnosti, že pokud by redukující teorie obsahovala redukovanou teorii jako logický konsekvant, zahrnovala by i chyby obsažené v redukované teorii. Například Galileova teorie volného pádu přísně vzato předpokládala pouze, že dráha volného pádu je přímo úměrná druhé mocnině doby trvání volného pádu:

$$s \approx kt^2.$$

Z Newtonovy teorie můžeme odvodit pro dráhu jakéhokoliv rovnoměrně zrychleného pohybu vztah:

$$s = \frac{1}{2}at^2, \text{ kde } a \text{ je konstantní zrychlení.}$$

Redukce tudíž předpokládá úpravu Galileovy teorie a interpretaci jeho výsledků v podobě, která připouští, že je možné pojem zrychlení zobecnit pro všechny dynamické děje. Pro Galilea byl například pohyb po kružnici pohybem inerciálním. Jedná se o pozůstatek aristotelsko-ptolemaiovské teorie, která kladla pohyb po kružnici za rovnocenný s pohybem bez zrychlení. Redukce je proto přísně vzato odvozením opravené verze redukované teorie z teorie redukující.

Dalším problémem je to, že střídání teorií se mnohdy neděje cestou redukce původní teorie na teorii redukující. Respektive často není možné rekonstruovat přechod mezi teoriemi jako redukcí původní teorie na teorii novou. Často totiž dochází k úplnému nahrazení (eliminaci) původní teorie. Například flogistonovou teorii hoření nemůžeme odvodit z kyslíkové teorie hoření. Přejít ke kyslíkové teorii hoření znamenal, že se původní teorie kompletně prohlásila za neplatnou a teoretické entity, na nichž teorie budovala své teoretické termíny, za naprosto neexistující. U formalizovaných teorií fyziky k takovým dramatickým vývojovým změnám sice dochází, alespoň ve fázi plně konstituované moderní fyziky relativně zřídka (připomenout můžeme eliminaci teoretické entity éter ve speciální teorii relativity), ale přesto je to pro formálně bezchybný pojem interteoretické redukce problém. Při úplném nahrazení (eliminaci) teorie dochází ke změně fyzikální ontologie, zatímco při nagelovské redukcí se ontologie zachovává.

Posledním a nejpálčivějším problémem je otázka vztahu teoretických termínů dvou teorií při nehomogenní interteoretické redukcí. Na tento problém jsme již narazili při diskuzi otázek týkajících se teoretických termínů obecně. Viděli jsme, že pro ustavení moderní statistické fyziky je třeba uvažovat následující identitu:

$$\frac{3}{2}kT = \frac{1}{2}m_0v_k^2,$$

kteřá k sobě váže termodynamické vyjádření kinetické energie částice plynu o termodynamické teplotě T se statistickým vyjádřením kinetické energie pro

bodovou částici se střední kvadratickou rychlostí v_k . Není přitom vůbec jasné, zda se v tomto případě jedná prostě o definici kinetické energie, nebo o vyjádření nového vědeckého zákona (Rosenberg, 2005, s. 83–84).

Problém s nehomogenní redukcí se ukazuje jako zásadně těžký především v moderních postupech, které se pokoušejí o redukcí teorií, které popisují makroskopické vlastnosti systému, na teorie popisující mikrostrukturu těchto systémů (více viz vývoj vědeckých teorií v pragmatické filosofii vědy).

1.42 Princip korespondence a kumulativismus

Základní představy vývoje vědeckých teorií syntaktické filosofie vědy vyjádřil v rámci koncipování své atomové teorie Niels Bohr. Tyto představy jsou shrnuty v Bohrově principu korespondence, který je v souladu s pozdější nagelovskou koncepcí interteoretické redukce. Princip korespondence vyjadřuje požadavek, aby byla nová teorie v asymptotické shodě s dosavadní teorií v oblasti, kde dosavadní teorie velmi dobře funguje.

Jako příklad si můžeme uvést speciální teorii relativity, která parciálně, pro inerciální vztažné soustavy, redukuje newtonovskou teorii mechaniky. To, že má tato teorie širší testovatelný rozsah můžeme doložit výsledky Michelsonova–Morleyho experimentu, aplikací vztahu ekvivalence energie a hmotnosti v jaderném zbrojení a (později i) energetice. Druhý požadavek se pěkně ilustruje na příkladu relativistického vztahu pro dilataci času:

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}},$$

kteřý vyjadřuje skutečnost, že časy naměřené dvěma inerciálními pozorovateli, kteří se vůči sobě pohybují rychlostí v , se liší a tento rozdíl se prohlubuje s rostoucí rychlostí $v \rightarrow c$.

Jestliže ovšem stanovíme limitní podmínku $v \ll c$, pak se Lorentzův člen blíží jedné:

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \rightarrow 1$$

a tak se relativistický vztah mění v tomto limitním případě na klasický vztah:

$$t = t_0,$$

který vyjadřuje pro běžné rychlosti naprosto běžnou rovnost časů naměřených oběma inerciálními pozorovateli ve shodě s klasickou Newtonovou mechanikou.

Princip korespondence vyjadřuje intuitivně samozřejmý požadavek respektovaný implicitně všemi tvůrci nových teorií, který předpokládá, že vznik nových teorií představuje pokračování projektu vědeckého zkoumání a vědeckého progresu. Tam, kde dosavadní teorie dobře funguje, například Newtonova teorie gravitace, popisující pohyb těles ve sluneční soustavě, je nesmyslné, aby s ní byla nová teorie v rozporu. Nová teorie navazuje na výsledky předchozí teorie, které nutně také potvrzuje, a navíc ukazuje na příčiny chyb, které předchodí, méně obecné teorie obsahují.

Tento požadavek se stal po svém zveřejnění samozřejmou součástí axiomatik nových teorií. Tak například Einsteinova obecná teorie relativity ve své axiomatice kromě zobecněného principu relativity a principu ekvivalence gravitační a setrvačné hmotnosti obsahuje také princip korespondence, který dokládá možnosti převést Einsteinovu gravitační rovnici v limitním případě na Newtonův gravitační zákon.

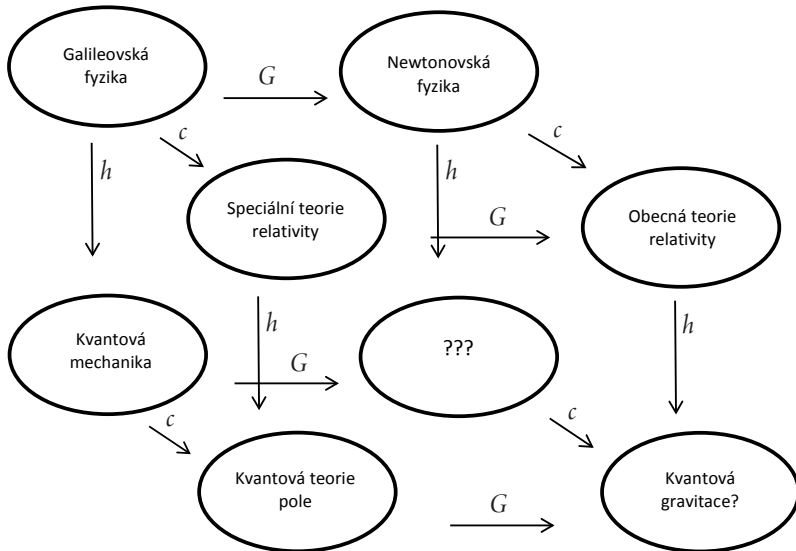
Princip korespondence s sebou implicitně nese důležité předpoklady:

1. Věda se vyvíjí kumulativně.
2. Vědecké poznání aproximativně směřuje k pravdivému popisu reality.
3. Vědecké pojmy zůstávají sémanticky neměnné.

Pojetí vývoje vědy zastávané v syntaktické filosofii vědy bývá označováno jako kumulativismus. Toto pojetí předpokládá, že vědecký pokrok vede k čím dál úplnějšímu poznání světa faktů a že poznatky nahromaděné v předchozím období vývoje vědy se prostě shromažďují/akumulují a tvoří čím dál úplnější systém. Pokud toto pojetí spojíme se syntaktickým pojetím vědeckých teorií a s nagelovskou redukcí, znamená to zároveň, že věda, alespoň fyzika, směřuje

limitně ke konečné axiomatizaci (a řešení 6. Hilbertova matematického problému). A pokud dále přidáme předpoklad, že eliminace teorií je pouze výjimečnou záležitostí, znamená to také, že věda se mění kontinuálně.

Pro fyziku je kumulativismus a kontinualismus stále velice lákavou představou (a my jej budeme několikrát v následujících kapitolách ještě zkoumat). Pěkný příklad tohoto vědeckého snu o úplnosti fyzikálního poznání vyjadřuje například následující schéma inspirované Rogerem Penrosem, které vyjadřuje vzájemné vztahy a reduktivní přechody mezi klasickými fyzikálními teoriemi vstříc jednotné teorii kvantové gravitace:



Koncepce kumulativismu a kontinualismu byly podrobeny zásadní kritice v sémantické filosofii vědy. My se v následujících kapitolách pokusíme zhodnotit, co zůstalo z toho snu reálně proveditelného po kritických vystoupeních Quina, Hansona a Kuhna.

2. Sémantická filosofie vědy

Zlatá éra: 60. a 70. léta 20. století

Základní předpoklady:

- překonání dogmat empirismu
- koherenční teorie pravdy
- analytické a priori neexistuje

Klíčová témata:

- struktura vědeckých teorií: sémantické pojetí teorií
- vědecké vysvětlení: kritika D-N modelu a další modely vysvětlení
- testování vědeckých teorií: nedourčenost a theory-ladenness
- vývoj vědeckých teorií: vědecké revoluce

2.0 ZÁKLADNÍ PŘEDPOKLADY SÉMANTICKÉ FILOSOFIE VĚDY

Pravděpodobně největší revoluci ve filosofii vědy za celou dobu její zhruba stoleté existence způsobila kritika empirismu, kterou vypracoval v 50. letech minulého století Willard Van Orman Quine. Ačkoliv širší poučené vědecké obci zůstává tato revoluce skrytá za mnohem populárnější revolucí, kterou vnesl do pojetí vývoje vědy Thomas Kuhn, představuje Kuhnova Struktura vědeckých revolucí (1963) pouze dozvuk zásadních otřesů analytické epistemologie a filosofie vědy, které vyvolala Quinova Dvě dogmata empiricismu (1951).

Filosofové vědy odkojení logickým empiricismem se domnívali, že mohou justifikační projekt filosofie vědy založit na jasně daném empirickém kritériu testování vědeckých hypotéz shodou či neshodou s jednotlivými fakty a po vzoru logiky nabídnout vědě její očištěnou strukturu, která sestává z konečného počtu apriorních analytických výroků. Quine ukázal, že oba tyto předpoklady jsou pouze nezdůvodněnými dogmaty logického empiricismu.

Přistoupíme-li ke Quinově revizi empiricismu z pohledu filosofie vědy, pak je východiskem jeho kritiky logického empiricismu problém nedourčenosti teorie empirickou bází (underdetermination), známý také jako Quine–Duhemova teze (podrobněji viz kapitola testování vědeckých teorií v sémantické filosofii vědy). Protože daná empirická báze může být kompatibilní s širokou množinou různých vzájemně nekompatibilních teorií, není možné uvažovat o justifikaci teorie jednoduchou cestou konfirmace/falsifikace jednotlivých hypotéz prostřednictvím shody/neshody s atomárními prvky zkušenosti – fakty.

Quinovo řešení problému nedourčenosti spočívá v tom, že justifikační atomismus nahrazuje holismem. Jednotkou testování je tak pro Quina celá teorie. Kromě přímo testované hypotézy je to tedy současně i každá část teorie, která tuto hypotézu podporuje, a také celek všech pomocných hypotéz, které jsou potřebné k provedení testu.

Holismus se stal velmi populárním řešením problémů logického empiricismu, nicméně jeho šíření vedlo k jeho radikalizaci. Kuhn, který byl, jak ještě podrobněji zjistíme, Quinovým holismem výrazně ovlivněn, jej uplatňuje v radikální podobě, která implikuje problematický epistemologický relativismus. Quine sám se proto v pozdním období své tvorby vůči Kuhnovu radikálnímu holismu vymezoval a vysvětloval, jak je možné hájit smysluplnost kritérií testovatelnosti.

Měli bychom si také uvědomit, že Quinovo řešení problému nedourčenosti je v zásadě kompatibilní s Popperovou vizí vývoje vědy. Quine rozhodně neobhajoval antikumulativismus a diskontinualismus ve vývoji vědeckých teorií, pouze spolu s Popperem tvrdil, že teorie jsou přijímány a odmítány jako celek, protože smysl dávají pouze jako síť natažená na empirické bázi. Toto zjištění by nás ovšem nemělo uklidnit, protože Quine, stejně jako Popper, nám dluží vysvětlení, kde leží hranice mezi umírněným a radikálním holismem. Čili jak je možné přece jen připustit existenci nezávislé empirické báze, která je užita k testování, a jak tuto nezávislou empirickou bázi vymezit. Quine i Popper sice o problému vědí a mluví o něm, ale jejich řešení není dostatečné.

Jestliže Quinův holismus znamená problematizování empirického východiska logického empiricismu, pak jeho kritika distinkce syntetického

a analytického nabourává samotné základy normativního projektu analytické filosofie vědy. Na začátku kapitoly věnované syntaktické filosofii vědy jsme viděli, že pro logický empiricismus existovaly dva zásadně odlišné typy vět: analytické a syntetické. Analytické věty měly vyjadřovat nutné pravdy logiky a matematiky, zatímco syntetické věty vyjadřovaly kontingentní pravdy přírodních věd. V tradici logického empiricismu byly analytické věty pokládány nejčastěji za pravdivé definice, které odkazují k významům slov, které můžeme například chápat jako komunikační konvence.

Na speciálním postavení analytických vět byl samozřejmě postaven základ celé syntaktické filosofie vědy, počínaje syntaktickým pojetím struktury vědeckých teorií přes deduktivně-nomologický model vysvětlení až po konfirmační a falsifikační kritéria testování a interteoretickou redukcí. Quinova revize vztahu analytických a syntetických vět tak znamená zásadní proměnu celé dosavadní povahy analytické filosofie vědy.

Základním rysem analytických vět jako vět, které vyjadřují nutné pravdy, bylo to, že nemohou být vyvráceny zkušeností. Tradiční pohled pokládal věty jako: „Všichni svobodní mládenci jsou neženatí muži.“ nebo „Součet úhlů v trojúhelníku je 180 stupňů.“ za nutné pravdivé, protože jsou pravdivé pouze na základě významů termínů, které jsou v nich obsaženy. Zatímco syntetické věty jako „Rychlost světla ve vakuu je stejná ve všech vztažných soustavách.“ byly pojímány jako kontingentně pravdivé na základě faktů, které získáváme zkušeností.

Přesvědčení, že můžeme odlišovat pravdy na základě významu, tj. analytické výroky, od pravd na základě faktů, tj. syntetických výroků, označuje Quine za základní dogma empiricismu, které je třeba podrobit důkladné revizi. Tato dělba totiž neobstojí vzhledem k výše prokázanému justifikačnímu holismu. Quine poukazuje na to, že vzhledem k holismu je možné každou jednotlivou syntetickou větu bránit před falsifikací vhodnou úpravou celku teorie. Dále je také podle Quina zřejmé, že vzhledem k neplatnosti justifikačního atomismu nemohou být významy teoretických termínů určeny smyslovými daty, která s nimi spojujeme. Holistické pojetí významu pak v Quinově pojetí v zásadě stanovuje, že významy teoretických termínů neexistují jako samostatné entity, ale jsou určeny teprve jejich rolí v celku/systému teorie.

Podle Quina tak nelze smysluplně vést dělicí čáru mezi analytickými a syntetickými výroky. Důsledkem odmítnutí dogmat empirismu je tak také smažení jakéhokoliv principiálního rozdílu mezi formálními (logika, matematika) a empirickými vědami (fyzika, biologie ad.). Všechny věty je možné revidovat, a to dokonce věty matematiky a logiky, není to ovšem tak časté, protože tyto věty tvoří centrální partie naší vědy. Fyzikální principy, jako byl výše zmíněný princip stálé rychlosti světla, jsou také velmi blízko centru sítě vědeckého systému, ale jejich revidovatelnost už je častější. Na periferii sítě vědy je pak revize naprosto běžnou záležitostí.

Quine je přesvědčen, že to, co platí pro formální vědy, platí stejně tak i pro všechny disciplíny filosofie. Metodologie, stejně jako logika, jsou součástí vědy, nikoliv její nezávislé základy. Quine tvrdí, že neexistuje speciální filosofické (epistemologické) poznání, které by mohlo být základem vědy. Vypracoval projekt naturalizované epistemologie, která opouští, alespoň na první pohled, jakákoliv normativní kritéria a snaží se ukázat, že epistemologie je přirozeným pokračováním přírodní vědy, především kognitivních věd a neurověd. Z pohledu přesvědčeného naturalisty tak pro filosofii vědy nezůstává žádné samostatné místo arbitra vědecké aktivity.

S popřením nezávislosti epistemologie jde ruku v ruce také odmítnutí korepondenční teorie pravdy. Justifikační holismus ponechává prostor maximálně pro koherenční teorii pravdy. Po pravdivosti vždy principiálně syntetických vět dané vědecké teorie má smysl se ptát pouze v kontextu zvolené teorie, která definuje skrze systém vázaných proměnných zvolenou ontologii. Quine sice preferuje určitou ontologii, která váže přísný fyzikalismus na teorii množin, ale tato volba nemůže být nijak nezávisle justifikována. S Quinem také mizí z epistemologie jakákoliv možnost pokládat některé oblasti našeho poznání za apriorní. Veškeré poznatky jsou bezesbytku aposteriorní a současně kontingentní.

Tři způsoby odlišování pravd

Do základní pojmové výbavy analytického filosofa patří tři způsoby odlišování pravdivosti tvrzení. Odlišujeme pravdy:

- analytické od syntetických
- apriorní od aposteriorních
- nutné od kontingentních.

První odlišení je záležitostí sémantiky a týká se tudíž významu slov použitých v pravdivém tvrzení. Analytické pravdy jsou garantovány významy slov, z nichž jsou vytvořeny, zatímco syntetické pravdy jsou garantovány kromě významů slov také skutečnými fakty.

Druhé odlišení je záležitostí epistemologie a týká se tudíž povahy dosaženého poznání. Apriorní pravdy mohou být známy před jakoukoliv zkušeností (faktů). Aposteriorní pravdy mohou být známy pouze na základě zkušenosti. Převážně se má za to, že analytické pravdy jsou apriorní, zatímco syntetické pravdy aposteriorní.

Poslední odlišení je záležitostí metafyziky a týká se proto přirozenosti věcí. Pravdivá věta je nutná, pokud není možné (z přirozenosti věcí), aby byla nepravdivá. Pravdivá věta je kontingentní, pokud je možné (z přirozenosti věcí), aby byla nepravdivá. Ačkoliv mnoho filosofů má za to, že nutné pravdy jsou prostě apriorní pravdy a kontingentní pravdy jsou prostě aposteriorní pravdy, není tento názor všeobecný. Saul Kripke rozlišuje také aposteriorní nutné pravdy a kontingentní apriorní pravdy.

Srov. Papineau, David: *Philosophical Devices* (2012).

Na první pohled se nám může zdát, že Quinova koncepce naturalizované epistemologie řeší všechny zásadní problémy, které zpochybnily syntaktický projekt filosofie vědy. Quinův holismus se vypořádá s problémem nedourčenosti teorie empirickou bází a proklamovaná relativita ontologií představuje umírněnou variantu kuhnovské nesouměřitelnosti paradigmat. Při bližším pohledu ovšem zjišťujeme, že Quinův projekt funguje jen díky neproblematizovanému přijetí pragmatismu.

Quine je totiž přesvědčen, že vědecké teorie volíme racionálně, na základě jejich schopnosti systematizovat empirii a predikovat pozorování a výsledky

experimentů. Quinovým kritériem pro volbu teorie, ve filosofii stejně jako ve vědě, tak zůstává empirická adekvátnost. Ovšem otázky, jak můžeme koncipovat teorie o tom, co to empirická adekvátnost je a jak můžeme přes základní holistický předpoklad mít možnost nezávislého testu, zůstávají otevřené a nedořečené.

Proto by bylo předčasné pokládat Quinovo přestrukturování empirismu za definitivní. Jak uvidíme v poslední kapitole, je třeba si všimnout také dalších úprav empirismu, které přináší Davidsonova a Searlova transcendentální koncepce epistemologických základů. A kromě toho je zásadní variantou empirismu, která čeká na důsledné zvážení, Fraassenův konstruktivní empirismus.

2.1 STRUKTURA VĚDECKÝCH TEORIÍ

John Keats se nechal slyšet, že, parafrázujeme: „Filosofie přistříhla andělům křídla,“ a také, že „vyprázdnila strašidelný vzduch, doly skřítků,“ a že „rozplétá duhu.“ Filosofii měl jistě na mysli přírodní filosofii 18. století, kterou my už dnes označujeme jako newtonovskou fyziku. Zhruba v téže době říká Mefisto: „Grau, teurer Freund, ist alle Theorie, und grün des Lebens goldner Baum,“ a tím nad newtonovskou vědou nezastírá despekt. A máme-li věřit Tomu Stoppardovi, tak opět přibližně ve stejné době přemýšlí jistá Thomasina v Anglii nad tím, jak se mají nové objevy v teorii tepla k Newtonově velké teorii a přitom si črtá obrázky o počtu tetřívků v rodovém revíru, nad kterými by jistě zajásal o století a půl později Robert May.

Ať už jde o duhu, vlastnosti života nebo chování ekosystémů, věda si ke každému z těchto jevů a procesů našla cestu. Ale bez ohledu na to, jestli se nás z toho zmocňuje existenciální tíseň, je faktem, že každá z těchto cest se výrazně liší od ostatních. Věda si sice razí cestu našimi zaběhlými představami o světě, které mnohonásobně přesahuje hloubkou i šířkou poznání, ale celek tohoto poznání je všechno, jen ne unifikovaný systém zorganizovaných faktů, metod a zhodnocení, o kterém snila syntaktická filosofie vědy.

Jestliže byla první polovina 20. století dobou expanze fyzikálních teorií, byla jeho druhá polovina, počínaje objevem struktury DNA, dobou rozvoje

biologie a jejích aplikací. Ačkoliv můžeme naleznout důležité fyzikální inspirace, které vedly ke vzniku teorie molekulární biologie a ačkoliv můžeme jako zapřísáhlí fyzikalističtí monisté prohlašovat biologii za principiálně vysvětlitelnou fyzikálně (na bázi kvantové teorie), stejně se v praxi setkáváme s naprosto jinou skutečností.

Biologie se od fyziky liší v mnoha ohledech, které úzce souvisí s tím, jak jsme rekonstrukcionisticky vymezili vědu perspektivou syntaktické filosofie vědy. Biologie netvoří teorie na bázi axiomatických systémů, ze kterých by bylo možné dedukovat důsledky. Vysvětlení v biologii se mnohem častěji buduje na funkcionálním základě. Koroborace biologických hypotéz je sice samozřejmostí, ale na druhou stranu existuje pouze jedna velká biologická teorie – molekulárně biologicky založená teorie evoluce, kterou většinou vnímáme jako nezpochybnitelný fakt. Vývoj biologie spíše odpovídá antikumulativistickému a diskontinualistickému pojetí, pokud ovšem nechceme hodnotit pouze uplynulých zhruba 60 let kontinuálního rozvoje molekulární biologie.

Kromě toho, že evoluční teorii vnímáme jako samozřejmost, biologické struktury, o kterých nás učí teorie, vnímáme mnohem více skrze realistickou perspektivu. Na rozdíl od fyziky s nimi máme bezprostřednější zkušenost a jsou díky pokročilé zobrazovací technologii vizualizovatelné způsobem, který není pro fyziku možný. Zatímco fyzika hovoří například o principiální nepozorovatelnosti kvarku (viz výše), molekuly DNA si můžeme experimentálně zpřístupnit už pokusy na střední ne-li základní škole.

Biologie není velmi pravděpodobně formalizovatelná (podrobněji viz funkcionální vysvětlení v kapitole věnované vysvětlení v sémantické filosofii vědy), můžeme sice zapisovat počty tetřivků a nacházet fraktální tvary ve vývoji ekologických populací, ale všechny pokusy o matematizaci biologie zatím zklamaly.

Na druhou stranu je zatím naše biologie tak nějak provinční. Fyzika se roztahuje na miliardy světelných let daleko a na úroveň Planckovy délky hluboko a biologie zatím zůstává stále omezena pouze na naši planetu. V takové situaci si stále nemůžeme být jisti, zda naše biologické teorie nejsou pouze relativně specifickými empirickými zobecněními, která nemají závaznost z hlediska univerzálních principů vzniku života a jeho vývoje. Biologie může být takto

nahlížena jako disciplína, jejíž podoba zakotvení je analogická s podobou základů aristoteléské fyziky.

Ať už ale čekáme na Newtona biologie, který ji povznese na úroveň formálního popisu typického pro fyziku a s tím vymete z vědy celou řadu parazitních sociálních a humanitních nauk, nebo nás naopak čeká období, kdy se i ve fyzice zhroutí snahy po axiomatické jednotě, platí prostě, že k současné biologii musíme přistupovat jinak než k fyzice. Tudiž je-li pro fyziku vhodné syntaktické pojetí vědecké teorie, je pro biologii (a další vědy) třeba jiného – sémantického pojetí vědeckých teorií.

Tato kapitola ukáže, že sémantické pojetí teorií, namísto axiomatického systému, chápe vědeckou teorii jako množinu modelů, které skrze hypotézy vztahují vědci ke světu. Zaměříme se na srovnání syntaktického a sémantického pojetí a zhodnotíme, v kterých kontextech je ten který přístup vhodnější a které potíže syntaktického pojetí se sémantickému podařilo vyřešit a které naopak přetrvávají nebo se vynořují jako nové. Uvidíme, že dokonce i pro fyziku je sémantické pojetí teorií v mnoha případech velmi příhodné.

Druhá polovina 20. století je také érou konstituce a rozvoje řady sociálních a humanitních disciplín. Jejich ukotvení je, jak jsme naznačili v úvodu, velmi složitě, ale zároveň velmi žádoucí. Sémantické pojetí teorií může být, na rozdíl od zde neuplatnitelného syntaktického pojetí, pro tyto disciplíny právě takovým systematizujícím ukotvením.

2.11 Mezi realismem a instrumentalismem

O rozdílu mezi realismem a instrumentalismem s ohledem na povahu entit, o nichž vypovídají vědecké teorie, jsme už výše pojednávali. V kontextu sémantické filosofie vědy je třeba zhodnotit oba pohledy opět a o něco důkladněji, protože se v jejím rámci stal instrumentalismus velmi populárním. V jistých obdobích a filosofických kruzích dokonce zcela marginalizoval realismus (více k tomu viz kapitola vývoj vědy podle sémantické filosofie vědy). Všimneme si proto historických souvislostí, v nichž byl realismus a instrumentalismus zastáván. Následně zhodnotíme základní argumenty na podporu realistických a instrumentalistických výkladů teorií.

Podle realistů musí být vědecké teorie chápány doslovně jako výpovědi o skutečných vlastnostech entit, struktur entit a systémů entit, které se nacházejí mimo zkoumající subjekt, který provádí reprezentace na reprezentacích nezávislého světa (více k tomu viz pojednání o externím realismu Johna Searla v kapitole věnované pragmatické filosofii vědy). Instrumentalistovi stačí, že jsou vědci vytvořené reprezentace, ukotvené ve vědeckých teoriích, empiricky adekvátní a užitečné pro další rozvoj praxe reprezentování.

Nemá valný smysl problematizovat, že jisté druhy teorií lze interpretovat realisticky – především biologických, ale to jen proto, že se týkají našeho běžně přístupného světa, světa v hranicích našich smyslových a obecně kognitivních hranic. Například teorie fyziky ovšem tyto běžné hranice překračují a zde opět nemá valný smysl problematizovat, že jistá kognitivní omezení jsou nám vlastní, v takovou chvíli se jeví být instrumentalistická interpretace těchto teorií opět přirozená.

Je důležité neztotožňovat instrumentalismus s antirealismem poststrukturalistického typu. Poststrukturalistický antirealismus je živnou půdou pro dezintegraci a odmítání vědy, což se už namnoze podařilo v humanitních a sociálních naukách. Podle antirealistů vytváří věda pouze sociálně motivované konstrukce, které jsou sice v současné globální civilizaci dominantní, ale jinak jsou rovnocenné s jakýmkoliv stejně přesvědčivým systémem reprezentací, který byl dominantní dříve a nyní je marginalizován. Instrumentalisté, a nutno podotknout – mezi vědci je jich pravděpodobně stejně množství jako realistů, žádné takové rozrušování vědy nepřipouštějí.

Ilustrativním historickým příkladem kolize realismu a instrumentalismu v souvislosti s povahou teoretických termínů newtonovské teorie je střet Johna Locka a George Berkeleyho.

Locke, ačkoliv byl v zásadě antidescartovský v otázkách povahy fundace lidského poznání, zastával realismus ve vztahu k teoretickým entitám, které kodifikovala newtonovská mechanika. Tyto entity – absolutní prostor, hmotnost, rychlost ad. – totiž pro Locka představovaly bázi primárních kvalit, které jsou objektivní a představují základ systematizovaného poznání reality. Lockovské primární kvality jsou samozřejmě odlišné od

sekundárních – smyslových – kvalit, které jsou vždy nutně subjektivní. Lockův empirismus tedy vnímal Newtonovu vědu jako nezpochybnitelný přínos poznání reality (Rosenberg, 2005, s. 113).

Tato skutečnost se z pohledu kontinentální filosofie často vytrácí, protože kontinentální filosofie chápe jako bázi kodifikace přírodní vědy až Kantovu kritickou filosofii. Pokud ale tento britský pohled akceptujeme, stane se pro kontinentální oči samozřejmým další vývoj britského empirismu, který, nijak nedestruován humeovskou skepsí, pokračoval ve vývoji ruku v ruce s dalším rozvojem fyziky.

George Berkeley založil svůj empirismus antilockovsky, když popřel realistickou interpretaci primárních kvalit, které pro něj v Lockově pojetí znamenaly podporu materialistické filosofie přírody. Berkeley jako první ukázal, že empirismus a s ním i přírodní věda nepotřebují nutně realistický výklad. Opět z pohledu kontinentální filosofie máme obavy z idealistické epistemologie, pravděpodobně vzhledem k historickému vlivu, jehož se idealismu dostalo v pokantovské německé filosofii ducha. Pro Berkeleyho empirika ovšem nebyl realismus nutnou bází pro přijetí newtonovské vědy. Berkeley nepopíral správnost Newtonovy fyziky, ačkoliv měl výhrady k její zásadní matematické opoře – infinite-simálnímu počtu. Teoretické termíny Newtonovy fyziky jsou pro Berkeleyho užitečné nástroje, kterým ovšem neodpovídá nic v realitě, která se ostatně děje v mysli Boha. Berkeley je tak pravděpodobně prvním novověkým instrumentalistou (Rosenberg, 2005, s. 114).

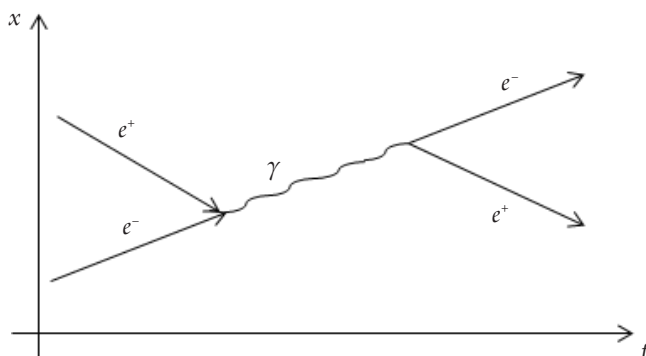
V souvislosti s nedozírným dopadem Quinovy kritiky empirismu, o které jsme mluvili na počátku této kapitoly, se ukazuje jako zásadní upozornit na výraznou podobnost Quinova a Berkeleyho pojetí vědy. Quine je v podstatě Berkeleym analytické tradice, ačkoliv je dědictví jeho filosofie u jeho pokračovatelů interpretováno namnoze realisticky. Rozhodnout, zda je Quine idealistou, nebo realistou, je čistě z jeho vlastních vyjádření nemožné. A samozřejmě můžeme namítnout, že pro Quina samotného neměl realismus, ani idealismus valného významu, to je až znovuobnovená manýra analytické metafyziky. Je jistě pravda, že v tomto smyslu by pak bylo přiléhavější vztáhnout Quina k Humovi.

V přístupu vědců samotných se realistický a instrumentalistický výklad vědeckých teorií setkával a někdy v preferencích střídal po celou historii vědy. V 17. století převládal v rámci mechanismu realistický výklad Newtonovy teorie, ve století 18. v teoretické mechanice převládal instrumentalistický přístup. V 19. století můžeme sledovat jednak pokračování instrumentalismu v termodynamice, ale zároveň, v jeho druhé polovině, postupný vzrůst preferencí realistického výkladu atomové teorie. Ve století 20. se realismus pojí s teoriemi relativity a následně fyzikální kosmologií, zatímco instrumentalismus dominoval a dominuje ve výkladu kvantové teorie.

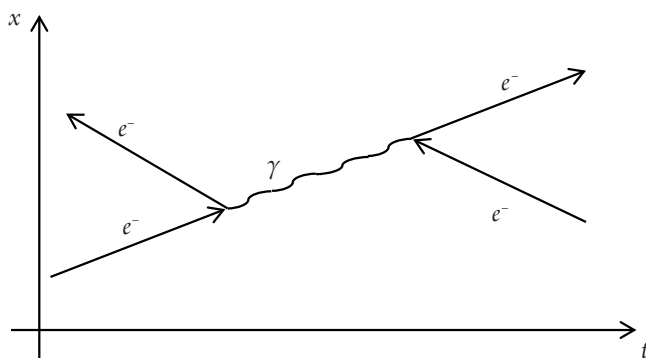
Mezi současnými vědci, jak jsme už zmínili, ani jeden z přístupů nějak plošně nedominuje. Některé disciplíny mají přirozeně bližší vztah k jednomu, nebo druhému (např. biologie k realismu, ekonomie k instrumentalismu). Ve fyzice můžeme na základě četby populárně-vědných knih dospět k závěru, že je realismus naprosto dominantní – vzpomeňme Hawkingovo: „Budeme znát mysl boha.“ Faktem ale zůstává, že pro mnohé fyzikální teorie je přirozenější operacionalismus (viz výše), který má k instrumentalismu rozhodně bliž než k realismu.

Ve fyzice elementárních částic a interakcí se kupříkladu po dlouhou dobu pracovalo, a v případech některých dosud pracuje, s entitami, které byly pojímány jako užitečné heuristické prostředky, nikoliv jako reálně existující entity. Výše jsme viděli, že podobný status měl po dlouhou dobu například kvark. Fyzikové, kteří popisují fázové přechody a s nimi spjaté jevy, nemají jinou možnost, alespoň prozatím, než používat vhodných heuristických postupů, které jim umožňují překlenout propast mezi popisem mikroúrovně a makroskopickým chováním.

Příkladem asi největšího instrumentalisty mezi fyziky 20. století je Richard Feynman. Jedním z nejvýraznějších příkladů užití instrumentalistických postupů ve fyzice mikročástic představují Feynmanovy diagramy. Richard Feynman je zavedl poprvé na konci 40. let jako elegantní prostředek k vyjádření procesů vzájemných přeměn subjaderných částic. Uvažme například proces anihilace elektronu e^- a pozitronu e^+ za vzniku elektromagnetického záření γ a následnou kreaci elektronu e^- a pozitronu e^+ z tohoto kvanta elektromagnetického záření γ . Proces si znázorníme v prostoročasovém uspořádání:



Tyto diagramy umožňují celou řadu dalších instrumentalistických triků. Například můžeme v diagramu nahradit pozitrony e^+ elektrony e^- prostřednictvím jednoduchého obrácení šipek, které pozitrony znázorňují. Pozitron tak s ohledem na jednoduchost instrumentalistického popisu můžeme označit prostě za elektron pohybující se zpět v čase:



Základní oporu pro realismus spatřují jeho zastánci v nepopiratelném faktu, že vědecké teorie fungují. Proslulým obhájcem realismu je Hilary Putnam, který si nedovede vysvětlit úspěšnost vědeckých teorií jinak než přijetím faktu, že odpovídají realitě, jinak by totiž jejich úspěch představoval zázrak. Jeho, slovy Base van Fraassena, konečný argument (the Ultimate Argument) tvrdí:

„Pozitivním argumentem pro realismus je to, že je jedinou filosofií, která nečiní z úspěchu vědy zázrak. To, že termíny v rozvinutých vědeckých teoriích typicky referují (...), že jsou typicky aproximativně pravdivé, že může stejný termín referovat ke stejné věci dokonce i tehdy, když se to děje v různých teoriích – tato tvrzení jsou vědeckými realisty nahlížena nikoliv jako nutné pravdy, ale jako součást jediného vědeckého vysvětlení vědeckého úspěchu, a tak jako součást jakéhokoliv adekvátního vědeckého popisu vědy a jejích vztahů k jejím objektům.“ (Putnam, 1975, s. 73)

Zde vidíme klasický příklad argumentu nejlepším vysvětlením – inference to the best explanation, jehož původ můžeme pravděpodobně vztáhnout až k Humovu slavnému argumentu proti existenci zázraků.

Hluběji domyšleno se ale realista domnívá, nejen že jediné realismus dokáže vysvětlit úspěch vědy, ale že jediné realistický výklad vědecké teorie umožňuje, aby teorie skutečně poskytovala vědecké vysvětlení. Vzpomeňme si, že jednou z podmínek platnosti D-N modelu vědeckého vysvětlení je, že věty v explanans jsou pravdivé, tj. mimo jiné, že vědecké zákony v explanans jsou pravdivé. Proto tedy realista prohlásí teoretické entity, o nichž hovoří zákon, za stejně reálné jako observační entity. A přijde-li na lámání chleba a realista se má rozhodnout, zda je pro něj důležitější realistický výklad teorie, nebo empirismus, vzdá se raději empirismu, protože vědecká pravda je důležitější než filosofická teorie – empirismus (Rosenberg, 2005, s. 94). Příklady tohoto postupu vidíme v některých realistických výkladech kvantové teorie (hypotéza skrytých proměnných, více viz testování teorií v pragmatické filosofii vědy) nebo v soudobých spekulativních teoriích fyziky za hranicemi standardního modelu.

Podle realisty je tedy ve světle úspěšnosti vědecké teorie – jejich predikcí a technických aplikací a zároveň schopnosti teorie vysvětlovat – nejlepším vysvětlením to, že je aproximativně pravdivá. Argument nejlepším vysvětlením (IBE) můžeme přehledně vyjádřit následovně (Rosenberg, 2005, s. 93):

P_1 : Věda je prediktivně úspěšná.

P_2 : Nejlepším vysvětlením P_1 je to, že teoretické entity existují, tj. realismus.

Z: Realismus je pravdivý.

Domnívám se, že čtenář intuitivně pocítuje vůči tomuto argumentu výhrady, které snad učiníme zřejmými uvedením následujících tří problémů IBE (Rosenberg, 2005, s. 93–94):

1. IBE je vágní.
2. IBE je v kontrastu s přechodností některých prediktivně úspěšných teorií.
3. IBE nevysvětluje nesoulad mezi realismem a empirismem.

První výhrada poukazuje na to, že IBE se běžně využívá při konstituování vědeckých teorií, tj. nejlepším vysvětlením daných faktů se nám zdá být konkrétní teorie, kterou podrobíme testům a pokud se jí nepodaří vyvrátit, pokládáme ji za koroborovanou. IBE ale následně přistupuje opět se stejnou intuitivní strategií při pokusu justifikovat vědu, tj. nejlepším vysvětlením toho, že teorie, kterou jsme zkusmo vytvořili, je úspěšná, se nám zdá být to, že je pravdivá. Vyjádřeno způsobem, z něhož bude bizarnost tohoto postupu zřejmá:

„Nejlepší bude předpokládat, že to, co předpokládáme, že je pravdivé, je pravdivé.“

Druhá potíž IBE se týká toho, že v historii vědy existovala celá řada prediktivně velmi úspěšných teorií, které se ukázaly být fundamentálně nesprávné. Připomenout můžeme namátkou ptolemaiovskou astronomii, flogistonovou teorii hoření, Fresnelovu vlnovou teorii světla ad.

Instrumentalismus na počátku novověké vědy

Jedním z kladných výsledků obratu od pozitivistické historiografie vědy je zjištění podrobných vlastností počátku vědecké revoluce, probíhající v 16. a 17. století. Tak bylo například podrobně zdokumentováno, že kopernikánská revoluce v astronomii byla mnohem pozvolnější ani ne tak proto, že by jí bylo bráněno z ideologických důvodů, náboženských předsudků apod., ale protože heliocentrismus nemohl zásadně konkurovat tradičním

geocentrickým představám, které byly dovedeny k technické dokonalosti a dosahovaly mnohem větší prediktivní přesnosti.

Paul Feyerabend upozorňoval na to, že inkvizice, která postupovala proti Galileimu, byla vedena standardy tehdejší vědecké astronomie a nikoliv náboženskými důvody. Její argumentace se opírala o instrumentalistické pojetí vědy, a tak po Galileim požadovala, aby podal přesvědčivé doklady, že jsou jeho nové představy schopné přinést nějaké hmatatelné nové předpovědi, které by zásadně překračovaly predikce spjaté s tradiční představou o statické Zemi a geocentrismu. Standardně se předpokládá, že pozorovací technika Galileovy doby nebyla schopná pohyb Země jednoznačně prokázat.

Srov. Feyerabend, Paul Karl: Rozprava proti metodě (2001)

Na třetí potíž jsme už poukázali výše, IBE nedokáže smířit nutnost aproximativní pravdivosti teorie a existenci nepozorovatelných teoretických entit s empiristickou epistemologií, která se zdá být, alespoň pro zdravé jádro vědců, nutným korektorem vědecké aktivity. Proto například Alex Rosenberg konstatuje, že je vědecký realismus částí problému možnosti vědeckého poznání, nikoliv jeho řešením (Rosenberg, 2005, s. 94).

Podle instrumentalistů jsou vědecké teorie pouze užitečné heuristické prostředky – nástroje k organizování zkušenosti. Teorie nemůžeme pokládat za pravdivé nebo nepravdivé, protože naše teorie nereprezentují nezávislou realitu. Nezávislá realita je empiricky nepřístupná, smyslem rozvíjené vědy je užitečnost a jejím korektivem je empirie. Teorie nemusí být pravdivá, stačí, když je empiricky adekvátní. Vidíme, že instrumentalismus je oprávněně často spojen s pragmatismem.

Samozřejmě námitka vůči instrumentalismu a potenciálně i vůči pragmatismu (přítomnému v Quinově přístupu) spočívá právě v prohlášení, že teorie nereprezentují realitu. Pokud je tomu tak, prohlašují realisté, pak jsou vědecké teorie čistě konstrukcemi poznávajících aktérů a jako takové nemohou svou platnost garantovat jinak než koherencí systému svých výpovědí. Tato koherence samotná ale nezajistí, že je systém vědeckých výpovědí možné epistemicky

nadřadit jiným systémům, které prohlašují, že zprostředkují poznání. Ergo, vynořuje se jako nutný konsekvent relativismus v poznání (více viz kapitola vývoj vědy v sémantické filosofii vědy).

K instrumentalismu se podrobněji vrátíme na začátku kapitoly věnované pragmatické filosofii vědy, kde budeme zkoumat inspirativní variantu instrumentalismu, možný spojovník mezi realismem a instrumentalismem, konstruktivní empirismus Base van Fraassena. Proto také necháváme realistické kritické připomínky prozatím bez odpovědi. Už nyní ale čtenář jistě tuší, že rozhodující bude vyhodnocení opěrné báze obou přístupů – pravdivosti v realismu a empirické adekvátnosti v instrumentalismu.

Ať už se ale rozhodneme pro jakoukoliv z obou možností, musíme se smířit s tím, že realismus a instrumentalismus sdílí minimálně dva společné problémy (Rosenberg, 2005, s. 97). V jednom i druhém není vyřešen problém s odlišováním teoretických a observačních termínů. Realista bude více inklinovat k akceptování teoretických termínů jako označení pro reálně existující entity, které garantují vysvětlení, ale nebude schopen vysvětlit, jak principiálně nepozorovatelné entity vstupují do naší empiristické epistemologie. Instrumentalista bude považovat teoretické termíny prostě za užitečné heuristicky, které pomáhají organizovat zkušenost, ale nebude schopen garantovat validitu vědeckého vysvětlení.

Kromě toho jsou realista i instrumentalista zavázáni k zastávání empiristické epistemologie. Realista přitom naráží na problém, jak srovnat svou představu o pravdivosti teorií s neúprosnou césurou empirie, která pravidelně prokazuje teoretické systémy jako překonané. Instrumentalista naopak musí vysvětlit, jak se jeho přístup odlišuje od epistemického relativismu, tj. jak je možné, že empirická adekvátnost teorie sama zaručuje, že vědecké poznání je nadřazeno jiným systémům rozumění.

2.12 Sémantické pojetí teorií

Viděli jsme, že z hlediska syntaktické filosofie vědy bylo na vědeckou teorii nahlíženo jako na axiomatizovaný systém, v němž je vědecká teorie rekonstruována skrze syntaktické uspořádání axiomů teorie, a metoda testování je

konstituována skrze potenciál dedukce testovatelných důsledků axiomů (hypoteticko-deduktivní metoda testování).

Už v souvislosti s Gödelovými větami jsme ale viděli, že syntaktické uspořádání samotné nezajistí úplnost axiomatického systému, respektive rozhodnutelnost všech vět axiomatického systému. Navíc jsme viděli, že pro aplikaci axiomatického systému je zásadní interpretace významu primitivních termínů, a tím i axiomů teorie, tj. zásadní roli hraje konstrukce modelu teorie, který můžeme následně vztáhnout k empirické evidenci. Takto byla například už obecná teorie relativity příkladem reinterpretace primitivních termínů axiomatických systémů eukleidovské geometrie, newtonovské mechaniky a maxwellovské teorie elektromagnetického pole.

Čistá a aplikovaná geometrie

Pokud pojmáme geometrii jako matematickou konstrukci, která se netýká fyzikálního prostoru, pak ji označujeme jako čistou geometrii. V takovém případě je vymezena skupinou axiomů, které obsahují definované termíny, a také, jak jsme viděli výše, skupinu primitivních termínů. Pro takto pojatou geometrii, jako formální disciplínu, je irelevantní otázka, zda má fyzikální prostor vlastnosti, které této geometrii odpovídají. Jako čistou geometrii můžeme vymežit geometrii eukleidovskou i řadu různých geometrií tzv. neeukleidovských. Takto vymezená geometrie představuje systém apriorních poznatků, které jsou ovšem apriorní pouze proto, že jsou vyjádřeny analytickými soudy. Alespoň takové je většinové pojetí čisté geometrie.

Oproti tomu můžeme přistoupit ke geometrii tak, že její termíny vztáhneme k fyzikálnímu světu, v tu chvíli takovou geometrii označíme za aplikovanou. Pěkným historickým příkladem provozování aplikované geometrie bylo zkoumání Fridricha Gausse, zda reálný prostor odpovídá svými vlastnostmi eukleidovské geometrii, nebo některé geometrii neeukleidovské, konkrétně takové, v níž součet úhlů v trojúhelníku není 180° . Aplikovaná geometrie je pak v zásadě vědeckou teorií nebo její součástí. Takto kupříkladu užíval

neeuclidovské geometrie Albert Einstein a lze říci, že aplikovaná geometrie tvoří klíčovou část především jeho obecné teorie relativity.

V aplikované geometrii pak můžeme kupříkladu zkoumat, zda ve fyzikálním prostoru platí, že nejkratší spojnicí dvou bodů v prostoru je úsečka. Taková aplikovaná geometrie samozřejmě ovšem disponuje syntetickými soudy, jejichž platnost nemůže být známa a priori, ale vždy až na základě empirického zkoumání. Většinové pojetí předpokládá, že neexistuje možnost pojímat geometrii jako nauku, která disponuje syntetickými apriorními soudy.

Srov. Papineau, David: *Philosophical Devices* (2012).

Nejpozději od 60. let si těchto nedostatků syntaktického pojetí vědeckých teorií začali filosofové vědy všimnout. Mezi nimi pravděpodobně jako první Peter Achinstein, který se zaměřil především na vybudování konceptu vědeckého modelu, který by respektoval všechny důležité vlastnosti, kterými se vyznačují skutečné vědecké modely. V 70. letech pak vybudovali sémantické pojetí vědeckých teorií Frederick Suppe a Patrick Suppes.

Základní nedostatky syntaktického pojetí vědeckých teorií (SYT) můžeme shrnout ve třech bodech:

1. SYT poskytuje až racionální rekonstrukci vědecké teorie.
2. SYT nepochopí s konceptem vědeckého modelu.
3. SYT pojímá vědeckou teorii jako axiomatizovaný systém vět ve formalizovaném (nejčastěji matematickém) jazyce.

První nedostatek se týká skutečnosti, že vědci nebudují teorie primárně jako axiomatizované systémy, a to ani v případech věd relativně dobře přístupných axiomatizaci, jako je fyzika. V úvodu kapitoly jsme připomněli případ biologie, která, ačkoliv v dnešní době asi nejprogresivnější disciplína, měřeno vlastním rozvojem i rozvojem jejích sesterských disciplín, rozhodně není budována jako formalizovaný axiomatický systém a i z hlediska rekonstrukcionistického axiomatizaci vzdoruje.

Na tomto místě uvedeme fyzikální příklad, který ukazuje obdobnou obtíž při budování kvantové teorie.

Kvantovou teorii oprávněně pokládáme za jednu z nejosvědčenějších současných fyzikálních teorií. Už jsme uváděli, že se ve 40. letech dočkala axiomatizace přičiněním Johna von Neumanna, ačkoliv tato axiomatizace není zdaleka jediná a neexistuje široká shoda mezi fyziky, která axiomatizace je závazná a nejlepší. Když se zaměříme na vznik kvantové teorie, vidíme jasně, že její vytváření nesledovalo jasný axiomatický rámec.

Niels Bohr zaváděl kvantově mechanický model atomu (1913) cestou úprav stávajících planetárních modelů atomu, z nichž nejznámější je Rutherfordův model. Představoval si atom jako konstituovaný těžkým kladně nabitým jádrem, kolem kterého obíhají záporně nabitě elektrony. Z planetárních modelů přijímá pro model atomu vodíku základní princip, který vyjadřuje elektrostatickou sílu, která poutá elektron k jádru, jako dostředivou sílu:

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r^2} = m \frac{v^2}{r},$$

kde ϵ_0 je permitivita vakua, e elementární elektrický náboj jádra a elektronu, r vzdálenost elektronu od jádra, m hmotnost elektronu, v rychlost pohybu elektronu kolem jádra.

Takto stanovený princip ovšem v planetárních modelech vedl k nepříjemnému důsledku, že elektron při pohybu kolem jádra, z hlediska klasické elektromagnetické teorie, kontinuálně ztrácí energii, až se nakonec, a to velmi rychle, zřítí do jádra. Planetární modely byly proto v přímém rozporu s pozorováním, protože atomy tvoří stabilní systémy.

Bohr zmíněný problém vyřešil přidáním dalšího, v tomto případě právě kvantově mechanického principu, který stanovoval, že moment hybnosti elektronu je kvantován, tj. že nabývá pouze striktně určených diskrétních hodnot:

$$mvr = n \frac{h}{2\pi},$$

kde n nabývá celočíselných hodnot počínaje jednou a h je Planckova konstanta.

Tento princip zajišťoval, že pokud se elektron nachází na přesně stanovených diskrétních hladinách, tj. vzdálenostech od jádra, neztrácí energii. Získává,

případně ztrácí energii, pouze pokud stoupá na vyšší energetickou hladinu, nebo klesá na nižší energetickou hladinu. Energie vyzářená a absorbovaná elektronem je definována Planckovým vztahem:

$$E = hf,$$

kde f je frekvence elektromagnetického záření (fotonu).

Bohrovo řešení představuje vybudování ad hoc hypotézy, která zavádí princip kvantovaného momentu hybnosti elektronu. Bohr touto ad hoc hypotézou prokázal kvantové teorii neocenitelnou službu, protože zavedl přímou aplikaci Planckovy teorie záření absolutně černého tělesa na popis atomu. Princip kvantování už nepostihoval pouze energii, ale i moment hybnosti částic (elektronu).

Bohrova teorie nebyla samozřejmě prostá problémů, aplikovatelná byla pouze na nejjednodušší atom, obsahovala řadu implicitních teoretických závazků, které nebyly reflektovány (např. význam) a obsahovala také řadu pozůstatků klasické teorie, které nedávaly v novém kontextu dobrý smysl (např. rychlost elektronu). Přesto měla naprosto zásadní význam pro vybudování kvantové teorie (podrobněji viz struktura vědeckých teorií v pragmatické filosofii vědy). Bohr kupříkladu dokázal velmi přesně určit rozměr atomu vodíku, tzv. Bohrov poloměr atomu vodíku:

$$r = \frac{\varepsilon_0 h^2}{\pi m e^2} = 5,29 \cdot 10^{-11} \text{ m, pro } n = 1.$$

Podobný způsob konstituce teorie, skládáním ad hoc hypotéz a upravováním předchozích teorií, je velmi obvyklý. Některé velké vědecké teorie, jako je třeba obecná teorie relativity, působí jako vytvořené na zelené louce, ale i pokud takové případy připustíme, jedná se skutečně o výjimky. Syntaktické pojetí vědeckých teorií tak rozhodně neposkytuje univerzálně správný pohled na vytváření vědeckých teorií.

Druhá obtíž syntaktického pojetí je v předchozím příkladu už také jasně patrná. Syntaktické pojetí nepracuje s pojmem vědeckého modelu, který je zásadním a neopominutelným vědeckým nástrojem. Z hlediska SYTu byl model teorie prostě jen logickým modelem, tj. reinterpetací logického kalkulu teorie. Model byl tudíž koextenzivní s teorií, jednalo se pouze o odlišné vyjádření

axiomatiky teorie. Vědecký model přitom rozhodně není koextenzivní s teorií, jedná se o nástroj, který je idealizací závazků vyjádřených v principech teorie. V tomto smyslu je jeho obsah užší s ohledem na obecnost uvažovaných principů, ale současně širší s ohledem na možnost aplikace teorie pro popis reálných systémů. Jak uvidíme v pragmatické filosofii vědy, v době formování teorie také modely představují základní konstitutivní prvky teorie, z nichž jsou později teoretické principy teprve získány.

Výše jsme v souvislosti s kinetickou teorií plynů připomněli stavovou rovnici ideálního plynu:

$$pV = NkT.$$

Tato rovnice je ve skutečnosti formalizovaným modelem ideálního plynu, která zanedbává (idealizuje) mnoho měřitelných charakteristik reálných plynů. V rozporu s kinetickou teorií plynů molekuly reálného plynu nejsou bezrozměrné a molekuly plynu na sebe vzájemně silově působí, i když mezi nimi právě neprobíhají srážky, každá molekula disponuje kromě kinetické také potenciální energií. Stavová rovnice ideálního plynu je tak pouze nejjednodušším modelem statistické fyziky, popisující plyny. O rozšíření této rovnice se postaral v podobě nového modelu Johannes van der Waals:

$$\left(p + \frac{an^2}{v^2}\right)(V - bn) = NkT,$$

kde n je látkové množství, a a b jsou parametry specifické pro jednotlivé plyny.

Výrazy $\frac{a}{v^2}$ a b jsou označovány jako Van der Waalsovy korekce stavové rovnice ideálního plynu. První korekční výraz vyjadřuje přírůstek tlaku plynu způsobený vzájemným silovým působením molekul, které disponují potenciální energií. Druhý korekční člen vyjadřuje úbytek celkového objemu plynu daný vlastním objemem molekul. Pokud položíme $a = b = 0$, pak Van der Waalsova stavová rovnice reálného plynu přechází ve stavovou rovnici ideálního plynu.

V průběhu 19. a 20. století byla vytvořena celá řada dalších modelů, popisujících plyny, které dokázaly vtělit do svého formalismu důležité vlastnosti reálných plynů (např. právě Van der Waalsův model) a které respektovaly nové objevy fyziky (kvantově mechanické modely látek).

Vědecké modely

Škála různých vědeckých modelů napříč různými vědeckými disciplínami je doslova nepřehledná. Vytvořit ucelené a univerzální pojetí vědeckého modelu na bázi filosofie vědy je proto velmi složité a ve většině případů vede pouze ke klasifikaci a výčtu jednotlivých typů modelů v jednotlivých vědeckých disciplínách a partikulárních teoriích.

Pravděpodobně nejucelenější pojetí vědeckých modelů vypracoval v 60. letech 20. století Peter Achinstein. Podle jeho představy pro teoretické modely platí následující charakteristiky:

1. Teoretický model se skládá z množiny předpokladů o určitém objektu nebo systému.
2. Teoretický model popisuje typ objektu nebo systému tím, že mu přisuzuje to, co bychom mohli nazvat vnitřní strukturou, složením nebo mechanismem, tato struktura vysvětluje různé vlastnosti, kterými se objekt nebo systém vyznačuje.
3. S teoretickým modelem je jednáno jako s aproximací užitečnou k určitým účelům.
4. Teoretický model je často formulován, rozvíjen a dokonce pojmenováván na základě analogie mezi objektem nebo systémem popisovaným v modelu a nějakým odlišným objektem nebo systémem.
5. Model je navržen v rámci nějaké jednodušší teorie nebo teorií.

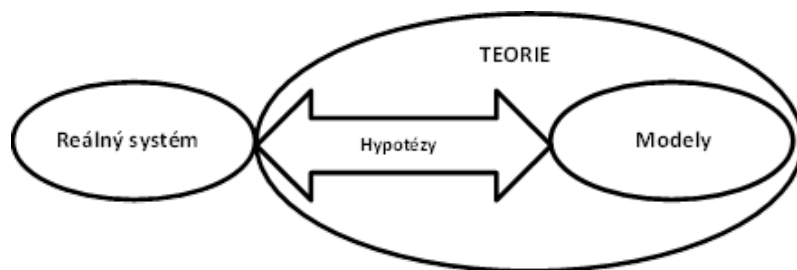
Pokud zkoumáme různorodé modely v jednotlivých disciplínách, jako jsou například: kulečnickový model plynů nebo planetární model atomu ve fyzice, Mendelův model dědičnosti v biologii nebo Keynesův makroekonomický model, pak můžeme hodnotit, nakolik je Achinsteinova koncepce univerzálně aplikovatelná.

Zajímavé případy vznikají také při crossdisciplinárním vypůjčování modelů, například v teorii dynamických systémů, v sociobiologii, biosémiotice ad.

Srov. Achinstein, Peter: *Models, Analogies, and Theories* (1964), *Theoretical Models* (1965).

Třetí problém syntaktického pojetí teorií v podstatě skládá předchozí dva problémy do uceleného rámce. SYT pojímá teorii jako axiomatizovaný systém vět určitého formalizovaného (nejčastěji matematického) jazyka. Viděli jsme ovšem, že pro pojetí teorie je také důležitá otázka její konstituce a role vědeckých modelů, které umožňují aplikaci teoretických principů a v podstatě tak umožňují i testování teorie. Pokud budeme chtít chápat teorii jako axiomatizovaný systém vět, pak se dostaneme do pozice, kdy v podstatě nehovoříme o vědecké teorii, ale pouze o jejím formalizovaném rámci (a nic proti tomu, pokud to syntaktickému filosofovi stačí). Nemusel by to být problém, ale způsobů axiomatizace existuje celá řada, viděli jsme, že volba konkrétního způsobu axiomatizace není už záležitostí logiky, a především axiomatizace je v zásadě pouze jazykovou záležitostí. Chceme-li tedy překročit rámec pouhého formálního jazykového vyjádření teorie, potřebujeme vybudovat nové pojetí vědeckých teorií.

V rámci sémantického pojetí vědeckých teorií je teorie chápána jako množina vědeckých modelů, formálních definic vědeckých modelů, a množina hypotéz, které tyto modely usouvztažňují na bázi izomorfie nebo podobnosti s reálnými systémy, tj. se světem. Schematicky znázorněno:



Postup budování teorie podle sémantického pojetí tedy sestává ze dvou fází:

1. Vybudování modelů
2. Hledání hypotéz, které modely vztahují ke světu

V první fázi jsou vybudovány modely, které jsou z definice (model = formální definice) pravdivé a které tvoří provázaný, nikoliv však nutně hierarchický

systém. Takto pojato, můžeme například Newtonovu teorii mechaniky chápat jako množinu tří modelů:

1. Model setrvačnosti
2. Model síly
3. Model akce a reakce

Newtonův gravitační zákon je speciální variantou Newtonova modelu síly.

V druhé fázi hledáme hypotézy, které modely vztáhnou k reálným systémům, tj. zjišťujeme, s čím modely ve světě korespondují. Vztah modelu a reálného systému bývá nejčastěji popisován jako izomorfie modelu a reálného systému, nebo, poněkud vágněji, jako podobnost (similarity) modelu a reálného systému. Takto můžeme Newtonův model gravitační síly vztáhnout na základě podobnosti k reálným systémům vzájemného gravitačního působení jako systémem Slunce a planety nebo Země a Měsíc.

Viděno perspektivou tohoto příkladu, může se nám zdát, že je toto pojetí teorií poněkud umělé a vcelku nepřináší žádné překvapivé změny v našem pohledu na vědeckou teorii. Jestli nazveme Newtonovy pohybové zákony (jako zákony je označuje sám Newton) principy nebo modely, se nám může zdát být pouze terminologickou záležitostí. Navíc můžeme cítit u sémantického pojetí větší míru popisnosti instrumentalistického přístupu tam, kde se syntaktickým pojetím často pojí realistické postihování kauzálních souvislostí.

Smysl sémantického pojetí, kromě výše zmíněného, se ovšem ozřejmuje v komparaci s tím, jak jsou budovány alternativy aktuálních vědeckých teorií. To, že může být daný teoretický systém interpretován různými modely, například ukázal pro klasickou teorii gravitace Richard Feynman. Jeho alternativní model klasické gravitace se zbavuje nepřijemného závazku kalkulovat s působením na dálku, které bylo v Newtonově modelu gravitace přítomné.

Pokud zapátráme kromě vědeckých učebních textů, které kodifikují systémem vědeckých teorií, také v textech, které zachycují názory širší vědecké komunity, můžeme si takových alternativních modelů všimnout velmi často. A rozhodně se nejedná pouze o určitou manýru vědců, kteří chtějí být v opozici

k převládajícímu pojetí. Často jsou alternativní modely používány (viz právě Feynmanův), protože jsou pro specifické situace vhodnější a praktičtěji uplatnitelné než modely kanonizované.

Velmi ilustrativním příkladem je již několikrát připomínaná kvantová teorie. Připomínali jsme, že pro ni neexistuje jednoznačně závazná axiomatika. Kromě toho existuje celá řada výkladů/modelů kvantové teorie, které jsou v různé míře přijímány a uplatňovány v konkrétním výzkumném kontextu. Připomenout můžeme, kromě dnes ji převážně za klasický a za překonaný považovaný kodaňský výklad, především teorii kvantové dekoherence, model skrytých proměnných, mnohasvětovou interpretaci ad. Pro mnoho jednoduchých fyzikálních situací je stále možné používat kodaňského výkladu, jako aktuální způsob řešení je nejčastěji používáno kvantové dekoherence, ale i takové na první pohled protiintuitivní přístupy, jako je mnohasvětová interpretace, našly své uplatnění, například v kvantové informatice.

Nemusíme zůstat pouze na půdě fyziky, sémantické pojetí teorií velmi dobře koresponduje s praxí aplikace různých ekonomických teorií/modelů, podobně s praxí sociologie. Charakteristické je také pro teorii dynamických systémů (jak uvidíme více v kapitole věnované pojetí teorií v pragmatické filosofii vědy) ad.

Nehledě na zmíněné příklady reálného chodu vědeckých disciplín, existují i principiální důvody, které dosvědčují relevanci sémantického pojetí teorií. Sémantické pojetí teorií je v souladu s tezí o nedourčenosti teorie její empirickou bází. To, co se z hlediska syntaktického pojetí jeví jako zásadní potíž, je v sémantickém pojetí samozřejmostí. Empirická evidence je v souladu s celou řadou alternativních modelů, které mohou být vybírány podle kontextu na základě vhodnosti, pro ten který případ.

Vědecké modely můžeme podle sémantického pojetí teorií charakterizovat třemi základními vlastnostmi: vhodností (fit), zjednodušeností (idealization), užitečností (utility). Takto je například Newtonův model gravitace, i když je jako teorie nepravdivý (jako model pravdivý z definice), vhodný na popis sluneční soustavy. Zároveň je idealizovaným modelem, protože zanedbává některé efekty spjaté například s chováním Merkuru (stáčení jeho perihelia). A konečně

je také užitečným nástrojem pro praxi, stále jej můžeme používat k výpočtům pohybu satelitů, trajektorií pohybu planet ad., i když přísně vzato, kauzální proměnné, které se v něm vyskytují (např. gravitační síla), reálně neexistují.

Vhodnost modelu vyznačuje model jako účelový prostředek, který neaspiruje na univerzalitu vysvětlujícího potenciálu, jako tomu je u principů teorie v syntaktickém pojetí. Model daného typu může být vhodný v určité situaci, i když je jasné, že je univerzálně vzato neplatný. Je například zbytečné používat celý inventář matematického formalismu Heisenbergovy maticové interpretace kvantové mechaniky na popis atomu vodíku, který je schopen v rozumném přiblížení popsat Bohrovův model atomu vodíku. Je ale samozřejmé, že pokud budeme chtít popsat jemnou strukturu spektra atomu vodíku, stane se Bohrovův model nedostatečným a budeme se muset opřít o plně kvantově mechanické modely.

Vhodnost modelů jsme také jasně demonstrovali na příkladu modelů stavové rovnice plynů. Vhodnost modelu se zachovává i v situaci, kdy vývoj disciplíny dospěl k, ze syntaktického hlediska, obecnějším teoriím. Sémantické pojetí teorií nám tak umožňuje vidět progres vědy nejen v setrvalosti technických aplikací, což je současný módní trend ve filosofii vědy, ale také v zachování jejich vědeckých modelů, které tyto technické aplikace umožňují realizovat. Je stejně tak oprávněné hovořit o kontinuálním a kumulativním procesu tvorby vědeckých modelů, jako o kontinuálním a kumulativním růstu technologie.

Modely jsou účelové prostředky, které se vyznačují různou mírou idealizace. Charakteristickým rysem tvorby modelů je zjednodušování zkoumaného problému a hledání vhodného výpočetního prostředku, který zachová dostatečné množství kauzálních činitelů, kteří činí model relevantním pro popis zkoumané situace. Tento rys modelů se jasně ukazuje už v počátcích přírodní vědy. Například Galileův model volného pádu založený na užití materiálního modelu – nakloněné roviny – se takovou idealizací jasně vyznačuje. Galileo zkoumá pohyb kuličky po nakloněné rovině, tj. idealizace svislého pádu na pohyb po mírně nakloněné rovině a idealizace tvaru padajícího tělesa, zanedbává účinky odporu vzduchu a valivého odporu a další činitele. Jako prostředek měření času původně Galileo užívá své vlastní vycvičené schopnosti rozpoznávat

velmi krátké časové intervaly. Později k měření času Galileo využívá dalšího silně idealizovaného prostředku – matematického kyvadla, jehož perioda kmitu je závislá pouze na délce kyvadla.

Spektrum dynamik matematického kyvadla

Idealizace je sama komplexním postupem. Když například chceme popsat dynamiku kyvadla, umožňuje newtonovská mechanika formulovat diferenciální rovnici druhého řádu:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -g \sin \Theta,$$

kde x vyjadřuje horizontální vzdálenost hmotného bodu od svislého směru, g vyjadřuje tíhové zrychlení a Θ vyjadřuje velikost výchylky kyvadla.

V následujícím kroku uplatníme idealizace, abychom čistě z matematického hlediska mohli najít řešení této rovnice, která je v původním tvaru analyticky neřešitelná. Pro malé výchylky je možné předchozí rovnici nahradit následující rovnicí:

$$\frac{d^2\Theta}{dt^2} + \frac{g}{L}\Theta = 0,$$

kde L vyjadřuje délku závěsu kyvadla.

Tato rovnice je už analyticky řešitelná a vede k řešení ve známém tvaru Galileova vztahu pro periodu T kmitání matematického kyvadla:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}},$$

Obecně ovšem není možné nahradit $\sin \Theta$ přímo hodnotou Θ , proto musíme uvažovat rovnici ve tvaru:

$$\frac{d^2\Theta}{dt^2} + \frac{g}{L}\sin \Theta = 0,$$

Další komplikace pro analytické řešení přináší zohlednění tlumení, které je dáno existencí tření, protože kyvadlo představuje disipativní systém. V tomto případě musíme započítat vliv tlumící síly:

$$\frac{d^2\Theta}{dt^2} + \frac{b}{m} \frac{d\Theta}{dt} + \frac{g}{L} \sin\Theta = 0,$$

kde m vyjadřuje hmotnost kyvadla a b vyjadřuje parametr.

Užitečnost modelů jako výpočetních prostředků vyplývá ze dvou výše uvedených charakteristik. Modely slouží dobře definovatelným účelům a jejich aplikace vede postupně k popisu a vysvětlení chování reálného systému. Můžeme kupříkladu vyjít ze tří abstraktních matematických modelů Newtonovy teorie, na jejich základě zkonstruovat jednoduchý materiální model – například matematického kyvadla – a na jeho základě pak konstruovat více či méně komplexní zařízení – například hodiny. Můžeme vyjít z Newtonova modelu gravitační interakce a použít jej na popis pohybu známých planet sluneční soustavy, na pohyb satelitů kolem Země, na navádění sondy Voyager pro pohyb sluneční soustavou a využití gravitační akcelerace planet atd. Stejně tak můžeme použít Einsteinův model gravitační interakce k popisu chování orbity Merkuru, k vysvětlení pohybu světelných paprsků vzdálených hvězd při průletu v blízkosti Slunce, pro konstrukci GPS a mnoho jiného.

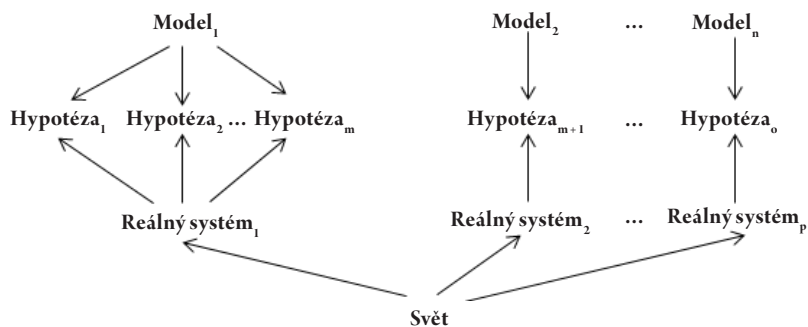
Uvedli jsme, že model je, jakožto výpočetní prostředek, z definice pravdivý. Následně je až empirickou otázkou, zda je možné daný model uplatnit dostatečně přesně, aby se dosáhlo vysvětlení nebo predikce. Přejít od jednoho teoretického systému k jinému je tedy podle sémantického pojetí teorií záležitostí vytvoření nové dostatečně komplexní množiny výpočetních prostředků, nikoliv nutně vybudování nového axiomatického systému, jak předpokládá syntaktické pojetí teorií. K vytvoření této množiny modelů slouží formulace hypotéz, které dané modely vztahují k reálnému systému, tj. které prokazují, že prvky modelu daným způsobem korespondují s reálným systémem.

Hypotéza interpretuje prvky modelu a uvádí je do vztahu s empirií. Hypotéza zároveň vysvětluje omezení daného modelu skrze počáteční a okrajové podmínky. Tak například abstraktní model Newtonovy teorie gravitace:

$$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}, \text{ kde } G \text{ je gravitační konstanta,}$$

je hypotézou interpretován tak, že členy m_1 a m_2 korespondují s hmotnostmi Země a Slunce a r vyjadřuje jejich střední vzdálenost. Hypotéza také stanoví omezení modelu, tj. například zanedbání tvaru a objemu Země a Slunce, zanedbání proměnlivosti jejich vzdálenosti ad.

Schematicky tak můžeme sémantické pojetí teorií vyjádřit (poněkud komplexněji než v předchozím zobrazení) následovně:



Souhrnně řečeno se výhody sémantického pojetí teorií ukazují především ve schopnosti lépe popsat reálnou situaci při vytváření, provozu a aplikaci vědecké teorie. Ústřední roli přitom hraje schopnost sémantického pojetí pracovat s konceptem vědeckého modelu, který má pro konstituci vědeckých teorií centrální význam. Syntaktické pojetí teorií si s modely nemůže poradit, protože ty jsou, přísně vzato, nepravdivými, ale užitečnými a vhodnými idealizacemi. Z hlediska syntaktického pojetí je nemožné takovéto prvky do axiomatického systému zahrnout, protože nepravdivost modelů by implikovala nepravdivost principů, na kterých jsou podle syntaktického pojetí založeny.

Syntaktickému pojetí je možné dobře porozumět z rekonstrukcionistického hlediska. Nicméně i zde vidíme jasnou výhodu sémantického pojetí, protože někdy je plná axiomatizace nedosažitelná nebo nejednoznačná (viz opět kvantová teorie) a někdy je zavádění axiomatizace kontraproduktivní, a to především v době, kdy teorie teprve vzniká, tj. z hlediska sémantického se teprve vytváří dostatečně komplexní množina modelů (např. evoluční teorie, teorie

dynamických systémů ad.). Podrobněji se k výhodám sémantického pojetí vrátíme v kontextu struktury teorií v pragmatické filosofii vědy.

Na začátku této kapitoly jsme se věnovali popisu realismu a instrumentalismu. Poté, co jsme podrobně pojednali o sémantickém pohledu na vědecké teorie, můžeme si všimnout určitých preferencí instrumentalistů pro sémantické pojetí a naopak realistů pro pojetí syntaktické.

Pro realistu je vědecká teorie založena na aproximativně pravdivých vědeckých zákonech (principech), které korespondují s přírodními zákony. Skrze vědecké teorie tedy podle realisty dosahujeme pravdivého popisu struktury reality. Syntaktické pojetí teorií je pro realisty vyjádřením popisu struktury reality, protože zastávají metafyzickou tezi o jednoduchosti reality, která je přístupná popisu, tj. realita sestává z konečného počtu typů základních prvků, které se vyskytují ve vzájemných vztazích, které jsou určeny zákony přírody a které můžeme aproximativně pravdivě popsat.

Instrumentalista, který ze zásady odmítá zmíněnou metafyzickou tezi, bude tím spíše inklinovat k sémantickému pojetí teorií, které nevytváří požadavek na interteoretickou redukci teorií a soustřeďuje se na to, aby využívané modely byly empiricky adekvátní, tj. aby byly vhodnými a užitečnými idealizovanými prostředky k organizaci zkušenosti.

Nicméně samozřejmě realista může akceptovat sémantické pojetí v mezích jeho užitečnosti pro popis fungování vědeckých disciplín a instrumentalista může naopak akceptovat syntaktické pojetí jako snahu po formulaci limitního, maximálně obecného modelu světa, který ovšem postrádá jakékoliv užitečnosti.

2.2 VĚDECKÉ VYSVĚTLENÍ

Když se zaměříme na nějaký komplexní problém, často se nám stane, že jednotlivé vědecké disciplíny začnou nabízet naprosto odlišné druhy vysvětlení. Když se zeptáme: „Proč se hůl do vody vložená zdá být zlomená?“, vysvětlení se většinou, v rozvinuté moderní společnosti, bude odvolávat na jednoduché zákony paprskové optiky. Když tuto otázku položí dítě svému rodiči, který

prošel druhým stupněm základní školy, v horším případě odpoví, že se to dozví ve fyzice, v tom lepším bude snad každý druhý rodič schopen vydolovat své rudimentární fyzikální vzpomínky a řekne něco o rozdílném šíření světla ve vodě a ve vzduchu. I když se přímo neodvolá na Fermatův princip, bude se držet vědeckého – fyzikálního – názoru.

Když se ale zeptáme: „Co je svoboda vůle?“, stane se nám, i v naší rozvinuté vědecké společnosti, že se setkáme s naprosto protichůdnými odpověďmi. Teolog odpoví, že je to dar od Boha, který nás vyděluje ze světa kauzálních závislostí a že je podmínkou naší morální zodpovědnosti. Klasický psycholog se odvolá na roli, kterou hraje v našem rozhodování a případně, v reminiscenci na psychoanalýzu, ji spojí s nejvyšší vrstvou naší osobnosti, s ego, které kontroluje a reguluje naše jednání. Neurovědec ji bude spojovat s určitými funkcemi, které se vyvinuly jako kontrolní mechanismus v komplexní neuronové síti našich mozků. Bude zkoumat podobné mechanismy u primátů a obecně savců a jiných živočichů, napříč rody živočišné říše. Bude se zabývat poruchami této schopnosti a z patologií bude vyvozovat lokalizaci této funkce v našem orgánu myšlení, prožívání a jednání.

Přesvědčený fyzikalista bude odmítat porušení determinismu, který svoboda vůle implikuje, zatímco humanitní vzdělanec bude trvat na tom, že svoboda vůle je nutnou podmínkou vybudování svébytných věd o člověku a klasický etik deontolog bude vyvozovat hrůzné důsledky vzdání se svobody a příklonu k etickému nihilismu.

Vědecké vysvětlení je směrem od přírodních k sociálním a humanitním vědám čím dál tím víc komplikované. To, co považuje za vysvětlení humanitní vzdělanec, bude často přírodovědec považovat za bohapusté neověřitelné spekulace.

Vývoj vědy v druhé polovině 20. století se rozmáchnul od zdánlivě neproblematického kauzálně vymezeného světa fyziky do sféry biologie a dále do jejích aplikací (neurověd ad.), byl provázen vzestupem výpočetní vědy (a opět jejích aplikací), vedl ke vzniku celé řady interdisciplín jako jsou biofyzika, psycholingvistika, kognitivní vědy ad. Navíc v 60. a 70. letech prošli bouřlivým vývojem humanitní obory, které z této bouře vyšly emancipované, ale neukotvené. O poslední ucelený pohled na humanitní vědy se pokusil Michel Foucault,

ovšem jeho dědictvím je změť rozbujelých postdisciplín jako jsou gender studies, sex studies, porn studies ad.

Můžeme být zapřísáhlými fyzikalisty a odmítnout neblahý vývoj sociálních a humanitních věd jako degeneraci, ale to nás nezachrání před realitou nutnosti vyrovnat se s různorodým provozováním vědy, s různorodostí poskytování vysvětlení. Můžeme zcela ignorovat ty systémy dojmů, které na vysvětlení zcela rezignují, protože ty se z vědeckého projektu samy vypsalý, především se jedná o postmoderní dekonstruktivistické závěry některých sociálních a humanitních vzdělavců. Přesto nám ale zůstane spousta materiálu na zkoumání. A v pozorném zkoumání se nakonec jako problematická stanou i osvědčená schémata vysvětlení přírodních věd. Vysvětlení je základ vědy, ve snaze zdůraznit tuto skutečnost se musíme ponořit do obtíží zakotvení základních modelů vědeckého vysvětlení.

Základní model vědeckého vysvětlení v syntaktické filosofii vědy – deduktivně-nomologický model – byl v průběhu sémantické fáze filosofie vědy podroben důkladné kritice. Nejvýznamnější kritika byla vytvořena Wesley Salmonem, který upozorňoval na nedostatečnost Hempelových podmínek, vymezujících D-N model vysvětlení, na problémy symetrie mezi explanací a predikcí, na obtíže induktivně-statistického modelu vysvětlení ad. Některými z těchto problémů se budeme nyní zabývat, ostatní pak podrobněji prozkoumáme v následujících kapitolách.

Základním problémem D-N modelu jsou implicitní podmínky, které jsou mlčky předpokládány při konstrukci každého deduktivního modelu vysvětlení. Implicitní podmínky, které musí být splněny, aby deduktivně-nomologický model skutečně poskytoval vysvětlení, označujeme jako *ceteris paribus clausulae* (other things being equal clauses), tj. klauzule, které stanovují, co všechno musí ještě platit, respektive, co musí být stále předpokládáno jako neměnně stejné. Česky vyjádřeno znamená *ceteris paribus* – „vše ostatní je stejné“, dále budeme používat označení *ceteris paribus klauzule* (nebo jen CPC).

Kromě splnění Hempelových podmínek D-N modelu musí být tedy splněny ještě *ceteris paribus klauzule*. Každou implikaci musíme doplnit *ceteris paribus klauzulí*:

„Jestliže P, pak Q.“ + CPC

Pro každé vysvětlení musí být kromě splnění podmínek v explanans (P), splněno ještě CPC, aby bylo možné tvrdit, že Q. Vždy musíme uvážit, které další podmínky kromě P musí nastat, aby nastalo Q.

Jednoduchý příklad ozřejmí, co máme na mysli. Uvažme následující implikaci:

„Jestliže škrtnu zápalkou, pak se rozhoří.“

Samostatná příčina – škrtnutí – nevyvolá následek – hoření, pokud nejsou splněny CPC:

- je přítomen kyslík
- zápalka není vlhká
- škrτάtko není vlhké
- nefouká příliš silný vítr
- ...

Vidíme, že seznam CPC může být velmi rozsáhlý a v obecném případě si nemůžeme být jisti, že jsme tento seznam CPC učinili skutečně úplným. Navíc ceteris paribus klauzule nejsou obecně pro dané vědecké vysvětlení přístupné empirickému testování. Jinak řečeno, CPC jsou podmínkami proveditelnosti testu samotných zákonů, na nichž je D-N model vysvětlení vystavěn. Pokud bychom chtěli testovat samotné CPC, museli bychom vytvořit další modely vysvětlení s jednotlivými prvky CPC₁ v explanandech, ale tím bychom vygenerovali novou sadu CPC₂ a tak dál ad infinitum.

Takto se opět hroubí sen syntaktických filosofů vědy o logicky správně vytvořeném modelu vysvětlení. V následujících kapitolách se ještě pokusíme zachránit tuto syntaktickou koncepci odlišením ceteris paribus zákonů a zákonů striktních (strict laws).

Salmonova kritika, jak jsme již výše naznačili, ukázala, že samotná logika, tj. vymezení struktury a podmínek syntaktického systému, pro konstituci

vědeckého vysvětlení nestačí. V Salmonově textu *Counterexamples to D-N and I-S Models of Explanation* najdeme celou řadu případů, v nichž je ukázáno, jak mohou být sice splněny Hempelovy podmínky platnosti vysvětlení, ale přesto budeme mít výhrady k přijetí daného vysvětlení jako validního. Zde si uvedeme jen jeden slavný příklad, ke kterému se také vrátíme v kapitole věnované vysvětlení v pragmatické filosofii vědy – Brombergerův příklad s vlajkovým stožárem.

Svislý stožár o určité výšce stojí na rovném podkladu a slunce na něj dopadá pod určitým úhlem. Za stožárem se rýsuje jeho stín o určité délce. Zcela neproblematicky můžeme zkonstruovat D-N model vysvětlení délky stínu následovně:

- L_1 : Světlo se v homogenním a izotropním prostředí šíří přímočaře.
- L_2 : Světlo se ohýbá pouze kolem překážek, které jsou velikostně srovnatelné s jeho vlnovou délkou.
- C_1 : Vzduch je homogenní a izotropní.
- C_2 : Slunce je v takové a takové výšce nad obzorem.
- C_3/Z : Stožár má takovou a takovou výšku.
- C_4 : Rozměry stožáru jsou výrazně větší než vlnová délka světla.
- Z/C_3 : Délka stínu stožáru má takovou a takovou velikost.

Nicméně, jak naznačuje schéma, D-N model můžeme také přeuspořádat tak, že učiníme z podmínky C_3 explanandum a původní závěr vřadíme na místo původní podmínky C_3 . D-N model bude stále stejně validní, na základě podmínek stanovených Hempel, čili řečeno přímočaře, můžeme vysvětlit výšku stožáru prostřednictvím (mimo jiné) délky stínu. Takový závěr ovšem pravděpodobně odmítneme jako nesmyslný, protože cítíme, jak tvrdí Salmon, že to výška stožáru je příčinou stínu a nikoliv naopak. Proto je podle Salmona (jak ještě uvidíme níže) nutné doplnit formální D-N model vysvětlení konceptem kauzálního vztahu mezi explanans a explanandum.

Pro konstituci vysvětlení v sémantické filosofii vědy je rozhodující určit, k čemu vysvětlení slouží. Čili musíme pokročit od samotného syntaktického

uspořádání vysvětlení k významu tohoto vysvětlení a zároveň k významu jeho jednotlivých částí. Interpretace vysvětlení neustí v jednoznačnou odpověď o povaze významu vysvětlení. Tato polysémie, spojená s vědeckým vysvětlením, zahrnuje pojetí vysvětlení jako nástroje k odkrytí kauzálních spojení (a vztah kauzality a pravděpodobnosti), jako sjednocení (unification) přesvědčení, jako vyjádření podmínek inteligibility našich přesvědčení, jako vyjádření účelu (purpose), popřípadě cíle (goal). Jednotlivým možným významům vysvětlení se budeme v následujících kapitolách věnovat (vysvětlení jako sjednocení a vyjádření podmínek inteligibility našich přesvědčení se budeme věnovat až v pragmatické filosofii vědy).

2.21 Asymetrie explanace a predikce

Než přistoupíme k popisu jednotlivých možných významů vědeckého vysvětlení, je třeba věnovat speciální pozornost jednomu z předpokladů Hempelova D-N modelu vysvětlení, kterým je symetrie mezi explanací a predikcí. Viděli jsme, že v syntaktické filosofii vědy, která preferuje popis formální logické struktury vědeckého vysvětlení, je z hlediska deduktivního charakteru vysvětlení vždy obecně možné prohlásit, že vysvětlující potenciál deduktivního schématu je doprovázen současně prediktivním potenciálem téhož schématu. D-N model vysvětluje explanandum a stejně tak je možné na základě znalosti explanans predikovat povahu explananda. Na příkladech jsme viděli, že vědecká teorie vysvětluje známé jevy (např. obecná teorie relativity vysvětluje chování perihelia Merkuru) a je schopná predikovat nové jevy (např. gravitační rudý posun). Obecně samozřejmě také platí, že bez ohledu na to, je-li již jev znám, teorie by jej tak jako tak predikovala, v některých případech došlo prostě k pozorování ještě před objevem nové teorie.

Tato přísná symetrie mezi explanací a predikcí byla konfrontována rozsáhlou kritikou a v takto striktní podobě už není zastávána. Významnými kritiky symetrie byli především Wesley Salmon a Stephen Toulmin.

Toulmin si všiml důležité skutečnosti, že v historii vědy nalezneme celou řadu případů, kdy byla možná predikce, aniž by byla známá aproximativně správná vědecká teorie. Nejslavnějším příkladem je Toulminovo zjištění, že babylonská

astronomie byla schopná velmi přesných predikcí chování nebeských těles, ačkoliv nedisponovala uspokojivou teorií, která by vysvětlovala toto chování. Přísně vzato babylonská astronomie nebyla vědeckou teorií, povaha nebeských těles byla odvozována z mytologie a neexistovala tendence vysvětlovat jejich chování skrze něco, čemu bychom alespoň rámcově mohli říkat vědecký zákon.

Ve stejném světle se můžeme dívat na nepřehlédnutelný úspěch antické i jiné techniky. Veškeré znalosti mechaniky, které umožňovaly konstrukci velmi komplikovaných zařízení, jako byla stavební technika, válečné stroje, konstrukce architektury ad., byly založeny na předávaném technickém know-how, které se neopíralo o znalosti explanačních principů. Existuje jen několik výjimečných případů, kdy byly použity matematické prostředky pro formulaci pravidel fungování používané a provozované techniky, a to především u páky a kladky, a i v těchto případech jde vždy pouze o vyjádření poměrů mezi čísly, které, z moderního hlediska, vyjadřují totožné veličiny (velikost závaží, délka páky ad.). Antická věda navíc nedisponovala pojmem vědeckého zákona, ačkoliv existují snahy nalézat jeho základy ve stoické fyzice.

Syntaktický filosof vědy může samozřejmě argumentovat, že otázky po symetrii mezi explanací a predikcí má smysl klást až v okamžiku, kdy disponujeme rozvinutou přírodní vědou. Pokud nepokládáme systémy antických a dřívějších, ale i středověkých nauk za přísně vzato vědecké, pak můžeme jejich prediktivní úspěchy vysvětlovat čistě na základě zvládnutí dlouhodobě provozované praxe.

Nicméně s asymetrií mezi explanací a predikcí se setkáváme i v rozvinuté přírodní vědě, i když je tato asymetrie inverzní k výše uvedené – všechny současné vědecké teorie samozřejmě disponují schopností vysvětlovat, ale v některých případech je omezena jejich prediktivní síla. Nemáme zde nyní na mysli případy, kdy vědecká teorie operuje na poli statistiky (např. statistická fyzika, termodynamika ad.), která počítá s principiální možností libovolných predikcí, za předpokladu zvládnutí enormního množství vstupních podmínek. Takto jsme se setkali s kinetickou teorií plynů, která na predikce chování jednotlivých prvků plynu rezignuje a je schopna predikovat pouze vývoj makroskopických veličin, které popisují systém plynu.

Nejlepšími příklady jsou kvantová teorie a teorie dynamických systémů. Kvantové teorii se budeme podrobněji věnovat v kapitole věnované vztahu vysvětlení a pravděpodobnosti, zaměříme se zde proto výhradně na teorii dynamických systémů.

Teorie dynamických systémů popisuje široké spektrum chování různých druhů dynamických systémů, my se zde pro naše účely zaměříme na dynamické systémy, které jsou řízeny deterministickým zákonem/pravidlem. Už zhruba od počátku 60. let byla odborníkům známa skutečnost, že schopnost predikovat chování i jednoduchých deterministických systémů se stává v některých případech invalidní. Tato skutečnost je známa pod označením citlivá závislost na počátečních podmínkách (sensitive dependence on initial conditions).

Chaos v dynamických systémech

Chaos je v dynamických systémech přítomen v případě splnění speciálních matematických podmínek, které vyjadřuje Devaneyho definice chaosu:

Spojité zobrazení f definované na S je chaotické_{*a*}, jestliže má f invariantní množinu $K \subseteq S$ takovou, že:

- (1) f je (slabě) citlivě závislé na K , (sensitive dependence on initial conditions)
- (2) periodické body jsou na K husté, (dense periodic points)
- (3) f je topologicky tranzitivní na K . (topological transitivity)

Lze dokázat, že podmínky (2) a (3) implikují podmínku (1).

Ze všech zmíněných podmínek je neznámější první podmínka, která vyjadřuje citlivou závislost dynamiky na znalosti počátečních podmínek. Obecně platí, že v systémech, které splňují výše uvedené podmínky, dochází k exponenciálnímu nárůstu chyby, tj. nepřesnosti, která je vždy přítomná, protože výzkumník nemá možnost znát všechny hodnoty s naprostou přesností. Po určité době, tak výsledky použitých matematických modelů přestanou být prakticky použitelné pro činění smysluplných predikcí vývoje systému.

Tuto skutečnost poprvé explicitně popsal Edward Lorenz (1963) při modelování procesů při předpovídání vývoje počasí. Při provozování výpočtů na

dvou různě výpočetně mocných počítačích zjistil, že i přes použití stejných deterministických dynamických rovnic jsou oba výsledky po řádově desítkách výpočetních kroků naprosto odlišné.

V poněkud populární podobě bývá konstatováno, že tato zjištění představují vyvrácení striktního determinismu, který bývá vyjadřován myšlenkovou konstrukcí Laplaceova démona, kdy je při znalosti všech počátečních a okrajových podmínek deterministická dynamika zárukou neomezených predikcí. Pokud tuto zjednodušující koncepci přijmeme, pak je třeba doplnit, že výskyt chaotických dynamik přidává spíše další upřesnění inteligence, kterou by Laplaceův démon musel disponovat, tj. jeho paměť by musela být aktuálně nekonečná.

Srov. Smith, Peter: Explaining Chaos (1998).

Jestliže je systém řízen pravidlem, které je implementováno v matematické funkci, která obsahuje nějaký nelineární prvek, pak v některých případech, pro konkrétní hodnoty určitých řídicích parametrů, se stává predikce chování systému přísně vzato nemožnou. Takovou jednoduchou matematickou funkcí je například následující diferenční rovnice, která popisuje bifurkace v logistickém zobrazení:

$$y_{n+1} = ay_n(1 - y_n), \text{ kde } y_n \in (0,1) \text{ a } 0 \leq a \leq 4.$$

Tato rovnice popisuje jeden z jednoduchých modelů, kterými disponuje teorie dynamických systémů, v duchu sémantického pojetí vědeckých teorií, a který má velký aplikační potenciál od meteorologie, přes ekologii až po ekonomii. Hodnoty y_n vyjadřují zkoumanou veličinu, jejíž hodnotu chceme predikovat a a vyjadřuje regulační parametr.

Vzhledem k výskytu nelineárního prvku (jedná se o kvadratickou rovnici) se pro některé hodnoty parametru, určené hodnotou Feigenbaumova bodu, stává systém citlivě závislým na počátečních podmínkách. To znamená, že pro libovolně přesně určenou, ale nikdy ne absolutně přesnou hodnotu zkoumané veličiny, kterou stanovujeme v počátečních podmínkách, se po konečném

počtu kroků výpočtu, které odpovídají provádění predikce, náš prediktivní model přestane shodovat s realitou. Důvodem je exponenciální nárůst (kumulování) vstupní chyby. V obecném případě se tak pro určité hodnoty parametrů stanou výsledky prediktivních modelů naprosto bezcennými.

Nacházíme se tak v situaci, kdy teorie disponuje znalostí deterministického pravidla, dokáže zmíněné chování vysvětlit (via citlivá závislost na počátečních podmínkách ad.), ale není schopná predikovat. Symetrie mezi explanací a predikcí je tak jednoznačně narušena.

Vidíme tedy, že i v rozvinuté vědě hraje asymetrie mezi explanací a predikcí důležitou roli. Přesto z toho nemusíme vyvozovat pro D-N model vysvětlení nebo dokonce pro vědu jako celek tragické závěry. Vidíme spíše, že pokud hodnotíme vědeckou teorii z hlediska její schopnosti vysvětlovat a predikovat, měla by pro nás být schopnost vysvětlení důležitějším prubířským kamenem. Schopnost predikovat může být založena na pouhém zděděném a rozvinutém know-how, nicméně to, co činí vědu vědou, je know-that, tj. schopnost poskytnout vysvětlení, které se opírá o znalost vědeckého zákona.

Mezi explanací a predikcí

Kvantový informatik David Deutsch ve své knize *The Beginning of Infinity* (2011) vyjadřuje celou řadu velmi inspirativních postřehů o povaze filosofie vědy. Je přesvědčen o tom, že další úspěchy při rozvoji vědy, a tím i při rozvoji lidské společnosti, pro kterou je vědecký pokrok klíčový, spočívá v nalézání nových způsobů vysvětlování, která vždy umožní vyřešit složité situace, které vznikají při selhávání vědeckých teorií a přeneseně také při krizích, do kterých se dostává lidská společnost. Otevřené společnosti jsou pro Deutsche po vzoru Poppera vždy schopné překlenout dočasné nepříznivé podmínky a posunout se k nové prosperitě.

Deutsch se domnívá, že samotná prediktivní schopnost teorií není zárukou jejich správnosti a progresivnosti. Jak jsme viděli výše, dokázala být celá řada teorií prediktivně velmi úspěšnými, ačkoliv byly mylné, a pokud by vědecká komunita setrvala na jejich obraně, zamezila by dalšímu poznání.

V návaznosti na jeho přesvědčení můžeme doplnit určitý odsudek instrumentalismu. Instrumentalistická filosofie vědy totiž většinou upřednostňuje prediktivní úspěšnost teorií, zatímco realistická filosofie vědy upřednostňuje explanační úspěšnost vědeckých teorií.

Srov. Deutsch, David: *The Beginning of Infinity* (2011).

Deduktivně-nomologický model vysvětlení můžeme navíc rozšířit tak, aby jím bylo možné charakterizovat vysvětlení dosahované pro deterministické systémy teorie dynamických systémů. Zmíněná ztráta prediktivní schopnosti totiž není vázána na každý případ, ale pouze na vybranou třídu případů, v závislosti na hodnotu regulačního parametru, a navíc i v případech ztráty schopnosti provádět kvantitativní predikce existuje schopnost provádět alespoň kvalitativní predikce, které jsou schopny stanovit alespoň globální omezení vlastností toho, co nastane. Řečeno terminologií teorie dynamických systémů, i v případech citlivé závislosti na počátečních podmínkách jsme schopni stanovit atraktor (oblast přitažlivosti) vývoje dynamického systému.

Nyní se můžeme věnovat zmíněnému rozšíření D-N modelu vysvětlení. Rozšíření se bude týkat explanans, které kromě vědeckých zákonů a počátečních a okrajových podmínek musí zahrnovat také specifickou množinu podmínek, které popisují regulační parametry, které stanovují míru citlivosti znalosti počátečních podmínek. Schematicky znázorněno bude explanans obsahovat:

$$L_1, L_2, \dots, L_m$$

$$C_1(a_1), C_2(a_2), \dots, C_n(a_n)$$

$$a_1, a_2, \dots, a_o$$

Úpravu si vyžádá ovšem také explanandum, v němž bude obecně predikováno nikoliv konkrétní jev, ale třída jevů v závislosti na hodnotách regulačních parametrů:

$$E(a_1), E(a_2), \dots, E(a_o)$$

Souhrnně tak můžeme definovat D-N model vysvětlení pro deterministické systémy s citlivou závislostí na počátečních podmínkách následovně:

$$\begin{array}{l} L_1, L_2, \dots, L_m \\ C_1(a_1), C_2(a_2), \dots, C_n(a_k) \\ \hline a_1, a_2, \dots, a_o \\ E(a_1), E(a_2), \dots, E(a_o) \end{array}$$

Symetrie explanace a predikce je tedy zachována pouze pro kvalitativní predikce třídy jevů $E(a_o)$ v závislosti na znalosti hodnoty regulačního parametru a_o .

2.22 Kauzální úloha vysvětlení

S ohledem na problematický status D-N modelu jako formálně logické struktury vysvětlení a v reakci na protipříklady, o kterých jsme se zmiňovali, reagovali někteří filosofové vědy tak, že obnovili v sémantické filosofii vědy logickými empiristy původně zavržený koncept kauzality. Mezi největší zastávce kauzální interpretace vědeckého vysvětlení patřil Wesley Salmon. Viděli jsme na příkladu s vlajkovým stožárem, že zatímco na otázku:

„Proč je stín stožárku tak a tak dlouhý?“,

můžeme odpovědět s odvoláním na znalost zákonů optiky a počátečních a okrajových podmínek v explanans (především na výšku stožáru). Na inverzní otázku:

„Proč je stožár tak a tak vysoký?“,

nebudeme pravděpodobně ochotni odpovídat s odvoláním na stejné zákony a počáteční a okrajové podmínky, s jednou výjimkou, již je délka stínu.

Salmon jednoznačně tvrdí, že v obou případech se na otázku pokoušíme odpovědět skrze vymezení kauzální struktury, respektive kauzálního vztahu, který danou situaci umožňuje. Tak na první otázku můžeme odpovědět

s odvoláním na výšku stožáru a především zákony optiky. Zatímco u druhé otázky budeme přirozeně odkazovat k aktérovi, který tento stožár vytvořil a po-případě k jeho intencím.

Odvolání se na kauzální závislost s sebou ovšem přináší nejednu obtíž, s některými jsme se setkali již v kapitole věnované vysvětlení v syntaktické filosofii vědy. Na tomto místě ještě navážeme na problém odlišení kauzálních a náhodných posloupností a podrobněji si všimneme problému odlišení příčiny od pouhé podmínky. V následující kapitole si pak všimneme role kauzality v pragmaticky statistických zobecněních.

Viděli jsme už výše (vysvětlení v syntaktické filosofii vědy), že k odlišení vědeckých zákonů od náhodných zobecnění (accidental generalizations) je třeba směrem k zákonům požadovat dvojí:

1. Vědecké zákony podporují kontrafaktuály.
2. Vědecké zákony vyjadřují kauzální/přirozené nutnosti.

Ačkoliv pro instrumentalistu by nebylo nutné vymezovat povahu vědeckých zákonů takto rigidně, pro zastánce kauzální interpretace vědeckého vysvětlení se pravděpodobně jiná možnost než realistické lpění na vazbě vědeckého zákona na zákon přírodní nenabízí.

I když odhlédneme od problematického vymezování kauzální nutnosti skrze přirozenou nebo nomologickou nutnost, kterému jsme se věnovali výše, a přijmeme kauzální vazbu jako metafyzickou danost, stále zůstává problém s odlišením příčiny, která je popsána vědeckým zákonem od pouhé podmínky, která aplikaci zákona umožňuje.

Uvažme opět výše uvedený příklad (Rosenberg, 2005, s. 50–51):

„Jestliže škrtnu zápalkou, pak se rozhoří.“

Víme, že kromě škrtnutí jsou implicitně předpokládány další CPC: je přítomen kyslík, zápalka ani škrťátko nejsou vlhké, nefouká příliš silný vítr, zápalka a škrťátko mají správné chemické složení ad. Všechny požadavky:

škrtnutí + kyslík + vlhkost + vítr + chemické složení + ... jsou nutnými podmínkami, aby nastalo to, co je implikováno. Kterou z těchto podmínek ale můžeme katapultovat do role kauzálního původce?

Intuitivně bychom asi volili odpověď, že skutečnou příčinou je škrtnutí, protože pokud by škrtnutí nenastalo, tak i za předpokladu splnění všech CPC hoření nenastane. Nicméně víme, že k rozhoření zápalky není za všech okolností nutné, abychom zápalkou škrtnuli. Pokud zápalku dostatečně zahřejeme, pak se rozhoří a v tomto případě odpadá nutnost doplňovat do CPC vlhkost a vítr, protože vysokou teplotou se potenciálně vlhká zápalka vysuší a vítr jí ve vznícení nezabrání, ačkoliv ji vzápětí uhasí. Pokud navíc správné chemické složení zahrneme do definice zápalky, pak nám v CPC zůstává na základě našich vždy principiálně omezených znalostí pouze kyslík.

Mohli bychom tedy za příčinu vznícení zápalky pokládat dostatečnou teplotu zápalky a tu způsobovalo také škrtnutí, jako jedna instance zahřívání. Nicméně pokud budeme zápalku zahřívát ve vzduchoprázdné komoře, tak se nám přesto nevznítí, protože není přítomen kyslík. Čili stejně oprávněným se jeví pokládat za příčinu vznícení zápalky přítomnost kyslíku.

Jak se tedy rozhodnout? Co pokládat za příčinu – teplotu, nebo kyslík? Jedna z možných odpovědí je, že určení příčiny je závislé na kontextu. Budeme tedy tvrdit, že pokud zápalku zapalujeme v přítomnosti kyslíku, je příčinou dostatečná teplota. Pokud se o totéž snažíme, bez úspěchu, ve vzduchoprázdné komoře, označíme za příčinu přítomnost kyslíku. Je ale takové řešení přesvědčivé?

Jednoznačně vidíme, že kromě vymezení nutných podmínek je pro úspěch vysvětlení nezbytné stanovit, že jsou podmínky kolektivně pro vysvětlení postačující. Proto také logičtí empiristé preferovali založení vědeckého vysvětlení na koncepci vědeckého zákona, před jeho založením na konceptu kauzality. V naivním logicko-empirickém pojetí totiž věta zákona:

„Jestliže A, pak B.“

vyjadřuje, že A představuje postačující podmínky pro B. Bohužel ale, množina postačujících podmínek je principiálně neomezená. Nikdy si nemůžeme

být jisti, že známe úplně všechny nutné podmínky, které dohromady tvoří množinu postačujících podmínek (Rosenberg, 2005, s. 51). Koneckonců je možné stanovit existenci hypotetické substance X, která je přítomna v našem aktuálním světě a která, ačkoliv je neznámá, zajišťuje, že k hoření dochází. Můžeme si také představit možný svět, ve kterém se tato substance X nenachází a kde tudíž k hoření i za splnění všech nám známých podmínek nedochází.

Omezení možných světů

Ačkoliv si dokážeme představit naprosto různorodé světy, v nichž kulaté čtverce rozmlouvají se žlutými integrály o počtu dimenzí, v nichž kmitají superstruny, možné světy logiky jsou přísně omezeny některými důležitými náležitostmi. Tato omezení jsou dána dvěma skupinami požadavků:

1. možné světy nesmí obsahovat porušení logiky a jejich definic
2. možné světy jsou svázány určitými podstatnými vlastnostmi (essential properties)

S ohledem na první požadavek tak nemůže v žádném možném světě platit, že současně prší i neprší nebo že všichni lidé jsou smrtelní, ale někteří lidé smrtelní nejsou nebo že trojúhelník má čtyři strany apod. Tato omezení se nám pravděpodobně jeví jako pochopitelná a rozumná.

Druhá skupina požadavků je specifitější, protože nad rámec logických požadavků postulují, že skutečnosti, které se týkají identity, původu (origin) a konstituce (constitution) věcí, musí platit napříč všemi možnými světy. Takto není možné, aby existovaly možné světy, ve kterých neplatí, že „Karol Józef Wojtyła je identický s Janem Pavlem II.“ (tj. identita). Stejně tak není možné, aby existovaly možné světy, v nichž neplatí, že „Rodiče Lukáše Zámečnicka jsou Vojtech a Julie Zámečnickovi.“ (tj. původ). A konečně není možné, aby existovaly možné světy, ve kterých neplatí, že „Helium je atom se dvěma protony v jádře.“

Druhá skupina požadavků není dána logickými nutnostmi, ale tím, že některé změny jsou metafyzicky nemožné, s ohledem na přirozenou povahu věcí.

Srov. Papineau, David: *Philosophical Devices* (2012).

Vidíme tedy, že jak postup založení vědeckého vysvětlení na koncepci vědeckého zákona, tak jeho založení na koncepci kauzality selhává. Zbývají nám tudíž, zdá se, pouze tři možnosti (Rosenberg, 2005, s. 51):

1. Rezignovat na snahu vybudovat validní schéma vědeckého vysvětlení.
2. Konstatovat, že CPC.
3. Smířit se s pouhými náčrtly vědeckých vysvětlení (explanation sketches).

První možností bychom se vzdali projektu budování filosofie vědy a to jistě nechceme. Druhá možnost by byla slepým přehlížením výše zmíněných problémů. A tak se jako jediná správná nabízí třetí možnost. Většina běžných vysvětlení a velká část vědeckých vysvětlení jsou tedy ve skutečnosti pouze neúplné náčrtly vysvětlení. Deduktivně-nomologický model je naplněn jen v tom smyslu, že se předpokládá existence kauzálního zákona, který spojuje věty v explanans s větami v explanandu.

Takové předpokládané vědecké zákony jsou označovány jako *ceteris paribus* zákony (*ceteris paribus* laws). Jedná se o zákony, které relativně jasně vymezují existující příčiny a předpokládají relativně omezenou množinu *ceteris paribus* klauzulí. Takovéto zákony jsou vcelku neproblematicky používány například ve fyzice. Můžeme například neproblematicky vymežit jako *ceteris paribus* zákon Newtonův zákon gravitační přitažlivosti:

„Dvě tělesa se přitahují gravitační silou $F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$, jestliže si tělesa můžeme znázornit jako hmotné body, jestliže jsou tělesa dostatečně vzdálená s ohledem na jejich hmotnosti ad.“

Víme samozřejmě, že tento zákon je přísně vzato nepravdivý, protože platí jen jako speciální příklad obecného gravitačního zákona obecné teorie relativity, protože například kauzální mechanismus – působení gravitační síly – není

reálným mechanismem. Nicméně jako zastánci aproximativního směřování k pravdě můžeme tvrdit, že ve stále obecnějších teoriích se tyto nedostatky postupně odstraňují a *ceteris paribus* klauzulí ubývá. Jako instrumentalisty nás samozřejmě toto zjištění bolí ještě méně.

Nicméně použití *ceteris paribus* zákonů se zdá být výrazně omezeno pouze na doménu fyziky a ani zde ne bezvýhradně. Těžko můžeme například podobně vymezit *ceteris paribus* zákony pro biologii nebo ekonomii (Rosenberg, 2005, s. 51–52). Pokud bychom například v ekonomii vymezili *ceteris paribus* zákon:

„Racionální jednatelé svými činy usilují o maximalizaci svého zisku.“,

pak by množina CPC přestala být relativně omezená. Objevila by se celá řada výjimek, závislých na kontextu, museli bychom specifikovat jednotlivé druhy racionálních aktérů, museli bychom vysvětlit selhávání tohoto zákona ve velmi četných situacích atd.

V nefyzikálních vědách se tedy množina *ceteris paribus* klauzulí exponenciálně zvětšuje a současně s tím se trivializuje tvrzení *ceteris paribus* zákona a s ním i deduktivně-nomologického modelu vysvětlení.

Současně s touto trivializací vědeckého zákona a vysvětlení jde také ruku v ruce stírání rozdílů mezi vědeckými teoriemi a nevědeckými systémy přesvědčení. Jak trefně konstatuje Rosenberg, neexistují uchopitelné rozdíly mezi skutečnými zákony s nevyčerpatelnými CPC a pseudozákony bez skutečné nomologické síly (Rosenberg, 2005, s. 52).

Problém uchopení rozdílů mezi vědeckou teorií a nevědeckým přesvědčením se příznačně ukazuje v potížích sociálních a humanitních věd. Když se vrátíme ke klasickým příkladům, tak vidíme triviální tvrzení *ceteris paribus* zákonů psychoanalýzy a marxistické společenské teorie. Tyto systémy přesvědčení byly nazírány jako svého druhu vědecké teorie, které jsou stejně relevantní jako teorie přírodních věd, protože disponují vědeckými zákony. Jejich přijímání, především v případě marxistické teorie společnosti, mělo pak nedozírné společenské následky.

Marxistická teorie vývoje společnosti

Poválečné společenské vědy žily důvěrou v solidní status sociologie jako vědy o procesech proměny lidské společnosti. V případě marxistické sociologie bylo dokonce předpokládáno, že sociologové marxisté disponují znalostí univerzálního zákona vývoje lidské společnosti vstříc spravedlivé komunistické společnosti, které je dosaženo cestou postupných revolucí přes jednotlivé vývojové fáze (prvobytně pospolná, otrokářská, feudální, kapitalistická). V určité době bylo v zemích východního bloku postupně konstatováno dosažení komunismu.

Jako každá teorie, střetávala se i ta marxistická s celou řadou protipříkladů. Například ruská socialistická revoluce provedla přeskok od feudální společnosti přímo k socialistické, proto musel být vytvořen systém leninismu, který mimo jiné tento nesoulad vysvětloval přidáním některých CPC. Když v průběhu 50. a 60. let proběhla v socialistických zemích řada revolucí, které chtěly komunismus reformovat, nebo odstranit (1953 ve východním Německu, 1956 v Maďarsku, 1968 v ČSSR atd.), řešili to zastánci marxismu-leninismu přidáním dalších CPC. Zmíněné revoluce byly například označeny za kontrarevoluce, které chtěly odstranit kýžený a dokonalý stav komunistické společnosti. Když začaly komunistické země východního bloku výrazně hospodářsky zaostávat za západem, byly přidány další CPC, které se odvolávaly na zhoubnou snahu imperialistických zemí zhatit komunistický blahobyt. Důsledkem byla rozsáhlá devastace společenských struktur, které se ve střední a východní Evropě rozvíjely od konce první světové války.

Srov. Lakatos, Imre: *Science and Pseudoscience* (1973).

Můžeme proto rozumět situaci sociálních a humanitních věd po Foucaultovi, tomu, že se vzdaly takovéto snahy budovat své teorie po vzoru přírodních věd. Jejich postup ovšem vedl k další a pravděpodobně ještě horší trivializaci společenských a humanitních teorií – tam, kde neexistuje opora v zákonu, zbývá jen množina nesourodých přesvědčení, které bojují o své zastánce. Proto také v současné naturalizované filosofii sílí přesvědčení o potřebě eliminace

pseudovědeckých partií sociálních a humanitních nauk a o potřebě redukce jejich smysluplných částí na vědy přírodní.

Řešení problému s *ceteris paribus* zákony existuje na teoretické rovině skrze koncepci striktních zákonů (*strict laws*). Striktní zákon je pojímán jako univerzální tvrzení formy vědeckého zákona, které se obejde bez *ceteris paribus* klauzulí (Rosenberg, 2005, s. 52). Takový zákon by se zbavil potenciálně neukončené množiny CPC a jednoznačně by označoval kauzálního původce, odpadlo by proto i problematické odlišování příčiny a podmínky.

Je ovšem otevřenou otázkou, zda můžeme takové striktní zákony v současné fyzice dokladovat. Ať už se zaměříme na jakoukoliv ze současných fundamentálních fyzikálních teorií (kvantová teorie, obecná teorie relativity), vždy nalézáme v jejich základech pouze *ceteris paribus* zákony. Samozřejmě nebudeme tvrdit, že jsou tyto *ceteris paribus* zákony, například Eisteinův gravitační zákon v úpravách současné fyzikální kosmologie, ve svých CPC ve stejné situaci jako jejich předchůdci, například Newtonův gravitační zákon. Nicméně i pro tyto rozvinutější zákony musí být vždy *ceteris paribus* klauzule konstatovány.

Potenciální příklady striktních zákonů v současné fyzice by mohly být konzervační principy, které jsou systematizovány ve fyzice standardního modelu částic a interakcí. Například tvrzení principu zachování energie:

„Množství energie se v izolovaném systému v průběhu času zachovává.“

můžeme pokládat za striktní zákon, který vymezuje oblast aplikací *ceteris paribus* zákonů fyziky. Pokud bychom totiž chtěli vymezit pro tento případ nějaké CPC, jednalo by se pravděpodobně pouze o metafyzické podmínky, které by byly mimo rámec testovatelnosti. Nicméně i zde můžeme nalézt protipříklad, kterým je princip lokálního narušení symetrie (více viz kapitola věnovaná sjednocující úloze vědeckého vysvětlení).

Dalším příkladem může být směřování fyziky standardního modelu částic k teoretickému systému, který bude schopen vysvětlit všechny speciální parametry, které se vyskytují ve formulacích fyzikálních zákonů (např. hmotnosti a náboje elementárních částic ad.), tj. ovšem směřování k finální teorii fyziky

(viz výše a dále také v kapitole věnované struktuře vědeckých teorií v pragmatice filosofie vědy).

2.23 Vysvětlení a pravděpodobnost

Vědecké vysvětlení se často opírá o statistická zobecnění, a přesto se odvolává na odhalování kauzální struktury. Kausalita přitom vyžaduje deterministickou závislost mezi explanans a explanandum, ne pouze statistickou korelaci mezi dvěma jevy. Je proto otázkou, jak rozumět odvolání se na kausalitu například v následujících větách:

1. „Kouření způsobuje rakovinu.“
2. „Kvantové vlastnosti atomu způsobují, že elektron bude detekován s největší pravděpodobností v atomovém orbitalu.“

Tyto dva příklady nás přivádějí ke dvěma základním typům pravděpodobnosti, se kterými se setkáváme ve vědeckých vysvětleních. V případě první věty se jedná o pragmaticky statistické zobecnění, v němž je pravděpodobnost principiálně nahraditelná kauzálním spojením, jako tomu bylo například v klasické termodynamice. Druhá věta se naopak týká principiálně statistických zákonů, které nejsou nahraditelné zákony kauzálními, což je charakteristické právě pro kvantovou teorii.

V případě pragmaticky statistických zobecnění existuje explicitní předpoklad, že jsou statistické korelace mezi danými jevy, například mezi kouřením a výskytem rakoviny plic, založeny na nějaké skryté kauzální vazbě. Často totiž může nastat situace, že se při podrobném průzkumu ukáže, že statistické korelace nejsou nesené skrytými příčinami, nebo dokonce že předpokládaná závislost je ve skutečnosti přesně opačná, což se označuje jako Simpsonův paradox.

Simpsonův paradox

Častým případem při zkoumání korelací mezi některými jevy je, že se ve skutečnosti nepodaří naleznout skrytou kauzální souvislost, a to co se jevílo jako

vzájemně provázané, se ve skutečnosti ukáže být nesouvisejícím. Takto bylo například prokázáno, že pití alkoholu ve skutečnosti nezpůsobuje vzrůst pravděpodobnosti onemocnění srdce, protože nadměrné pití alkoholu je výrazně rozšířené u mužů, kteří mají sami o sobě, i bez toho, že by pili, větší podíl srdečních onemocnění než ženy.

Simpsonův paradox ukazuje na případy, kdy se ve skutečnosti ukáže, že to, u čeho byl předpokládán určitý pozitivní vliv, má ve skutečnosti vliv právě opačný. Jak uvádí na příkladu David Papineau, můžeme si představit, že podrobný průzkum vlivu pití alkoholu na přítomnost onemocnění srdce nakonec ukáže, že ačkoliv při posuzování množiny mužů a žen pijících alkohol nalézáme pozitivní korelace s výskytem srdečních onemocnění, tak při posuzování dvou zvláštních množin, jedné složené výhradně z mužů a druhé výhradně z žen, se ukáže, že korelace je právě opačná. To znamená, že pití alkoholu ve skutečnosti snižuje pravděpodobnost výskytu onemocnění srdce.

Ačkoliv se nám zdá být toto zjištění paradoxní, je jednoduše vysvětlitelné tím, jak už jsme uvedli výše, že muži obecně více pijí alkohol a obecně častěji projevují srdeční onemocnění.

Srov. Papineau, David: *Philosophical Devices* (2012)

Například u tvrzení: „Kouření způsobuje rakovinu plic.“ jsme konfrontováni dvěma problémy (Rosenberg, 2005, s. 53):

1. Některé oběti rakoviny plic nekouří.
2. Někteří kuřáci se nestanou oběťmi rakoviny.

První problém je odstranitelný s poukazem na to, že stejný následek může mít jiné příčiny, tj. k onemocnění rakovinou plic mohou vést například genetické predispozice, nezdravé životní prostředí a mnoho jiného. Druhý problém je závažný, protože spojení mezi kouřením a rakovinou má být kauzální, čili protipříklad (a řekněme, že třeba rakovinou plic neonemocní 80 % kuřáků)

jasně ruší možnost nalezení deterministického kauzálního vztahu mezi kouřením a rakovinou plic.

Řešení spočívá ve zjištění, že redukovatelná pravděpodobnost, tj. pragmaticky statistické zobecnění, vyjadřuje principiálně odstranitelné omezení našich vědomostí. Pokud bychom znali pečlivě všechny anatomické, fyziologické a jiné detaily jednotlivých kuřáků, mohli bychom případ od případu u jednotlivých kuřáků rozhodnout, zda rakovinou plic onemocní, nebo ne onemocní.

V naprosto jiné situaci se ovšem nacházíme v případě principiálně statistických zákonů. Výše uvedenou větu:

„Kvantové vlastnosti atomu způsobují, že elektron bude detekován s největší pravděpodobností v atomovém orbitalu.“

není možné vysvětlit analogicky k přechozímu. V kontextu, v němž je kvantová teorie pokládána za platnou, není možné předpokládat, že neschopnost přesně určit polohu elektronu je dána naší odstranitelnou nevědomostí a že bude pravděpodobnostní výklad nahrazen deterministickými zákony.

K demonstrování odlišné povahy principiálně statistických zákonů můžeme ovšem použít i příkladu relativně jednoduchého rozpadového zákona. Rozpadový zákon nás informuje o tom, jak velké množství N radioaktivních jader z původního množství N_0 v daném vzorku ještě neprodělalo radioaktivní rozpad, v závislosti na době t uplynulé od přípravy vzorku a poločasu rozpadu T daného druhu jader:

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}.$$

Po uplynutí poločasu rozpadu je proto jader poloviční množství a po uplynutí každého dalšího poločasu rozpadu se vždy sníží zbývající množství jader na polovinu.

Tento elegantní vztah umožňuje popsat chování statistického souboru jader, umožňuje v rámci statistických odchylek determinovat pravidelné snižování množství jader v průběhu času. Pokud se ovšem dostaneme na úroveň jednotlivých jader, tj. jakmile soubor přestane být statisticky relevantním, přestane být statistický zákon použitelný – míra fluktuací (statistických odchylek) je totiž řádově stejná jako zbývající množství jader. Jednotlivá jádra už musíme

popisovat prostřednictvím složitějších kvantově-mechanických pravidel. Proto se nám například ve slavném myšlenkovém experimentu se Schrödingerovou kočkou vyskytuje jako spouštěč právě jedno radioaktivní jádro.

Kvantová mechanika je pro filosofii vědy zdrojem mnoha kontroverzí, které se kromě interpretace principiálně neredukovatelné pravděpodobnosti týkají především její kompatibility s realismem. Mnozí zastánci realismu jsou ochotní zavádět další metafyzické závazky, aby svou pozici tvář v tvář experimentálním výsledkům obhájili (my se na ně zaměříme v úvodu kapitoly věnované pragmatice filosofie vědy).

Nejednoznačný výklad je pro kvantovou teorii charakteristický od jejího samotného počátku, jejích interpretací, jak už jsme výše uvedli, existuje celá řada, počínaje dnes už klasickým (a poněkud kontroverzním) kodaňským výkladem přes hypotézu skrytých proměnných, mnohasvětovou interpretaci až po současně asi nejužívanější kvantovou dekoherenci. Tyto nejednoznačnosti jsou samozřejmě vítaným materiálem pro filosofii fyziky (viz závěr), filosofie vědy k nim ovšem musí přistupovat opatrně.

2.3 TESTOVÁNÍ VĚDECKÝCH TEORIÍ

Některé semináře filosofie vědy jsou jako vystřižené z Feyerabendových Dialogů o vědě (Tři dialogy o vědě). Můžete studenty přesvědčovat o existujících kritériích demarkace mezi vědou a pseudovědou, můžete apelovat na nutnost testovatelnosti, na nutnost tvorby falsifikovatelných hypotéz, na umírněnost při přijímání ad hoc hypotéz při obraně falsifikované teorie etc. ad infinitum. A přesto se nakonec ozve student, který řekne: „No jo, ale vždyť ono to křesťanské přesvědčení je přece taky vědecké. Podrobte jej testům a zástupy katolíků vám potvrdí náboženský zážitek, možná i zázrak, kterého byli svědky. Ad hoc hypotéz používá sice spousta, ale liší se zase tak moc od mnoha humanitních věd? A proč by se konec konců nemohli křesťané bránit proti falsifikacím ze strany přírodních věd, jak dlouho budou chtít? Mají jasné predikce. A až se Kristus objeví ... A proč by nemohl? Tak bude křesťanská věda dokonce i koroborována.“

Potřeba demarkace vědy a pseudovědy se v období sémantické filosofie vědy stala ještě výraznější, než jak ji pociťoval Popper v době, kdy formuloval Logiku vědeckého zkoumání. S nástupem 60. let se postupně emancipovaly mnohé obory, které se stavěly do přímé konfrontace se strnulými a dogmatickými přírodními vědami. Nastal zlatý věk humanitního bádání, který byl podněcován Kuhnovou převratnou Strukturou vědeckých revolucí.

Věda se měla celkově obrodit, měla se stát holistickou, decentralizovanou, dialogickou atd. atp. V rodícím se postmoderním tyglíku humanitních disciplín byly ve vývoji přírodních věd posledního půlstoletí nalézány příklady postupného drolení přísné vědy. Protože už víme, že vše je relativní, a protože princip neurčitosti nám říká, že neexistuje žádné jasné pravidlo, a protože teorie chaosu nám říká, že ty opravdu zajímavé přírodní jevy jsou naprosto nepochopitelné.

Bootstrap Theory

Teorie byla vytvořena na počátku 60. let především zásluhou Geoffreye Chewa s ambicí vyřešit problémy soudobé částicové fyziky týkající se silné interakce, která postrádala dostatečnou experimentální oporu. Hlavní představou byla holistická vize částic (hadronů), které se měly generovat svou vzájemnou interakcí. Přesněji řečeno, silně interagující částice (hadrony) byly pojímány jako dynamické struktury, které získávají svou existenci skrze stejnou sílu, kterou vzájemně interagují. Hlavní matematickou oporou byl koncept S-matice (S-matrix), která byla nahlížena jako vhodný nástroj pro generování predikcí a která byla chápána jako mezní struktura, která může být o mikrosvětě známa.

Teorie předpokládala jako neproblematické, že může být současně požadována existence následujících interakcí částic, které vedou ke vzniku nových částic:

$$A + X \rightarrow B + C + X$$

$$B + X \rightarrow A + C + X.$$

Na základě toho mohlo být prohlášeno, že *B* je konstituentem *A* a současně *A* je konstituentem *B*.

Ačkoliv nebyla tato teorie nikdy definitivně vyvrácena, nenaplnila očekávání, která původně slibovala, nebyla schopna přinést kýžené predikce, které by se potvrdily, a následně se jí vynořila zdatná konkurence v podobě kvantové chromodynamiky (především zásluhou Murray Gell-Manna), která byla experimentálně potvrzena a stala se součástí standardního modelu fyziky.

Bootstarpová teorie byla ovšem filosoficky velmi populární, o což se v polovině 70. let zasloužil především Fritjof Capra knihou *Tao fyziky* (1975). Lze říci, že zcela zapadala do dobové módy, která byla fascinována holistickým pojmáním reality a všeobecnou kritikou redukcionismu.

Srov. Kragh, Helge: *Higher Speculations* (2011).

Zatímco na západě se čekalo na konec scientismu – velkého náboženství moderní doby – a docházelo k explozivnímu nárůstu humanitního bádání a rozvoji různých alternativních nauk, tak na východě naopak zůstával duch vědeckosti velmi silný, vždyť konec konců i vůdčí filosofie byla vědecká a humanitní disciplíny, a to i ty klasické doslova živořily. Duch vědeckosti východního bloku byl ale poněkud zvláštní, protože například odmítal celou řadu moderních vědeckých postupů a disciplín, jako byla moderní genetika a kybernetika, které byly označovány za buržoazní pavědy. A sám budoval disciplíny, které byly naprosto pseudovědecké (například lysenkismus v biologii) a jejichž aplikace měla katastrofální ekonomické a obecně společenské dopady.

Popperova koncepce filosofie vědy byla prohlubována, a to i skrze konfrontaci s mladší generací filosofů vědy, jako byl Imre Lakatos nebo Thomas Kuhn. V průběhu celého tohoto překotného období se přitom stále ozývaly Popperovy maximy: „Neimunizuj hypotézy!“ a „Formuluj odvážné hypotézy!“ Mohli bychom říci, že formulované hypotézy, ať už na Západě nebo na Východě, byly skutečně velmi odvážné, nicméně jejich dosti značný potenciál pro falsifikaci nebyl brán vážně.

Přes nepopíratelnou přitažlivost Popperovy koncepce se vědecký vývoj ve skutečnosti neodehrával jednoduchou racionální cestou střídání domněnek

a jejich vyvrácení. Některé teorie se bránily permanentním pokusům o vyvrácení (např. psychoanalýza), některé se doplňovaly ad hoc hypotézami, které se vzápětí ukázaly jako neopodstatněné, aby se nakonec ukázaly jako opět validní (např. Einsteinova ad hoc hypotéza kosmologické konstanty), některé vědecké koncepty se dočkaly nahrazení, aby se o několik dekad později dočkaly nového přijetí atd.

O vysvětlení tohoto stavu věcí a poslední velký pokus o vytvoření jednotného racionálního rámce fungování vědeckého projektu se nejvíce zasloužil Imre Lakatos. Jeho revizi popperovského kritéria testovatelnosti, stejně jako jeho představě o uspořádání a provozu vědecké teorie se budeme věnovat v následující kapitole.

Období sémantické filosofie vědy můžeme na rovině problematiky testovatelnosti označit za období krize empirického východiska vědy. Nejen že se toto východisko, vtělené do představ o testování u logických empiristů i kritických racionalistů, ukazovalo jako problematické z hlediska reálného chodu věd (viz výše), ale existovaly i teoretické důvody, které nesou označení nedourčenost teorie empirickou bází (známá také jako Quine–Duhemova teze) a kontaminace empirické báze teorií (theory-ladeness). V prvním případě (jak jsme už viděli výše) není možné na základě dané empirie zvolit jednu a jen jednu vhodnou teorii. V druhém případě si teorie v podstatě vytváří vlastní empirii.

2.31 Vědecký výzkumný program

Hypoteticko-deduktivní testování teorií předpokládá, že z teoretických principů je možné odvodit empirické hypotézy, které je možné konfirmovat, nebo slaběji koroborovat, respektive falsifikovat empirickou bází – pozorováním, experimentem.

V kapitole věnované testování vědeckých teorií v syntaktické filosofii vědy jsme se podrobně zabývali problémem konfirmace a striktní falsifikovatelnosti. Také v průběhu sémantické fáze filosofie vědy byly vypracovávány koncepce, které měly stanovit kvantitativní stupeň konfirmace (Carnap), respektive stupeň koroborace (Popper), které by splňovaly logické nároky kladené na hypoteticko-deduktivní testování. Neobjevil se však žádný principiálně nový přístup a skutečná změna nastala až s rozvojem pravděpodobnostního testování teorií

(bayesianismu), kterému se budeme věnovat v kapitole věnované testování teorií v pragmatické filosofii vědy.

Pozornost si ovšem určitě zaslouží Lakatosův přístup k hypoteticko-deduktivnímu testování teorií, který vylepšuje koncept falsifikovatelnosti, komplexněji uchopuje strukturu vědecké teorie a rehabilituje nakládání s pomocnými hypotézami. A především převádí Popperův, v zásadě ještě syntaktický, přístup k testování do podoby syntakticko-sémantické.

Lakatos koncipoval metodologii vědeckých výzkumných programů (scientific research programs), která syntetizuje Popperův kriticky racionalistický pohled na testování teorií s Kuhnovou koncepcí vědeckých revolucí. Kromě syntézy ovšem provádí také rozsáhlou revizi obou přístupů, z nichž první budeme sledovat zde a druhou dohlédneme v následující kapitole. Hlavním Lakatosovým cílem je racionální rekonstrukce vývoje vědeckých výzkumných programů v závislosti na propracované metodě vědeckého testování – sofistikovaném falsifikacionismu.

Viděli jsme, že striktní falsifikacionismus selhává s ohledem na to, že je vždy možné chránit teorii před falsifikací jejím přesměrováním na pomocné hypotézy, které jsou nepostradatelnou součástí každého teoretického systému. Čistě logickými prostředky není možné rozhodnout, zda falsifikace směřuje na teoretické principy nebo na pomocné hypotézy.

Viděli jsme ovšem také, že Popperova strategie používání metody falsifikacionismu je řízena normativními předpisy „Neimunizuj hypotézy!“ a „Formuluj odvážné hypotézy!“. Popper se snaží metodu falsifikovatelnosti propagovat jako spolehlivý nástroj k produkci vědeckého pokroku. Popperovým problémem ovšem je to, že teorie jsou běžně úspěšně a smysluplně bráněny před falsifikací (výše jsme viděli příklady).

Lakatosova sofistikovaná falsifikovatelnost reaguje úspěšně na obojí obtíže, když ukazuje, že falsifikaci je rozumné systematicky směřovat na pomocné hypotézy a že teorii je obecně možné bránit před falsifikací, pokud nejsou splněny podmínky pro provedení sofistikované falsifikace.

Teorie T_1 je pokládána za sofistikovaně falsifikovanou tehdy a jen tehdy, když je již navržena jiná teorie T_2 , která má následující vlastnosti:

1. Teorie T_2 má ve srovnání s teorií T_1 širší testovatelný empirický obsah, tj. T_2 předvídá nová fakta, zakázaná v teorii T_1 .
2. Teorie T_2 poskytuje vysvětlení dříve dosažených úspěchů teorie T_1 .
3. Některé nové predikce teorie T_2 již byly potvrzeny.

Vzpomeňme si na výše uvedený klasický příklad neúspěšné falsifikace Newtonovy teorie gravitace, která souvisela s pozorováním anomálního chování vnějších planet, které porušovaly Newtonův gravitační zákon. V situaci, kdy ještě neexistovala alternativní teorie, se vědci naprosto racionálně rozhodli hájit stávající teorii přijímáním pomocných hypotéz. Racionálním požadavkem úspěšného testování je nevytvářet explanační vakuum.

Ovšem i v situaci, kdy už nová teorie existuje, nemusíme vždy falsifikaci původní teorie přijmout, jak vidíme ze tří uvedených podmínek.

První podmínka zajišťuje, abychom s falsifikací počkali až na chvíli, kdy je nová teorie dostatečně rozvinutá. Například Lorentzův–FitzGeraldův návrh vysvětlení výsledku Michelsonova experimentu byl pouze ad hoc hypotézou, která postrádala širší empirický obsah – byla šita na míru tomuto konkrétnímu problému. Nicméně důvody, které vedly Lorentze a FitzGerala k jejímu zastávání, byly naprosto racionální, předpokládali, že souvisí s elektrodynamickými vlastnostmi mikrostruktury látek a tím zabrousili do oblastí, které nebyly v dané době dostatečně zmapované. Falsifikací klasické mechaniky pro oblast inerciálních systémů přinesla až speciální teorie relativity, která podmínku širšího empirického obsahu splňovala.

Druhá podmínka brání přijímání teorií s širším empirickým obsahem, které ovšem nerespektují princip korespondence, o kterém jsme hovořili v kapitole věnované vývoji vědeckých teorií v syntaktické filosofii vědy. Proto nemůžeme například pokládat kvantovou teorii za falsifikaci Einsteinovy teorie gravitace, protože, ačkoliv má potenciálně širší empirický obsah, jako fundamentální teorie by měla zahrnovat všechny interakce, gravitační nevyjímaje, nedokáže v současné podobě vysvětlit úspěch Einsteinovy teorie ve svém vlastním teoretickém rámci.

A konečně třetí podmínka představuje empirické kritérium úspěšné predikce. Nebudeme tudíž odmítat původní teorii, i když má nová teorie širší

empirický obsah a dokáže vysvětlit úspěch předchozí teorie, pokud se empiricky nepotvrdí alespoň některé nové predikce nastupující teorie. Například současná M-teorie (v mnoha ze svých variant) splňuje kritéria širšího empirického obsahu, zahrnuje totiž ve svém rámci všechny částice i interakce, a pravděpodobně i vysvětlení úspěchu předchozích teorií, protože je schopna najít limitní příklady, které vedou ke standardnímu modelu na jedné a obecné relativitě na druhé straně, ale nebyla prozatím (a asi ještě dlouho nebude) úspěšně testována.

Obecně je tedy falsifikace komplikovaným procesem, který předpokládá, že se nová teorie nejprve předběžně koroboruje. Falsifikace neprobíhá jednoduchým doložením jednoho protipříkladu, jak sugeruje schéma modus tollens, které jsme uváděli výše. Teorie postižená falsifikací může být regulérně hájena tvorbou pomocných, klidně i ad hoc hypotéz a přitom to neznamená rezignaci na Popperovo normativní kritérium úspěšné progresivní vědy. Právě naopak, schopnost obrany teorie před všudypřítomnou falsifikací ukazuje na sílu teorie, respektive, jak uvidíme, vědeckého výzkumného programu. Záchrana teorie je naprosto metodologicky oprávněná, pokud změny zaručují, alespoň teoretický progres, tj. tvorbu nových testovatelných predikcí.

Falsifikace totiž u Lakatose, výrazněji než u Poppera, nehraje pouze syntaktickou úlohu v logickém schématu hypoteticko-deduktivní metody testování, tj. vyvodit singulární tvrzení, to konfrontovat s empirií a v případě rozporu s empirií odmítnout teorii na základě uplatnění logického pravidla modus tollens. Lakatosův falsifikacionismus je sémantickým nástrojem, který primárně nevede k vyvrácení teorie, ale nutí zastánce teorie k dalším interpretacím a reinterpretacím teoretického systému. Teorie se tak stává flexibilním prostředkem rozvoje vědeckého výzkumného programu.

Historické příklady tuto skutečnost často zastírají. Sugerují nám například představu, a my jsme ji doposud neproblematicky přijímali, že Newtonova teorie v roce 1683 je v podstatě toutéž teorií jako klasická teorie mechaniky v 18. století, respektive jako teoretická mechanika na konci 19. století. Něco takového je samozřejmě hrubé zjednodušení. Teorie byla rozšiřována a reinterpretována tváří v tvář nové empirické evidenci, formalismus teorie byl vytvářen a reinterpretován prostřednictvím nových matematických nástrojů, které zároveň

vytvářely formální podmínky pro následné překonání vědeckého výzkumného programu newtonovské mechaniky, teoretické principy byly zobecnovány a kanonizovány do podoby, kterou by Newton asi těžko rozpoznal. Dvě století existence vědeckého výzkumného programu newtonovské mechaniky jsou obdobím postupných významových změn a upevňování jádra vědeckého výzkumného programu klasické mechaniky.

V následující kapitole si podrobněji všimneme Lakatosovy koncepce vývoje vědy jako posloupnosti soupeřících vědeckých výzkumných programů, nikoliv izolovaných teorií, a toho, jak tato koncepce limituje dramatickou vizi vývoje vědy Thomase Kuhna. Zde se nyní soustředíme na podrobnější popis Lakatosa konceptu vědeckého výzkumného programu.

Vědecký výzkumný program je podle Lakatose složen primárně ze dvou částí: jádra (core) a ochranného obalu (protective belt). Jádro je tvořeno celkem předpokladů (principů), které v daném vědeckém výzkumném programu nepodléhají kritice. Ochranný obal se skládá z množství pomocných hypotéz a heuristik, pozitivních a negativních. V průběhu vývoje vědy tak dochází k proměně vědeckého výzkumného programu při zachování jádra, nebo dochází k odmítnutí vědeckého výzkumného programu jako celku a k jeho nahrazení novým vědeckým výzkumným programem. V průběhu změn obalu se tedy zachovává sémantická souměřitelnost po sobě následujících pomocných hypotéz, ale při změně celého vědeckého výzkumného programu zůstává prostor pro sémantickou nesouměřitelnost (více viz vývoj vědeckých teorií v sémantické filosofii vědy).

Úlohou pomocných hypotéz je aplikace prvků jádra k tvorbě jednotlivých vědeckých vysvětlení a predikcí. Prvky jádra jsou samy příliš abstraktní na to, aby mohly vstoupit do procesu testování vědeckého výzkumného programu. Pomocné hypotézy mohou samozřejmě vést dále k dedukci testovatelných empirických zákonů, a tak se zachovává základní schéma hypoteticko-deduktivního modelu testování teorií. Dochází ke confirmaci/koroboraci nebo k falsifikaci jednotlivých pomocných hypotéz. Confirmace samozřejmě slouží k upevnění celku vědeckého výzkumného programu, ale falsifikace je vždy směřována na jednotlivé pomocné hypotézy. Pomocné hypotézy tak brání přímé

falsifikaci jádra, rozpor s empirickou evidencí je řešen nahrazením některých pomocných hypotéz nebo jejich rozšířením. Například vědecký výzkumný program evoluční biologie nebyl vyvrácen prokázáním invalidity Darwinovy teorie (pomocné hypotézy) dědičnosti, v průběhu času byla tato pomocná hypotéza nahrazena jinou, efektivnější hypotézou – Mendelovou teorií dědičnosti (Rosenberg, 2005, s. 163–164).

Heuristiky jsou soubory doporučených postupů/zákazů, které usměřují tvorbu pomocných hypotéz. Pozitivní heuristiky jsou návody, jak produkovat nové pomocné hypotézy, které umožňují nová vysvětlení a predikce a také návody jak rozvíjet a měnit falsifikované pomocné hypotézy, které chrání jádro před přímou falsifikací. Negativní heuristiky představují zákazy určitých způsobů tvorby pomocných hypotéz a slouží k zdůvodňování neustálého přeměrovávání falsifikací od jádra směrem k pomocným hypotézám (Rosenberg, 2005, s. 164).

Pro názornost si v přehledné tabulce uvedeme dva příklady vědeckých výzkumných programů – Newtonovy teorie mechaniky a Darwinovy evoluční biologie:

Newtonova teorie mechaniky		Darwinova evoluční biologie	
Jádro	tři pohybové zákony, gravitační zákon	Jádro	princíp přirozeného výběru
pomocné hypotézy	konkretizace zákonů pro jednotlivé oblasti mechaniky	pomocné hypotézy	konkrétní mechanismy přirozeného výběru (např. mechanismus dědičnosti)
pozitivní heuristiky	„Každá událost má příčinu!“	pozitivní heuristiky	„Hledej přirozené příčiny!“
negativní heuristiky	„Neexistuje působení na dálku!“	negativní heuristiky	„Nevysvětľuj teleologicky!“

Jako jednoho z důsledků Lakatosovy koncepce si můžeme všimnout problematizování kritérií demarkace mezi vědou a pseudovědou. Kritériem už nemůže být pouhé akceptování Popperových maxim: „Neimunizuj hypotézy!“

a „Formuluj odvážné hypotézy!“ Jak jsme viděli, imunizace jádra vědeckého výzkumného programu je naprosto běžnou a smysluplnou praxí při provozování vědy. Stejně tak samozřejmou je ruku v ruce s tím důvěra v osvědčený vědecký výzkumný program, Popperovými slovy důvěra v teorii s vysokým stupněm koroborace.

Pro Lakatose bylo ovšem vymezení kritérií demarkace důležité, v jeho pojetí se ovšem nejedná ani tak o demarkaci vědeckého a nevědeckého, ale o demarkaci mezi progresivním a degenerujícím vědeckým výzkumným programem. Progresivní vědecký výzkumný program je schopen tváří v tvář falsifikacím nejen hájit své jádro, ale také produkovat nová vysvětlení a především nové predikce. Progresivní vědecký program musí rozšiřovat svůj empirický obsah. Naopak degenerující vědecký výzkumný program je charakteristický permanentní obranou jádra, enormní produkcí pomocných ad hoc hypotéz za tímto účelem a úpadkem nebo úplnou ztrátou prediktivní schopnosti.

Takovéto v podstatě pragmatické kritérium demarkace je samozřejmě empiricky opodstatněné, nicméně postrádá logickou přisnost původního Popperova kritéria. Nikdy si samozřejmě nemůžeme být jisti, že se i dlouhodobě degenerující vědecký výzkumný program nakonec nenadechne k novému úspěchu, na což samozřejmě poukazoval student, jehož citujeme v úvodu této kapitoly.

Kreacionismus

Velmi příznačná je v kontextu Lakatosova pojetí vědeckého výzkumného programu situace kreacionismu, který je svými zastánci (umírněnými) pokládán za relevantní vědeckou teorii, která může konkurovat, jako alternativní teorie, darwinistické teorii přirozeného výběru. Kreacionismus prodělal ve své moderní podobě dlouhý vývoj a jeho různorodé podoby jsou téměř nepřehledné. V mnoha případech se prostě jenom skrývá v relevantním vědeckém projevu jako alibistické připomenutí mezer, které jsou nutně přítomny v našem poznání.

Pokud ale vezmeme kreacionismus za slovo a vyložíme jej bez příkras, pak prostě tato koncepce povolává do vědeckého vysvětlení inteligentního

tvůrce, který má být zodpovědný za veškerou podobu života (a možná i mnoha dalších věcí), vesmíru a vůbec. Mnozí kreacionisté jsou samozřejmě sofistikovaní, a proto hovoří raději o obecném principu řádu světa, který vyžaduje inteligentního tvůrce (intelligent design) a nemůže být dílem slepé náhody. Vědecké poznání ale nemůže být modelováno podle našich intuitivních představ a pocitů. Věda se v osvícenství a pozitivismu záměrně zřekla metafyziky a neměla by ji pouštět zpět.

I za předpokladu, že na hru kreacionistů přistoupíme, podobně jako jsme přistoupili na hru s výše uvedeným studentem, stejně kreacionismus neobstojí jako vědecká teorie. Může se sice, s přimhouřením oka, pyšnit jakousi axiomatikou, zákony, může nabízet jakkoliv podivná vysvětlení, ale je beznadějně prediktivně neschopný. Jediná věc, kterou umí kreacionisté skutečně dobře, je vysvětlování, proč jejich představy platí, tváří v tvář empirické evidenci, která jim protirečí. Takový postup, permanentního budování ad hoc hypotéz, je ovšem jasným znakem degenerace – a řekněme vstřícně – vědeckého výzkumného programu.

To by nás ovšem nemělo dogmaticky směřovat k neodarwinismu jako svého druhu nekorigovatelné teorii. V současné době existuje celá řada dalších přístupů v rámci biologie, které neodarwinistickou syntézu překračují a vytvářejí novou podobu, stále pokrok zažívající, biologie. Mezi tyto teorie patří především epigenetika, významné jsou ale také pomezí disciplíny, jako bioinformatika ad.

2.32 Problémy empirického východiska vědy

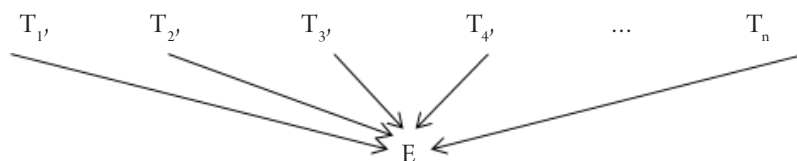
Empirismus je základní epistemologií moderní vědy. Takto explicitně řečeno, může toto tvrzení dráždit naturalisty svou neúplností, protože víme, že si empirismus prošel obdobím odstraňování dogmat a mýtů (a tento trend bude pokračovat i v pragmatické filosofii vědy). Dráždit ale může také konstruktivisty svou přílišnou smělostí, protože ti se domnívají, že už víme, že je empirismus překonanou epistemologií (a i tento trend bude pokračovat i v pragmatické filosofii vědy).

Někdy to dokonce vypadá tak, že si po odhalení problémů empirismu u Quina můžeme vybrat v analytické tradici pouze ze dvou zmíněných variant: naturalismu (od Quina dál) a konstruktivismu (od Kuhna dál). Každopádně, ačkoliv jsou tyto dvě varianty nejčastější, tvoří neúplný obraz situace empirismu, který, jak uvidíme v úvodní části následující kapitoly, může být rozvíjen přijetím transcendentálního stanoviska u Davidsona a Searlea nebo rozvojem konstruktivního empirismu u Fraassena.

Až do nástupu sémantické filosofie vědy bylo ve filosofii vědy víceméně neproblematicky přijímáno, že zkušenost – pozorování, experiment – rozhoduje o přijetí, nebo odmítnutí teorie. Hypoteticko-deduktivní metoda testování je na tom samozřejmě založena. Než začneme popisovat konceptuální problémy empirismu, sluší se zmínit samozřejmou věc, že přírodní věda postupuje hypoteticko-deduktivní metodou stále, až na některé spekulativní výjimky (teorie multiverza ad.). Reakce naturalistů je tak naprosto pochopitelná. Sociální a humanitní nauky se naopak dostaly do pastí konstruktivismu a ztrácí tak možnost testování. V duchu hesla: „Vytvoř si vlastní empirii.“ produkují teorie na jedno použití, které, i když rychle upadnou do zapomnění, se nikdy nestanou pouhým historickým artefaktem, ale mohou kdykoliv znovu vyplout na povrch.

Problémy empirického východiska vědy mají, jak jsme už uvedli, dvě jména: nedourčenost teorie empirickou bází (underdetermination) a kontaminace empirické báze teorií (theory-ladeness). Ačkoliv jsou často zaměňovány, jejich dopad na postup při testování teorií je dost odlišný.

Nedourčenost problematizuje konfirmaci konkrétní teorie empirickou bází, protože daná empirická báze je ve shodě s celou řadou teorií. Řečeno přesněji singulární tvrzení o empirické evidenci (pozorování, experiment) je dedukovatelné z principiálně neomezené množiny univerzálních tvrzení, které vyjadřují různé množiny teoretických principů.



Nedourčenost samozřejmě nelze odstranit například tak, že bychom všechny potenciálně možné teorie dokázali převést na jeden společný rámec nějakou formou interteoretické redukce. Teorie jsou vzájemně nekompatibilní, pracují se zcela odlišnými teoretickými principy. Řešením není ani vytvoření jedné teorie konjunkcí všech potenciálních teorií, kterých by navíc muselo být konečné množství, protože každá jednotlivá teorie spolu se svými pomocnými hypotézami tvoří množinu postačujících podmínek pro vysvětlení dané empirické evidence.

Kolik očekávat teorií všeho?

Problém s nedourčeností teorie empirickou bází nás vrací opět na začátek našich úvah, když jsme se zabývali axiomatikami vědeckých teorií a všimli jsme si Hilbertova šestého problému, který otázku po axiomatizaci fyziky pokládá explicitně. Snaha po axiomatizaci jde ruku v ruce s hledáním definitivní podoby vědeckých zákonů fyziky, které by měly, v matematicky dokonalé podobě, vysvětlovat všechny základní fyzikální interakce v rámci jednotného teoretického systému.

V rámci standardního modelu částic a interakcí se daří propojovat, i přes rozsáhlé potíže, tři základní fyzikální interakce – elektromagnetickou, slabou a silnou. Matematická podoba standardního modelu je v souladu s programem matematické fyziky, který propojuje jednotlivé konzervační principy s matematickými symetriemi (více viz níže), a to se stále větší mírou obecnosti.

Součástí standardního modelu fyziky ovšem není velká část fundamentální fyziky, propojení elektro-slabé interakce s interakcí silnou není dokonalé (problém supersymetrie) a do modelu vůbec nezapadá gravitační interakce. Empirická evidence je velmi malá, i největší fyzikální objev posledních desetiletí – detekce Higgsova bosonu – v zásadě pouze doplňuje nejasnosti spjaté s povahou elektro-slabé interakce.

Nedostatečná empirická evidence ostře kontrastuje s širší teoretických koncepcí, které jsou se současnou empirickou evidencí v souladu, poskytují

vysvětlení známých jevů a předkládají další predikce. Jen pro oblast vztahu standardního modelu a gravitační interakce existují minimálně tři velmi vlivní kandidáti na jednotnou teorii fyzikálních interakcí: smyčková kvantová gravitace, M-teorie a inflační kosmologie. Která z těchto teorií, a zda vůbec, bude nakonec základem pro jednotnou teorii fyzikálních interakcí, je samozřejmě nejasné. A je bohužel možný i scénář, podle kterého mezi nimi nebude možno rozhodnout na základě empirické evidence, a tak se problém nedourčenosti projeví v samotných základech vědy.

Srov. Baggott, Jim: *The Farewell to Reality* (2013).

Nedourčenost samozřejmě ostře kontrastuje s představami realistů, kteří pojmají vědecké teorie jako odhalování pravdivého popisu skutečnosti. Vzájemně nekompatibilní teorie nemohou být současně pravdivé. Instrumentalista ovšem nemusí vyvozovat z nedourčenosti nějaké fatální důsledky. Pro instrumentalistu jsou vědecké teorie užitečnými nástroji pro organizaci zkušenosti, a to, že těchto nástrojů může být více a že se mohou navzájem dublovat, instrumentalistovi vůbec nevadí. Nedourčenost totiž stále umožňuje aplikaci alespoň falsifikačního kritéria testování, protože obecně není spojena s představou, že by dané singulární tvrzení o empirické bázi bylo kompatibilní se všemi teoriemi, tj. s libovolnou teorií.

Realista může samozřejmě namítnout, že v praxi sice vidíme příklady nedourčenosti u sociálních a humanitních nauk, ale v případě rozvinutých přírodních věd tomu tak prakticky nikdy není a u sociálních a humanitních nauk je to spíše doklad nerozvinutosti a triviálnosti použitých teorií. A faktem je, že tato jednota v rámci přírodních věd minimálně představuje na praktické rovině protipříklad k tezi o nedourčenosti, na teoretické rovině ji ovšem samozřejmě nevyvrací (více viz také kapitola věnovaná vysvětlení v pragmatické filosofii vědy).

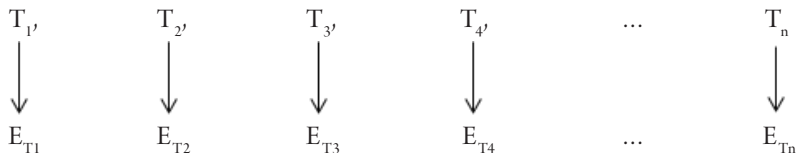
Vysvětlení toho, že se v praxi nedourčenost u přírodních věd příliš nevykazuje, může být založeno na mimoempirických faktorech. Ze všech potenciálně možných teorií tedy volíme teorie, které jsou konzistentní, ekonomické,

jednoduché ad. Všechny tyto faktory jsou ovšem bez primárního empirického faktoru nemyslitelné. Další možností je vysvětlit přítomnost nebo nepřítomnost nedourčenosti ve vědách neepistemickými a mimovědeckými faktory jako jsou: a priori filosofické podmínky, náboženské doktríny, politické ideologie, estetické preference, psychologické dispozice, sociální vlivy, intelektuální módní trendy ad. (Rosenberg, 2005, s. 140) Problémem těchto faktorů je ovšem to, že nezaručují aproximativní směřování k pravdě, respektive k přijatelné podobě vědecké objektivity.

Přesto platí, jak jsme uvedli, že nedourčenost teorií empirickou bází neaparalizuje projekt budování vědy na empirickém základě, protože falsifikovat můžeme stále. A tak je nedourčenost spíše problémem pro určitou filosofickou koncepci – realismus.

Kontaminace empirické báze teorií (theory-ladenness, T-L) je ovšem mnohem větším problémem, protože ve své radikální podobě znemožňuje jakkoliv smysluplně vymezit podmínky vědeckého testování dokonce i skrze falsifikaci. Pokud totiž platí radikální teze o T-L, pak nic takového jako nezávislá empirická báze, kterou můžeme použít jako prubířský kámen pro naše teorie, neexistuje. Každá teorie předchází empirii a jako taková nejen teprve vymezuje to, co má být pozorováno, ale dokonce teprve umožňuje toto pozorované v neurčité empirické bází rozpoznat.

Podle teze T-L tedy neexistuje neutrální empirická báze, empirie je vždy infikována teorií. Řečeno jazykem analytické filosofie, neexistuje neutrální observační slovník, pojmová schémata teoretických systémů diktují podobu observačních termínů.



Ačkoliv se kontaminace empirické báze teorií (T-L) stala široce diskutovanou až v souvislosti s Kuhnovou Strukturou vědeckých revolucí, v níž na místo jednotlivých teorií hrají kontaminační úlohu paradigma (více viz kapitola

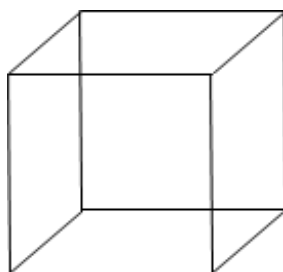
o vývoji vědeckých teorií v sémantické filosofii vědy), byla v různé podobě přítomna ve filosofii vědy už dříve u Hansona, Quina, ale i Poppera. Kuhnova verze T-L je radikalizovanou a matoucí variantou T-L Hansona a Quina. Quine sám pocítoval ve své pozdní tvorbě potřebu vymezit se vůči takové radikální podobě holismu, z níž byl díky Kuhnovu vlivu také obviňován. Radikální varianta T-L vede samozřejmě k naprosté relativizaci poznání a likviduje možnost existence, byť jakkoli oslabeného, konceptu vědecké objektivity.

Nicméně podobně jako pojem paradigma (jak uvidíme v následující kapitole) je i teze o kontaminaci empirické báze teorií velmi vágní. Její pečlivější prozkoumání nám ukáže, že není pro vizi vědecké objektivity tak zákazonosná, jak se může na první pohled zdát.

Přednost teorie před empirií je samozřejmostí, jak jsme viděli, už pro Poppera. Vědecké zkoumání nemůže začít prostým pozorováním a experimenty, protože k jeho zahájení je potřeba mít už alespoň rámcovou představu toho, co chceme pozorovat. Popper často demonstroval tuto nutnost při zahajování svých přednášek studentům tím, že jim dal na úvod triviální úkol: „Pozorujte.“ Je jasné, že podobný úkol vyvolal u studentů naprostý zmatek, protože byli vzápětí zavaleni bezbřehým množstvím potenciálních pozorovatelných skutečností. Teprve když úkol specifikujeme například do podoby: „Pozorujte, jak se světlo, které prochází okenními tabulkami, odráží od lesklého povrchu kovových předmětů v učebně.“ můžeme pozorování teprve zahájit. V tu chvíli ale už máme k dispozici rudimentární teorii o šíření světla, spolu s teoretickými termíny, jako je odraz světla, kterou můžeme pozorováním prověřovat.

Popper samozřejmě z priority teorie před empirií nevyvozoval tezi o kontaminaci empirie teorií, nicméně jeho přístup můžeme položit na jeden okraj spektra přístupů, které můžeme souhrnně jako T-L označit.

Hanson je pravděpodobně duchovním otcem teze o T-L. V jeho vlivném díle *Patterns of Discovery* ji máme definovanou v kapitole nesoucí název *On Observation*, kde Hanson vymezuje psychologickou a konceptuální variantu teze o T-L. Uvádí zde celou řadu slavných příkladů z psychologie vnímání, které ukazují, že jeden zrakový vjem může být interpretován více, nejčastěji dvěma, způsoby. Na obrázku vidíme dobře známý příklad Neckerovy krychle:



Ačkoliv se jedná o jeden obrazec, který se zobrazuje na sítnici lidského oka, víme, že jej můžeme vidět trojím způsobem – dvě prostorové varianty a rovinná varianta, která je asi nejhůře viditelná, pravděpodobně díky geometrickým zvyklostem znázorňování krychle, které si neseme ze základní školy. Uvést bychom mohli samozřejmě mnoho dalších příkladů (Wittgensteinovu Z-K hlavu, Müllerovu–Lyerovu iluzi ad.)

Zmínili jsme, že Hanson kromě psychologické varianty T-L uvádí také konceptuální variantu T-L. Na nutnost tohoto odlišení upozorňuje Michael Heidelberger, protože obě bývají velmi často, především díky Kuhnovu vlivu, zaměňovány. Psychologická varianta představuje určité psychologické pravidlo (zákon), charakteristické pro lidské vnímání. Konceptuální varianta se naopak týká povahy a fungování vědeckého jazyka a jeho teoretických konceptů. Podle Heidelbergera je samozřejmostí, že z platnosti psychologické varianty, respektive z platnosti tohoto psychologického pravidla, nemůžeme vyvozovat platnost konceptuální varianty T-L, což právě Kuhn na mnoha místech činí. Přísně vzato není toto psychologické pravidlo dokladem teze o kontaminaci empirické báze teorií, protože teorie jsou konceptuální konstrukty. Průběh našeho vnímání musí být teprve záležitostí vědeckého zkoumání a vytvoření teorie, která toto psychologické pravidlo implementuje (Heidelberger, 2003, s. 138–151).

Heidelbergerův výklad theory-ladenness

Michael Heidelberger upozorňuje na to, že se s T-L pojí značná pojmová neujasněnost. V první řadě je podle Heidelbergera třeba odlišit psychologickou

variantu T-L od konceptuální varianty T-L. Psychologická varianta se objevuje jako svého druhu psychologický zákon, který vypovídá o povaze naší percepce, a to jak v oblasti vědeckého, tak i nevědeckého poznávání.

Heidelberger také dále upozorňuje na značně odlišné varianty T-L, které nacházíme u jejich hlavních objevitelů: Norwooda Hansona, Pierra Duhema a Thomase Kuhna.

Navzdory tomu, jak je Hanson běžně vykládán, je podle Heidelbergera třeba rozumět jeho pojetí především v souvislosti s významem kauzality, kterou chápe jako naprosto zásadní pro popis vědeckého poznávání. Na základě podrobného studia Hansonovy knihy *Patterns of Discovery* Heidelberger přináší dvě překvapivá tvrzení: 1. Podle Hansona existují oblasti percepce, které jsou nezávislé na teorii. 2. T-L ve vědě primárně znamená „causality-ladeness“.

Duhemovo pojetí obsažené v jeho knize *La Théorie physique – Son objet et sa structure* oproti Hansonovi nemá vazbu na kauzalitu, ale přesto počítá s existencí pozorování a experimentů, které jsou nezávislé na teorii. Tato pozorování a experimenty se ovšem týkají pouze vědy na nejnižším stupni, který postrádá ucelenou teoretickou strukturu. T-L pro Duhema tudíž znamená vepsání pozorovaného do abstraktní symbolické struktury rozvinuté vědecké teorie.

V Kuhnově pojetí je pak T-L namnoze Heidelbergem chápána jako „paradigm-ladeness“. Většina Kuhnových příkladů je podle Heidelbergera ukázkou teoretické interpretace (theoretical interpretation), která pozorované asimiluje teorií a vysvětluje povahu nových objevů.

Srov. Heidelberger, Michael: *Theory-Ladeness and Scientific Instruments in Experimentation*, in: Radder, Hans: *The Philosophy of Scientific Experimentation* (2003).

Konceptuální variantu T-L můžeme také doložit příkladem z Hansonova textu. Hanson si představuje Tychona de Brahe a Galilea, kterak pozorují západ Slunce. Oba vnímají stejný vjem, jejich sítnice reagují stejným způsobem, nicméně zatímco Galileo vidí západ Slunce jako důsledek rotace Země

a jejího obíhání kolem Slunce, Tycho de Brahe pozoruje výsledek obíhání Slunce kolem Země.

U Kuhna je konceptuální varianta T-L ještě výraznější. Kuhn totiž tvrdí, že každý teoretický systém je naprosto stejně oprávněný s ohledem na to, že strukturuje beztvarou empirii podle svého. Nezávislou empirii nemůžeme nikdy zahlédnout, vždy se k ní musíme dopracovat skrze již existující teoretické koncepty. Proto Aristotelova teorie mechaniky, stejně jako teorie Galileova a Newtonova a stejně jako teorie Einsteinova, naprosto odpovídá empirii. Ačkoliv přísně vzato sítnice Aristotela, Galilea, Newtona a Einsteina zobrazuje stejný děj – například pohyb matematického kyvadla – tak pro každého z nich se jedná o jiné pozorování a pro každého z nich je toto pozorování dokladem jejich teorie.

Kuhn svou radikální variantu T-L dovedl až tak daleko, že hovoří o tom, že se vědci vázaní různými paradigmaty pohybují v různých světech. Vytváří tak radikální variantu konstruktivismu, která se, jak už jsme zmiňovali, exponenciálně rozšířila mimo hranice přírodních věd, kde nenašla živnou půdu a velmi úspěšně kontaminovala sociální a humanitní obory. Jako neblahý důsledek tohoto konstruktivismu vstoupil na scénu epistemický relativismus.

Kořeny epistemického relativismu bývá zvykem vidět už jako důsledky Quinovy kritiky empirismu, nicméně tento náhled je příliš zjednodušující. Quine sám, jak jsme viděli v úvodu k této kapitole, je totiž především stoupencem naturalismu a pragmatismu. Je si vědom toho, že nedourčenost komplikuje tradiční logicko-empirický přístup k explanaci, která musí napříště počítat s mimologickými a mimoempirickými faktory (historickými, psychologickými, společenskými ad.), i k justifikaci, která není možná jednoduchou cestou konfirmace/falsifikace jednotlivých hypotéz.

Quine ale obě potíže řeší, explanační přijetím pragmatismu a justifikační nahrazením justifikačního atomismu umírněným holismem. Jak jsme již viděli, umírněný holismus pokládá za jednotku testování nikoliv jednotlivé hypotézy, ale teorii jako celek, tj. přímo testovanou hypotézu, každou část teorie, která hypotézu podporuje a také celek pomocných hypotéz potřebných k provedení testu.

Kuhnova radikální podoba T-L s sebou nese nevyjasněné problémy. Nejpalčivějším problémem je nejasná úloha empirie ve vědeckém zkoumání. Na

jednu stranu to vypadá, že o přijetí a zastávání teorie nerozhodují empirické testy, ale jiné neempirické faktory (jak jsme již zmínili výše). Konec konců falsifikace je nemožná, protože teorie má vždy svou podpůrnou empirii a konfirmace je triviální, protože teorií ztvárněná empirie s ní bude samozřejmě ve shodě. Na druhou stranu není jasné, proč se vlastně teoretické systémy mění a nahrazují. Kuhn tvrdí, že ke změně teoretického systému dochází vlivem kumulování anomálií, tj. pozorování a výsledků experimentů, které nejsou daným teoretickým systémem úspěšně interpretovatelné. Jak ale něco takového jako anomálie může vůbec existovat? Co v pozorování a experimentu brání teorii v úspěšné interpretaci, když holá empirie je naprosto beztvářá a neimplikuje tudíž žádnou závaznou strukturu, která jako jediná by mohla strukturu teorie konkurovat?

Radikální holismus a konstruktivismus se v tomto světle ukazují jako samozřejmě neplatné. Přírodovědci vzali Kuhnovu Strukturu vědeckých revolucí jako osvěžující čtení o mimoempirických vlivech na vývoj vědy. Nastoupila generace sociologů a historiografů vědy, kteří v tomto světle rehabilitovali poznání minulosti, jako stejně tak smysluplné a saturované, jako je vědecké poznání naše. Bohužel společenští vědci vzali namnoze Kuhnův konstruktivismus doslova, a tak přistoupili na provozování vědy bez empirické opory. O některých tragických důsledcích této strategie se ještě zmíníme v kapitole věnované pragmatické filosofii vědy.

Tak, jako pokus logických empiristů přeložit všechny teoretické termíny na observační termíny, je i pokus konstruktivistů smazat rozdíl mezi teoretickým a observačním z druhé strany stejně tak extrémní a nepoužitelný. Věda může být smysluplně provozována jen, když si teorie a empirie udržují mezi sebou částečnou nezávislost. A rozumnou filosofii vědy může být pravděpodobně jakákoliv koncepce v intervalu mezi logickým empiricismem a konstruktivismem, jen tento interval musíme označit za oboustranně otevřený.

Závěrem bychom měli jasně prohlásit: Teze o nedourčenosti není pro empirické základy vědy v zásadě problematická, i když budou realisté plakat, a teze o kontaminaci empirické báze teorií je v obecné rovině neplatná, i když nám budou konstruktivisté tvrdit opak. Přijmout radikální tezi o kontaminaci empirické

báze teorií znamená vzdát se empirického kritéria testování teorií. A tak ještě zopakujeme: Empirismus je základní epistemologií moderní vědy.

2.4 VÝVOJ VĚDECKÝCH TEORIÍ

Zdravá věda je jako uklizený šatník příslušníka nižší střední třídy. Člověk roste a jeho nároky na oděvy se mění, podle věku, ročního období a společenských příležitostí. Nahlédnete-li do šatníku rozumného člověka, uvidíte pečlivě uložené a roztríděné oděvy, kterých je přiměřené množství. A budete-li tento šatník nějakou dobu pozorovat, zjistíte, že oděvy se pravidelně obměňují a jejich počet se udržuje na saturovaném množství. A určitě se bude lišit šatník dítěte (neurověda) a dospělého (fyzika). Staří lidé mají občas sklon k sentimentu, a tak v jejich skříních nacházíme spoustu starších kousků (psychologie). Když nahlédnete do šatníku mladého člověka, který propadl módním hitům, uvidíte změt oděvů, relativně nových, které se v pravidelných periodách obměňují, občas i s celým šatníkem (humanitní disciplíny). Šatník filosofie si asi každý dovede velmi dobře představit.

Kdo by nesnil, alespoň někdy, velký sen o redukci vědeckých teoriích a nalezení jednotného popisu reality. Kdo by se rád nevracel k pozitivistickému snu o růstu poznání. Věda akumulující poznatky předchozích generací vědců, vytváření sítě vzájemných vztahů mezi vědeckými pojmy a teoriemi napříč časem, odhalování skryté struktury reality. Redukce teorií na stále více obecné a k pravdě se blížící vědění. Viděno optikou našeho šatníku, na konci už jen stejný typ tuniky v sedmi instancích nebo jen jednoduchá síťovina, z níž je možné vždy odstříhnout nový pruh a případně jen prázdný šatník nebo ani šatník.

Jeden velký filosof sémantického období filosofie vědy navrhnul svou teorii, nazvěme ji třeba teorie definitivní ontologické redukce, která umožňuje redukovat fyziku na teorii množin, respektive veškeré entity, protože jiné než fyzikální entity neexistují, na čisté množiny (pure sets). Postup je vcelku jednoduchý:

1. Materiální entity/události mohou být redukovány na sporočasové oblasti, v kterých se vyskytují/odehrávají.
2. Sporočasové oblasti mohou být redukovány na množiny bodů.

3. Body mohou být redukovány na jejich číselné souřadnice (x, y, z, t) .
4. Čísla mohou být redukována na čisté množiny.

Nádhera, nejen hmota a energie, ale i prostor a čas a také čísla, vše vyjádřitelné v jednom jazyce, jedné teorie.

Čisté množiny a přirozená čísla

John von Neumann navrhl způsob, jak identifikovat přirozená čísla s čistými množinami. V jeho pojetí je 0 identifikována s prázdnou množinou, tj. $0 = \{\}$. Každé následující přirozené číslo $n + 1$ je pak identifikováno s množinou, která obsahuje všechna předchozí přirozená čísla. Takto můžeme psát:

$$0 = \{\};$$

$$1 = \{0\} = \{\{\}\};$$

$$2 = \{0, 1\} = \{\{\}, \{\{\}\}\};$$

...

Navzdory tomuto elegantnímu řešení ukázal filosof matematiky Paul Benacerraf (1965), že existuje mnoho stejně dobrých způsobů, jak redukovat přirozená čísla na čisté množiny. Například matematik Zermelo sice také identifikoval 0 s prázdnou množinou, ale každé následující přirozené číslo vždy s množinou obsahující předchozí přirozené číslo, tj. $n + 1 = \{n\}$. Takto můžeme psát:

$$0 = \{\};$$

$$1 = \{0\} = \{\{\}\};$$

$$2 = \{1\} = \{\{\{\}\}\};$$

$$3 = \{2\} = \{\{\{\{\}\}\}\};$$

...

Srov. Steinhart, Eric: *More Precisely – The Math You Need to Do Philosophy* (2009).

Můžeme snít své sny o jednotě vědy, můžeme důvěřovat interteoretické redukci, můžeme si představovat vývoj vědy jako kontinuální a kumulativní progres, směřování k pravdě. Ale jsou tyto sny slučitelné se skutečností? Je vývoj vědy skutečně takový? Není toto snění jen intelektuálně uspokojivou masturbací čistého rozumu? Řada filosofů sémantické filosofie vědy se domnívala a domnívá, že věda se ve skutečnosti vyvíjí úplně jinak. Její postup můžeme charakterizovat jako diskontinuální a v žádném případě kumulativní. Nikoliv pokrok, ale permanentní změna.

Tam, kde představitelé syntaktické filosofie vědy vidí v linii od Aristotela k Newtonovi, od Newtona k Einsteinovi a od Einsteina k De Wittovi neustálé vylepšování, redukci a zobecňování, tam vidí sémantičtí filosofové vědy jen permanentní změnu pohledu na neurčitou realitu nebo dokonce stále nové konstrukce reality, kde Newton, stejně jako De Witten a Aristoteles a také Einstein prostě jenom mění naše vždy oprávněná přesvědčení. Teorie se nedají vzájemně redukovat, teorie jsou totiž sémanticky nesouměřitelné. Věda není hledání pravdy, ale bohužel, nebo naopak zákazonosná kratochvíle – permanentní kreace nových významů teoretických termínů.

Nedourčenost teorie empirickou bází poskytla sémantickým filosofům vědy v jejich pojetí vývoje vědy pádný argument. Pokud empirická evidence nedostatečně determinuje teorie, potřebujeme vysvětlení toho, co tak tedy skutečně činí. Na základě čeho dochází k volbě teorií, jejich odmítnutí a nahrazení jinými. Můžeme upřímně přiznat, že až se sémantickou filosofií vědy vzniká potřeba skutečně se vývojem vědy zabývat. Popperovo pojetí vývoje vědy bylo jen druhořadým důsledkem jeho snahy po justifikaci vědeckých teorií (context of justification), bylo racionální rekonstrukcí logicky správně vytvořených falsifikovatelných hypotéz. Samotný proces vývoje vědy totiž pro Poppera spadl do oblasti otázek kontextu objevu (context of discovery) vědecké teorie, který není filosofům přístupný. Kuhn přesvědčil svou generaci filosofů, že kontext objevu není filosofům zapovězen, a tak založil samotnou filosofickou tradici zkoumání vývoje vědy.

Můžeme tedy říci, že zde vlastně máme dvě relevantní perspektivy, které můžeme bezproblémově akceptovat, pokud je necháme probíhat odděleně

a nebudeme se je snažit na sebe navzájem převádět. V tomto duchu můžeme také prohlásit, že syntaktická filosofie vědy má stále smysl i v době, kdy vznikají nové přístupy sémantické filosofie vědy. Jak mnohokrát zdůrazňoval Lubomír Valenta, každá z nich zkoumá vědu jiným relevantním způsobem.

Východisko kritiky syntaktické filosofie vědy je naprosto pochopitelné a smysluplné. Tradiční syntaktická filosofie vědy odhalila celou řadu problémů a začala se s nimi potýkat – nedourčenost teorie empirickou bází, status teoretických termínů, demarkace vědy a pseudovědy a jiné. Tyto problémy se syntaktické filosofii vědy nepodařilo uspokojivě vyřešit, a tak je namíste uplatnit i na ni samotnou empirické kritérium falsifikace, které vynalezla – není-li úspěšná, neprokazuje-li progres, měla by být nahrazena.

Kuhnova kniha *Struktura vědeckých revolucí* znamenala dramatickou změnu náhledu na vývoj vědy. Jako jedna z mála filosofických knih se také stala široce diskutovanou i mezi vědci samotnými. Znamenala, a dodnes znamená, senzaci pro každého, kdo si ze svých školních let přináší jednoduchý pozitivistický pohled na to, co věda představuje.

Pokud se ale na Kuhnovu práci podíváme pečlivě, zjistíme, že filosoficky není příliš originální, byť to může být trochu předsudečný pohled syntaktické tradice. *Struktura vědeckých revolucí* je zakládající prací sociologie a psychologie vědy a znamená dramatickou změnu fungování historiografie vědy, kterou už ale předznamenal Duhem a Koyré. Filosoficky je ovšem vlastně pandánem několika velkých filosofických jmen první poloviny 20. století. Její nejdůležitější filosofická východiska se vážou na Quina (nedourčenost a holismus), Hansona (theory-ladenness) a pozdního Wittgensteina (sémantická nesouměřitelnost). Vzato poněkud zhrta je vlastně *Struktura* jen radikalizací kritiky empirismu, kterou provedl Quine.

Sociologie vědy

Protože je věda, jako jedna ze sociálních institucí, obrazem společenských a politických procesů a událostí (např. význam kapitalismu, role střední třídy, rasismu, práv žen ad.), je záhodno, aby se jí začaly zabývat sociální vědy

a sociologie především. Sociologie vědy měla uspět tam, kde zklamala filosofie vědy, protože dokáže popsat a vysvětlit vliv společenských faktorů na vývoj vědy.

Nejenom, že sociologie vědy převzala v 80. letech vůdčí postavení po filosofii vědy, ale začala také, v duchu idejí o sociální konstrukci reality, nabourávat samotné postavení přírodních věd. Například vznik a úspěch darwinismu v 2. polovině 19. století nebyl sociologií vědy vysvětlován schopností vyložit fosilní nálezy, explanační mohutností principu přirozeného výběru ad., ale sociálními a politickými silami 19. století, jako byly ideje volného trhu, kapitalismu apod. Oprávněně se ovšem můžeme ptát, zda je vysvětlení vzniku nějaké vědecké ideje synonymní s vysvětlením úspěšnosti hotové vědecké teorie.

Silný program sociologie vědy (především David Bloor) dokonce sliboval, že vysvětlí vědecké úspěchy i neúspěchy na základě jednotného mechanismu. Tento sociologický program odmítal představu, že se úspěšné vědecké teorie liší od neúspěšných tím, že jsou racionálnější. Vědeckou činnost nepokládá primárně za hledání a nalézání správných modelů světa, ale za skupinovou aktivitu, jejíž primární motivací je úspěch, uznání v komunitě vědců, finanční a jiná odměna, zvýšený sociální status apod.

Zajímavou studii představuje kniha Bruno Latoura a Stephena Woolgara *Laboratory Life*, v níž se snaží autoři zodpovědět otázku: Jaké je to být molekulárním biologem? Studie vytvořená po vzoru antropologických studií vychází z přímé zkušenosti života autorů mezi praktikujícími vědci a sledování jejich činnosti. Nejdůležitějším zjištěním Latoura s Woolgara je, že závěry z laboratorních měření jsou vytvářeny jako kompromisy po diskuzi vědecké komunity a že nevitězí skupina s nejlepší empirickou evidencí, ale s největším sociálním vlivem.

Srov. Rosenberg, Alex: *Philosophy of Science* (2005).

Přísně vzato, by si tedy Kuhn zasloužil ve filosofii vědy pouze marginální poznámku o možnosti jistého radikálního, ke konstruktivismu vedoucího,

domýšlení Quina. A pravdou je, že bychom sémantickou filosofii vědy mohli cele rekonstruovat, aniž bychom Kuhna zmínili. To ale není zdaleka jediný historický příklad zveličení významu nějakého filosofa, stejně bychom mohli uvažovat i o Wittgensteinovi.

Tato kritická slova nepronášíme ale proto, že by Kuhn nezasloužil naši pozornost nebo protože je jeho teorie vývoje vědy zcestná. Jak už jsme uvedli, jeho práce znamenala přelom, v zásadě revoluci v revoluční době. Trochu setření pelu si ovšem Kuhn zaslouží vzhledem k důsledkům, které jeho konstruktivismus měl na vývoj sociálních a humanitních oborů.

2.41 Struktura vědeckých revolucí

Na začátku deskripce Kuhnovy teorie o struktuře vědeckých revolucí bychom si měli ujasnit, jak Kuhn zodpovídá dvě zásadní otázky, které vymezují jeho hlavní cíle. Na otázku: Jsou „předvědecké“ systémy vysvětlení stejně tak oprávněné jako systémy vysvětlení moderní vědy?, odpovídá Kuhn rezolutně, že ano. Na otázku: Je moderní věda stejně tak invalidní, jako se ukázaly být předvědecké systémy vysvětlení?, odpovídá ovšem stejně rezolutně, že ne.

Kuhnovým cílem tudíž není kritika vědy jako takové, nesnaží se dokazovat, že je vědecký způsob vysvětlování reality chybný, nebo že je rovnocenný s jinými způsoby výkladu světa, jako je náboženství nebo umění. Jeho cílem je kritizovat a přehodnocovat teorie o vývoji vědy, které si jej představují jako neproblematický růst poznání. Kuhn proto není postmodernistou, ačkoliv je relativistou a vycházíme-li z původního vyznění jeho Struktury, pak také konstruktivistou.

Kuhnova Struktura vědeckých revolucí je především knihou naplněnou obrovským množstvím empirických poznatků o procesu vývoje vědy. Kuhn právě pod tíhou těchto historických evidencí konstatuje, že se věda nevyvíjí kumulací poznatků a že prodělává zlomy (diskontinuity), které dramaticky nazývá revolucemi. Nejdůležitějšími příklady takových zlomů jsou přechody: od aristotelské fyziky k newtonovské fyzice, od flogistonové teorie hoření k Lavoisierově kyslíkové teorii hoření, od neevoluční teorie biologie k darwinismu a od klasické fyziky k fyzice relativistické a kvantové.

Historiografie vědy

Kuhnova Struktura vědeckých revolucí je v zásadě asi nejvíce spjata s historiografií vědy, dá se říci, že představuje v rámci historiografie vědy určitý zásadní milník. Není možné samozřejmě tvrdit, že až Kuhn provádí v rámci historiografie vědy rozchod s pozitivistickou tradicí, která vývoj vědy prezentovala prostě jako překonávání omylů minulosti a shromažďování pravdivých poznatků pro budoucnost. Protipozitivistické přístupy byly velmi rozvinuté především u Pierra Duhema nebo Alexandra Koyré a mnoha jiných a můžeme je vystopovat až do 2. poloviny 19. století.

Kuhn ovšem vytvořil v zásadě pro historiografii vědy nový kánon, který se v jejím rámci projevil velmi blahodárně. Je mnohem poučnější dozvědět se, jak vypadal systém poznání astronomie v antice, než konstatovat omyly, jichž se klasikové dopustili. A je mnohem zajímavější porozumět tomu, proč byl antický systém astronomie ve své době úspěšný, proč projevoval tak velkou míru sebezáchovy, jakým způsobem vysvětloval, jak přesné byly jeho predikce a mnoho jiného. Tento přístup, mimo jiné, umožnil zásadně přehodnotit pohled historiografie vědy na období středověku, které bylo obecně pokládáno pozitivistickou historiografií vědy za úpadkové období. Cesty růstu vědeckého poznání se tak díky Kuhnovi ukázaly být mnohem pestřejší, než se tradičně předpokládalo.

Srov. Špelda, Daniel: Proměny historiografie vědy (2009).

Klíčovým termínem, který se táhne jako spojující nit celou Strukturou a který se dočkal bezbřehé aplikace mezi vědci a je dnes součástí běžného slovníku, je termín paradigma. Vymezení tohoto termínu je ovšem velmi problematické, a to primárně už z toho důvodu, že Kuhn sám jej ve Struktuře vymezuje vícečetně. Definic v různé míře saturovaných nalzáme ve Struktuře několik desítek. Nejjednodušší, ale velmi vágní vymezení konstatuje, že paradigma je „způsob – pohledu – na svět“. Paradigma tedy představuje určitý konceptuální rastr, který aplikujeme na neurčitou empirii. Vidíme zde jasně základní radikálně holistický přístup, který v duchu zásady o kontaminaci empirické báze

teorií předpokládá, že paradigma funguje jako prostředek organizace, struktury, respektive konstrukce reality.

Ze Struktury ovšem není opět zřejmé, zda je tento organizační prostředek charakteristický pro vědu jako celek, pro jednotlivé vědecké disciplíny, pro jednotlivé vědecké teorie nebo například pro jednotlivé vědecké komunity. Každého z těchto možných významů se chopili někteří Kuhnovi následovníci. Prvního nejobecnějšího významu se chopili postmodernisté a založili na něm představu o usurpující moci vědy. Posledního významu se chopili psychologové a sociologové a rozvinuli z tohoto východiska svébytné obory psychologie a sociologie vědy. Druhý způsob výkladu paradigmatu byl důležitý pro představitele sociálních a humanitních věd, kteří z něj vyvodili svébytnost svého neredukovatelného způsobu zkoumání reality a zahájili tak velkou éru humanitních oborů 2. poloviny 20. století. Kuhn sám nakonec s odstupem času preferoval význam paradigmatu ve vztahu k jednotlivým teoriím, konkrétně chápal paradigma jako vzorový příklad (*exemplar*), který je spjatý s praxí vědy. Takto vlastně Kuhn připravoval základy pro modelové pojetí vědeckých teorií, jak více uvidíme v pragmatické filosofii vědy.

Ve Struktuře Kuhn například vymezuje paradigma newtonovské fyziky jako výrazně heterogenní množinu, která zahrnuje: tři Newtonovy pohybové zákony a zákon gravitace, deterministický model světa (jako hodinového stroje), experimentální postupy, měřicí přístroje atd. Paradigma tak představuje směs vědeckých metod, filosofických principů, metafyzických předpokladů a mnoha jiného.

Paradigma vymezuje klíčové vlastnosti toho, co Kuhn nazývá normální vědou (*normal science*). Normální věda představuje stabilní a relativně dlouhé úseky vývoje vědy, kdy se věda rozrůstá kontinuálně a kumulativně a kdy v dané doméně existuje výkladový konsensus, nikoliv alternativní výklady. Normální vědou může být v tomto smyslu například právě newtonovská fyzika v 18. a 19. století nebo darwinistická biologie.

Provoz normální vědy ovšem nespočívá podle Kuhna, na základě klasické kumulativistické představy, v objevování tajemství přírody a budování nových vysvětlení. Její provoz spočívá v řešení paradigmatických hádanek, které jsou

jasně stanoveny paradigmatem, které musí být postupně řešeny jako samozřejmé důsledky fungování paradigmatického rozvrhu normální vědy. Paradigmatické hádanky jsou vymezeny na rovině teoretické, ale i experimentální, což nás nemůže překvapit, protože vzhledem k tezi o kontaminaci empirické báze teorií, respektive paradigmatem, nemůže být řeč o nezávislém empirickém výzkumu, který by šel za hranice stávajícího paradigmatu. Hádanky, které neformulovalo paradigma, postrádají smysl a jsou bagatelizovány.

Výzkum normální vědy se souhrnně soustřeďuje trojím směrem: na zpřesňování experimentálních výsledků, shromažďování faktů a řešení problémů (hádanek), které stanovuje paradigma (Rosenberg, 2005, s. 148). Neustálé zpřesňování experimentálních výsledků zvětšuje hodnověrnost nového paradigmatu oproti paradigmatu předchozímu. Přitom na počátku přijetí nového paradigmatu nemusí nová normální věda disponovat automaticky lepšími experimentálními výsledky než předchozí paradigmatický výzkum. Například ptolemaiovská astronomie byla na prediktivní rovině mimořádně úspěšná a její predikce byly ve velmi dobré shodě s pozorováním a dosahovaly v okamžiku začátku prosazování heliocentrismu vyšší míry přesnosti. Experimentální úspěchy newtonovské fyziky se dostavily především při aplikaci nového paradigmatu v oblasti každodenní praxe a jejího zdokonalování. A samozřejmě technické nástroje známé a rozvíjené už od antiky byly dokladem platnosti newtonovské fyziky.

Dalším znakem výzkumu normální vědy je shromažďování faktů, které podporují paradigma. A současně marginalizování a upozadňování faktů – anomálií, které jsou s paradigmatem v rozporu. Takto mohli představitelé klasické mechaniky (Lagrange, D'Alembert, ad.) v 18. a 19. století postupně aplikovat nově formalizovanou newtonovskou fyziku na celou šíři mechanických dějů, včetně mechaniky kontinua.

Hlavním provozem normální vědy je řešení přednastavených problémů definovaných paradigmatem, neustálé potvrzování platnosti stávající koncepce, nikoliv kritická snaha vytvořit/nalézt empirickou protievidenci a vytvořit novou koncepci. Vědci se v období normální vědy podle Kuhna rozhodně nechovali jako kritičtí racionalisté, jak modelově předpokládá Popper. Nejedná se ale

přísně vzato ani o klasickou konfirmaci podle syntaktické filosofie vědy, protože empirická evidence, jak už jsme zmínili, není pro zastávce teze o kontaminaci empirické báze teorií nezávislým arbitrem správnosti teorie.

Klasické příklady s objevy nových planet Uran a Neptun, které pro logického empiristu znamenají konfirmaci newtonovské teorie, jsou pro Kuhna jen dokladem vyřešené hádanky. Protože vládnoucí paradigma nebylo podle Kuhna vůbec zpochybněno a v podstatě nebyla ani nutná další empirická evidence – tyto anomálie byly jednoduše v paradigmatu racionalizovatelné (Rosenberg, 2005, s. 149).

Vidíme, že paradigma, jako každé zaklínadlo, je pro Kuhna mimořádně robustním prostředkem organizace (vědeckého) světa. Jak později upozornil Larry Laudan (podrobněji viz vývoj vědy v pragmatické filosofii vědy), pro Kuhna paradigma definuje v jednom rámci ontologii, tj. množinu entit, s nimiž věda manipuluje, metodologii, tj. množinu metod, které věda uplatňuje i axiologii vědy, čili množinu norem a cílů vědeckého bádání. A se změnou paradigmatu se zároveň skokově mění tyto všechny tři dimenze vědy.

Normální věda je vědou učebních textů, které kodifikují její výsledky vzděláváním vědecké komunity, stoupenců normální vědy. Učební texty, které jsou v průběhu období normální vědy stále znovu produkovány, obsahují stejné zjednodušené postupy, vzorové příklady, schémata, popisy experimentů a laboratorního vybavení (Rosenberg, 2005, s. 149). Normální věda jako věda učebních textů je pak tím, co je z vědy nejviditelnější a co bývá plošně za vědu pokládáno, a to nejen laickou veřejností, ale i filosofy vědy a vědci samotnými. Existence učebních textů je pro Kuhna symptomem existence vládnoucího paradigmatu.

Normální věda je sice časově největší částí vývoje vědy, ale pro Kuhna je tím ve vědě nejméně zajímavým. Zajímavými jsou totiž především přechody mezi jednotlivými tradicemi normálních věd čili přechody mezi jednotlivými paradigmaty, které Kuhn nazývá vědeckými revolucemi. Než k nim ale obrátíme pozornost, měli bychom si všimnout otázky samotného vzniku vědy, respektive vzniku jednotlivých vědeckých disciplín. Kuhn vidí počátek jednotlivých vědeckých disciplín a prvních exemplářů normálních věd ve vývojové

fázi, kterou nazývá předparadigmatické období. Toto období je dobou soupeření celé řady v různé míře rozvinutých paradigmat, z nichž ani jedno nemá dominantní postavení.

Jako příklady předparadigmatických období Kuhn uvádí renesanční a raně novověkou přírodní filosofii před newtonovskou syntézou nebo stav biologie před syntézou darwinovskou. Kuhn se příliš nezabývá otázkou, jak dochází k vítězství jednoho ze soupeřících paradigmat. Důvody ovšem samozřejmě nemohou být empirické povahy, spíše se jedná o souhru různých společenských faktorů. Pěkným prostředkem je koncepce předparadigmatického období pro vymezení stavu sociálních a humanitních oborů zhruba od doby, kdy se stala Kuhnova koncepce vývoje vědy slavnou. Sociální a humanitní obory jsou totiž v permanentním předparadigmatickém období. A mnozí sociální a humanitní vědci tvrdí, že přece už víme, že to jinak nejde.

Hranice mezi údobími normální vědy brzdí revoluce. Přechod od jedné normální vědy k další se neděje cestou plynulého navazování (kontinualismus) a rozšiřování empirického obsahu (kumulativismus) v novém teoretickém systému. Důvod je jednoduchý a nám už známý, je jím kontaminace empirické báze paradigmatem. Jedno paradigma nemůže zvítězit nad druhým skrze úspěch v empirických testech, protože neexistuje neutrální empirická báze, která by objektivní testování umožnila. Mezi teoretickými (tj. paradigmatickými) a observačními termíny není možné stanovit jasnou diferenci. Příchod nové normální vědy, skrze nové paradigma, znamená vybudovat svět znovu na zelené louce.

Revoluce je konceptuálně jednoduše (a opět vágně) vymežitelná jako nahrazení jednoho paradigmatu jiným, čili znamená vybudování nové normální vědy na bázi nového paradigmatu. Revoluce znamená obecně změnu úplně všeho – ontologie, metodologie i axiologie vědy. Dramaticky řečeno, podobně jako v případech skutečných společenských revolucí, které známe z historie, vědci před a po revoluci vnímají a manipulují jinými entitami, používají jiné metody a mají odlišné cíle. Jak uvidíme, mezi oběma komunitami nemůže existovat do-
rozumění, jejich paradigmatata jsou nesouměřitelná (incommensurable), jejich slovníky disponují nesouměřitelnými pojmy.

Proč ale revoluce nastává? Proč se paradigma mění? Proč stále nepokračuje jedna normální věda v systematickém řešení neomezeného množství paradigmatických hádanek? Důvodem je podle Khuna skutečnost, že se normální věda čas od času dostane do krize (crisis). Krize spočívá v tom, že se nahromadí anomálie, tj. paradigmatem neřešitelné hádanky, které jsou jednotlivě, v časech rozkvětu normální vědy, odsouvány jako nedůležité, odstraňovány ad hoc hypotézami, ponechávány k vyřešení v budoucnosti apod.

Kuhn uvádí jako základní typy anomálií: neočekávané jevy, neprokázané jevy, nepřesnosti v datech a konceptuální nesoulady s jiným paradigmatem (Rosenberg, 2005, s. 151). Jako příklad neočekávaných jevů můžeme uvést padající hvězdy (meteory) a komety v ptolemaiovské astronomii, jejichž souladu s paradigmatem muselo být dosahováno různými ad hoc postupy. Příkladem neprokázaného jevu je výsledek Michelsonova–Morleyho pokusu, který nenašel očekávaný interferenční obrazec, daný rozdílnou rychlostí šíření světelných vln v éteru vzhledem k pohybu Země. Jako nepřesnost v datech můžeme uvést už mnohokrát zmíněné pozorování stáčení perihelia Merkuru. A příkladem konceptuálního nesouladu s jiným paradigmatem může být porušení principu lokálnosti interakcí v kvantové teorii (podrobněji viz kapitola věnovaná pragmatické filosofii vědy).

Již v předchozí kapitole jsme poukázali na zjevný nesoulad Kuhnovy koncepce o kontaminaci empirické báze teorií/paradigmatem s jeho koncepcí anomálií, které kolektivně způsobují krizi normální vědy. Jednotlivé anomálie jsou v paradigmatu racionalizovatelné skrze pomocné hypotézy nebo jsou marginalizovány a odsouvány a někde ve skrytém koutku normální vědy se kupí. Až potud by mohla být anomálie chápána tak jako v Lakatosově koncepci sofistického falsifikacionismu – falsifikace je primárně řešena cestou úpravy vědeckého výzkumného programu v jeho ochranném obalu, pokud je vědecký výzkumný program stále progresivní, je vhodné v něm pokračovat, v opačném případě je racionální se ho vzdát.

V Kuhnově koncepci ovšem nemůže být, jak jsme několikrát připomenuli, o falsifikaci vůbec řeč. Není proto vůbec jasné, jak empirické anomálie vznikají. Kuhnova koncepce příčiny krize v normální vědě – anomálie – je v přímém

rozporu s jeho konstruktivismem. Kuhn přesto tvrdí, že pokud nějaká anomálie vzdoruje dostatečně dlouho racionalizaci a marginalizaci a pokud se anomálie kupí, pak je výrazně pravděpodobné, že si jich začnou vědci ve větším počtu všimnout. Výzkum vědy v krizi se tak začne zaměřovat na výzkum anomálií.

Tato změna perspektivy je často spojena s generační změnou ve vědeckých komunitách. Mladí vědci, kteří nejsou spjati s dlouhodobým provozováním normální vědy, musí převážit nad konformisty, kteří do výzkumu normální vědy vložili celé své kariéry. Mladí vědci jsou mnohem náchylnější k provozování krizové vědy, a to nejen tehdy, když jsou anomálie už nakupené. K nonkonformním tématům je může pohánět i nuda, pokud normální věda nestíhá generovat dostatečné množství hádanek, nebo přirozená zvědavost a snaha objevit něco úplně nového.

Strunové revoluce

Období od 70. let 20. století až do současnosti je dobou rozmachu a růstu strunové teorie (string theory), která je jednou z koncepcí sjednocení gravitační interakce se zbývajícími třemi interakcemi popisovanými standardním modelem částicové fyziky. Tato teorie zažila nejméně dvě nekuhnovské revoluce (1. strunová revoluce, 2. superstrunová revoluce), které ji vedly ke stále větší teoretické dokonalosti a vyústily koncipováním M-teorie (M-theory), která má představovat kýženu finální teorii fyziky částic a interakcí. Nejznámější obhájce a popularizátor strunové fyziky Brian Green je přesvědčen, že tato teoretická koncepce, ačkoliv zatím postrádá definitivní konceptuální a matematickou podobu, generuje potenciální predikce a s rozvojem dalších experimentálních technik a postupů se může dočkat, v dohledné době, koroborace. Helge Kragh, autorka knihy *Higher Speculations*, která popisuje dějiny nezdarů při koncipování finální teorie fyziky už od dob konce 19. století, je o poznání skeptičtější a upozorňuje na postupné slábnutí zájmu teoretických fyziků o tuto oblast bádání.

Dějiny strunové fyziky představují jeden z příkladů fyzikálního disentu, jak o něm hovoří Kuhn. Teoretičtí fyzikové, soustředění především kolem

Edwarda Wittena, se snažili a snaží překročit rámec standardního modelu, protože přirozená zvidavost mladých výzkumníků se soustředí na pomezí oblasti a je vyčerpávána někdy jednotvárnou a nudnou prací na cízelování stávající vědecké ortodoxie. Současně ale vidíme i skepsi a zdrženlivost zastánců standardního modelu a jeho aplikací, kteří by raději investovali finanční zdroje do výzkumu, který může mít kýžené technické aplikace okamžitě nebo alespoň v dohledné době. Síla standardního modelu, jako normální vědy současné fyziky, je přitom jasně demonstrována vědecko-technickým rozvojem posledních desetiletí.

Srov. Green, Brian: *Struktura vesmíru* (2006), Kragh, Helge: *Higher Speculations* (2011).

V souvislosti se slabostí mladých vědců pro krizovou vědu se pojí také důležitá normativní otázka, kterou Kuhnova radikální koncepce nedokáže uspokojivě zodpovědět. Přísně vzato totiž není jasné, jak ve fázi krize, kdy spolu začnou soupeřit nové a stávající paradigma, odlišit nový objev, respektive novou smysluplnou konstrukci normální vědy od spekulace, omylu nebo dokonce podvodu. Historie vědy je plná přílišných spekulací, které byly v průběhu vývoje vědy vyloučeny a ve standardních historiografiích se nevyskytují. Známa je také řada vědeckých omylů, které byly odhaleny až s odstupem času nebo byly rozpoznány původci těchto omylů samými. Nemálo je také pokusů o podvod, který měl některému výzkumníku nebo výzkumnému týmu zajistit další institucionální a finanční podporu. Kuhnova koncepce nenabízí kritéria, která by jasně odlišila tyto excesy od validních vědeckých změn.

V přírodních vědách tato nespécifikovaná kritéria, která vyloučí spekulace, omyly a podvody, nějak fungují. A je to smysluplný pozůstatek, nebo spíše pokračování pozitivistické představy o budování vědeckého pokroku, který zmenšuje množství omylů a vede k progresu našeho poznání. V humanitních vědách, odkojených (nejen) Kuhnem, ovšem tato citlivost pro omyl a podvod není tak silná. Alternativních přístupů a teorií, stejně jako metod, přibývá, aniž by byly některé odvrženy jako zcestné. Například jsme svědky toho, jak je v humanitních

kruzích neustále omílána Sapir–Whorfova hypotéza o jazykovém relativismu, ačkoliv tato byla empirickým výzkumem již dávno falsifikována psycholinguistikou a kognitivní lingvistikou. Kuhnovská představa vývoje vědy je prostě úplně slepá s ohledem na samozřejmou lidskou slabost, jakou je omyl. A můžeme si opravdu představit vědecké bádání tam, kde omyl neexistuje, protože jakýkoliv přístup je stejně relevantní, protože si například vždy dokáže vygenerovat podpůrnou empirii?

I když tyto varovné otázky zaplašíme a přijmeme modelově Kuhnovu koncepci krizové vědy, nacházíme se v ní v dosti zvláštní situaci, obhájci staré normální vědy stejně jako zastánci nové normální vědy mají totiž naprosto stejně validní empirickou evidenci i argumenty. Změna se samozřejmě nemůže smysluplně odehrát na bázi pozorování nebo experimentu, protože platí teze o kontaminaci empirické báze paradigmatem. Změna se také většinou nemůže odehrát na základě pragmatického rozhodnutí, protože prediktivní síla nové normální vědy je v jejích počátcích většinou slabší, než je tomu u její starší odpůrkyně. Tak jediný racionální podklad pro změnu může vzejít jen na bázi argumentace. Protože se ale tyto argumenty opírají o jiné, sémanticky nesouměřitelné pojmové systémy, nemůže mezi obhájci a zastánci probíhat racionální diskuze. A Kuhn skutečně tvrdí, že změna paradigmatu je iracionální.

Kuhn na základě svých znalostí historie vědy konstatuje, že krizí existuje ve vývoji vědy velké množství, ale revolucí proběhlo pouze relativně málo. Normální věda většinou slaví úspěch, protože její rozběhnutá mašinerie si s anomáliemi dokáže některým z výše uvedených způsobů poradit. Hlavním důvodem je především neexistence alternativního paradigmatu a skutečnost, že rozvinout alternativní paradigma vyžaduje dostatečné množství času a především institucionální podpory, která je podmíněna co nejrychlejším úspěchem nového způsobu zkoumání.

Revoluce jsou navíc často neviditelné. Mnohdy jsou tvůrci nového paradigmatu přesvědčeni, že ve skutečnosti pracují na rozvoji své normální vědy. Například Maxwell pokládal teorii elektromagnetismu za kompatibilní s klasickou mechanikou. Až Einstein ukázal, že tomu tak není a že je celý rámec klasické mechaniky třeba odmítnout.

Maxwellova teorie elektromagnetismu pokládala za stále validní Galileův princip relativity vtělený do Galileových transformací, které transformovaly prostorové a časové souřadnice odděleně. Pokud se omezíme na transformaci probíhající pouze v směru jedné prostorové souřadnice, pak můžeme Galileovy transformace zapsat následovně:

$$x' = x - vt, \quad y' = y, \quad z' = z, \quad t' = t.$$

Einstein ukázal, že teorie elektromagnetismu je ve skutečnosti implementací Lorentzových transformací, které už neumožňují oddělenou transformaci prostorových a časových souřadnic a skvěle demonstrují koncept prostoročasového kontinua:

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad y' = y, \quad z' = z, \quad t' = \frac{t - \frac{vx}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

2.42 Nesouměřitelnost vědeckých teorií

Jak jsme viděli, Kuhnova paradigmatata zahrnují vše – ontologii, metodologii i axiologii. Se změnou paradigmatu se současně mění opět vše, nastoupí nová ontologie, metodologie i axiologie vědy. A podle Kuhna se nesmíme nechat zmýlit tím, že vědci používají stejného formalismu, stejných symbolů, stejných měřících přístrojů a že navenek zastávají stejné hodnoty. Se změnou paradigmatu se mění významy všeho a snaha interteoretických redukcionistů ukázat, že se například stále uplatňuje princip korespondence a teorie jsou v asymptotické shodě, je neoprávněná. Paradigmatata jsou nesouměřitelná a přechod mezi nimi je tudíž iracionální a jakákoliv snaha tento přechod přizpůsobit schématu nage-lovské redukce je až post hoc racionalizací.

Můžeme sice provést limitní přechod od speciální teorie relativity ke klasické mechanice například pro termín hmotnosti tak, že ukážeme, že pro $v \ll c$ přechází limitně relativistický vztah:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}},$$

na klasický vztah:

$$m = m_0,$$

ale tento přechod nic nezmění na tom, že jsou pojmy relativistická hmotnost a klasická hmotnost sémanticky nesouměřitelné. Jejich sémantickou nesouměřitelnost si můžeme znázornit srovnáním jejich základních atributů v přehledné tabulce:

Hmotnost v klasické mechanice	Hmotnost ve speciální teorii relativity
<ul style="list-style-type: none"> absolutní veličina, invariant Galileových transformací 	<ul style="list-style-type: none"> relativní veličina, není invariantem Lorentzových transformací
<ul style="list-style-type: none"> vlastnost hmoty (quantity of matter) 	<ul style="list-style-type: none"> rozeznává klidovou a relativistickou hmotnost
<ul style="list-style-type: none"> platí pro ni zvláštní princip zachování (zákon zachování hmotnosti) 	<ul style="list-style-type: none"> ekvivalentní s energií (jeden zákon zachování energie/hmotnosti)

Kuhnův postřeh o sémantické nesouměřitelnosti teoretických termínů napříč paradigmaty je velmi cenný a v zásadě platný. Nesmíme se skutečně nechat zmást elegantní jednoduchostí matematického formalismu, který stále používá stejné symboly. Klasická hmotnost a hmotnost speciální teorie relativity jsou skutečně sémanticky nesouměřitelné.

Uveďme si dva zajímavé doklady této skutečnosti. V klasické mechanice bude mít izolovaná částice ve své klidové soustavě nulovou energii, protože se nepohybuje, tudíž nemá pohybovou energii, a nenachází se v silovém poli, tudíž nemá ani potenciální energii. Ve speciální teorii relativity vzhledem k ekvivalenci energie a hmotnosti bude mít izolovaná částice ve své klidové soustavě klidovou energii, která je dána její klidovou hmotností:

$$E_0 = m_0 c^2.$$

Obráceně z ekvivalence energie a hmotnosti ve speciální teorii vyplývá, že hmotnost bude mít jakákoliv fyzikální entita, která disponuje energií. A tak

například foton, jehož klidová hmotnost je nulová, a není tudíž fyzikálně smysluplné představit si foton v klidu, protože v klidu přísně vzato neexistuje, bude mít hmotnost, která je dána jeho frekvencí f :

$$m = \frac{hf}{c^2}.$$

Podobných překvapivých rysů, které demonstrují pravdivost teze o sémantické nesouměřitelnosti, bychom mohli najít celou řadu také pro další veličiny (jako je délka, čas ad.).

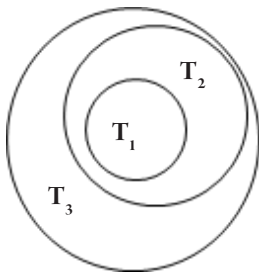
Ačkoliv je sémantická nesouměřitelnost fyzikálních pojmů skutečností, nemusí nás nijak překvapovat a vést k přesvědčení o relativnosti vědeckého poznání. Teorie sice nesdílejí stejné pojmy, ale tato skutečnost je samozřejmá pro jakoukoliv komunikační situaci. Významy se posouvají a mění v důsledku komunikační praxe, přičemž změna je usměrňována samozřejmou snahou komunikujících o nalezení vzájemného porozumění, jak ji vyjadřuje Davidsonův princip vstřícnosti. Navíc se konceptuální změny vždy dějí na pevné bázi zachovávajících se teoretických principů.

Například ve fyzice můžeme už od jejich počátků u Newtona vysledovat postupné koncipování konzervačních principů (hmotnosti, energie, hybnosti ad.), jejichž matematické ukotvení přišlo na světlo s objevem teorému Emmy Noether po skončení první světové války. Tento teorém ukazuje, že všechny konzervační principy jsou implikovány platností určitých typů matematických symetrií, jejichž podoba se od klasické fyziky k fyzice relativistické a kvantové a dále ke standardnímu modelu stále více zdokonaluje a zobecňuje. Tak sice platí, že hmotnosti klasické a relativistické fyziky jsou sémanticky nesouměřitelné, ale konzervační principy se od klasické k relativistické fyzice dočkaly sjednocení a konceptuálního upřesnění (více viz níže).

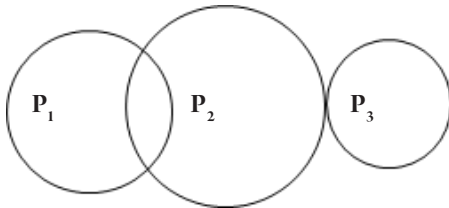
Kromě sémantické nesouměřitelnosti se, jako další vlastnost přechodu od jednoho paradigmatu k jinému, projevuje nesouměřitelnost v širším slova smyslu. Empirický obsah předchozího paradigmatu není cele přítomen v novém paradigmatu, což znamená, že při přechodu mezi paradigmaty dochází k explanační ztrátě. Nové paradigma sice odstraní staré anomálie, ale není schopno pojmut veškerý empirický obsah předchozího paradigmatu, v podstatě tak vygeneruje

množinu nových anomálií. Například Newtonova fyzika odstranila některé nevyřešené problémy Aristotelovy fyziky, především paradoxy pohybu, skrze aplikaci diferenciálního počtu (např. pohyb projektilů), ale vygenerovala přitom problémy nové, které nedokázala vysvětlit, ale přitom v původní Aristotelově fyzice takové problémy vůbec nevznikaly. Takovým novým problémem vygenerovaným newtonovským paradigmatem je například problematické „působení na dálku“. Zatímco aristotelská fyzika umožňovala popisovat silové působení jen při vzájemném kontaktu objektů, newtonovská fyzika zavádí implementaci gravitační síly také implicitní silové působení na dálku (Rosenberg, 2005, s. 153).

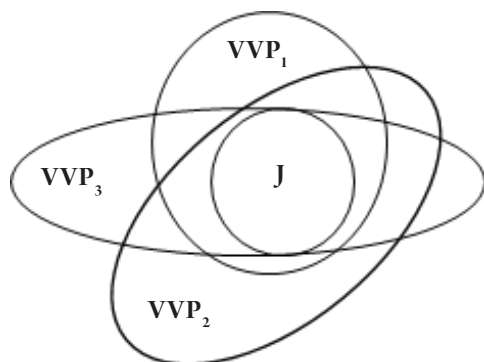
Schematicky si můžeme znázornit Kuhnovu posloupnost nesouměřitelných paradigmat v konfrontaci s Popperovou představou o progresivním, byť ne nutně kumulativním vývoji vědy, Lakatosovou představou o vývoji vědeckého výzkumného programu a s Feyerabendovou představou o střídání vědeckých teorií (o ní podrobněji v kapitole věnované vývoji vědy v pragmatické filosofii vědy). Popper se domnívá, že posloupnost vědeckých teorií je progresivní a že při přechodu od jedné k následné nevzniká explanační ztráta:



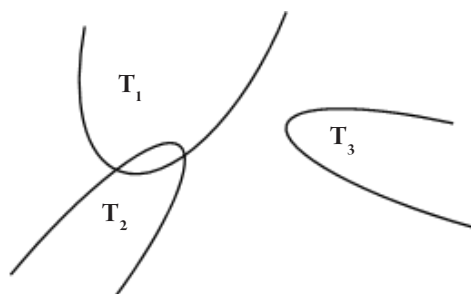
Kuhn tvrdí, že jsou po sobě jdoucí paradigmata nesouměřitelná (sémanticky a explanačně), ačkoliv částečně na sebe navazují:



Lakatos tvrdí, že se v průběhu progresivního vývoje vědeckého výzkumného programu zachovává jádro, ale mění se ochranný obal vědeckého výzkumného programu:



Feyerabend si po sobě následující teorie představuje jako vzájemně ne nutně související, a to ani explanačně a současně neohraničené, neznáme totiž všechny jejich závazky:



V důsledku nesouměřitelnosti, tj. sémantické nesouměřitelnosti pojmů následujících teorií i nesouměřitelnosti empirických obsahů obou teorií, se musíme vzdát kumulativistického ideálu vývoje vědy. Věda v průběhu změn paradigmatu nehromadí nové poznatky a neredukuje staré poznatky na nové, ale prostě se jen změní. Jeden soubor teorií, vysvětlení, metod testování a cílů vědy je prostě nahrazen jiným souborem. Kumulativismus je tak v Kuhnově revoluční koncepci vývoje vědy nahrazen antikumulativismem.

Jak už jsme připomněli výše, antikumulativismus je i přes problematické zpochybnění růstu poznání nebo alespoň rozpoznání omylů cenný v tom ohledu, že rehabilituje předvědecké a vědecké poznání v uplynulých historických epochách. Pokud bychom jednoduše prohlásili alchymii za šarlatánství a dále se jí nezabývali, zabránili bychom si v porozumění vzniku moderní paradigmatické chemie, diskreditovali bychom upřímnou a o svébytné pojmy opřenou snahu o popis některých přírodních procesů, museli bychom předpokládat schizofrenii velkých vědců minulosti, kteří jí věnovali obrovskou pozornost (např. Newton). Říci, že flogistonová teorie byla nevědecká, je ahistorický pozitivistický omyl. Tato teorie vytvářela testovatelné predikce, byla experimentálně ověřována a dokázala úspěšně řešit paradigmatické hádanky.

Rehabilitace vědění minulosti je chvályhodná a potřebná, nepříjemný problém, kterým nás ovšem Kuhnova koncepce vývoje vědy konfrontuje, je neexistence racionálního vysvětlení změny paradigmatu. Nemůže dojít k racionální změně přesvědčení, protože pro nové paradigma neexistují lepší argumenty ani lepší empirická podpora. Změna paradigmatu se tak nejvíce podobá něčemu na způsob náboženské konverze. A projekt budování vědy je determinován mimoepistemickými a mimoempirickými faktory (Rosenberg, 2005, s. 155).

Věda podle tohoto pohledu nekumuluje vědění. Proces proměny vědy je spíše podobný darwinovské evoluci, jednotlivé vědecké systémy jsou pouze lokálními adaptacemi na dané sociální a kulturní prostředí. Revoluční změny pak odpovídají reakcím na skokové změny prostředí. Ačkoliv si můžeme vývoj vědy takto rekonstruovat, nic to nezmění na skutečnosti, že v Kuhnově koncepci ztrácí věda epistemickou nadřazenost (Rosenberg, 2005, s. 156).

2.43 Racionalizace krize vědy

Kuhn zanechal svým následovníkům důležitý úkol vyrovnat se s iracionalitou, která provází změnu paradigmatu. Kromě většiny humanitních vzdělanců, kteří tuto skutečnost přijali bez výhrad, se vyskytlo i několik filosofů vědy, kteří se pokusili průběh krize vědy učinit přístupným racionální reflexi. Většina z nich spadá až do pragmatické fáze filosofie vědy, kde se jim budeme patřičně věnovat, ale první významnou racionalizaci vědecké změny přinesl už Imre Lakatos.

Lakatosova koncepce vývoje vědeckých výzkumných programů je kritikou odpovědí na Popperovu Logiku vědeckého zkoumání i Kuhnovu Strukturu vědeckých revolucí. Viděli jsme v předchozí kapitole, jak koncepce sofistikovaného falsifikacionismu, spolu s oprávněným užíváním pomocných hypotéz a tedy prováděním sebeobranu teorie, vedla Lakatose k úpravě Popperova scénáře testování vědeckých teorií do realističtější podoby. Současně provedl Lakatos kritiku Kuhnovy vize vývoje vědeckých teorií a obě koncepce, Popperovu a Kuhnovu, umně spojil do jednoho rámce. Lakatos kritizuje iracionalitu, která je v Kuhnově pojetí spjata se změnou paradigmatu, a proto se snaží nalézt racionální pravidla pro hodnocení paradigmatických proměn, čímž do filosofie vědy vrací koncepci kontinualismu a kumulativismu.

Lakatosovu koncepci vědeckého výzkumného programu už známe. Víme, jaké je jeho složení a jak se proměňuje, když dokáže skrze pomocné hypotézy asimilovat probíhající falsifikace a zachovat tak pevné jádro, které změnám nepodléhá. Základní jednotka vývoje vědy je tak u Lakatose jasněji vymezena, než je tomu u Kuhna, teorie jsou totiž nesamostatné a paradigma je naopak velice vágní termín. Dějiny vědy jsou tedy sledem soupeřících vědeckých výzkumných programů. Lakatosovým cílem je tak racionální rekonstrukce vývoje vědeckého poznání, která by se co nejvíce přibližovala skutečnému průběhu historie vědy.

Vědecký výzkumný program se může projevovat ve svém vývoji dvojným způsobem, může představovat progresivní posloupnost vědeckých teorií, nebo naopak degenerující posloupnost vědeckých teorií. V progresivním vědeckém výzkumném programu dochází k rozšiřování stávajících teorií, které vycházejí z jádra, skrze přijímání a zavrhování pomocných hypotéz. Takto můžeme například charakterizovat vědecký výzkumný program newtonovské mechaniky (viz celá řada předchozích příkladů).

V progresivním vědeckém výzkumném programu může ale docházet i ke vzniku nových vědeckých teorií, které jsou založeny na zavádění nových principů a reinterpretaci stávajících teoretických termínů, jako jsme viděli v případě přechodu od newtonovské hmotnosti k hmotnosti relativistické. Takto můžeme vidět například newtonovskou fyziku jako součást širšího vědeckého

výzkumného programu teoretické mechaniky, která zahrnuje i relativistickou fyziku. Newton i Einstein mohou být viděni v jedné kontinuální linii fyzikálního výzkumu, v níž dochází ke stále většímu zdokonalování teoretických principů a rozšiřování empirického obsahu vědeckého výzkumného programu (více též viz inteligibilita ve vysvětlení v pragmatické filosofii vědy).

Takový posun v nahlížení na progresivní posloupnost teorií s sebou samozřejmě nese předpoklad, že jádro vědeckého výzkumného programu bude muset být vymezeno přesněji, než je tomu v případě modelového newtonovského vědeckého výzkumného programu. Buď musíme koncipovat jádro vědeckého výzkumného programu újeji jako sadu základních epistemických zásad, které zahrnují v případě zmíněného fyzikálního výzkumného programu například princip point-of-view invariance a předpoklad deterministické dynamiky. Nebo budeme muset připustit, že jádro vědeckého výzkumného programu může být rozšiřováno, v našem případě například přijímáním nových matematických formalismů nebo nových konzervačních principů. V obojím případě ale zůstává zachována racionální povaha změny vědeckých teorií.

Sémantická nesouměřitelnost není pro Lakatose žádnou překážkou. Změna významu teoretického termínu, jeho reinterpretace, je samozřejmou součástí budování kontinuální posloupnosti vědeckých teorií daného vědeckého výzkumného programu. Můžeme tedy Kuhnovu výtku sémantické nesouměřitelnosti převrátit vzhůru nohama: Sémantická nesouměřitelnost je podmínkou budování nových teorií, a protože vědecký výzkumný program disponuje celou řadou teoretických termínů a pojmových struktur, ve většině případů v něm jednotlivé sémantické nesouměřitelnosti ve skutečnosti slouží k upevnění kontinuity následných teorií.

Lakatos vymezuje vědecký výzkumný program jako teoreticky progresivní, pokud produkuje nové predikce, a empiricky progresivní, pokud se některé tyto predikce podaří konfirmovat. Degenerující vědecké výzkumné programy nejsou progresivní empiricky ani teoreticky a signalizují nutnost fundamentální změny jádra vědeckého výzkumného programu. Problematickou otázkou ovšem zůstává, jak už jsme zmínili výše, jak dlouho můžeme mít s degenerujícím vědeckým výzkumným programem trpělivost.

Lakatosova koncepce vývoje vědeckých výzkumných programů má vůči Kuhnově koncepci struktury vědeckých revolucí několik nesporných výhod. Daří se jí racionálně rekonstruovat souvislost mezi jednotlivými teoriemi, sémantická nesouměřitelnost jí v tom nezabrání. Přechody mezi následnými teoriemi se dějí prostřednictvím sofistikované falsifikace, zatímco přechody mezi následnými vědeckými výzkumnými programy mají povahu revolucí. Lakatos tak výrazně omezuje množství revolucí, které ve vědě probíhají.

Problematickými místy koncepce vědeckých výzkumných programů je poněkud nejasná hranice mezi jádrem a ochranným obalem. Viděli jsme, že v prototypickém příkladu vědeckého výzkumného programu newtonovské mechaniky je odlišení jasné, podobně jako například pro Einsteinovu obecnou teorii relativity nebo pro kvantovou teorii, ale pokud chceme postihnout jako jeden vědecký výzkumný program například teoretickou mechaniku od Galileiho po Einsteina, pak musíme připustit úpravy jader vědeckých výzkumných programů, které jsou jeho součástí.

Další důležitou a nejasnou otázkou je, zda můžeme vymezit univerzální vědecký výzkumný program pro celou disciplínu (fyziku, chemii, biologii ad.) nebo dokonce pro vědu jako celek, například pro souhrn všech přírodních věd. Jednotlivé po sobě následující vědecké výzkumné programy se totiž nejeví jako nesouměřitelné. Vypadá to tudíž tak, že nejen že jsou revoluce ve vývoji vědy mnohem méně časté, ale že k nim prakticky nedochází, protože změnu obecných hodnot a cílů Lakatos nepředpokládá.

Řešením nastíněných problémů může být koncepce postulátů racionality, obecných kritérií racionality, které by představovaly univerzální základ jader všech progresivních vědeckých výzkumných programů, které se ve vědě konstantně vyskytují a nepodléhají změně. Jedná se tak o jakési jádérko tvrdého jádra. Této koncepci si podrobněji všimneme v kapitole věnované vývoji vědeckých teorií v pragmatice filosofie vědy.

3 Pragmatická filosofie vědy

Zlatá éra: 80. a 90. léta 20. století

Základní předpoklady:

- empirismus bez dogmat
- deflační teorie pravdy
- syntetické a analytické a priori?

Klíčová témata:

- struktura vědeckých teorií: modelové pojetí teorií
- vědecké vysvětlení: různorodé úlohy vysvětlení
- testování vědeckých teorií: bayesianismus
- vývoj vědeckých teorií: překonání relativismu

3.0 ZÁKLADNÍ PŘEDPOKLADY PRAGMATICKÉ FILOSOFIE VĚDY

Ačkoliv projekt naturalizované epistemologie postavený na Quinově odmítnutí dvou dogmat empirismu, tj. justifikačního atomismu a nerevidovatelnosti analytických vět, pokládá problémy empirismu za vyřešené a veškeré další zkoumání v oblasti epistemologie deleguje na činnost speciálních věd (především kognitivních věd), nebyla tato vize filosofy vědy jednoznačně přijata. Ještě v období sémantické filosofie vědy podrobil Quinovu koncepci kritice a dalšímu rozšíření Donald Davidson, a to především v klasickém článku O samotné myšlence pojmového schématu (1974).

Davidson si pečlivě všiml implikací, které měl Quinův holismus, především v Kuhnově recepci, na rozvoj epistemologického relativismu. Davidson si byl současně vědom toho, že Quinův pragmatismus představuje řešení problému relativismu, ale toto řešení mu nepřípadalo filosoficky důsledné. Ve zmíněném článku dokazuje, že relativismus, který přišel s odmítnutím dvou dogmat

empirismu, je možné odstranit skrze odvrhnutí dalšího dogmatu empirismu, které spočívá ve vytváření dichotomie mezi konceptuálními schémata vědeckých teorií a neinterpretovaným empirickým obsahem, který konceptuální schémata ztvárňují vždy ke svému obrazu.

Podle Davidsona nic takového jako neinterpretovaný empirický obsah neexistuje. Teoretické systémy nevytváří své nezávislé ontologie vtištěním tvaru neurčité materii zkušenosti. Jednotlivé teoretické systémy nejsou nikdy vzájemně nepřeložitelné, protože už jenom možnost porozumět tomu, že se v určitých aspektech liší, implikuje základní sémantickou shodu některých klíčových pojmů. Mezi klíčové pojmy patří především ty, které vytvářejí triangulační základ normativní epistemologie: poznávající subjekt, učitel, tj. referenční subjekt a svět, tj. referenční objekt.

V takto koncipovaném empirismu tak vždy existuje možnost na základě interakce s tím, kdo nás učí nové teorii (učitel), a světem, který je zdrojem empirické odezvy, dospět k intersubjektivně platnému poznání. Toto řešení tak vytváří alternativu ke Quinovu pragmatismu a liší se od něj především zachováním svébytného postavení epistemologie, a tím i filosofie vědy.

Problematickým aspektem Davidsonovy koncepce je ovšem její vágnost. Přísně vzato není jasné, zda jednoznačně implikuje jedinou epistemologickou pozici. Častým výkladem Davidsonova odmítnutí třetího dogmatu empirismu je tvrzení, že se přiklání k realismu. Podle tohoto výkladu je tak Davidsonův svět nezávisle existujícím celkem, který je strukturován do jednoznačného systému vztahů závislosti jednotlivých entit, které poznávající subjekt pouze odkrývá a nazývá je vědeckými, respektive přírodními zákony.

Takový výklad je sice možný, ale stejně tak možné je interpretovat Davidsonovu epistemologii transcendentálně. Problematická otázka, která neustále vystává při hodnocení Davidsonova projektu překonání relativismu a která zní: „Co je to tedy ten svět, o kterém Davidson hovoří?“, má pak přirozenou odpověď, že tento svět je transcendentální ideou, kterou disponujeme a která zaručuje jednotu a souvztažnost všech našich přesvědčení.

Davidsonovu obrodu projektu normativní epistemologie je vhodné srovnat s obdobným projektem Johna Searla, s jeho koncepcí externího realismu.

Searle tuto koncepci staví jako hradbu proti bezbřehému konstruktivismu, který začal ovládat především sociální a humanitní vědy nejpozději od 80. let minulého století. Sociální konstrukce reality předpokládá, že veškeré naše poznání je založeno na reprezentacích, které jsou konstruovány sociálně a neodkazují k nezávisle existujícím objektům. Podle Searla je možnost disponovat reprezentacemi podmíněna existencí nezávislého světa, proto svou koncepci označuje jako externí realismus.

Prohlášení externího realismu: „Existuje vnější svět, který je nezávislý na systému našich reprezentací.“ není podle Searla tezí nebo hypotézou, kterou bychom mohli vřadit mezi ostatní, které vytváříme na základě našich přesvědčení, která manipulují reprezentacemi, ale je podmínkou možnosti jakýchkoliv tezí nebo hypotéz. Externí realismus je tak podle Searla transcendentální podmínkou inteligibility našich přesvědčení (Searle, 1997, s. 155).

Searle pokládá za zajímavou filosofickou otázku, jaký je status takových propozic, jako je právě tvrzení o existenci reality, která je nezávislá na reprezentacích, které ji zpřístupňují. Jasně se tak vymezuje proti projektu naturalizované epistemologie, pro kterou musí být podobné otázky naprosto irelevantní (Searle, 2012, 1999).

Searlův externí realismus je vhodné komparovat s Fraassenovým konstruktivním empirismem.

Fraassen vytýká projektu realismu neustálé tradiční úskalí metafyzických úvah. Podle Fraassena je totiž nemožné vymezit definitivní strukturu vědeckých teorií, která už bude odpovídat přirozené povaze věcí. Jediné, co můžeme podle Fraassena po vědeckých teoriích vyžadovat, je to, aby byly empiricky adekvátní, což samo o sobě stačí i jako hradba proti sociálnímu konstruktivismu.

Searlův externí realismus je v určitých ohledech Fraassenovu stanovisku blízký, protože Searle s ním nespojuje možnost poznání toho, jak věci skutečně jsou, čili strukturu systému vztahů všech entit, ale pouze toho, že nějak jsou. V souvislosti s tím se ovšem okamžitě vnucuje otázka: Je pro nás takovýto realismus skutečně zárukou společného vědeckého vysvětlení pro všechny poznávající subjekty?

SAMAN a Luk

V duchu Searlova zvyku můžeme zformulovat myšlenkový experiment, který problém nedostatečnosti externího realismu (ER) jako záruky společného vysvětlení znázorňuje. Představme si následující příběh:

„Luk je vědec zkoumající hluboký vesmír. Jako filosoficky poučený ví, že ER je podmínkou inteligibility jeho přesvědčení. Na svých cestách se setká s celou řadou entit, které se mu podaří vysvětlit v rozvinuté síti vědeckých modelů. Nikde přitom nenarazí na náznak jiné odporující sítě vědeckých modelů. Po prozkoumání celého vesmíru (sítě vesmírů) získá ucelenou teorii o realitě. Jednou z entit, které Luk klasifikoval, byl přitom SAMAN, který disponuje totálně jinými reprezentacemi a v podstatě jediné, v čem se s Lukem (nereflektovaně) shoduje, je ER. Podobně jako Luk i SAMAN vše klasifikoval, ale do naprosto odlišné sítě vědeckých modelů, bez reflexe alternativní sítě. Luk i SAMAN tak vstupují na půdu nového druhu „solipsismu“. Můžeme přesto tvrdit, že v určitém smyslu sdílejí stejný svět?“

Fraassenův konstruktivní empirismus stojí specificky vklíněn mezi realismus a instrumentalismus (viz výše podkapitola mezi Realismem a instrumentalismem). Nejde o tvrzení, že věda je pouhý nástroj, což by bylo tvrzení instrumentalismu, ale o to, že nemůžeme nikdy říct, že je víc než jen nástroj, což by bylo naopak tvrzení realismu (Rosenberg, 2005, s. 96). Vědecké teorie můžeme akceptovat, dokud jsou empiricky adekvátní, čili do té doby, dokud umožňují kontrolu zkušenosti a vedou k predikcím nových jevů. Odvrháváme je ve chvíli, kdy se z nich stává metafyzická veteš, která brzdí kritického ducha empirického stanoviska.

Fraassen se příkladně drží tradice analytické filosofie, jde cestou, kterou připravili Quine i Davidson (a mnozí další), pokračuje v očišťování empirismu od dogmat a mýtů a důsledně odmítá koncepce, které zavánějí metafyzikou. Fraassenova filosofie představená v knize *The Empirical Stance* (2002) je pravděpodobně zatím posledním velkým příspěvkem k vývoji empirismu. Empirismus je pro Fraassena stále se opakujícím bojem proti metafyzice. Můžeme říci, že se

empirismus historicky vynořil právě v okamžiku, kdy doposud empiricky adekvátní výklady světa začaly kostnatět do podoby metafyzických artefaktů.

Fraassenova kritika empirismu začíná důležitým rozlišením, podle Fraassena sice můžeme platně prohlásit, že poznání začíná zkušeností, ale tvrdit současně, že zkušenost poskytuje poznání základ a zdroj je neadekvátní. Tezi, která pasuje zkušenost do role garanta poznání, označuje Fraassen za fundacionistickou. A fundacionismus je jakožto metafyzická teze pro empirika nepřijatelný.

Za základní kámen úrazu, který podemílá empirismus, pokládá Fraassen status nulového principu (principle zero), označme si jej P_0 . Tento princip můžeme vymežit například následovně:

P_0 : Pro každou filosofickou pozici X existuje tvrzení $X+$ takové, že k podržení pozice X je třeba být přesvědčen, že platí $X+$. (Fraassen, 2002, s. 41)

Tvrzení $X+$ označuje Fraassen za dogma pozice X . Takto pak může Fraassen vymežit naivní empirismus (NE) následovně:

NE: Být empirikem (NE) znamená být přesvědčen, že platí $E+$ (dogma empirismu). (Fraassen, 2002, s. 42)

V návaznosti na to se snaží Fraassen ujasnit, jaká je vlastně povaha dogmatu empirismu. Jisté je, že z povahy naivního empirismu vyplývá, že $E+$ musí být faktuální tezí a nikoli tautologií. Můžeme si tedy vymežit $E+$ jako faktuální tezi, která zní:

$E+$: Zkušenost je jediným zdrojem informací.

Nyní již můžeme přistoupit k rekonstrukci Fraassenova argumentu proti naivnímu empirismu. Podle Fraassena platí současně dvě následující tvrzení:

P_1 : Empirická kritika teze X spočívá v prokázání, že je X nekompatibilní s $E+$.

P_2 : Ve vědě i ve filosofii platí, že nesouhlas s jakoukoliv přijatelnou faktuální tezí je rovněž přijatelný. (Fraassen, 2002, s. 43)

Z toho můžeme pro naivní empirismus vyvodit dva v zásadě protichůdné závěry:

Z_1 : Opak $E+$ musí být přípustný, protože $E+$ musí být faktuální teze. (via P_2)

×

Z_2 : $E+$ (dogma empirismu) garantuje, že jeho opak je nepřipustný. (via P_1)

Nejdůležitějším důsledkem je podle Fraassena zjištění, že je naivní empirismus, který pracuje s nulovým principem, kontaminován metafyzikou. Není totiž možné zastávat dogma empirismu $E+$, které nás zavazuje k tomu, abychom je – přestože se jedná o faktuální tezi – pokládali za nepřístupné empirické kritice a současně má být základem pro empirickou kritiku metafyziky. (Fraassen, 2002, s. 46) Podle Fraassena je tak buď empirismus vyvrácen, nebo musíme odmítnout nulový princip P_0 , který dogma empirismu $E+$ zavádí, a vystavět empirismus na jiných základech.

Podle Fraassena není základem empirismu nějaký druh přesvědčení – v duchu nulového principu \neg , tj. nějaké faktuální tvrzení, které má roli dogmatu empirismu, ale empirické stanovisko (empirical stance). Stanovisko sice může být vyjadřováno a jako takové zahrnuje a předpokládá nějaká přesvědčení, ale nemůže být jednoduše za tato přesvědčení zaměněno. (Fraassen, 2002, s. 48) Empirické stanovisko, stejně jako například stanovisko naturalistické, fyzikalistické, metafyzické aj., nespadá do faktuální sféry, ale představuje základní normativní zakotvení empirismu.

Můžeme říci, že Fraassen posouvá transcendentální obrat v analytické filosofii ještě dál, než Davidson nebo Searle. Nejen že rozpoznává transcendentální podmínky inteligibility našich přesvědčení, jak je tomu u Searla (ale i Davidsona), a tak nazývá empirické stanovisko představou (idea) v duchu kantovských regulativních idejí, především ideje světa, ale současně označuje empirické stanovisko také jako vůli k neustálému odmítání překonaných přesvědčení.

Empirické kritice jsou podle Fraassena vystavena i samotná stanoviska, proto zůstává možná empirická kritika metafyziky, která sama také je specifickým stanoviskem. Jestliže nás tedy podle naturalisty věda učí zastávat určitá

přesvědčení (vědu), podle empirika nás věda učí, jak se přesvědčení vzdávat (Fraassen, 2002, s. 63).

Vidíme, že cesty empirismu v období pragmatické filosofie vědy byly velmi různorodé. Vedle pozic, které za definitivní podobu empirismu prohlásili Quinovu naturalizovanou filosofii, se objevily jasné tendence učinit konečně součástí tradice empirismu transcendentální obrat, který pro empirismus vymezí podmínky inteligibility zastávaných přesvědčení. U Fraassena jsme navíc svědky přerodu této, poněkud volně řečeno, kantovské dimenze do dimenze schopenhauerovské.

Pragmatická filosofie vědy je charakterizována v převážné většině případů resignací na hledání adekvátní teorie pravdy – nejčastější je příklon k deflačnímu pojetí pravdy – a diskuze o apriorních soudech se převážně přesunula do oblasti analytické metafyziky, která nemá na filosofii vědy příliš velký vliv. Jak jsme ale viděli, ačkoliv si na ucelenější zhodnocení vývoje empirismu v posledních desetiletích budeme muset ještě počkat, s určitostí můžeme prohlásit, že se do epistemologických debat vracejí pojmy související s normativitou a s tím se vynořuje také potřeba znovu promýšlet status apriorních soudů v epistemologii (v analytické metafyzice jsou etablovány). Filosofie vědy šla vždy ve stopách epistemologie a vždy za ní o krok zaostávala, můžeme proto očekávat, že se diskuze o normativitě, pravdě a apriorních soudech do filosofie vědy také vrátí.

3.1 STRUKTURA VĚDECKÝCH TEORIÍ

Greg Egan líčí ve svém slavném románu *Město permutací* experiment skupiny vědců, matematiků, informatiků a evolučních biologů, který spočívá v realizaci umělého světa. Svět je realizován ve virtuálním prostředí supervýkonných počítačů, které umožňují spustit mezi základními datovými strukturami umělou evoluci. Matematikové vymezí základní axiomatický rámec, informatikové realizují evoluční algoritmy a biologové je interpretují do biologické podoby. Selektční tlak v prostředí s omezenými zdroji vyústí v evoluci umělého života a po určité době také ve vznik inteligentních životních forem. Inteligentní bytosti po

určité době rozvinou vlastní vědu, matematiku, fyziku, biologii atd., která usiluje o vysvětlení jejich přirozeného světa. Tyto bytosti samozřejmě nevědí, že jsou výsledkem projektu jiných inteligentních entit, které jejich svět designovali a vtělili mu určitou axiomatickou strukturu.

Jedním ze základních rysů umělého světa, který mu vložili lidští tvůrci do vínku, je neexistence nekonečných entit, ať už v matematické nebo fyzikální podobě. Umělé bytosti nakonec dosáhnou svého druhu finální teorie, která je, z pohledu lidských pozorovatelů, invalidní, protože přirozeně (tj. uměle) nepracuje například s nekonečnými množinami teorie množin. Lidští tvůrci přistoupí k závěrečné fázi svého experimentu, když navážou se svými výtvary kontakt. Proběhne cílá výměna informací, v níž je samozřejmá sémantická neso-
souměřitelnost překonána díky respektování principu vstřícnosti, jejíž výsledek je pro lidské konstruktéry nové reality šokující. Umělé bytosti neakceptují myšlenku, že jsou výtvo-
rem svých hostů a neakceptují ani jejich vědecká vysvětlení. Domnívají se, že tato vědecká vysvětlení jsou neplatná, protože nerespektují základní axiomatickou strukturu jejich finální teorie.

Lidští tvůrci vzdají pokus přesvědčit své výtvary o skutečné struktuře světa, připustí, že takové přesvědčení je nemožné, protože by nutilo umělé bytosti popřít jejich celou evoluční historii, protože by rušilo strukturu jejich reality, kterou v promyšlené axiomatice sami vytvořili. Příběh zde ale nekončí, lidští tvůrci začnou pozorovat, jak se jejich vlastní ontologie začíná rozpadat, postupně požíraná vysvětlující silou finální teorie umělých bytostí. Matematické i fyzikální nekonečno přestává ve světě lidských tvůrců existovat. Umělá realita expanduje do reality přirozené a mění její axiomatickou strukturu.

Vědecko-fantastický příběh, který jsme právě popsali, pěkně koresponduje s pohledem na vědecké teorie, který se stal oblíbeným v období pragmatické filosofie vědy. Filozofové vědy samozřejmě, ve většině případů, nesměřují až ke spekulativním vizím o přeuspořádání reality nebo k vizi mnohočetných vzájemně nepřístupných nebo naopak provázaných realit. Na epistemologické rovině ovšem mnozí filozofové vědy připouštějí, že náš vědecký popis světa nemusí být řízen jednotným mustrem. Nejvýznamnější představitelkou tohoto pojetí je Nancy Cartwrightová.

Cartwrightová označuje klasický, především v syntaktické filosofii vědy živý pohled na vědecký popis světa jako fundamentalismus. Fundamentalisté se domnívali, že vědecký popis světa směřuje k poznání jedné struktury, která propojuje všechny vědecké teorie a všechna vědecká vysvětlení všech věd (Cartwright, 1999, s. 24). Fundamentální vědou je samozřejmě fyzika, která nejlépe splňuje podmínku axiomatického uspořádání a jejíž teorie se dají vzájemně redukovat až na nejnižší, pravděpodobně kvantově-mechanickou, úroveň nebo úroveň standardního modelu částic a interakcí.

Podle fundamentalistů vše, co reálně existuje, jsou fermiony a bosony. Vše ostatní jsou jejich konfigurace a konfigurace jejich konfigurací atd. (ad infinitum?) Chemie je aplikovanou kvantovou mechanikou, molekulární biologie je aplikovanou chemií, neurovědy jsou aplikovanou molekulární biologii a všechny ostatní vědy o člověku mají své kořeny v neurovědách.

Cartwrightová k této fundamentalistické koncepci tvoří protiváhu, pluralismus věd, vědeckých teorií a vědeckých vysvětlení. Domnívá se, že fundamentalismus je pouze zbožným přáním, respektive noční můrou, ale nikoliv skutečně prokazatelnou teorií o povaze vědeckých teorií, věd a vědeckých vysvětlení. Interteoretická redukce je podle Cartwrightové nemožná, a to nikoliv pouze s ohledem na přílišnou obtížnost takových redukcí, Cartwrightová nepřipouští ani principiální redukovatelnost všech věd na fyzikální úroveň (Cartwright, 1983, s. 101).

Pluralismus je teorií, podle které jsou jednotlivé vědy vzájemně neredukovatelné, ačkoliv si mohou vzájemně prokazovat službu například pojmovými výpůjčkami. Každá z věd popisuje jinou oblast toho, co Cartwrightová označuje za Dappled World, tj. pestrý, doslova kropenatý svět (Cartwright, 1999, s. 3). Propojení těchto oblastí není možné na syntaktické nebo sémantické rovině. Principiálně není možné vytvořit jeden axiomatický rámec a jeden sémanticky koherentní systém vědeckých pojmů. Jediné propojení, které ale nikdy není univerzální, je možné na pragmatické rovině, když vždy konkrétní vědec, respektive vědecká komunita, za konkrétním účelem zkonstruuje v omezené oblasti nějakou spojitost.

Dappled World samozřejmě není světem, který by byl přístupný jednotnému konceptuálnímu uchopení, z jedné perspektivy. Je to soubor všech

našich vědeckých pragmatických výsledků zkoumání. Vymezovat jeho podklad nám nepřísluší.

Cartwrightová je přesvědčena o tom, že praxe jednotlivých věd je jednoznačným dokladem pluralismu (Cartwright, 1999, s. 1). Každá věda se profiluje svou vlastní ontologií, metodologií a do značné míry také axiologií. Neexistuje smysluplný biologický výzkum, který by chtěl provádět závažná biologická zkoumání a dosahovat nových biologických výsledků skrze implementaci fyzikálních teorií a metod. Podobně, a v mnohem větší míře to platí pro sociální a humanitní vědy.

Peripetie psychologie

Zásadní rozmach psychologie nastal s prosazením se psychoanalýzy a jejích odnoží, které proměnily psychologii v na jedné straně etablovanou vědeckou disciplínu, která byla ovšem na druhé straně velmi problematická s ohledem na její konceptuální a empirický status. Kritika takové freudovské psychologie, která vzešla z logického empiricismu a kterou korunoval Popper, byla sice namnoze pouze intelektuální záležitostí, která neměla skutečný dopad na provozování psychologické praxe, ale na straně druhé se ukázala jako naprosto oprávněná od okamžiku, kdy na pozici tradiční psychologie začaly útočit nově etablované obory s kořeny v neurovědách.

Carnapova snaha o přeložení jazyka psychologie do jazyka fyziky je samozřejmě i z dnešního hlediska už pouze filosofickou zajímavostí, nicméně samotný pokus učinit z psychologie přírodní vědu je jistě záslužný a navíc v současnosti namnoze provedený. Ačkoliv tedy stále vidíme na katedrách psychologie, soustředěných pod křídly filosofických fakult, provozování klasické freudovské teorie a tak namnoze „pouze“ přípravu absolventů na roli psychoterapeutů, zároveň vidíme také rozvoj zkoumání psychologických problémů na poli nových empirických disciplín jako je neuropsychologie, kognitivní psychologie, psycholingvistika ad.

Srov. Carnap, Rudolf: *Psychology in Physical Language* (1959).

Cartwrightová ukazuje, že ani fyzika nedokládá fundamentalistickou vizi. Fyzikální směřování k vybudování jednoho vysvětlujícího rámce fyziky standardního modelu je pouze osamocenou výjimkou, která je motivována historicky axiologií novověké vědy. Ve skutečnosti je svět fyziky stejně tak pestrý jako svět ostatních věd. Jednotlivé fyzikální teorie jsou vzájemně nekompatibilní, což můžeme doložit řadou příkladů a nemusíme přitom připomínat jen proslulou neslučitelnost kvantové teorie a obecné teorie relativity.

Nejkřiklavější je nepřekročitelná bariéra mezi fyzikálními teoriemi, které popisují mikrostrukturu fyzikálních entit, a fyzikálními teoriemi, které popisují makroskopické vlastnosti fyzikálních entit. My jsme se již setkali s problémem zavádění identit při přechodu od statistické fyziky k termodynamice. Viděli jsme, že není jasné, jak interpretovat například identitu termodynamického a statistického vymezení kinetické energie částice plynu:

$$\frac{3}{2}kT = \frac{1}{2}m_0v_k^2.$$

Ale potíže nejsou jen na konceptuální rovině, ale také při vysvětlování některých makroskopických jevů, jako jsou prototypově například fázové přechody. Neexistuje jednoznačná a obecně přijatá teorie, která by za všech okolností propojovala makroúroveň fyzikálních procesů s procesy v její zakládající mikroúrovni. Jednotná fyzika je, podle Cartwrightové, spekulativním konstruktem fundamentalistů, nikoliv reálně fungující vědeckou disciplínou (Cartwright, 1983, s. 126–127).

Renormalizační teorie

Příkladem platnosti výhrad Cartwrightové k představě fyziky budované fundamentalistickým způsobem je reálná situace v současné fyzice, která se váže k problémům s renormalizačními teoriemi. Tyto teorie, zjednodušeně řečeno, mají za úkol vysvětlit přechod od makroúrovňové fyzikálního popisu k popisu na mikroúrovni. Problém spočívá především v tom, že makroúroveň vykazuje celou řadu vlastností, které se nedaří dostatečně dobře popsat prostřednictvím matematických formalismů popisujících

mikroúroveň a pomocí vlastností prvků mikroúrovně, tj. fyzikálních částic a interakcí.

Nejzásadnější je tento problém při vysvětlování fázových přechodů, tj. změn, které probíhají na makroúrovni skokově pro určité hodnoty makroskopických veličin. Jednoduchými fázovými přechody jsou například změny skupenství látek, které máme učebnicově spojené s konkrétními hodnotami teploty a tlaku. Existuje ovšem celá řada exotičtějších, ale velmi běžných fázových přechodů, jako je například přechod vody z přechlazené fáze – kapalná voda při teplotě a tlaku, které normálně odpovídají pevné fázi – do pevné fáze. Při tomto přechodu mění kapalná voda skokově své skupenství, doslova nám tuhne před očima řádově do několika sekund a přitom se zahřívá na standardní teplotu tuhnutí. Ještě exotičtější fázové přechody jsou uplatňovány v současné inflační kosmologii.

Srov. Bain, Jonathan: *Effective Field Theories* (2013).

Fyzikální teorie nejsou realistické, pracují s koncepty fyzikálních zákonů, které přísně vzato, jak Cartwrightová expresivně dokládá názvem své knihy (*How the Laws of Physics Lie*), lžou. Realisté vždy zdůrazňují ty fyzikální entity a teorie, u kterých, alespoň rámcově, tušíme korespondenci s realitou. A dojemné zobrazovací postupy nás o realističnosti fyzikálních konceptů mají dostatečně přesvědčit – a tak pozorujeme expandující Vesmír ze zárodečného semínka velkého třesku, často s naprosto nerealistickým ohlušujícím hudebním doprovodem, vidíme, jak se časoprostor vlní pod nápoem gravitonů, jak se srážek nukleonů uvolňuje Higgsův boson atp.

Jak upozorňuje Cartwrightová, u většiny moderních fyzikálních konceptů můžeme pouze předpokládat jejich vázanost na realitu, ale vzhledem k jejich abstraktní matematické podobě je mnohem přirozenější používat je prostě jen jako nástroje, které organizují výsledky našich pozorování a experimentů. Vymezení celé řady fyzikálních pojmů se opírá o metafory, které jsou přísně vzato nepravdivé, mají pouze pomoci přiblížit abstraktní pravidla matematických zákonů fyziky. A tyto metafory začínají lhát nejpозději od prvních pokusů vymezit

působení na dálku pomocí konceptu fyzikálního pole, od chvíle, kdy mechanické modely pole přestaly být použitelné.

Na elementárnější praktické rovině je nerealističnost přítomna v idealizaci, která je vlastní fyzikálním popisům při edukaci základů fyziky. To mohou dosvědčit generace žáků, kteří byli v hodinách fyziky konfrontováni abstraktními a nerealistickými zákony, modely a příklady, které šly zcela proti jejich mnohdy naprosto správným intuicím o tom, jak svět funguje. Důvody byly jasné, jejich učitelé byli pohlceni abstraktní strukturou fyziky, aniž by rozuměli její smysluplné aplikaci. Kolikrát se vám stalo, že vám učitel fyziky tvrdil, že těleso padající volným pádem bude neustále zrychlovat, protože přece platí Galileův zákon volného pádu, že led taje při nule stupňů a v průběhu tání se jeho teplota nemění atp. A kolikrát byl šokován vaším prohlášením, že směs na zmrzlinu rychleji zmrzne, když se dá do mrazničky ještě teplá nebo že při jízdě na skateboardu musíme valivému odporu a odstředivým silám rozumět trochu víc, i když ne nutně v jejich matematickém vyjádření.

Obecně můžeme Cartwrightovou zařadit po bok Base van Fraassena a Ronalda Giera, kteří tvrdí, že věda nevytváří pravdivé popisy reality, ale pouze tvoří modely, které jsou empiricky adekvátní pro dosažení určitých pragmatických cílů. Tito autoři převedli původní sémantické pojetí vědeckých teorií do nové pragmatické podoby, pro kterou se vžilo označení modelové pojetí teorií (model based view of theories). Jak uvidíme, pro tuto pragmatickou koncepci teorií je kromě konceptu modelu důležitá také určující role vědce, který volí konkrétní model pro reprezentaci konkrétních rysů empirického světa.

Fraassen zdůrazňuje, jak jsme viděli, že vědecké entity jsou užitečné, empiricky adekvátní konstrukce, tj. modely, které přísně vzato nekorespondují s realitou. Fraassenův konstruktivní empirismus bývá někdy chápán jako určitá varianta instrumentalismu, jindy bývá zahrnován do široké a negativně konotované kategorie antirealismu. Fraassen ale v žádném případě neinklinuje k relativistickým interpretacím filosofie vědy, jak jsme konec konců viděli v úvodní kapitole o předpokladech pragmatické filosofie vědy. Modely teorií podle Fraassena akceptujeme jako prediktivně úspěšné, jako prostředky pro kontrolu/zpřehlednění naší zkušenosti (Fraassen, 1980, s. 12–13).

Musíme znovu připomenout, že konstruktivní empirismus můžeme negativně vymezit jako koncepci, která netvrdí, že vědecké entity jsou pouhé nástroje (tj. instrumentalismus), ale že nikdy nemůžeme dokázat, že jsou víc než pouhé nástroje (tj. realismus). Jediné co nám zbývá je respektovat, aby byly naše vědecké koncepce empiricky adekvátní, protože příklon k realismu znamená znovuzavádění metafyziky (podrobněji viz kapitola věnovaná vysvětlení v pragmatické filosofii vědy). A jak jsme viděli výše, pro Fraassena je historicky projekt empirismu permanentní rebelií proti metafyzice.

Ronald Giere s Fraassenem souzní v koncepci modelového pojetí vědeckých teorií, ale vymezuje se vůči konstruktivnímu empirismu svou verzí realismu, který nazývá realismem perspektiv (perspective realism).

V Gierově koncepci se zračí představa světa jako neomezeně komplexní množiny entit s proměnlivými vlastnostmi, která je přístupná různorodým reprezentacím z velmi odlišných perspektiv. Tyto perspektivy nemusí být přitom vzájemně souvztažné, není možné, podle všeho, vytvořit jednu všezahrnující perspektivu.

Giere se svou koncepcí realismu perspektiv snaží konkurovat na jedné straně naivnímu objektivnímu realismu, který pojímá svět jako ohraničenou množinu entit s pevně danými a popsitelnými vlastnostmi, a na straně druhé ontologicky vyhocenému sociálnímu konstruktivismu, který vědecké entity chápe jako zcela určené sociálními faktory (tj. interakcí vědců apod.) (Giere, 2006, s. 5–6).

Pluralismus Cartwrightové, konstruktivní empirismus Fraassena, stejně jako Gierův perspektivní realismus představují, pro pragmatickou filosofii vědy charakteristický, příklon ke koncepci vědy, která nestaví na důležitosti jednoty její struktury a koherenci jejích pojmů, ale na shodě a kooperaci účelů vědeckého bádání. Věda je primárně lidský výtvar, který slouží reprezentaci komplexního/pestrého světa za účelem tvorby užitečných vědeckých aplikací. Vědecké teorii můžeme nejlépe porozumět, když se zaměříme právě na tento její pragmatický rozměr, což samozřejmě opět jen rozšiřuje, ale v žádném případě neruší, původní syntaktickou a sémantickou koncepci vědeckých teorií.

3.11 Modelové pojetí vědeckých teorií

Syntaktické pojetí pokládá vědecké teorie za axiomatizované systémy, v nichž z množiny axiomů/postulátů (principů) můžeme dedukovat testovatelné teorémy. Hypoteticko-deduktivní metoda testování je pak prováděna se současnou možností bránit teorie před falsifikací pomocnými hypotézami. Pro sémantické pojetí jsou teorie množinami modelů a hypotéz, které tyto modely usouvztažňují s reálným systémem. Modely jsou pravdivé z definice a úkolem je pouze nalézt vhodný vztah, který zakládá reprezentační potenciál modelu (izomorfie, podobnost ad.).

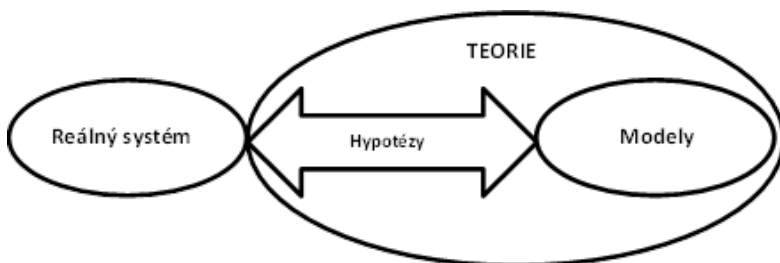
Syntaktické i sémantické pojetí vědeckých teorií sdílí několik nevyřešených problémů, které jsou pro jejich koncizní vymezení neopominutelné. První problém se týká povahy vědeckých zákonů, které konstituují axiomy, respektive modely teorie. Syntaktické pojetí může jejich pravdivost zakotvit pouze skrze zavedení koncepce přírodního zákona, k němuž se vědecké zákony aproximačně přibližují, ale tím se vydává všanc spekulativnímu vyznění realistické filosofie vědy. V sémantickém pojetí se důležitost vědeckých zákonů zastírá, ale pouhé instrumentalistické interpretace budou těžko slučitelné s faktem úspěšnosti a rostoucí přesnosti používaných modelů (Rosenberg, 2005, s. 102).

Další problém s prvním úzce souvisí a týká se teorie pravdy, se kterým to které pojetí pracuje. Pro syntaktické pojetí je přípustné koherenční pojetí pravdy, které ovšem nedokáže naplnit podmínky pro tvorbu validního D-N modelu vědeckého vysvětlení. Korespondenční pojetí pravdy je příliš robustní a zavazuje syntaktického filosofa vědy k zastávání realismu. Zastávce sémantického pojetí teorií nahrazuje pravdivost koncepcí izomorfie (nebo podobnosti), ale vztah izomorfie se ukázal být příliš striktním, zatímco vztah podobnosti naopak příliš vágním (Rosenberg, 2005, s. 102).

Poslední problém spočívá v koncepci teoretických termínů, které představují, jak jsme viděli, nesnáz pro syntaktické pojetí, ale uspokojivě není tato otázka vyřešena ani v sémantickém pojetí. Sémantický filosof vědy sice nemusí řešit potíž s ontologickou povahou teoretických entit, ty jsou pro něj prostě abstraktními entitami, podobně jako matematické entity, které svůj význam získávají až při konkretizaci v reprezentacích, ale při rozlišování teoretických

a observačních termínů selhává stejně jako syntaktický filosof vědy (Rosenberg, 2005, s. 101–102).

Modelové pojetí vědeckých teorií v zásadě přijímá základní koncepci sémantického pojetí, někdy jsou dokonce sémantické a modelové pojetí teorií používána jako synonyma. Můžeme je rámcově popsat stejným schématem jako sémantické pojetí:



Teorie jsou stále pojímány jako množiny modelů, které jsou skrze hypotézy vztahovány k reálným systémům, které reprezentují. To, co je pro modelové pojetí specifické, je právě jeho pragmatický charakter. Modely jsou prostředky, které vědci užívají za určitým účelem. A modely jsou prostředky, které ve většině případů slouží konkrétním účelům. Tudiž v centru zájmu pragmatického pojetí teorií již není samotný vztah reprezentace, který byl tak pečlivě, a ne zcela úspěšně zkoumán v sémantickém pojetí, ale akt reprezentování, který provádí nějaký typ jednatele.

Dalším pragmatickým specifíkem je to, že modely nejsou nahlíženy exkluzivně jako abstraktní struktury, které vykazují nějaký typ izomorfie s nějak definovaným systémem, ale jako konkrétní realizace těchto abstraktních modelů, které teprve mají pro provoz a aplikaci vědecké teorie význam. Proto jsou například pro Giera důležitější materiálně realizované modely, jako je Watsonův–Crickův model DNA, než abstraktní modely typu Feynmanova alternativního modelu gravitační interakce. Pro řadu pragmatických filosofů vědy se stává důležitým odlišení jednotlivých druhů abstraktních a konkrétních/reprezentativních modelů, stejně jako typologie a specifikace modelů napříč jednotlivými vědeckými disciplínami.

Nahlíženo perspektivou syntaktického a sémantického pojetí se ale v zásadě v pragmatickém přístupu modelového pojetí jedná o rezignaci na vyřešení tří problémů, které jsme vymezili výše. Například, jak ještě podrobněji uvidíme níže, Giere pokládá koncept vědeckého zákona za nadbytečný (odtud název jeho nejznámější knihy *Science without Laws*). Vztah reprezentace považuje za neproblematický, hovoří prostě o podobnosti modelu a reálného systému a teorii pravdy za zbytečnou, je typickým deflacionistou. Vymezení teoretických termínů vůči observačním si v podstatě nevšímá, protože pro něj, vzhledem k přehlížení explanační úlohy vědeckých teorií, nehraje tato distinkce zásadní roli.

V Gierově koncepci je ve vztahu k odmítnutí pravdivosti a izomorfie důležité vysvětlit, že jsou pro něj nadbytečné, protože vztah reprezentace mezi modelem a reálným systémem pro něj není lingvistickou záležitostí vztahu dvou vět, popisujících model a popisujících reálný systém. Giera nezajímá reprezentace jako dvoumístný vztah jazykové entity a světa, jež mají izomorfní strukturu. Tuto představu vyjadřuje Giere následovně (Giere, 2004, s. 743):

V používá **M** k reprezentování **S** za účelem **U**.

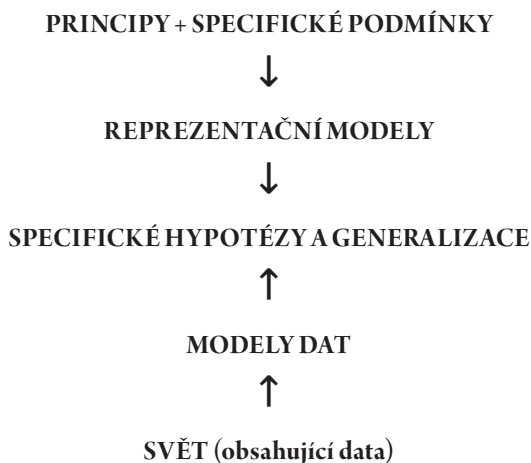
Kde **V** představuje vědce nebo vědeckou komunitu, **M** používaný model a **S** reálný systém (svět).

Giera zajímá samotná praxe reprezentování skutečnosti, kde model je prostě podobný (*similar*) reálnému systému nebo je vhodný (*fit*) pro reprezentování tohoto systému. Prohlásit pak ještě hypotézu o podobnosti a vhodnosti modelu pro reprezentaci daného systému za pravdivou je podle Giera naprosto nadbytečné.

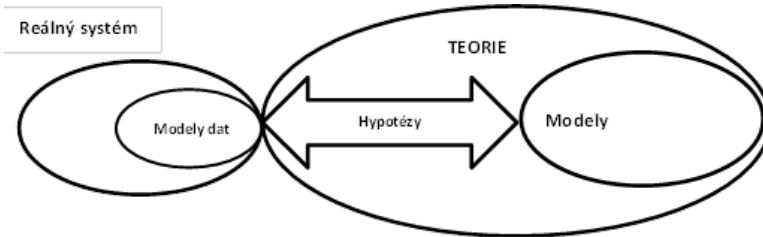
V otázce povahy vědeckých zákonů Giere v duchu pozice Cartwrightové převrací tradiční perspektivu. Nejde o hledání striktních zákonů, které by byly prosté nutnosti kalkulovat s *ceteris paribus* klauzulemi, o hledání fundamentálních a pravdivých vědeckých zákonů. Zákony jsou pro Giera prostě v zásadě nepravdivé idealizace, jsou to jen abstraktní principy, které činí „pravdivými“, v pragmatickém smyslu, až jejich konkretizace v reprezentačních modelech (Giere, 1999, s. 94).

Z pragmatického hlediska můžeme pro jakýkoliv vědecký zákon vždy vymezit oblast, kde přestává platit a ke slovu musí přijít aplikace jiné teorie nebo drastická úprava stávajícího zákona. Navíc je běžnou praxí používat méně fundamentální teorie, o nichž z realistického hlediska víme, že jsou nepravdivé, ale přitom jsou stále velmi užitečné. Nemusí se přitom jednat jen o klasické příklady stálé aplikovatelnosti Newtonovy teorie pro běžná astronomická měření, ale i o složitější případy, kdy je aplikace fundamentálnější teorie nemožná, prakticky nebo i principiálně, jako je tomu například v teorii dynamických systémů (teorii chaosu).

Koncepci vědeckého zákona nahrazuje Giere koncepcí vědeckých principů, nemluví proto například o Newtonových mechanických zákonech, ale o mechanických principech. Principy jsou pravidly, vynalezenými lidmi, které slouží k budování modelů, které jsou pak užívány k reprezentaci zvolených aspektů reálných systémů. O povaze těchto principů budeme ještě podrobněji pojednávat níže, nyní si můžeme shrnout Gierovu koncepci modelového pojetí teorií schematicky, jak navrhuje sám Giere (Giere, 2006, s. 61):



Pokud rozvineme naše schéma sémantického pojetí teorií, můžeme vyjádřit názorněji také takto:



Vědci generují modely prostřednictvím užití principů v kombinaci se specifickými podmínkami. Aby mohli vztáhnout tyto modely jako reprezentace na reálný svět, vytvářejí hypotézy, které určují, nakolik je daný model jako reprezentace daného aspektu světa vhodný. Modely nejsou vztahovány k světu per se, ale k modelům dat, které jsou generovány různými technikami zpracování výsledků pozorování a experimentů.

Zaměříme se nyní na jednotlivé prvky Gierova modelového pojetí teorií podrobněji. Nejprve je třeba vyjasnit, jak Giere rozumí generování modelů pomocí principů. Principy Giere chápe jako abstraktní obecná pravidla, někdy o nich mluví jako o nejabstraktnějších modelech, kterými disponuje vědec, obecně kognitivní agent, při tvorbě specifictějších, ale stále abstraktních modelů. Principy vždy vyjadřujeme v nějakém jazyce (přirozeném, matematickém ad.), ale důležité je nezaměňovat toto jazykové vyjádření, tj. větu popisující princip, s tímto abstraktním objektem samotným, jinak opět upadneme do neřešitelných problémů sémantického pojetí. Každý princip může být vyjádřen mnoha odlišnými jazykovými způsoby. Principy nejsou také pojímány jako ryze formální matematické objekty vyjádřené rovnicemi, kognitivním agentem jsou v principech formální objekty vždy už nějakým způsobem interpretovány (Giere, 2006, s. 62).

Princip je činný jako obecný vzor pro konstrukci více specifických abstraktních modelů, a to tak, že se do principů zakomponují specifické podmínky. Principy doplněné o specifické podmínky ovšem samy ještě nestačí k vyjádření vztahu k empirii. Proto se v následujícím kroku vytváří maximálně specifický, ale stále abstraktní model, který každý důležitý rys modelu identifikuje s určitým aspektem reálného systému (Giere, 2006, s. 62).

Reprezentační modely Giere popisuje jako přizpůsobivé materiální realizace maximálně specifických abstraktních modelů. Reprezentování sjednává vědec tím, že použije reprezentační model, reprezentování není dáno modelem samotným, to bychom opět upadli do osidel sémantického pojetí. Vědec vybere určité aspekty modelu, které pak prohlásí za v určitém ohledu podobné (a vhodné) rysům zkoumaného reálného systému (Giere, 2006, s. 64).

K použití reprezentačního modelu je potřeba splnit dvě podmínky:

1. vybrat vhodné znaky podobnosti
2. mít rozumnou představu o tom, jak velká shoda může být očekávána.

Gierův oblíbený příklad, který dokládá, že k deskripci reprezentování reality modelem nepotřebujeme specifikovat obecnou míru podobnosti (general measure of similarity) mezi modely a reálným systémem, je Watsonův a Crickův model struktury DNA. To, zda je model dostatečně podobný danému aspektu reality, závisí na kontextu a na míře přesnosti, kterou vyžadujeme při daném vědeckém popisu (Giere, 2004, s. 748–751).

Pro Giere je zjištění, že nemohou existovat přesné modely, velmi důležité, jakkoliv se zdá být triviálním. Každý model dokáže reprezentovat pouze určité části reality, a tak se vždy může stát, že se ukáže jako nevhodný, když se projeví kauzální vliv zanedbaných rysů reálného systému (idealizace) na reprezentované aspekty reálného systému. Toto zjištění Giere ještě stupňuje, neboť dokonce i v tom případě, že bychom disponovali bezvadným modelem, experimentálně bychom to nemohli ověřit, protože každý experiment je zatížen svou vlastní mírou chyby.

Statistické zpracování dat

Problém vhodného statistického zpracování dat se výrazně projevuje v teorii dynamických systémů. Výše jsme viděli, jak jsou některé dynamické systémy citlivě závislé na počátečních podmínkách, stejně tak jsou ovšem tyto systémy závislé na volbě vhodného výpočetního algoritmu. Až do poloviny

90. let nebylo zcela jasné, zda není predikční neschopnost dána prostě nevhodností výpočetních algoritmů užívaných počítači. V současné době je konstatováno, že výpočetní algoritmy implementované ve vhodném výpočetním softwaru, který musí splňovat tzv. stínové lemma, přesto nezabrání vzniku predikční beznadějnosti, čili predikční omezení nejsou záležitostí chybných algoritmů.

Obecně je třeba velmi opatrně přistupovat k tomu, co je nám předkládáno jako empirická data. Je třeba mít na paměti, že to, co na první pohled sugeruje představu empirické danosti, je ve skutečnosti výsledkem komplexního statistického zpracování a cesta od samotné empirické evidence k výslednému datu je velmi spletitá. Ať už se jedná o výsledky detekce Higgsova bosonu v LHC nebo o záznamy sekvencí bází v genomové bance.

Srov. Radder, Hans (ed.): *The Philosophy of Scientific Experimentation* (2003).

Běžně se reprezentační modely nesrovnávají přímo se světem, ale s modely dat. Prozaickým důvodem je nutnost statistického zpracování výsledků pozorování a experimentů. Používání modelů dat s sebou nese předpoklad, že rozdíl mezi skutečným stavem reálného systému a statisticky ošetřenými výsledky experimentů je zanedbatelný, respektive, že chyby mohou být vhodnými procedurami ošetřeny.

Gierovými oblíbenými příklady jsou modely odvozené z principů Newtonovy mechaniky (princip setrvačnosti, princip síly a princip akce a reakce). Klasické mechanické modely, vytvořené na základě Newtonových mechanických principů, dělí Giere na modely konzervativní a nekonzervativní. Pro konzervativní modely platí princip zachování energie (např. matematické kyvadlo bez tlumící síly a disipace energie), pro nekonzervativní tento princip neplatí (např. méně idealizované modely fyzického kyvadla). Modely dále dělí podle druhu síly, která je příčinou pohybu. Rozlišuje (Giere, 1999, s. 110):

1. modely s konstantní silou $F = k$, které popisují přímočaré pohyby (např. modely volného pádu a nakloněné roviny)

2. modely s lineárně se měnící silou $F = kx$, které popisují harmonické pohyby (modely mechanických oscilátorů)
3. modely se silou, která klesá se čtvercem vzdálenosti $F = \frac{k}{x^2}$, které popisují orbitální pohyby (modely kruhové a eliptické orbity)

Gierovým nejoblíbenějším modelem je mechanický oscilátor:

$$F = -kx,$$

kde x vyjadřuje vzdálenost hmotného bodu od rovnovážné polohy a k je parametr.

Jednotlivé relevantní části modelu můžeme vztáhnout k relevantním aspektům popisované reality. Tak vzdálenost hmotného bodu od rovnovážné polohy x můžeme identifikovat s délkou protažení pružiny a parametr k můžeme identifikovat s tuhostí pružiny. Hypotéza vyjadřuje odůvodnění vytvoření těchto identifikací. Tvrzení o reálném systému mají pak následující podobu: skutečný systém je podobný modelu, tj. například kyvadlo s malou amplitudou je podobné harmonickému oscilátoru. Takováto tvrzení pokládá Giera za teoretické hypotézy, které vždy obsahují upřesnění, v jakých ohledech a do jaké míry je podobnost oprávněná.

Modelové pojetí teorií můžeme v jeho přímočaře pragmatické variantě, jíž je koncepce Ronalda Giera, pokládat za úspěšné řešení otázky po povaze vědeckých teorií. Teorie jsou množiny modelů, které vědci tvoří konkretizací abstraktních principů a hypotéz, které stanovují kritéria podobnosti modelů a aspektů reality a vhodně modely aplikují jako reprezentace reálných systémů. Hypotézy jsou vlastně jen sady kurzorických interpretací podobnosti (a vhodnosti) modelu a světa. Toto operacionální pojetí hypotéz vlastně pouze tvrdí, že věty vyjadřující hypotézy hovoří o mechanické proceduře vyhledávání podobnosti. Tato mechanická procedura je samozřejmě doprovázena procesem tvůrčího vyjasňování vztahu modelu ke světu, ale klíčová je jen a pouze mechanická procedura samotná.

Takové pojetí hypotéz nám samozřejmě nemusí vadit, konec konců je to pohled, který například Giera vede k naturalizovanému přístupu k lidské kognici a je v duchu dalšího provazování epistemologie a filosofie vědy s výpočetními

a kognitivními vědami. Na druhou stranu jistě vidíme, jak v této pragmatické variantě pojetí vědecké teorie zcela ztrácí smysl tradiční otázky filosofie vědy, které se týkají vědeckého vysvětlení a testování teorií. Hypotéza byla tradičně pojímána jako zárodečná teorie, která může být prověřována (konfirmována, falsifikována) a která vysvětluje pozorované události. Tuto vysvětlující úlohu nyní ani jednotlivé hypotézy, ani teorie jako celky nemohou naplnit. V modelovém pojetí vědeckých teorií je věda chápána jako popisná, nikoliv vysvětlující aktivita.

V tomto tradičním duchu kritizuje modelové pojetí teorií Peter Smith, když se snaží odpovědět na otázku, jak si konkrétně zastánci modelového pojetí teorií představují používání reprezentačních modelů. Tvrdí, že koncepce podobnosti je velmi vágní, akceptovat ji můžeme pouze v triviálním pragmatickém smyslu, ale pokud chceme rozvinout její sofistikovanou sémantickou podobu, jednoduchá řešení se zhroutí. Pragmatické řešení nám sice může stačit, ale přísně vzato toto řešení znamená rezignaci na rozvíjení projektu filosofie vědy. Proto Smith navrhuje nahradit vágní koncept podobnosti koncepcí aproximativní pravdivosti (jak jsme viděli výše), a tím podporuje stále živou syntaktickou a sémantickou tradici filosofie vědy (Smith, 1998, s. 273).

3.12 Modelově dynamické pojetí vědeckých teorií

Modelové pojetí vědeckých teorií, dovedené Gierem do saturované podoby zhruba na přelomu století, zanechalo k dalšímu zkoumání celou řadu nedořešených otázek. Jedná se především o nejasné odlišení principů a modelů, přesnější specifikování různých variant modelů, především modelů jako abstraktních objektů a aplikace modelového pojetí vědeckých teorií na rozsáhlejší množství vědeckých teorií než je Gierem preferovaná Newtonova mechanika.

Zkoumání tří uvedených problémů nás přivede k vybudování nové koncepce modelového pojetí vědeckých teorií, která z dynamiky vzájemných vztahů a proměn modelů vyvozuje konceptuální rámec pro racionální rekonstrukci vzniku vědecké teorie a jejího vývoje, tj. přechodu mezi teoriemi. Modelově dynamické pojetí vědeckých teorií tak provazuje dvě tematiky filosofie vědy – otázky po struktuře vědeckých teorií se snoubí s odhalováním podmínek pro možnost vzniku a vývoje vědeckých teorií.

Pro Giera jsou principy především pravidly, která slouží ke konstrukci re-
prezentačních modelů. S tím můžeme jednoduše souhlasit, jako s částí pravdy,
ale potřebujeme doplnit popis toho, jakým způsobem jsou principy a modely
spojeny. Nemůžeme si totiž věc představovat jako pouze jednosměrnou vazbu
od abstraktního pravidla k jeho materiální implementaci. V takto zhrublé prag-
matické variantě pojetí vědeckých teorií bychom totiž zůstávali u, jak už jsme
výše uvedli, pouhé mechanické procedury kopírování strukturních rysů na zá-
kladě podobnosti.

Modelově dynamická koncepce pojetí vědeckých teorií tak nereaguje na
tradiční otázky po zákonech, teorii pravdy a teoretických termínech syntaktické
a sémantické filosofie vědy pragmatickou odpovědí, která znamená rezignaci
(popř. bagatelizaci) na řešení těchto problémů. Modelově dynamické pojetí teo-
rií ponechává kontextu justifikace vědecké teorie jeho tradiční prostor tam, kde
jej Gierovo pojetí marginalizuje. Modelově dynamické pojetí teorií se totiž sou-
střeďuje na opomíjenou oblast kontextu soutěžení (context of pursuit).

Koncept soutěžení zavádí Stephen Kellert v knize *Borrowed Knowledge*
jako přechodové pásmo mezi kontextem objevu a kontextem justifikace, kde do-
chází k soutěžení mezi alternativními modely a zárodečnými teoriemi (Kellert,
2001, s. S465). Tam, kde je kontext justifikace záležitostí logiky vědeckého
zkoumání a kontext objevu naopak záležitostí empirického zkoumání psycho-
logie, sociologie a historiografie vědy, tam je kontext soutěžení alternativních
modelů přístupný racionální rekonstrukci. Umožňuje koncipovat obecný, na
psychologii, sociologii a historiografii nezávislý mechanismus vzniku a vývoje
vědeckých teorií.

Crossdisciplinarita

Základní charakteristikou crossdisciplinarit je vypůjčování pojmů (con-
ceptual borrowing), a proto hovoří Kellert v souvislosti s crossdisciplinaritou
o vypůjčeném vědění (borrowed knowledge). Pojmové vypůjčky se mohou
uskutečňovat dvojím způsobem. V prvním případě se jedná o pojmové obo-
hacení již existující disciplíny (např. teorie chaosu v literární vědě), které

přináší: dotvoření nějaké existující teorie, nebo vznik teorie nové. V druhém případě vyústí výpůjčka celých inferenčních schémat ke vzniku nové disciplíny (např. memetika), která buď nedokáže tato schémata plodně rozvinout a zanikne, nebo se etabluje jako samostatné nové pole výzkumu.

Konceptuální výpůjčky přinášejí několik závažných úskalí, která v mnoha případech vedly k tomu, že se výpůjčky ukázaly jako jalové a že nově konstituované disciplíny z těchto důvodů rychle zanikly:

Prvním úskalím je podle Kellerta zvolení nevhodného zdroje výpůjčky (viz níže memetika). Nevhodnost spočívá v unáhleném hypostazování pouze zdánlivé podobnosti. Druhým závažným úskalím pojmových výpůjček je přílišná flexibilita pojmu. Problém zde spočívá v nemožnosti přenést pojem se všemi podstatnými náležitostmi. V praxi to většinou znamená přílišné přizpůsobování vědecké terminologie. Posledním úskalím jsou chybné inference. Problém tak leží v chybném přenášení celých inferenčních schémat. Pokud je přenesena celá inferenční struktura, pak se velmi rychle ukáže, zda bylo přenesení pojmu pouze metaforickou výpůjčkou. Upravit totiž celé schéma není už tak snadné jako v případě jednotlivého pojmu. Změna kontextu tak rychle indikuje nevhodnost výpůjčky.

Vzato pozitivně by ale mohlo být toto úskalí přeměněno v prubířský kámen vhodnosti konceptuálních výpůjček. Pokud je totiž autor výpůjčky důsledný a nesnaží se ad hoc upravovat cílovou oblast tak, aby byla výpůjčka úspěšná, může používat přenášení inferenčních schémat jako základní metateoretickou maximu:

Jestliže budeš crossdisciplinární vazbu, přenášej vždy celá inferenční schémata, a nikoliv pouze izolované pojmy.

Pokud se ukazuje, že funkční přenesení inferenčních schémat není možné, protože propojení v cílové oblasti generuje nutnost trivializace schématu, metaforické zkratky schématu nebo inflace pojmů zdrojové oblasti do cílové oblasti, pak soudný badatel pojmovou výpůjčku neučiní.

Srov. Kellert, Stephen: *Borrowed Knowledge* (2008)

Při tvorbě modelů se nejedná o prosté zrcadlení nebo přenášení struktury principů do modelů. Principy jsou abstraktní entity popsatelné ve formálním jazyce, které tvoří bázi dané domény zkoumání té které disciplíny (např. princip kvantování energie, princip stálé rychlosti světla ad.). Principy samostatně nereferují k aktuálním stavům systému. Modely jsou nosiče principů, tj. princip je předpis, na základě jehož splnění vzniká model, který s principem nesdílí přísnou strukturní podobnost. Přejchod od principů k modelům spíše odpovídá tvůrčí implementaci principů do modelu, která se vyznačuje velkou mírou variability a redundance.

Toto pojetí vědeckých teorií tedy ještě více vyzdvihuje důležitost modelů. Protože nejde jen o to, že model slouží k reprezentaci reálného systému tam, kde není možné použít příliš abstraktní principy, ale také o to, že samotná pojmová výstavba teorie není možná bez artikulace principů nějakým modelem. Při výstavbě teorie, při konfrontaci různých variant teorie, nemanipulují vědci přímo s principy, ale srovnávají různé modely, které jim pomáhají principy artikulovat.

Podobně jako u Giera nejsou modely pojaty jako matematické a logické formální struktury. Jsou to samostatně operabilní entity, které zakládají organizační prvky kognitivního systému přístupného kognitivním agentům. Modely vyjadřují ontologické závazky vznikajících teorií a představují základní elementy, které interpretují empirickou bázi.

Můžeme rozlišit celou řadu různých typů abstraktních modelů, které jsou pro konstituci modelově dynamického pojetí vědeckých teorií důležité, ale mezi všemi jsou nejdůležitější dva základní typy: primitivní modely a doménově specifické modely. Kromě toho hrají v tomto pojetí teorií doplňkovou roli také reprezentační modely, které hrají centrální úlohu v Gierově pragmatickém pojetí. Reprezentační modely jsou konkrétními materiálními realizacemi abstraktních modelů. Jako empiricky závislé reprezentace známé množiny jevů obsahují senzorio-motorickou zkušenost.

Primitivní modely představují implicitní neodmyslitelný základ struktury každé teorie. Jsou neutrální, to znamená, že jsou bez vztahu k nějaké konkrétní doméně zkoumání, a jsou invariantní, to znamená, že souvisí se základními kognitivními strukturami racionality daného typu a takto jsou možná vysvětlitelné

kognitivní vědou (popř. kognitivní lingvistikou). Jako takové jsou samostatně netestovatelné a nepostačují pro vytvoření saturovaného klastru modelů. Jako příklady primitivních modelů můžeme uvést tradiční duální kvality: diskrétní/spojitý, substanční/relační, konečný/nekonečný, vratný/nevratný ad.

Doménově specifické modely jsou abstraktními entitami, které jsou typicky popsateľné v nějakém formálním nejčastěji matematickém jazyce. Jsou charakteristické pro danou doménu zkoumání té které vědecké disciplíny. Jsou kontingentní, to znamená, že tvoří provizorní prostředky, které nejsou nutně odvozené z primitivních modelů. Doménově specifické modely slouží jako vehikly principů, které nejsou při tvorbě teorie primárně samostatně vymezitelné. Jako reprezentace reálných stavů systému jsou empiricky závislé a testovatelné. Ve vhodné konstelaci jsou postačující pro vytvoření saturovaného klastru modelů. Konkrétní příklady si uvedeme níže.

Modely mohou poukazovat na aspekty vznikající teorie, které z principů samotných nemohou být vyvozeny. Zároveň může při střetávání mezi alternativními modely docházet k neshodám, zda daný model splňuje principy, nebo naopak zda nevytváří závazek, který z původních principů nevyplýval. Množina principů může být ve většině případů získána v definitivní podobě až tehdy, jsou-li k dispozici funkční modely. To znamená, že funkční modely předchází axiomatizovanou sadu principů.

Souhrnně můžeme tedy prohlásit, že:

1. Základními prvky teorie jsou modely, které slouží jako nosiče principů – principy stanovují jen základní pravidla výstavby modelu.
2. Modely hrají rozhodující roli také při pojmové výstavbě teorie.
3. Modely artikulací principů odhalují poznatky a zároveň vytvářejí závazky, které ze samotných principů neplynou.
4. Principy mohou být někdy souhrnně definovány až poté, co existuje odpovídající množina modelů.

Takto načrtnutý systém modelově dynamického pojetí vědeckých teorií umožňuje koncipovat mechanismus vzniku a vývoje vědeckých teorií, který

překonává relativistické koncepce odvozené od Kuhna a jeho následovníků a současně se nemusí opírat o sociologii a historiografii vědy. Tomuto mechanismu se budeme věnovat v kapitole věnované vývoji vědeckých teorií v pragmatice filosofie vědy.

3.2 VĚDECKÉ VYSVĚTLENÍ

Petr se narodí v rodině univerzitního profesora v roce 2025 v jednom americkém státě. Vystuduje lékařské inženýrství, pracuje pro významnou korporaci a směle rozvíjí nové medicínské technologie. Ve svém volném čase je Petr vášnivým stoupencem teorií multiverza, které se mu spojují s jeho náboženskou inklinací k jistým novým křesťanským sektám, v nichž Kristovo vtělení nastalo v nekonečně mnoha instancích, které dohromady vytvářejí transmultiverzový hyperobjekt jménem Kosmický Kristus. Petr vášnivě svými penězi podporuje aktivity americké vlády za přísné omezení primárního výzkumu, stejně jako příliš nákladných vědeckých projektů, které neslibují zúročení v dohledné době, respektive nejsou schopny horizont aplikací vůbec poskytnout. V průběhu Petrova života je zcela ukončena činnost NASA, vesmírný let na Mars v roce 2033 byl posledním drahým a neúspěšným pokusem lidstva opustit své rodné hnízdo.

Zkusme si představit budoucnost vědy v naší otevřené západní společnosti. Možná se zachová ideál vědeckého vysvětlení, které má punc jedné z nejprestížnějších společenských činností. Možná bude ale budoucnost podobná spíše světu Telurie Vladimira Sorokina, v němž vědecká vysvětlení fungují bok po boku s vysvětleními alternativními, odvozenými z různých druhů ideologií, náboženských představ, spekulativních filosoficko-náboženských systémů atp. Svým způsobem už takto neformálně naše civilizace funguje díky dědictví postmoderny. Stále ale ještě setrvačností přežívá představa o jednotící úloze vědecké činnosti. Stále si ještě dokážeme uvědomit, že je rozdíl mezi homeopatickou léčbou, kterou ovšem jako vstřícní a tolerantní lidé neodmítáme a léčbou na lékařské klinice, protože za lékaři vidíme roky strávené drilem vědecké přípravy na univerzitách, zatímco za homeopatickou účinností spíše vnímáme osobní

intuitivní dovednosti konkrétních osob, které by ovšem v systematizované podobě nemohly medicíně konkurovat.

Budoucnost ovšem není věcí jistou, scénář načrtnutý výše se může vyplnit, a to už proto, že humanitní a sociální vědy, které by měly být zdrojem normativity, v této své úloze selhávají. Neukazují, jaká by společnost měla být, co je kýženým ideálem, ale v lepším případě jsou nesourodým pokusem o popis nepřehledné sociální reality, v jejíž jednotu sociální vědci sami nevěří, čímž zaměňují konkrétní stav vývoje společnosti s normativním očekáváním. Ruku v ruce s tím může proběhnout nivelizace vzdělávání, které především v přírodních vědách opustí většinou koncepci odhalování příčin jevů a vytvoření jednotného pohledu na základní koncepci dané disciplíny a nahradí ji povšechným přehledem terminologie několika vzorových příkladů a plně se soustředí na oblast aplikací.

Teorie nevzdělanosti

Přílišné zdůrazňování schopnosti aplikovat poznání a zanedbávání schopnosti vysvětlovat kritizuje Konrad Liessmann v knize *Teorie nevzdělanosti* (česky 2008). Tuto tendenci vidíme jasně vzrústat jako důsledek povahy současné společnosti, která si žádá specialistů na různorodé činnosti, ale nenachází dostatečný prostor pro propagaci a zachování obecných znalostí, které konstituují určitou univerzální normu vědění. Ačkoliv by tedy vzdělávání mělo respektovat současnou povahu společnosti a zprostředkovat znalosti, které se vážou na každodenní život mezi technologiemi, nemělo by rezignovat na ideál univerzálně vzdělaného člověka.

Liessmannův pohled v zásadě koresponduje s názorem Davida Deutsche, který upozorňuje na to, že schopnost vysvětlovat je tou nejdůležitější složkou vědy. Predikce, stejně jako praktické aplikace samy nezaručí, že se vědecký pokrok bude zachovávat.

Srov. Liessmann, Konrad: *Teorie nevzdělanosti* (2008), Deutsch, David: *The Beginning of Infinity* (2011).

A pak už nebude problémem na jedné straně úspěšně používat technické novinky nebo je třeba i vytvářet, pravděpodobně ale pouze ve vybraných úzce

specializovaných oblastech, protože i technický vývoj se bude v následku proměny vzdělávání zpomalovat, a na straně druhé vyznávat celou řadu přesvědčení, která jsou s normativitou vědeckého vysvětlení neslučitelná. Tak se vytvoří společnost magického realismu, v níž lety na Mars budou probíhat jako soutěž různých reality show, a podobně jako na Velikonočním ostrově zanechá po sobě naše civilizace asi jen pozůstatky marketingových válek.

Futurologie je ošidná, a tak musíme brát předchozí poněkud apokalyptickou vizi s rezervou. Každopádně ale platí, že pro uchování vědeckého charakteru naší civilizace je potřebné uchovat koncepci vědeckého vysvětlení jako nejlepšího způsobu odpovídání na otázky po povaze jevů, které nás obklopují. Úspěšnost technických aplikací sama o sobě nestačí, je potřeba se držet také konceptuálního systému vědecké teorie, o kterém jsme přesvědčeni, že poskytuje vysvětlení.

V pragmatické filosofii vědy se koncepce vědeckého vysvětlení poněkud rozmělnila do množství variant. Viděli jsme, že pro některá pojetí vědeckých teorií se smysl vědeckého vysvětlení zcela vytrácí, věda prostě jenom popisuje úspěšnost používaných modelů. Tato situace je do značné míry pochopitelná, protože jsme viděli úskali pojetí vědeckého vysvětlení v syntaktické a sémantické filosofii vědy. Viděli jsme problematiku uchopování konceptu vědeckého zákona, stále se vracející potíže s kauzální povahou vysvětlení, nutnost používat *ceteris paribus* klauzule, marnou snahu nalézt striktní zákony apod.

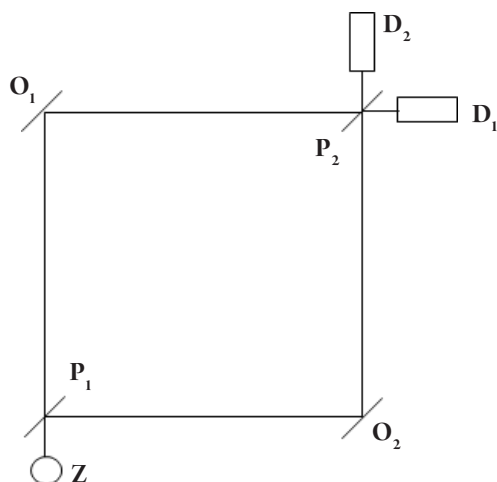
Jako v předchozích případech, tak také pro oblast vědeckého vysvětlení platí, že se v pragmatické filosofii vědy pokračuje i s rozvojem klasických koncepcí vysvětlení z předchozích dekad. Faktem ale zůstává, že vlastní nové přístupy jsou spíše než řešením předchozích problémů pokusy o jejich nahrazení prostřednictvím zvolení pragmatického kritéria. Takto například Fraassen poskytuje řešení některých protipříkladů deduktivně-nomologického modelu vysvětlení, ale toto řešení, z pragmatické perspektivy, nebude dostačující pro ty filozofy, kteří vnímají vědecké vysvětlení jako fundamentálně spjaté s koncepcí vědeckého zákona a kauzality.

Vysvětlení může být velmi komplikovanou procedurou. Je jasné, že přechod od konkrétního jevu/výsledku experimentu k aplikaci zákonů a konstrukci modelu vysvětlení představuje dlouhé úsilí a zahrnuje množství kroků.

Od ošetření výsledků vhodnou statistickou metodou, ošetření výsledku počítačového zpracování výsledků a konstrukce modelu dat, přes aplikaci vhodného modelu, který spojíme s experimentálními výsledky řadou pomocných hypotéz, až ke zdůvodnění dané podoby aplikace teoretických principů.

Pro názornost si uvedeme příklad slavného experimentu z oblasti kvantové mechaniky a dvě interpretace jeho výsledků, které obě představují pokusy o konstrukci modelu vysvětlení kvantové teorie. Experiment provádí jednofotonovou interferenci v Machově–Zehnderově detektoru. My se zaměříme na instrumentální vysvětlení opřené o formalismus kvantové mechaniky, tak jak jej představil Pavel Cejnar a Miloslav Dušek (Cejnar, Dušek, 1998) a následně o realistické vysvětlení opřené o koncepci paralelních světů u Davida Deutsche.

Mach–Zehnderův detektor má následující konstrukci:



kde Z je zdroj fotonů, P_1 a P_2 jsou polopropustná zrcátka, která polovinu dopadnuvších fotonů propustí a druhou polovinu odrazí, O_1 a O_2 jsou odrazná zrcátka a D_1 a D_2 jsou detektory fotonů.

Jednotlivé fotony jsou vyzařovány a šíří se rameny Machova–Zehnderova detektoru, až přes systém odrazných a polopropustných zrcátek dorazí do detektorů, kde jsou zaregistrovány. Nekvantový pohled, pro nějž se fotony prostě

chovají jako klasické částice, očekává, že v detektorech budou fotony rozděleny zhruba, s ohledem na všudypřítomné fluktuace, na polovinu. Reálný výstup experimentu ovšem ukazuje, že veškeré fotony jsou detekovány detektorem D_2 , zatímco detektor D_1 neregistruje žádný foton.

Instrumentalistický přístup k vysvětlení se opírá o pragmatickou výhodnost aplikace matematického formalismu kvantové teorie, v zásadě v duchu slavného hesla „Shut up and calculate.“ Podle tohoto přístupu je nutné popsat foton, jehož původní stav je, psáno Diracovou symbolikou, $|\uparrow\rangle$, po dopadu na polopropustné zrcátko superpozicí dvou, klasicky oddělených, stavů, tj. popisovat foton jakoby se šířil, coby komplexní vlna, oběma rameny detektoru současně (toto ontologizování ovšem nemusí instrumentalista provést):

$$|\psi_1\rangle = |\uparrow\rangle + i|\rightarrow\rangle.$$

Po odrazu na odrazných zrcátkách se stav fotonu opět změní a v superponované podobě bude vypadat následovně:

$$|\psi_2\rangle = -|\uparrow\rangle + i|\rightarrow\rangle.$$

Po interakci s posledním polopropustným zrcátkem bude jednotlivým detektorům odpovídat následující stav:

$$|\psi_{D_1}\rangle = -i|\rightarrow\rangle + i|\rightarrow\rangle = 0,$$

$$|\psi_{D_2}\rangle = -|\uparrow\rangle - |\uparrow\rangle = -2|\uparrow\rangle.$$

Jestliže tedy experiment ústil v detekci fotonů pouze v detektoru D_2 , pak toto instrumentalistické vysvětlení je ve shodě s měřením, stav na detektoru D_1 je $|\psi_{D_1}\rangle = 0$ a stav na detektoru D_2 je $|\psi_{D_2}\rangle = -2|\uparrow\rangle$ (a vhodná interpretace vysvětlí, proč máme navíc ono -2).

Imaginární jednotka

V předchozím příkladu jsme pracovali s vlastností imaginární jednotky $i = \sqrt{-1}$. Při každém otočení směru fotonu o 90° dochází z hlediska otočení

v Gaussově rovině o vynásobení dané složky kvantového stavu imaginární jednotkou. Zbytek lze snadno pochopit, když si uvědomíme, že $i^2 = -1$.
Srov. Cejnar, Pavel, Dušek, Miloslav: Kvantové hlavolamy I.–V. (1998).

Ačkoliv je instrumentalistický popis úsporný a formálně jednoduchý, zdaleka ne všichni kvantoví fyzikové s ním souhlasí. Těžko totiž chápat tento popis výsledků jako plnohodnotné vědecké vysvětlení. Samo odvolání se na formalismus není vysvětlením, a pokud se budeme snažit formálně pragmatický přístup doplnit a interpretovat fyzikálně dění v detektoru, pak jsme vystaveni nejasnostem, které samy žádají vysvětlení. Například co je to komplexní vlna, která odpovídá fotonu, který se šíří současně oběma rameny detektoru? Nebo jak je slučitelné chování této vlny s požadavkem na lokálnost fyzikálních interakcí? Apod.

Vzhledem k neuspokojivosti formalistického instrumentálního přístupu byla vypracována celá řada alternativních vysvětlení zmíněných výsledků měření Machovým–Zehnderovým detektorem. My si zde uvedeme pouze jednu alternativu, která se opírá o koncept mnohasvětové interpretace kvantové mechaniky, kterou rozvinul David Deutsch. Pro Deutsche je totiž schopnost poskytovat vědecké vysvětlení nejdůležitějším znakem správné vědecké teorie. Na rozdíl od úspěšných predikcí není podle něj instrumentalismus schopen skutečnou vysvětlení poskytnout, protože se neptá po určujících principech, které jsou za výsledky měření zodpovědné, ale pouze post hoc stanovuje padnoucí model.

Deutschovu mnohasvětovou koncepci je přísně vzato třeba odlišovat od známější a původní varianty představené Everettem. Deutschovým klíčovým pojmem, který je výzvou všem současným zastáncům metafyziky, je koncept fungibility. Fungibilita značí podle Deutsche nerozlišitelnost objektů s ohledem na všechny jejich vlastnosti s tím, že tyto objekty nejsou jedním objektem. V podstatě se tak Deutsch staví odmítavě k filosofickému tvrzení, že nerozlišitelné objekty musí být identické (identita indiscernabilií), jak tvrdí většinově i současná analytická metafyzika. Důležitou součástí konceptu fungibility je ovšem to, že tyto fungibilní objekty se nenacházejí v prostoru ani čase. Přísně vzato tedy jsou vždy součástí různých vzájemně oddělených vesmírů. Jinak

řečeno, každou částici můžeme tudíž podle Deutsche označit za multiverzový objekt (Deutsch, 2011, s. 311).

Deutschovo vysvětlení výsledků měření Machova–Zehnderova detektoru tudíž stanovuje, že v okamžiku dopadu fotonu na první polopropustné zrcátko se multiverzový objekt foton nachází ve dvou odlišných vesmírech. To, že se foton nachází ve dvou různých světech, nemůžeme prokázat tak, že bychom nějakým způsobem vstoupili do druhého světa, ale až z výsledku měření, kdy díky kvantové interferenci opět foton uniformě přechází do jednoho světa, který je spjat s detektorem. Jinak řečeno, po krátkou dobu se projeví fungibilita fotonu, který jakožto multiverzový objekt existuje ve dvou instancích X a Y. Schematicky znázorněno (Deutsch, 2011, s. 313):

$$X \rightarrow \frac{X}{Y} \rightarrow X,$$

kde první šipka značí rozdělení (split) fotonu do dvou instancí a druhá šipka značí kvantovou interferenci, jejímž výsledkem je opět pouze jedna instance.

Podle Deutsche a řady stoupenců mnohasvětové interpretace kvantové mechaniky představuje pouze tento scénář skutečné vědecké vysvětlení výsledku měření. Samozřejmou výhodou této koncepce je překonání pouhého formálního instrumentalistického popisu, který jsme představili výše. Deutsch představuje koncisní teorii, která popisuje strukturu fyzikální reality, jakkoliv dramaticky nová se nám může zdát. Navíc podle Deutsche představuje právě experiment s detektorem konfirmaci mnohasvětového scénáře kvantové mechaniky. Ačkoliv není možné do paralelních světů přímo vstoupit, na základě kvantové interference, která je obecně velmi vzácná se o nich můžeme dozvědět.

Samozřejmou výhradou je skutečnost, že Deutschovo vysvětlení, které se opírá o realismus, představuje revoluční změnu našeho pojetí fyzikální skutečnosti. Nebudeme zde znovu opakovat všechny výhrady, které jsme vůči realismu postavili výše. Můžeme samozřejmě kritizovat Deutschovu koncepci jako koketování s metafyzikou, nicméně Deutsch se domnívá, že představuje validní, jakkoliv překvapivé, fyzikální koncepty a celou teorii, která je přístupná testům. A faktem zůstává, že zásadní fyzikální objevy s sebou vždy nesly dramatickou změnu naší intuitivní představy o realitě. Vzpomeňme jen revoluční změny spjaté

s teoriemi relativity, které vedly k opuštění tradičních fyzikálních pojmů, které separovaly objekt od jeho umístění v čase a prostoru, a nahrazení koncepty fyzikálních událostí, které jsou spjaty s určitým prostoročasovým intervalem.

Samozřejmě bychom mohli být věrni konstruktivnímu empirismu a odmítat jakékoliv zbytečné úvahy o realitě *per se*, která je nám nepřístupná (viz úvod k této kapitole). Deutsch, jak už jsme několikrát poznamenali, se ovšem domnívá, že jeho koncepce není metafyzickou spekulací, ale testovatelnou vědeckou teorií. Deutschovo pojetí navíc nepracuje s problematickou myšlenkou rozdílných vědeckých zákonů v různých světech, a tak zachovává základní požadavek na uchopitelnost reality vědeckým popisem.

Deutschovo pojetí vědeckých zákonů

1. Vědecké zákony jsou vyjádřitelné v termínech jedině a konečné množiny elementárních operací.
2. Vědecké zákony sdílejí jedno uniformní rozlišení mezi konečnými a nekonečnými operacemi.
3. Predikce mohou být z vědeckých zákonů vypočteny jedním fyzikálním objektem, tj. univerzálním klasickým počítačem (kvantovým počítačem).

Srov. Deutsch, David: *The Beginning of Infinity* (2011)

Díky uvedenému příkladu vidíme, jak komplikované může vědecké vysvětlení být. Jednoduchý syntaktický, ale i sémantický přístup tuto složitost často zastírá jednoduchostí filosofické koncepce. V pragmatické filosofii vědy jsme tak svědky spíše než dalšího upřesňování koncepcí vědeckého vysvětlení, dalšího rozšiřování interpretací povahy vědeckých vysvětlení. Situace se ještě více zkomplikuje, když opustíme relativně bezpečné vody fyziky a všimneme si dalších disciplín, které koncipují přístup k vysvětlení na zcela jiných základech, než předpokládá přírodní věda. Nemůžeme zde sledovat celou pestrou škálu různých přístupů napříč sociálními a humanitními vědami. Namísto toho se zaměříme na dvě univerzální koncepce vědeckých vysvětlení, které se staly v období pragmatické filosofie vědy populární a diskutované.

V sémantické filosofii vědy jsme se věnovali především peripetiím kauzálních vysvětlení. Kromě toho, že by mělo vědecké vysvětlení odkrývat skryté kauzální vztahy, můžeme po něm ovšem požadovat také další úlohy. Vědecké vysvětlení by mělo poskytovat sjednocení (unification) disparátních popisů skutečnosti a také by mělo, respektive v některých případech tak činí, odkazovat k porozumění účelu (purpose), popřípadě cíle (goal) určitých dějů. V prvním případě tak budeme sledovat povahu sjednocení, které vědecké vysvětlení poskytuje, a v druhém případě se zaměříme na problematický status teleologického vysvětlení a jeho mladší varianty – funkcionálního vysvětlení.

3.21 Sjednocující úloha vysvětlení

Zastánci koncepce, která zdůrazňuje sjednocující potenciál vědeckého vysvětlení, posuzují kvalitu vysvětlení podle toho, do jaké míry dokáže to které vysvětlení propojit naše přesvědčení. Mezi hlavní představitele tohoto pojetí patří především Philip Kitcher. Hlavním předpokladem tohoto pojetí je to, že s růstem porozumění světu klesá počet explanantií.

Vysvětlení konstruované vyspělou vědeckou disciplínou běžně propojuje původně naprosto disparátní fenomény, když ukazuje, že jsou tyto fenomény speciálními případy obecnějšího procesu. Takto například Newtonova teorie sjednocovala popis sublunární a supralunární sféry světa. Maxwelllova teorie elektromagnetismu zase propojila v jednom konceptuálním rámci jevy elektrické, magnetické, ale i optické. Nové explanans při sjednocování vždy platí pro velký počet explanand a stará explanantia se ukazují být speciálními případy tohoto nového obecnějšího explanans.

Můžeme se samozřejmě oprávněně ptát, proč by měla být sjednocená sada přesvědčení o světě lepší než sada nejednotná. Odpovědí může být realistický poukaz na jednoduchost světa, který má jednoduchou kauzální strukturu. Alternativní odpovědí může být naopak konstruktivně empirický poukaz na složitost světa, jehož komplexní kauzální struktura, pokud vůbec existuje, je neodkrytelná. A tak unifikace v tomto případě slouží k systematizaci naší zkušenosti.

Ať už se přikloníme k jedné, nebo druhé variantě, at' už jsme externími realisty, nebo konstruktivními empiriky (viz úvod k této kapitole), společným

pojítkem je respektování principu point-of-view invariance. Tento princip bývá také někdy označován jako kosmologický princip, který stanovuje, že vědecké zákony nemohou záviset na partikulárním umístění v prostoru a čase. To znamená, že vědecké zákony nezávisí na specifické perspektivě (point-of-view) pozorovatele. Techničtěji vzato jsou vědecké zákony invarianty určitého druhu transformací nějakého typu stavového prostoru.

Výše jsme se setkali se srovnáním Galileových a Lorentzových transformací a viděli jsme, že postup od Newtonovy teorie přes Maxwellovu teorii k Einsteinově teorii byl přechodem od jednoho typu transformací k druhému. Maxwellovy zákony elektromagnetismu nebyly invariantní podle galileovské transformace, ale jsou invariantní podle lorentzovské transformace.

Pro Victora Stengera je úspěch point-of-view invariance dokladem existence objektivní reality, pro Johna Searla je externí realismus podmínkou inteligibility našich přesvědčení. Když Searlovo transcendentální pojetí rozvineme, můžeme říci, že princip point-of-view invariance (kosmologický princip) je transcendentální podmínkou konceptuální uchopitelnosti/poznatelnosti světa. Vědecké zákony můžeme tedy popsat jako regulativní transcendentální principy.

Fyzikálními zákony, které nejvíce odpovídají koncepci regulativních transcendentálních principů, které umožňují ucelené konceptuální uchopení světa, nazýváme konzervačními principy (zákony zachování). Tyto principy stanovují neměnnost/zachování určitých fyzikálních veličin napříč prostorem a v průběhu času, pro všechny časoprostorové intervaly. Konstituce konzervačních principů je úzce svázána s matematickým pojmem symetrie grupy transformací.

Viděno touto perspektivou je postup fyziky v podstatě už od Galileiho, ale nejpozději od Newtona jedním vědeckým výzkumným programem, který dosahuje až k současnému pohledu na základní strukturu fyzikální reality ve standardním modelu částic a interakcí. V tomto kontinuu teorií nejlépe vidíme fungování principu point-of-view invariance a v jeho důsledku ustavování konzervačních principů fyziky. Tyto principy se postupně konstituují implicitně, jak tomu bylo v případě principů zachování hmotnosti, energie a hybnosti, až se nakonec stanou explicitními, díky matematickému vhledu Emmy Noether

a kromě objevování jejich dalších exemplářů (např. princip zachování elektrického náboje) dochází také k jejich zobecňování.

Vztah konzervačních principů a symetrií se stal zřejmým nejpозději v souvislosti s prací matematicky Emmy Noetherové v průběhu první světové války. Noetherová ukázala, že určité veličiny – nazývané generátory – se při spojitých transformacích časoprostoru zachovávají. Tak se stalo zřejmým to, co bylo implicitně ve fyzice již uplatňováno, a sice to, že zákony zachování jsou konsekvently symetrií času a prostoru.

Noetherová si všímala symetrií eukleidovského prostoru a času. Konkrétně poukázala na tři druhy symetrií a tři jejich generátory. Translační symetrie času zajišťuje, že jsou vědecké zákony invariantní vzhledem k posunutí v čase. Generátorem této symetrie je fyzikální veličina energie, čili konzervační princip energie je konsekventem translační symetrie času. Podobným způsobem lze ukázat, že jsou vědecké zákony invariantní vzhledem k posunutí v prostoru, a tak, že konzervační princip hybnosti je konsekventem translační symetrie prostoru. A nakonec také, že jsou vědecké zákony invariantní vzhledem k otočení (rotaci) v prostoru. A tak je konzervační princip momentu hybnosti konsekventem rotační symetrie prostoru.

Klasické konzervační principy se v průběhu konstituce standardního modelu soudobé fyziky rozrostly a současně provázaly. Mezi ty nejdůležitější další konzervační principy patří princip zachování elektrického náboje, slabého izospinu, barvy kvarku (color charge) ad.

Je čas na konkrétní příklad. Koncepte point-of-view invariance, tedy nezávislosti vědeckých zákonů na transformaci stavového prostoru, respektive jednodušeji na volbě vztažného systému nebo ještě jednodušeji na dané perspektivě pozorovatele, nám hezky ukazuje, proč je například Aristotelova koncepce pohybující síly fyzikálně mylná a proč je naopak Newtonovo pojetí síly validní, byť s omezením daným užitím Galileových, a nikoliv Lorentzových transformací.

Připomeňme, že Galileovy transformace pro transformaci x -ové souřadnice stanovují:

$$x' = x - v_x t.$$

Aristotelův zákon síly, vyjádřený v moderní notaci, požaduje, aby jakýkoliv pohyb byl důsledkem působící (přímým kontaktem) síly:

$$F = kv,$$

kde v je rychlost objektu a k konstanta (např. množství látky v objektu).

Rychlost je v newtonovské fyzice definována jako časová derivace polohového vektoru, pro naše potřeby postačí uvažovat časovou derivaci x -ové souřadnice:

$$v = \frac{dx}{dt}.$$

Aplikujeme-li Galileovu transformaci na Aristotelův zákon síly, získáváme:

$$F' = kv' = k \frac{dx'}{dt} = k \frac{d(x-v_x t)}{dt} = k(v - v_x).$$

Vidíme tedy, že Aristotelův zákon síly není invariantem Galileových transformací. Jinak řečeno, Aristotelův zákon síly je závislý na vztažné soustavě, z níž pozorujeme. A vědecký zákon musí být z principu závazný pro všechny vztažné soustavy.

Naopak Newtonův zákon síly stanovuje, že síla je potřeba pouze pro způsobování zrychleného pohybu (rovnoměrný přímočarý pohyb a klid jsou ekvivalentní, jak stanovuje zákon setrvačnosti):

$$F = ma,$$

kde a je zrychlení tělesa a m newtonovská hmotnost tělesa.

Zrychlení je definováno jako druhá časová derivace polohového vektoru, pro nás tedy druhá časová derivace x -ové souřadnice:

$$a = \frac{d^2x}{dt^2}.$$

Pokud aplikujeme Galileovy transformace na Newtonův zákon síly, vidíme, že:

$$F' = ma' = m \frac{d^2x'}{dt^2} = m \frac{d^2(x-v_x t)}{dt^2} = m \frac{d(v-v_x)}{dt} = ma = F.$$

Vidíme tedy, že Newtonův zákon síly je invariantem Galileových transformací, nezávisí na vztažné soustavě (pozorovateli) a chová se tudíž jako skutečný vědecký zákon (Stenger, 2006, s. 208–209).

Standardní model fyziky při svém vývoji prodělával takovéto postupné prokazování invariance vědeckých zákonů podle validních transformací, nalézání konzervačních principů na základě existence daného typu symetrie nebo obráceně, nalézání daného typu symetrie na základě předpokladu invariance zákonů a hledání nových konzervačních principů. Postupně ustavovaná jednota fyzikálních popisů vedla od Maxwellovy teorie elektromagnetismu, Einsteino- vých teorií relativity a od kvantové mechaniky k uceleným a koroborovaným koncepcím kvantové teorie pole (Dirac), kvantové elektrodynamiky, kvantové chromodynamiky (Gell–Mann), sjednocení elektromagnetické a slabé interakce (Weinberg a spol.) a také ke spekulativnějším koncepcím minimálního supersymetrického standardního modelu (MSSM).

Symetrie standardního modelu

Symetrie je matematický pojem, který vyjadřuje vlastnost grupy transformací dané veličiny v daném typu prostoru. Nejedná se tedy o konzistenci, jednoduchost ani „souměrnost“ nebo „krásu“ matematické struktury. Symetrií uplatnitelných ve fyzice existuje celá řada, můžeme rozlišovat jejich jednotlivé druhy: časoprostorové, spojitě a diskrétní, lokální a globální, geometrické a dynamické ad. Symetrie zajišťují, že při transformaci daného typu prostoru zůstává určitá veličina invariantní. Tyto invarianty transformací pak hrají ve fyzice roli veličin, které se zachovávají a jsou s nimi spjaty příslušné konzervační principy.

Nejdůležitějším typem symetrie, která je uplatňována ve standardním modelu částic a interakcí, je kalibrační symetrie (gauge symmetry). Princip kalibrační invariance vyjadřuje, že modely fyziky nemohou záviset na volbě soustavy souřadnic v Ψ -prostoru, kde Ψ je stavový vektor. V rámci standardního modelu můžeme rozeznat několik důležitých kalibračních symetrií, které se vzrůstem a prohlubováním standardního modelu tvoří stále provázanější

celek. Pro kvantovou teorii pole je klíčová kalibrační symetrie $U(1)$, pro teorii popisující slabou interakci to byla kalibrační symetrie $SU(2)$, pro kvantovou chromodynamiku pak kalibrační symetrie $SU(3)$. S každou kalibrační symetrií se pojí příslušné konzervační principy (zákony zachování elektrického náboje, slabého izospinu, barvy kvarků ad.).

Aby nebyla situace příliš jednoduchá, dochází pro některé symetrie k jejich spontánnímu narušení (spontaneous symmetry breaking). Tak tomu je například se symetrií $SU(2)$, což se projevuje mimo jiné tím, že bosony, které zprostředkovávají slabou interakci, nemají nulovou klidovou hmotnost. Při sjednocování interakcí, jako tomu bylo v případě elektromagnetické a slabé, pak typicky nedochází k nalezení nového typu symetrie, která předchází nahradí (na kterou by se redukovaly), ale ke vzniku kombinovaných symetrií. Pro elektro-slabou interakci je to například symetrie $SU(2) \times U(1)$ a po zahrnutí silné interakce se předpokládá symetrie $SU(3) \times SU(2) \times U(1)$.

Srov. Stenger, Victor: *The Comprehensible Cosmos* (2006), Bangu, Sorin: *Symmetry* (2013).

Úspěch standardního modelu fyziky je tak příkladným dokladem sjednocujícího pojetí vědeckého vysvětlení, a to i za předpokladu, že sny fyziků o finální jednotné teorii všeho bereme jen jako populární vhodný způsob, jak nalákat nové adepty fyzikálních oborů ke studiu. Při pečlivějším pohledu totiž vidíme, že i ve výstavbě standardního modelu je užito koncepce sjednocení v několika různých podobách.

Jak upozorňuje Margaret Morrisonová (v textu *Unification in Physics*), unifikace se realizuje ve fyzikálním kontextu nejméně třemi odlišnými způsoby. Nejznámější a často za univerzální je považovaná varianta sjednocení jako interteoretické redukce (viz výše). Toto sjednocení úspěšně realizoval například James C. Maxwell v teorii elektromagnetismu a po něm Albert Einstein ve speciální teorii relativity a snad bychom je mohli spojit i s kvantovou elektrodynamikou, ale není univerzálně realizovatelná pro všechny oblasti standardního modelu (Morrison, 2013, s. 393).

Například koncepce sjednocení elektromagnetické a slabé interakce není variantou interteoretické redukce, ale syntézy teoretických oblastí (kvantové elektrodynamiky a teorie slabých interakcí), která nevedla k ontologické redukci obou teorií na nový ontologický rámec. Zatímco Maxwell rozpoznal světlo jako elektromagnetické vlnění, Weinberg pouze dokázal sjednotit oba teoretické rámce do jednoho koherentního rámce za současného postulování nových mechanismů (např. spontánního narušení symetrie), které se plného potvrzení dočkaly až v nedávné době, skrze detekci Higgsova bosonu (Morrison, 2013, s. 401–402).

Kromě reduktivní a syntetické koncepce unifikace připomíná Morrisonová ještě koncepci unifikace na základě podobnosti (similarity) napříč různými fyzikálními ontologiemi. Tato koncepce se opírá o možnost aplikace stejných formálních matematických postupů nejčastěji pro popis chování makroskopické úrovně zkoumaných systémů, které není možné popsat jednoduchou aplikací principů, které řídí mikroskopickou úroveň daných systémů, jak jsme viděli výše například u kritických jevů (Morrison, 2013, s. 411). Tato koncepce unifikace je opět přítomná také ve standardním modelu v koncepci spontánního narušení symetrie.

Vidíme tedy, že ani koncepce vysvětlení jako unifikace není, a to dokonce ani ve fyzice, jednotným modelem. Pojímána jako vyjádření transcendentální podmínky inteligibility našich přesvědčení ovšem představuje v současné filosofii vědy velmi důležitý pokus o překonání metafyzických sporů a znovuoživení kantovského úhlu zkoumání povahy základů vědy.

3.22 Teleologické vysvětlení

Setrvalou otázkou, nejen v pragmatické filosofii vědy, je status teleologického vysvětlení. Zastánci nepopíratelné důležitosti tohoto vysvětlení pokládají za legitimní vysvětlovat nejenom skrze nalezení příčinné souvislosti, ale též poukazem na naplňování daného účelu (telos, purpose) nebo směřování k danému cíli (goal). Je ale vysvětlování prostřednictvím účelu ve vědě legitimní?

Vzato historicky, bylo to právě opouštění teleologických explanací, co charakterizovalo vznik a rozvoj přírodní vědy. Řekneme-li dnes slovo příčinnost,

máme v kontextu vědy na mysli kauzalitu, která by zhruba odpovídala aristotelské *causa efficiens*. Pro Aristotela bylo naprosto smysluplným vysvětlovat účelem (*causa finalis*). Měl-li Aristoteles vysvětlit například takový artefakt, jako je socha boha Herma, pak uvedl celkem čtyři příčiny: látka, z níž je socha vyrobena; tvar, který je této látce vtištěn; účinná příčina, která formu z látky vydobyla, tj. sochař, a účel, za jakým byla socha vytvořena. Rozvoj přírodní filosofie vedl k opuštění tří neúčinných příčin a kodifikoval postupně kauzalitu jako jediný smysluplný druh příčinnosti.

Obranou teleologického vysvětlení ale může primárně být upozornění, že věda se vyprofilovala nejprve ve své přírodní variantě, v níž je přísně vzato účel skutečně nadbytečný. Sledovat účel setrvávání kamene na svém místě na vrcholu hory nebo účel setrvávání Země na oběžné dráze kolem Slunce bylo ve skutečnosti brzděním porozumění pravidelnosti přírodních procesů. Aristoteles sám naopak primárně vychází z příkladů, u nichž je hledání účelu, alespoň intuitivně, pochopitelné. Můžeme se ptát po účelu tělesných orgánů, jednotlivých organismů, po účelu vytvořených artefaktů. Moderní fyzika účely nepotřebuje, nicméně sociální a humanitní vědy, ale třeba i biologie jsou už v jiné situaci. Proto se někteří současní filosofové domnívají, že je současný naturalismus třeba liberalizovat a slovy Bilgramiho: „Znovu naučit vidět účely jako samozřejmou součást přírody.“ (Bilgrami, 2010, s. 26–27). Mají být tedy účel a cíl opět zabudovány do vědy jako nepostradatelné vysvětlující prostředky?

Je faktem, že běžně ve vědě používáme vysvětlení, která s účelem pracují. Uvažme například následující dvě tvrzení:

1. „Srdce tlučce, aby mohla krev obíhat.“
2. „Lidé pracují, aby si vydělali peníze.“

První biologické, i druhé ekonomické vysvětlení se zdá být naprosto samozřejmé a nepopíratelné, ačkoliv s problematickou teleologií souzní.

Jednoduchou obranou odpůrců teleologického vysvětlení je tvrzení, že oba uvedené příklady jsou vlastně jen užitečnou zkratkou za mnohem komplexnější kauzální vysvětlení, které je přísně vzato jediné správné. V prvním

případě se můžeme jako zastánci evoluční teorie odvolat na postupný proces přírodního vývoje, který je vůči účelu zcela slepý a odehrává se na bázi kauzálních procesů, které odhaluje molekulární biologie. V druhém případě můžeme argumentovat, o něco komplikovaněji, že lidé jako všechny ostatní entity v přírodě fungují na bázi fyzikálních a biologických procesů a že i chod společnosti a ekonomické procesy jsou tak pouze komplikovanou výslednicí těchto primárně opět kauzálních procesů.

I přes přijatelnost této kritiky ovšem nebudeme asi naprosto přesvědčeni. Faktem totiž zůstává, že v rámci biologie, a to i na bázi molekulární biologie, je určitý typ teleologického vysvětlení přítomný s naprostou pravidelností. Překlad těchto užitečných zkratk do podoby kauzálních vysvětlení se neprovádí, a přitom to nijak nebrání úspěšnému rozvoji biologie. Proč bychom tedy neměli určitou podobu teleologického vysvětlení akceptovat?

U ekonomického příkladu jsme ještě ve svízelnější situaci, protože pojmání lidských aktérů jako svého druhu kauzálně zcela determinovaných entit není obecným kánonem a znamenalo by naprostou redukci normativního rozměru sociálních a humanitních disciplín. Souhrnně vzato, zdají se nám teleologická vysvětlení jako uspokojivější.

Z logického a fyzikálního hlediska se nám ale jeví teleologické vysvětlení jako invalidní. Z logického hlediska nám totiž teleologické vysvětlení tvrdí, že účinek vysvětluje příčinu. To, že má krev obíhat, určuje, že srdce má fungovat jako krevní pumpa. Tomuto obrácení účinku a příčiny můžeme rozumět v okamžiku, kdy popisujeme původ lidských artefaktů. Můžeme smysluplně tvrdit, že lidé chtějí měřit čas, a proto konstruují hodiny. Nicméně toto smysluplné použití účelu nečiní ještě z vysvětlení: „Hodiny měří čas.“ vědecké vysvětlení. Podobně tedy můžeme argumentovat i proti chápání tvrzení: „Lidé pracují, aby si vydělali peníze.“ jako vědeckému vysvětlení.

Z fyzikálního hlediska představuje teleologické vysvětlení porušení plynutí času od minulosti k budoucnosti. V teleologickém vysvětlení totiž vysvětlujeme předcházející děj tím, co má teprve nastat. Je pravdou, že i ve fyzice se vyskytují podobné prohřešky. Například Fermatův princip vysvětluje lom světla při průchodu různými optickými prostředími tím, že:

„Světlo se šíří po takové dráze, aby byla doba jeho průchodu optickými prostředními minimální.“

Ve fyzice ovšem docházelo a dochází k systematickému nahrazování takovýchto teleologických vysvětlení vysvětleními kauzálními nebo jsou tato vysvětlení redukována odkazem na konzervační principy.

Řešení problému s teleologickým vysvětlením se může ubírat jednou z následujících cest:

1. Teleologické vysvětlení není validním vědeckým vysvětlením.
2. Teleologické vysvětlení je validním vědeckým vysvětlením, které reflektuje specifickou povahu nefyzikálních věd – biologie, ekonomie, psychologie, které nejsou na fyziku redukovatelné.
3. Teleologické vysvětlení je užitečnou zkratkou za komplexní kauzální vysvětlení, které musí být vždy předpokládáno a v ideálním případě i nalezeno.

První řešení bude bez problému akceptováno naturalistou, nicméně učíni záhadou, proč tyto druhy vysvětlení hrají tak rozsáhlou roli v biologii, sociálních a humanitních vědách. Druhé řešení bude bezezbytku akceptováno zastáncem teleologického vysvětlení, ale jeho důsledkem bude nepříjemné a nezdůvodněné odstránění zmíněných věd od fyzikální báze. Předpokládáme-li fyzikální monismus, pak se nám musí z pochopitelných důvodů jevit tento postup jako zavádění nezdůvodněného a kontroverzního dualismu v duchu tvrzení: dualismus musí být, aby mohla fungovat teleologická vysvětlení.

Ačkoliv se od zhruba přelomu 60. a 70. let stal velmi populárním nereduktivní fyzikalismus, který se prohlašoval za druh monismu, který ovšem akceptuje existenci neredukovatelných emergentních kvalit, většina zastánců neredukovatelnosti postupně připouští, že se za nereduktivním fyzikalismem opět skrývá dualismus.

Proto je v současné době nejrozšířenější třetí řešení, které hledá za všech okolností skryté kauzální vysvětlení. Teleologická vysvětlení jsou proto rozdělena na ta, která do vědy nepatří, tj. ta, která odkazují k působícím aktérům, a ta,

která do vědy patří, protože jsou zkratkami za komplexní kauzální vysvětlení, jako je tomu u biologických vysvětlení.

Určitou alternativou k teleologickému vysvětlení, které by mohlo hrát roli především v biologických vědách, je vysvětlení funkcionální. V tomto vysvětlení je problematický účel, jehož sledování implikuje porušení zásad logiky a fyziky, nahrazen méně kontroverzní funkcí. Můžeme tedy tvrdit, že určitý subsystém daného systému, plní v systému určitou funkci. Například můžeme teleologické vysvětlení:

„Srdce tluče, aby mohla krev obíhat.“

nahradiť funkcionálním vysvětlením:

„Funkcí srdce v organismu je přečerpávání krve.“

Toto řešení se zdá být velmi plodné. V zásadě všechna vysvětlení v biologii můžeme vyjádřit ve funkcionální podobě.

Problematickým je ovšem samotné vysvětlení konceptu funkce. Všechny současné pokusy o její vymezení vedou opět pouze k jednomu nebo druhému z již nabídnutých řešení. Čili funkcionální vysvětlení může být pojímáno za moderní variantu vysvětlení teleologického nebo je toto vysvětlení uvedeno do úzkého vztahu s vysvětlením kauzálním.

Například v uvedeném vysvětlení: „Funkcí srdce v organismu je přečerpávání krve.“ musíme vysledovat nebo alespoň předpokládat realizátora této funkce, tj. musíme popsat, z čeho se srdce skládá, na jakých principech srdce funguje atd. A můžeme například popsat i umělé srdce, které úspěšně provádí danou funkci v organismu, realizátory funkce jsou ovšem opět nějaké kauzální mechanismy a procesy.

Nereduktivní fyzikalismus

Různé koncepce nereduktivního fyzikalismu se pokoušely zachovat fyzikalistickou ontologii se současnou neredukovatelností mentální domény.

Nereduktivní fyzikalismus netvoří jednotnou doktrínu, jeho prvky můžeme vidět přítomné v různých reminiscencích emergentismu v 60. a 70. letech, nejvýrazněji pak ve filozofii myslí (Block, Jackson, ale také Putnam a Fodor a implicitně také Davidson).

Nereduktivní fyzikalismus představoval sexy filozofii myslí. Co lepšího si můžeme přát než zachovat monistickou ontologii a přitom zachovat výsadní, neredukovatelný status mentální sféry? V 70. a 80. letech se zdálo, že můžeme mít obojí – fyzikalistický monismus i neredukovatelnost mentálního. Kimova pečlivá analýza ovšem ukázala, že jednotlivé prvky nereduktivního fyzikalismu jsou vzájemně kompatibilní pouze v případě, že zásadně přehodnotíme status mentálních entit.

Minimální závazky nereduktivního fyzikalismu jsou podle Kima tři: (1) fyzikalistická ontologie, (2) neredukovatelnost mentálních událostí a (3) kauzální potence mentálních událostí. První závazek fyzikalistické ontologie předpokládá, že mentální sféra nemůže existovat bez fyzikální sféry. Požadavek neredukovatelnosti vyjadřuje prvek silného emergentismu, protože ve většině nereduktivních fyzikalismů znamená přísnou nevysvětlitelnost mentálních entit z entit fyzikálních. Třetí požadavek znamená garanci toho, že nejsou mentální události epifenomény, tj. entity, které nejsou schopny kauzálně působit. Pokud by byly mentální události epifenomény, pak by mentální sféra utrpěla fatální ontologickou porážku.

V sérii článků z přelomu 80. a 90. let Kim postupně ukazoval, že: (1) Jestliže požadujeme v rámci nereduktivního fyzikalismu mentální kauzalitu, pak musíme akceptovat sestupnou kauzalitu. V knize *Physicalism or Something Near Enough* Kim ukazuje, že: (2) Jestliže požadujeme mentální kauzalitu, pak se musíme vzdát nereduktivního fyzikalismu a vrátit se k reduktivnímu fyzikalismu.

Aby Kim přešel epifenomenalismu mentální domény, která je důsledkem nereduktivního fyzikalismu, hledá vhodný typ redukce mentálních událostí a vlastností na fyzikální události a vlastnosti, jež mentální doméně

zajistí kauzální potenci. Jako jediná vhodná možnost se mu jeví funkcionální redukce, která je silná v tom, že konstituuje explanační teorii, která vytváří vazbu mezi mentální a fyzikální doménou. Hlavním úkolem fyzikalismu je zprostředkovat explanační redukci a neoponechat tak systém našich teorií o mentálním a fyzikálním v explanačním vakuu.

K funkcionální redukci je zapotřebí tří kroků: funkcionalizovat redukovanou vlastnost, identifikovat realizátora vlastnosti a vyvinout explanační teorii. Funkcionalizovat vlastnost znamená definovat ji způsobem, který vyjádří její kauzální potenci. Identifikace realizátora vlastnosti znamená nalezení fyzikálního mechanismu, jenž je za výskyt redukované vlastnosti zodpovědný. Vyčet vlastností fyzikálního realizátora přitom nemusí být obecný ani úplný, tedy funkcionální redukce může být podle Kima vyvinuta i v situaci, kdy nedisponujeme plně nasyceným poznáním fyzikální úrovně, která je za výskyt mentální domény zodpovědná. Na znalosti fyzikálního realizátora mentální domény pak můžeme založit explanační teorii:

- (1) X má v čase t fyzikální vlastnost F_i .
- (2) F_i splňuje kauzální úlohu K (v systémech podobných X).
- (3) Mít mentální vlastnost M = def. mít nějakou vlastnost, která splňuje kauzální úlohu K .
- (4) Proto má X v čase t mentální vlastnost M .

Kim se domnívá, že jeho reduktivní fyzikalismus založený na funkcionální redukci mentální domény je jedinou filozofií myslí, která zajistí mentální doméně kauzální potenci. Mentální události jsou kauzálně potentní pouze za předpokladu, že jsou funkcionálně redukovatelné na své fyzikální realizátory. Tento typ řešení Kim nazývá podmíněným redukcionismem (conditional reductionism).

Srov. Kim, Jaegwon: *Physicalism or Something Near Enough* (2005).

Můžeme tedy konstatovat převládající pohled na teleologické vysvětlení, a to, že teleologie do vědy nepatří a že progres přírodní vědy je spjat právě

s odstraňováním teleologie, jak to dokladuje vznik Newtonovy mechaniky a její další rozvoj v 18. a 19. století a následné překonání vyspělejšími teoriemi ve století 20.

Také na příkladu biologie můžeme vidět oprávněnost tohoto postupu. Vznik Darwinovy teorie byl rozchodem s teleologickými koncepty biologie, které byly stále velmi silné v 19. století. Před objevem mechanismu dědičnosti se v biologii sice opět vynořily teleologické reminiscence (vitalismus, Drieschova entelechie ad.), ale ty byly opět s příchodem molekulární biologie odstraněny.

V souvislosti s vývojem a současným stavem rozvoje molekulární biologie a na ni navázaných věd se můžeme spolu s Alexem Rosenbergem ptát, proč by měly být sociální a humanitní vědy výjimkou z trendu, který pozorujeme v přírodních vědách (Rosenberg, 2012, s. 32). Není nakonec neutěšený stav dnešních sociálních a humanitních věd právě důsledkem neochoty si tuto skutečnost připustit a skoncovat konečně s teleologií?

3.3 TESTOVÁNÍ VĚDECKÝCH TEORIÍ

Žil byl jednou jeden analytický filosof, řekněme mu třeba Rudi Hilarius, který se rozhodl, že s konečnou platností položí epistemologické základy filosofie vědy, především koncepci testovatelnosti vědeckých teorií. Protože byl důsledný, musel se vypořádat se dvěma zásadními epistemologickými problémy: problémem projektivních predikátů a Gettierovým problémem.

Aby Rudi vyřešil problém s projektivními predikáty, musel rozhodnout, proč se ve vědeckých teoriích mohou vyskytovat predikáty, jako je „zelený“ a „modrý“, a nikoliv predikáty, jako je „zedrý“ a „molený“. Uvažme totiž následující definici predikátu: „zedrý“ = „zelený v čase před rokem 2100 nebo modrý v čase po roce 2100“. Na základě takto zavedeného predikátu můžeme nyní v roce 2014 zformulovat například následující soudy:

„Smaragdy byly, jsou a budou zedré.“

„Obloha bude zedrá.“

Pokud nám tyto dva soudy ještě nepřijdou záludné a zdá se nám, že predikát „zedrý“ může být použit neproblematicky ve formulaci vědeckých teorií, asi se už budeme cítit poněkud nesví, když zvážíme, že můžeme zformulovat následující dvě vědecké hypotézy:

„Smaragdy jsou zelené.“

„Smaragdy jsou zedré.“

Podivný pocit se Rudiho zmocňoval, protože není zdaleka jasné, která z obou hypotéz je potvrzována/koroborována a která je naopak falsifikována. Obě dvě se zdají být úplně stejně potvrzovány totožnou zkušeností. Na druhou stranu, pokud by smaragdy po roce 2100 zmodraly, byla by první hypotéza falsifikována, zatímco druhá hypotéza by zůstávala v platnosti.

Samozřejmou námitkou, kterou Rudi zvážil, je to, že se predikát „zedrý“ nemusí zdát být vhodně vytvořeným predikátem, protože neoznačuje skutečnou vlastnost. Copak může být skutečnou vlastností něco, co odpovídá dvěma různým vlastnostem (zelený nebo modrý) v závislosti na plynutí času? Bohužel pro Rudiho, existuje vůči této zdánlivě jasné námitce jednoduchý a přirozený protipříklad. Uvažme nový predikát „molený“, který je definován jako: „molený“ = „modrý v čase před rokem 2100 a zelený v čase po roce 2100“.

Na základě definic predikátů „zedrý“ a „molený“ můžeme následujícím způsobem vyjádřit obsah predikátu: „zelený“ = „zedrý v čase před rokem 2100 nebo molený v čase po roce 2100“. Nyní je predikát „zelený“ vytvořen stejným způsobem jako predikát „zedrý“, jehož konstrukci jsme kritizovali. Představuje tedy predikát „zelený“ skutečnou vlastnost?

Rudi byl bezradný, a tak se přes počáteční nevoli pokoušel najít řešení u svých kolegů. Zjistil však, že jediná použitelná cesta vede přes postulování projektivity predikátu skrze prostředky analytické metafyziky. To znamená, že projektivní predikát, to je predikát, který se může vyskytovat ve formulaci vědecké teorie, je takový predikát, který označuje přirozené druhy (natural kinds), tj. druhy, které se skutečně vyskytují v realitě, popřípadě napříč všemi možnými světy. A tak jednoho krásného rána, po noci velkých nezdarů, konvertoval milý Rudi k bayesianismu.

Gettierův problém

Jedná se o epistemologický problém, na který upozornil v článku *Is Justified True Belief Knowledge?* (1963) Edmund Gettier. Podle tradiční epistemologické definice poznání můžeme prohlásit, že určitý subjekt S ví, že je nějaká propozice P pravdivá tehdy a jen tehdy, když platí následující tři podmínky:

1. P je pravdivé.
2. S je přesvědčen, že je P pravdivé.
3. Přesvědčení S o pravdivosti P je justifikované (odůvodněné).

Gettier na dvou protipříkladech ukázal, že existují situace, kdy jsou všechny tři podmínky splněny, ale přesto nelze říci, že S ví, že je P pravdivé.

Srov. Gettier, Edmund: *Is Justified True Belief Knowledge?* (1963).

V předchozích kapitolách jsme se setkali s pokusy vyřešit problém indukce, a tím i zásadní obtíž v testovatelnosti vědeckých teorií pravděpodobnostními prostředky. Viděli jsme, že jakákoliv snaha o vytvoření logicky validního principu induktivní inference selhala, ačkoliv byla podrobně zkoumána především Reichenbachem. Možnost poměřovat pravděpodobnost hypotéz v rámci logiky vědy odmítl Popper, protože pro něj ústila do stejného nekonečného regresu jako samotná induktivní inference. Stejně tak nesouhlasil Popper ani s Carnapovou snahou stanovovat stupeň confirmace vědeckých hypotéz, ačkoliv sám v pozdější době rozvinul svou vlastní koncepci stupně koroborace hypotéz.

Pochopitelnou reakcí tváří v tvář neúspěchům konstituovat logicky validní induktivní inferenci a vyřešit základní epistemologické problémy, které podmiňují testovatelnost vědeckých hypotéz, byl pragmatický obrat v přístupu k vědeckému testování. Rozvinutá matematická teorie pravděpodobnosti totiž poskytuje prostředky k popisu procesu confirmování vědeckých hypotéz a umožňuje stanovit pravděpodobnost hypotéz, která se mění v souvislosti s dosaženou empirickou evidencí. Celá řada filosofů vědy, kteří se hlásí k bayesianismu, se domnívá, že tradiční neřešitelné filosofické problémy, jako je otázka o projektivitě predikátů „zedrý“ a „molený“, mohou být odvrženy jako pseudoproblémy

vzhledem k praktickému řešení problému testování skrze teorii pravděpodobnosti a statistiku.

3.31 Pravděpodobnost vědeckých hypotéz

Přirozeným postupem při prověřování pravděpodobnosti hypotéz je hledání pozitivní evidence, která zvyšuje pravděpodobnost té které hypotézy. Například můžeme mít jako policejní vyšetřovatelé několik hypotéz o pachateli zločinu, každou vystavěnou na základě přítomnosti na místě činu, motivu ke spáchání zločinu, výpovědí svědků, alibi atd. Jakmile se ale podaří najít na vražedné zbraní otisky prstů, pravděpodobnost jedné z hypotéz dramaticky stoupne, protože je pro ni tento daktyloskopický objev pozitivní evidencí o tom, že zločin spáchal Vít, a nikoliv Dan nebo někdo další. Zatímco pravděpodobnost ostatních hypotéz dramaticky klesne, leda by bylo vražednou zbraní kulečnickové tágo, kterým před zločinem hráli všichni zúčastnění.

Ačkoliv můžeme situaci problematizovat a zpochybnovat, zda vždy zvýšení pravděpodobnosti hypotézy katapultuje daný fakt do role pozitivní evidence o platnosti hypotézy, pragmaticky vzato tomu tak ve většině případů je a několik protipříkladů nic nemění na efektivnosti tohoto postupu. Můžeme tudíž využít teorie pravděpodobnosti a pro začátek definovat základní pojmy.

Nejprve vymezíme pozitivní evidenci. Mějme pravděpodobnost $P(h)$, která vyjadřuje pravděpodobnost hypotézy h . Současně mějme podmíněnou pravděpodobnost $P(h/e)$, která vyjadřuje pravděpodobnost hypotézy h za předpokladu platnosti empirické evidence e . Pokud platí, že:

$$P(h/e) > P(h),$$

pak můžeme prohlásit, že empirická evidence e je pozitivní evidencí pro hypotézu h .

Protipříklady jednoduchého pojetí pozitivní evidence

Uvedeme si alespoň dva protipříklady k jednoduchému (učebnicovému) pojetí pozitivní evidence. Uvažme následující soud:

„Zveřejnění této knihy o filosofii vědy zvyšuje pravděpodobnost, že bude tato kniha použita při prezidentské volební kampani Stanislava Grosse v roce 2018.“

Je zřejmé, že fakt zveřejnění tady této knihy zvyšuje pravděpodobnost toho, že bude použita v inkriminované (a samostatně velmi pravděpodobné) volební kampani, pokud by totiž nebyla zveřejněna, pravděpodobnost bude striktně 0, pokud zveřejněna bude, bude už pravděpodobnost, jakkoliv malá, jistě nenulová. Současně je ovšem také zřejmé, že tento fakt, který zvyšuje pravděpodobnost hypotézy, nepředstavuje zároveň pozitivní evidenci pro předloženou hypotézu. Pozitivní evidenci by kupříkladu byl enormní zájem Stanislava Grosse o dění v české filosofii vědy a jeho přesvědčení, že prezidentská volební kampaň vedená s podporou správné vědecké metodologie bude mít větší pravděpodobnost úspěchu.

Pro další protipříklad uvažme následující situaci v průběhu jedné loterie. V loterii se vyskytuje celkem 10 000 losů. Štěpán si koupil 9 losů a Šimon si koupil 1 los. Mějme hypotézu h : „Zvítězí Šimon.“ a současně empirickou evidenci e : „Všechny lístky kromě lístků Štěpána a Šimona byly zničeny.“ Pravděpodobnost Šimonovy výhry vzrostla z hodnoty 0,0001 na hodnotu 0,1. Představuje tudíž empirická evidence e pozitivní evidenci pro hypotézu h ? Když situaci vyhodnotíme z pozice Štěpána, pak vidíme, že pravděpodobnost vítězství Štěpána vzrostla z hodnoty 0,0009 na hodnotu 0,9. Je tudíž ve skutečnosti e pozitivní evidenci pro neplatnost hypotézy h ?

Srov. Rosenberg, Alex: *Philosophy of Science* (2005).

Teorie pravděpodobnosti představuje exaktní, tj. kvantitativní matematické a logicky fundované, vymezení pojmu pravděpodobnosti tam, kde selhává naše rozumění empirické evidenci na základě common-sense. Teorie pravděpodobnosti ovšem neumožňuje stanovit nějakou absolutní míru konfirmace dané hypotézy, ale vždy pouze komparuje pravděpodobnost několika hypotéz mezi sebou. Jako v případě s otisky prstů pravděpodobnost jedné z hypotéz, a to,

že „Vít je vrah.“ vzrostla ve srovnání s ostatními hypotézami, jejichž pravděpodobnost naopak klesla. Teorie pravděpodobnosti nás tak nemůže přenést přes mnohá klasická omezení testovatelnosti, jako je například potřeba alternativní hypotézy, abychom se mohli vzdát hypotézy původní.

Základy teorie pravděpodobnosti jsou vyjádřeny ve třech Kolmogorových axiomech:

1. Pravděpodobnosti nabývají hodnot v rozmezí od 0 do 1.
2. Pravděpodobnost nutných pravd je 1.
3. Jestliže jsou dvě hypotézy g a h neslučitelné, pak $P(g \vee h) = P(g) + P(h)$.

První dva axiomy jsou intuitivně zřejmé, třetí axiom je potřeba ilustrovat příkladem. Uvažme pravděpodobnost hypotézy, že z balíčku 32 karet vytáhnou červenou nebo černou kartu. Protože vytažení černé karty je neslučitelné s vytažením červené karty a protože v balíčku je právě 16 červených a 16 černých karet, je pravděpodobnost hypotézy $P(r \vee b) = P(r) + P(b) = 0,5 + 0,5 = 1$.

Obecná podoba třetího Kolmogorova axiomu

Obecně samozřejmě nemusí být hypotézy neslučitelné. Proto je třetí Kolmogorovův axiom možné vyjádřit v obecnější podobě:

$$P(g \vee h) = P(g) + P(h) - P(g \wedge h).$$

Pro příklad se opět vraťme k balíčku 32 karet. Jaká je pravděpodobnost, že vytáhneme káry nebo dámu? Kárových karet je 8, dámy jsou 4, ale existuje také 1 kárová dáma. Pokud bychom jednoduše sečetli pravděpodobnosti vytažení kárové karty a dámy, pak bychom károvou dámu započítali dvakrát.

Proto při výpočtu uplatníme obecnější vztah $P(g \vee h) = \frac{8}{32} + \frac{4}{32} - \frac{1}{32} = \frac{11}{32}$.

Srov. Papeneau, David: *Philosophical Devices* (2012).

Viděli jsme, že pro vyjádření role pozitivní evidence e na vzrůst pravděpodobnosti hypotézy $P(h)$ je třeba zavést podmíněnou pravděpodobnost $P(h/e)$.

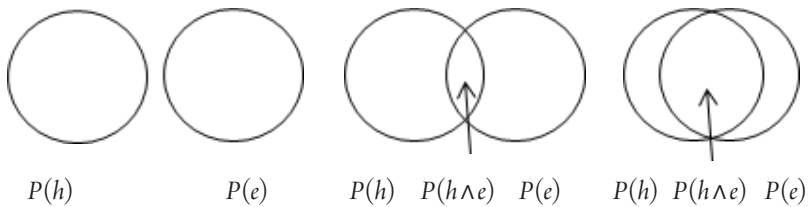
Podmíněná pravděpodobnost $P(h/e)$ vyjadřuje pravděpodobnost platnosti hypotézy h za předpokladu platnosti empirické evidence e . Formální vztah, který podmíněnou pravděpodobnost vyjadřuje:

$$P(h/e) = \frac{P(h \wedge e)}{P(e)},$$

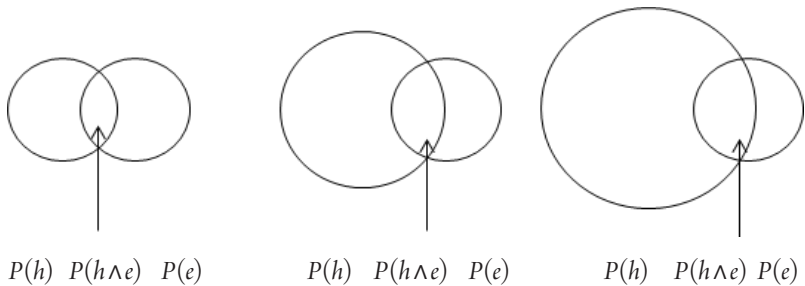
se stává zřejmým při znázornění pomocí Vennových diagramů.

Velikost podmíněné pravděpodobnosti závisí na velikosti průniku $P(h \wedge e)$, ale také na velikosti jednotlivých ploch $P(h)$ a $P(e)$.

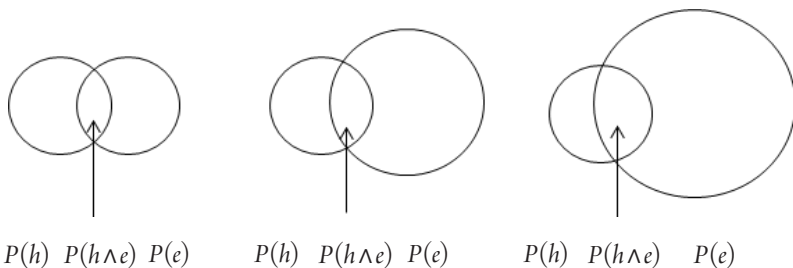
První série diagramů nám ukazuje vzrůst průniku, a tím vzrůst podmíněné pravděpodobnosti $P(h/e)$:



Druhá série diagramů ukazuje vzrůst velikosti plochy vyjadřující $P(h)$, a tím i vzrůst podmíněné pravděpodobnosti $P(h/e)$:



Třetí série diagramů ukazuje vzrůst velikosti plochy vyjadřující $P(e)$, a tím i pokles podmíněné pravděpodobnosti $P(h/e)$:



Nyní již máme dostatečné množství základních znalostí, abychom si mohli zavést klíčovou část teorie pravděpodobnosti aplikovatelnou pro potřeby testování vědeckých teorií – Bayesův teorém. Tento teorém umožňuje spočítat podmíněnou pravděpodobnost hypotézy $P(h/e)$ a také umožňuje spočítat, jak se bude pravděpodobnost hypotézy $P(h)$ měnit, zvyšovat či snižovat, s další přibývajícím empirickou evidencí.

Bayesův teorém můžeme vyjádřit například v následující podobě:

$$P(h/e) = \frac{P(e/h) \times P(h)}{P(e)},$$

kde $P(e/h)$ je podmíněná pravděpodobnost platnosti empirické evidence e za předpokladu, že platí hypotéza h . $P(h)$ je pravděpodobnost hypotézy h nezávisle na empirické evidenci e a $P(e)$ je pravděpodobnost empirické evidence e nezávisle na hypotéze h . $P(e/h)$ udává míru, v jaké nás hypotéza h vede k očekávání empirické evidence e , tj. pokud hypotéza h predikuje e , pak je $P(e/h)$ vysoká.

Odvození Bayesova teorému

Výše jsme už uvedli, že platí:

$$P(h/e) = \frac{P(h \wedge e)}{P(e)}.$$

Obdobně můžeme vyjádřit pro:

$$P(e/h) = \frac{P(e \wedge h)}{P(h)}.$$

Protože můžeme neproblematicky zavést rovnost:

$$P(h \wedge e) = P(e \wedge h),$$

tak můžeme psát:

$$P(h/e) \times P(e) = P(e/h) \times P(h),$$

což už jasně vyjadřuje Bayesův teorém.

3.32 Bayesianismus

Úspěšnost teorie pravděpodobnosti při kvantitativním vyjadřování vlivu pozitivní evidence na změnu pravděpodobnosti platnosti hypotéz vedla mnohé filosofy k přihlášení se k bayesianismu. Bayesianismus je koncepce filosofie vědy a samozřejmě také epistemologie, která staví na přesvědčení, že testování vědeckých hypotéz může být rekonstruováno jako inference z Bayesova teorému. Někteří bayesiáni k rekonstrukcionistickému pojetí přidávají přesvědčení, že historie vědy je důkazem platnosti bayesianismu. A někteří chtějí Bayesův teorém dokonce přímo používat k výpočtům pravděpodobnosti vědeckých hypotéz, které mají těžko přístupná data (např. průběh evolučních změn ad.) (Rosenberg, 2005, s. 132).

Alex Rosenberg uvádí pěkný příklad aplikace Bayesova teorému při postupném testování Newtonovy gravitační hypotézy. Řekněme, že se nacházíme v okamžiku pozorování Halleyovy komety. Toto pozorování je empirickou evidencí, která podporuje Newtonovu gravitační hypotézu. Pro výpočet podmíněné pravděpodobnosti Newtonovy gravitační hypotézy za předpokladu empirické evidence Halleyovy komety můžeme spočítat z Bayesova teorému za předpokladu, že můžeme určit hodnoty všech potřebných pravděpodobností.

Pravděpodobnost platnosti empirické evidence $P(e)$ bude mít relativně vysokou hodnotu, řekněme $P(e) = 0,8$. Pravděpodobnost bude jistě menší než jedna, protože musíme vzít v potaz chyby pozorování, které jsou dány nedokonalostmi dalekohledů, atmosférickými poruchami ad. Pravděpodobnost platnosti empirické evidence za předpokladu platnosti Newtonovy gravitační

hypotézy bude velmi vysoká, vzhledem k tomu, že se jedná o predikci vyvozenou z Newtonovy hypotézy. Řekněme tedy, že $P(e/h) = 0,95$. Pravděpodobnost platnosti Newtonovy gravitační hypotézy před novou evidencí (nezávisle na nové evidenci) bude například $P(h) = 0,75$.

Na základě výše specifikovaných údajů můžeme z Bayesova teorému spočítat:

$$P(h/e) = \frac{0,95 \times 0,75}{0,8} \cong 0,89.$$

Pravděpodobnost Newtonovy gravitační hypotézy tak na základě nové empirické evidence vzrostla z hodnoty 0,75 na hodnotu 0,89 (Rosenberg, 2005, s. 131).

Posuňme se v čase do doby, kdy je pozorována empirická evidence stáčení perihelia Merkuru, která není v souladu s Newtonovou gravitační hypotézou. Bayesův teorém nám opět umožňuje spočítat, jak se zmenšila pravděpodobnost platnosti Newtonovy gravitační hypotézy v souvislosti s touto novou empirickou evidencí.

Opět musíme stanovit potřebné pravděpodobnosti. Pravděpodobnost platnosti nové empirické evidence bude relativně nízká, neboť se jedná o anomálii. Její hodnotu tudíž stanovme například jako $P(e) = 0,2$. Pravděpodobnost platnosti empirické evidence za předpokladu platnosti Newtonovy gravitační hypotézy bude velmi nízká, vzhledem k tomu, že se jedná o falsifikaci Newtonovy hypotézy. Stanovme její hodnotu například jako $P(e/h) = 0,05$. Pravděpodobnost platnosti Newtonovy gravitační hypotézy před novou evidencí (nezávisle na nové evidenci) je, jak plyne z předchozího $P(h) = 0,89$.

Z Bayesova teorému můžeme spočítat:

$$P(h/e) = \frac{0,05 \times 0,89}{0,2} \approx 0,22.$$

Pravděpodobnost Newtonovy gravitační hypotézy tak na základě nové empirické evidence klesla z hodnoty 0,89 na hodnotu 0,22, čili zhruba čtyřikrát (Rosenberg, 2005, s. 131–132).

Úspěšnost nějakého formálního postupu nás ovšem jako filosofy, a to i v případě, že jsme stoupenci pragmatismu, nezabavuje povinnosti vyjasnit významy pojmů, které při aplikaci Bayesova teorému neproblematicky používáme. A stejně tak nás nezabavuje povinnosti zkoumat konsekvence používání Bayesova teorému. Proto se nyní jako poctiví filosofové vědy zaměříme na vyjasnění pojmu pravděpodobnosti, který jsme zatím pokládali za intuitivně jasný.

Primárně se v souvislosti s vyjasněním významu pravděpodobnosti musí rozhodnout dvě otázky, které jsou spjaty s ontologií a epistemologií. Z hlediska ontologie se můžeme ptát, jaká fakta činí hodnotu pravděpodobnosti hypotézy pravdivou. Z epistemologického hlediska se navíc vkrádá otázka, na základě čeho justifikujeme naše odhady hodnot pravděpodobností při výpočtu z Bayesova teorému. Pragmaticky uvažující bayesiáni mají na obě otázky jednoduché odpovědi: žádná fakta nečiní hodnoty pravděpodobností pravdivými a justifikace je založena čistě na subjektivní volbě hodnot pravděpodobností (Rosenberg, 2005, s. 135).

Další konceptuální obtíže se týkají toho, že pravděpodobnost má nejméně dvě různé podoby. První varianta je pravděpodobnost determinovatelná a priori, čili taková, při jejímž určování známe všechny možnosti, které mohou nastat, nebo pracujeme s výpočtem pravděpodobnosti pro nekonečné posloupnosti určitých operací. Takovouto a priori determinovatelnou pravděpodobností jsou výpočty pravděpodobnosti na konečných souborech, jako je tomu například u určování pravděpodobnosti tažení určitého druhu karty ze základního balíčku. Stejně tak můžeme určit a priori, že počet hodů hlavy a orla bude v nekonečné posloupnosti hodů dokonalou mincí rozdělen přesně jedna k jedné (Rosenberg, 2005, s. 133).

Pro vědecké hypotézy je ovšem užití apriorní pravděpodobnosti nemožné, protože typicky neznáme všechny možnosti stavů systému a nepracujeme s nekonečnými posloupnostmi operací. Druhou variantou pravděpodobnosti, se kterou jsme konfrontováni ve vědeckých hypotézách, je tedy pravděpodobnost, která vyžaduje nějaký druh empirického zkoumání. Pokud například zkoumáme pravděpodobnost při házení mincí v reálných případech, pro konečné posloupnosti hodů, pak nedosahujeme apriorního poznatku, že počty

hlav a orlů jsou jedna k jedné, ale dosahujeme určitých stabilních dlouhodobých relativních frekvencí jednotlivých možností, které se zhruba shodují s rozdělením jedna k jedné, se samozřejmým výskytem fluktuací (Rosenberg, 2005, s. 133–134).

V reálném případě se tudíž musíme snažit odpovědět na otázku, jak můžeme ze znalosti dlouhodobých relativních frekvencí usuzovat na výsledek příští operace, například příštího hodu mincí. Jistě bychom rádi věřili v princip, že se například mince chovají v jakékoli konečné posloupnosti hodů stejně jako v nekonečné posloupnosti hodů. Bohužel, takový princip je neplatný. Můžeme si představit libovolně konečně dlouhou posloupnost samých orlů, která nijak nenarušuje platnost rozdělení jedna k jedné pro nekonečnou posloupnost hodů. Jediné co nás opravňuje usuzovat na výsledek další operace, při znalosti dlouhodobých relativních frekvencí, je tedy naše subjektivní přesvědčení. Jinak řečeno, jak by řekli bayesiáni, pokud máme dostatečně dlouhou posloupnost a dostatečně dobře známe dlouhodobé relativní frekvence, víme, jak si dobře vsadit na výsledek dalšího hodu (Rosenberg, 2005, s. 135–136).

V případě testování vědeckých teorií cestou inferencí z Bayesova teorému se setkáváme s problémy při stanovení části pravděpodobností potřebných k výpočtu. Obecně není problémem určení podmíněné pravděpodobnosti $P(e/h)$, protože, pokud hypotéza h predikuje empirickou evidenci e , bude $P(e/h)$ vysoká a vice versa. Problém nastává při určování pravděpodobnosti $P(h)$, pokud se jedná o novou hypotézu a $P(e)$ vzhledem k množství použitých pomocných hypotéz (Rosenberg, 2005, s. 134–135).

Podle bayesiánů je určení hodnot vstupních pravděpodobností $P(h)$ a $P(e)$ čistě záležitostí dobře uvážené sázky podle předchozí dlouhodobé relativní frekvence nebo, chcete-li, podle sázkového kurzu. Podle bayesiánů jsou tedy pravděpodobnosti a především vstupní pravděpodobnosti $P(h)$ a $P(e)$ identické se stupněm přesvědčení o vhodnosti vsadit si na výsledek. Hodnoty $P(h)$ a $P(e)$ můžou být dokonce zvoleny zcela arbitrárně. Podle některých bayesiánů totiž s přibývajícimi daty posloupnost hodnot $P(h/e)$ konverguje ke správné hodnotě, bez ohledu na počáteční hodnoty pravděpodobností $P(h)$ a $P(e)$ (Rosenberg, 2005, s. 134–135).

Bayesiánský přístup s sebou nese některé zamlčené *ceteris paribus* klauzule. Kromě nutnosti zachovávat logická pravidla odvozování a tři axiomy teorie pravděpodobnosti je to především předpoklad disponování dostatečnými prostředky na sázky, které samozřejmě v některých případech nemusí být úspěšné, a to i v několika po sobě následujících pokusech. Kritika bayesianismu se ale opírá i o závažnější problémy a nevyjasněné otázky, které se s touto koncepcí pojí (Rosenberg, 2005, s. 135).

S první obtíží jsme se již seznámili, jedná se o tvrzení o náhodné volbě prvotních pravděpodobností $P(h)$ a $P(e)$. Nezdá se totiž, že by historická evidence o volbě nových vědeckých hypotéz a důvěře v empirická data přesvědčivě dokládala tuto bayesiánskou představu. Většinou pozorujeme, že volba prvotní $P(h)$ se řídí různorodými ukazateli: předpokládanou jednoduchostí, ekonomizačními principy, podobností s dokázanými hypotézami, matematickými symetriemi ad. Jen výjimečně pozorujeme, že by se volba $P(h)$ řídila předsudkem, estetickými preferencemi nebo byla dokonce naprosto náhodná, nicméně tyto možnosti prozkoumáme v následující podkapitole (Rosenberg, 2005, s. 135).

V případě určení $P(e)$ jsme ještě méně svědky náhodnosti stanovení její vstupní hodnoty. Tato hodnota se opírá o důvěru vědců v experimentální a observační techniku, o stupeň dosažené přesnosti, o míru schopnosti eliminace chyb měření ad. Jistě, můžeme bayesianismus vnímat čistě rekonstrukcionisticky a hodnoty $P(h)$ a $P(e)$ brát pouze jako arbitrární vstupní parametry, pak ale naše rekonstrukce průběhu testování výrazně pozbývá realističnosti.

Další obtíž bayesianismu je nazývána „problémem staré evidence“. Starou evidenci máme na mysli empirická zjištění, která byla známa už před vytvořením nové teorie a která jsou s ní v souladu. Vědecké teorie jsou obecně velmi silně potvrzeny empirickou evidencí, která byla dostupná už před vznikem nové hypotézy. Jako příklad můžeme připomenout Einsteinovu speciální teorii relativity, která byla silně potvrzena již dlouho známými výsledky Michelsona–Morleyho měření. Stejně tak obecná teorie relativity byla silně potvrzena starou empirickou evidencí o stáčení perihelia Merkuru.

Pro bayesianismus představuje stará evidence problém, protože pokud ji zahrneme do výpočtu podmíněné pravděpodobnosti hypotézy, pak z Bayesova

teorému vyplývá, že tato stará evidence pravděpodobnost hypotézy vůbec nezvyšuje, ale ponechává ji stejnou.

Tuto skutečnost můžeme jednoduše ukázat výpočtem z Bayesova teorému. Pro starou evidenci budeme mít samozřejmou tendenci stanovit pravděpodobnost $P(e) = 1$, protože je to evidence, která je běžnou součástí naší zkušenosti a pokládáme ji za nezpochybnitelnou součást naší zkušenosti. Určitě nebudeme zpochybňovat, že se Země otáčí kolem Slunce, snad jedině pokud bychom byli naprostými relativisty, že světlo dorazí ze Slunce na Zemi zhruba za 8 minut, že výsledek Michelsonova–Morleyho experimentu v rámci statistických chyb vždy prokazuje konstantní rychlost šíření světla apod.

Protože podmíněná pravděpodobnost platnosti staré empirické evidence za předpokladu platnosti nové hypotézy bude mít tendenci nabývat hodnot velmi blízkých jedné $P(e/h) \approx 1$, můžeme už vidět, proč má baysianismus problém. Provedme výpočet podmíněné pravděpodobnosti nové hypotézy za předpokladu staré evidence z Bayesova teorému (Rosenberg, 2005, s. 136):

$$P(h/e) = \frac{P(e/h) \times P(h)}{P(e)} = \frac{1 \times P(h)}{1} = P(h)$$

Vidíme, že z Bayesova teorému vyplývá, že nová podmíněná pravděpodobnost hypotézy za předpokladu platnosti staré empirické evidence je stejná jako původní hodnota pravděpodobnosti nové hypotézy $P(h/e) = P(h)$. Stará empirická evidence tedy vůbec nezvyšuje hodnotu pravděpodobnosti nové hypotézy, ačkoliv je s ní tato v dokonalé shodě.

Bayesiáni běžně volí jednu ze dvou následujících obranných pozic. Mohou prohlásit, že stará evidence skutečně nepřispívá ke konfirmaci hypotézy. Říkají, že ke konfirmaci hypotézy je potřeba skutečně nových predikcí, protože jinak by byla nová hypotéza pouze hypotézou ad hoc (Rosenberg, 2005, s. 137). Ad hoc hypotéz, které budou ve shodě se starou evidencí, přitom můžeme vytvořit neřeberné množství. Tento přístup je ovšem obtížně hájitelný. To, že čistě v časovém sledu předchází nějaká empirická evidence novou hypotézu, ještě nemusí činit tuto novou hypotézu hypotézou ad hoc, pokud tato empirická evidence nebyla známa objeviteli nové hypotézy, a přesto z ní vyplývá jako validní predikce.

Například Einstein mnohokrát tvrdil, že při vytváření speciální teorie relativity neznal výsledky Michelsonova–Moreyho měření.

Jiná obrana bayesiánů přichází s tvrzením, že pravděpodobnost staré empirické evidence má hodnotu menší než jedna $P(e) < 1$ (Rosenberg, 2005, s. 137). Tento způsob obrany je ovšem extrémně obtížný, protože i když tuto hodnotu snížíme, stále bude velmi blízká jedné, a tak bude zvýšení podmíněné pravděpodobnosti nové hypotézy velmi nepatrné.

Posledním a pravděpodobně největším problémem bayesianismu je jeho subjektivismus. Vždy se můžeme ptát, zda je konvergující hodnota $P(h/e)$ opravdu správnou hodnotou, viděno perspektivou objektivního pojetí pravděpodobnosti. Vždy budeme čelit výtkám, že jako bayesiáni pouze důvěřujeme naší parciální znalosti dlouhodobých relativních frekvencí, a tudíž se vždy můžeme dostat do situace, že vyčerpáme své vždy nutně omezené zdroje v sázkách, které budou neúspěšné (Rosenberg, 2005, s. 137–138). A chceme si představovat pokrok vědy jako čistě záležitost štěstí zkušeného sázkaře? Bayesiáni si takto pokrok vědy představují, podle nich nemáme k dispozici nic, co by nám přineslo znalost objektivního stavu věcí (viz bayesiánská odpověď na ontologický problém pravděpodobnosti). Nemusíme to mít bayesiánům za zlé, ale sluší se připomenout, že bayesianismus v žádném případě nepředstavuje řešení problému indukce. Bayesián vždy už platnost principu indukce předpokládá, respektive sází na něj.

3.33 Problém demarkace vědy a pseudovědy

Ačkoliv se nám může zdát, že existuje pragmatické řešení problému testování tak, jak jej představuje bayesianismus, smutnou skutečností období pragmatické filosofie vědy bylo odsunutí jasných kritérií, které definují vědeckou činnost. Došlo tak k nivelizování rozhraní mezi vědeckou a mimovědeckou, nebo dokonce pseudovědeckou činností. Hlavním důvodem tohoto stavu bylo široké rozšíření epistemického relativismu.

Epistemický relativismus je koncepcí, která pokládá poznání a obecně pravdu za relativní vzhledem k pojmovému schématu (conceptual scheme), úhlu pohledu (point of view), perspektivě nebo nejvíce zprofanovaně vzhledem

k paradigmatu. Původcem tohoto stavu věcí je paradoxně primárně Quinova kritika dogmat empirismu a proklamovaná a namnoze špatně pochopená relativita ontologií.

Explicitnějším původcem je Kuhn, jehož mnohmluvná Struktura vědeckých revolucí byla, především sociálními a humanitními vědci, interpretována jako manifest relativismu.

Relativismus v analytické tradici

Relativismus je v analytické tradici kromě Kuhna spojován také a především s dalšími autory. Nejvýznamnější osobností, která je s relativismem spojována, ne zcela oprávněně, je Willard Van Orman Quine. Mezi propagátory relativismu pak patří především Nelson Goodman a Richard Rorty.

Srov. Quine, Willard Van Orman: *Ontological Relativity and Other Essays* (1969), Goodman, Nelson: *Ways of Worldmaking* (1978), Rorty, Richard: *Philosophy and the Mirror of Nature* (1979).

Epistemický relativismus měl některé pozitivní důsledky, a to jak pro filosofii vědy, tak obecně pro postavení sociálních a humanitních věd. Kuhnovský relativismus vedl k dalšímu rozvoji nepozitivistické historiografie vědy, ale také psychologie a sociologie vědy (kterým se více budeme věnovat v příští kapitole). Sociální a humanitní vědy, tedy obecně „měkké vědy“ („soft sciences“), se emancipovaly z vlivu a nadvlády „tvrdých věd“ („hard sciences“). Bohužel, právě tato emancipace se udála natolik překotně, že zároveň vedla k rozbušení „měkkých věd“ až za hranice vědeckosti. Mluvíme-li tedy o problému demarkace mezi vědou a pseudovědou, mluvíme především o odlišení některých „měkkých věd“ od zcela nevědeckých „systémů přesvědčení“.

Archeologie vědění

Poslední velkou osobností, která se v 70. a 80. letech minulého století pokusila ukotvit vědy o člověku, tj. sociální a humanitní vědy, na novém obecném

teoretickém základě, byl Michel Foucault. Ačkoliv byla Foucaultova koncepce archeologie vědění ve vědách o člověku s nadšením přijímána, s odstupem času je třeba říct, že se jeho program nepodařilo naplnit a výsledkem je současný neutěšený stav postmodernismem rozvrácený sociálních a humanitních oborů. To ovšem nemůžeme dávat za vinu Foucaultovi samotnému, naopak bylo by velmi žádoucí vrátit se opět k jeho závěrům a pokusit se jeho projekt dovést do zdárného konce.

Srov. Foucault, Michel: Archeologie vědění (česky 2002).

Epistemický relativismus je velmi liberální, až benevolentní v ochotě označit nějaký systém přesvědčení za poznání. Co všechno může být „jinými cestami poznání“? Zařadíme mezi relevantní zdroje poznání například astrologii, parapsychologii, holistickou medicínu nebo homeopatii? Podle epistemických relativistů nemají „tvrdé vědy“ epistemický primát v dolování poznání. A tak místo toho, aby hledali pravdu v hloubce, „v potu tváře“, tj. při respektování přísných a nikoliv formálních kritérií vědeckosti, spokojují se s popisem pestrobarevného a měnlivého povrchu, který je útulný a na přehnaná kritéria nenáročný.

A bohužel na přehnaná kritéria je nenáročný i tzv. kvalitativní výzkum, který se stal v humanitních a sociálních vědách dominantním od zhruba 70. let minulého století. Sociální a humanitní vědci s kvalitativním zaměřením se začali vymezovat vůči svým kvantitativním kolegům a kvantitativní přístup ke zkoumání začali označovat za neadekvátní, protože byl scientistický. Tento vývoj dospěl postupně k rozštěpení řady tradičních sociálních a humanitních věd do dvou variet, na Západě samozřejmě vlivem geopolitické situace dříve než například v českém prostředí. Jedna z těchto variet se nechala unášet sny o autonomii na přírodních vědách, kvalitativních metodách, neredukovatelnosti obsahu poznatků a v důsledku toho dospěla k izolaci od nových trendů rozvoje přírodních věd, k ztrátě kritičnosti v oblasti metodologie výzkumu a k nivelizaci kritéria testovatelnosti. Takto můžeme ještě dnes vyslechnout přednášky zarytých psychoanalytiků, říznutých Jungem, marxismem, frankfurtskou školou, dekonstruktivismem a samozřejmě také kvantovou provázaností.

Druhá varieta naopak navázala úzký vztah s přírodními vědami, začala sofistikovaně využívat kvantitativních metod a třídit oblast svých tradičních poznatků. V důsledku toho se celá řada tradičních problémů humanitních disciplín stala předmětem úspěšných výzkumů, byla designována celá řada experimentů a mnoho tradičních hypotéz bylo odvrženo jako překonaných. Takto dnes můžeme sledovat úspěchy kognitivní psychologie, neuropsychologie, psycholingvistiky apod.

Pro autonomní „měkké vědy“ je relativismus samozřejmým krédem, které vede k tomu, že se vlastně jenom kupí alternativní hypotézy, ale nedochází k jejich prosévání a třídění. A tak stále můžeme vidět návraty ke klasikům (jako marxismus nebo psychoanalýza). Zůstává otevřenou otázkou, zda se může filosofie vědy vrátit k zásadním problémům, které relativismus umožnily, tj. k problémům filosofie jazyka, epistemologie a nakonec i metafyziky a vytvořit normativní bázi, na které se uskuteční smysluplná obnova humanitního zkoumání. Alternativní možností je, že rozvoj speciálních věd, například právě těch, které se s humanitními tématy obrátily na pomoc k přírodním vědám, povede ke spontánnímu vyřešení těchto tradičních filosofických problémů a tím i k úspěšnému odstranění relativismu.

Nejvýraznějším filosofem vědy, který postavil svou kritiku tradiční popperovsko-lakatosovské filosofie vědy svázané s kritériem falsifikovatelnosti na epistemickém relativismu, byl Paul Feyerabend. Jeho koncepce, která byla nejuplněji představena v knize *Against Method*, je nejčastěji označována jako metodologický anarchismus. Jedná se v zásadě o radikalizaci pojetí tvůrců moderního epistemického relativismu. Kuhnova koncepce nesouměřitelnosti paradigmat je radikalizována rozštěpením samotných paradigmat do nesouměřitelných teorií v rámci jedné normální vědy. Quinův holismus významu je radikalizován do pojetí, v němž se liší významy teoretických termínů dokonce v sousedních teoriích jedné normální vědy.

Tam, kde by například Kuhn viděl vítězství kvantové mechaniky, která se stává novou normální vědou, vidí Feyerabend celou řadu nesouměřitelných teorií – Planckovu, Rutherfordovu, Bohrovu, Schrödingerovu, Heisenbergovu a jiné. Tam, kde by Quine s Kuhnem konstatovali užití jednoho teoretického termínu, například elektronu, vidí Feyerabend tolik teoretických termínů, kolik je teorií (elektron Rutherfordův, Bohrův, Schrödingerův atd.).

Budování vědecké teorie je chápáno Feyerabendem jako tvorba uměleckého díla. Tam, kde podle Feyerabenda neexistuje racionální báze pro volbu teorie z množiny nesouměřitelných možností, povzbuzuje metodologický anarchismus originalitu a kreativitu vědců/umělců. Pro Feyerabenda je epistemický relativismus, podobně jako morální relativismus, veskrze pozitivní, protože představuje tvůrčí potenciál vědy. Feyerabend je přesvědčen, že přes veškeré Popperovo odsuzování dogmatismu, pokud by věda měla fungovat tak, jak sugeruje její racionální rekonstrukce, už dávno by musela zkrachovat.

Feyerabendovo slavné krédo z knihy *Against Method* zní: anything goes, tj. vše je dovoleno. Důležité je přitom říci, že to neznamena pouze možnost ničím nezdůvodněné volby z nesouměřitelných teorií, ale že relativismus prostupuje i do samotných metod. Neexistuje pevná racionální báze vědecké metodologie, která by umožňovala oddělit vědu a ne-vědu. Filosofie vědy tak není schopna, a tak je tomu podle Feyerabenda dobře, bránit epistemickou výlučnost vědeckého poznání. Existuje velké množství „způsobů poznání“ a žádný nelze pokládat za lepší než ostatní.

I přes velkou radikálnost Feyerabendových slov je jeho metodologický anarchismus především obranou před dogmatickým uvažováním. Pokud chápeme jeho maximu „Vše je dovoleno.“ jako krédo heuristické, pak ovšem není jasné, čím se tak zásadně liší od otevřenosti postupů Poppera a Lakatose. Pokud připustíme i radikální Feyerabendovu polohu, tj. relativizování empirických kritérií vědy, jimiž jsou metody falsifikace a konfirmace, a také logických kritérií, které dohlížejí na zachování konzistence teorie, pak se ovšem vzdáváme postulatů racionality a v tu chvíli není přísně vzato jasné, odkud vypovídáme a proč by nás měl někdo vůbec poslouchat (viz další kapitola a Valentova koncepce Lakatosovy metodologie vědeckých výzkumných programů).

3.4 VÝVOJ VĚDECKÝCH TEORIÍ

Hlavní postava románu Roberta De Lilla Bílý šum, vedoucí katedry hitlerologie na jisté univerzitě ve Spojených státech, řeší drobnou obtíž své kariéry, pořádá mezinárodní hitlerologickou konferenci a potřebuje zamaskovat, že neumí

německy. A tak se naučí několik málo konverzačních frází, nechá si předpřipravit projev a s akcentem obyvatele jižní části státu Main na úvod konference prohlásí: „Meine Damen und Herren, herzlich willkommen in der Fünften Internationalen Hitlerologischen Konferenz.“

Hitlerologie je jistě zajímavá vědecká disciplína kombinující do jednoho crossdisciplinárního chumlu historii, sociologii, psychologii a psychopatologii, filosofii německého idealismu, evoluční biologii, rozenkruciánskou mystiku a geografii telurických proudů a mnoho jiného. A všechny tyto jednotlivé disciplíny samozřejmě přesahuje, protože se otrocky – fahidioticky – nesoustřeďuje na jeden obor, ale zkoumá daný problém – Hitlera – z perspektivy různých oborů a všechny poznatky dokáže umně propojit.

Vlna tvorby nových trans, multi a postdisciplín nezůstává pouze literární fikcí, ale je naopak charakteristickým rysem vývoje humanitních a sociálních věd v období pragmatické filosofie vědy. Další kritické výtky, které by překračovaly rámec nezávazného úvodu, cudně zamlcíme a jejich zkoumání přenecháme některé filosofii sociálních a humanitních věd. Můžeme ovšem ještě konstatovat, že hrozil-li se Feyeraabend v 70. letech fahidiotů, kteří přes vlastní specializaci nedohlédnou k zajímavým implikacím svých výzkumů v jiných oborech, pak dnes se můžeme obdobně děsit transdiletantů, kteří napínají síť inspirací nad prázdnými floskulami, které možná kdysi, když ještě vězeli v konkrétní disciplíně, byly pojmy.

Transdiletantismus

Někdy je velmi těžké udržet kamennou tvář při konfrontaci s postmoderními intelektuály, kteří začnou své vyprávění, samozřejmě na akademické půdě, postmoderním vyznáním plurality, pokračují kritikou dogmatických přístupů scientistů, vyznají svou víru ve Freudovu psychoanalýzu, aby se vzápětí opřeli o nějaký pěkný literární příklad a následně šokovali svou znalostí kvantové fyziky, vrátili se k obrozenému marxismu a skončili provoláním o policejním státě akademických institucí.

Filosofie má vzbuzovat údiv a měla by se provozovat na ulicích, měla by vhodným způsobem šokovat, nicméně něco jiného je praxe filosofického buřičství,

jak ji provozuje například Slavoj Žižek, a něco jiného filosofie jako normativní disciplína, která vytváří kánon textů, které mají formovat sociální a humanitní vědy. A tak zatímco můžeme Žižkovi při jeho jímavých projevech odpustit, že se mu do nich sem tam vplete nějaká ta kontradikce, nemůžeme to odpouštět postmoderním filosofům, kteří píší knihy, které mají stanovovat rámec proměn společnosti.

Taková byla postmoderna, nesourodé uskupení myslitelů, kteří se kriticky vyrovnávali s tradicí moderny, počínaje vědeckou revolucí 17. století přes osvícenství, kapitalismus, nacionalismus, marxismus až k hrázám 20. století. Uskupení to bylo skutečně různorodé, v souvislosti s hodnocením vědy v něm musíme rozlišit minimálně tři skupiny myslitelů. První skupina je za postmodernisty často pokládána, ačkoliv se k postmoderně namnoze stavěli velmi kriticky, pokud útočila na primát epistemického statusu vědy. Sem bychom měli zařadit filosofy analytické tradice, jako byl Quine a v návaznosti na něj také Kuhn. Druhá skupina myslitelů vycházela z tradice strukturalismu a fenomenologie a pokoušela se především reformovat sociální a humanitní disciplíny. Zde je potřeba připomenout především Michela Foucaulta, jehož archeologie vědění rýsovala možnosti konstituce věd o člověku a současně ponechávala přírodním vědám jejich postavení.

Teprve poslední skupina představuje vlastní dřeň postmodernismu, která se rozešla s tradicí osvícenství a vyhlásila válku hegemonii pravdy, objektivitě, racionalitě, a tím samozřejmě i vědy. Myslitelé jako Jacques Derrida nebo Gilles Deleuze rozložili poslední velké koncepce humanitních věd – strukturalismus, fenomenologii, hermeneutiku – a nahradili je poststrukturalismem. Systematicky dekonstruovali všechny pokusy o racionální uchopení skutečnosti a nahradili je tříští přesvědčení, která se navracela k mýtotočné aktivitě prvních básníků evropské kultury.

Věda byla prohlášena za náboženství moderny a cílem dekonstruktivismu bylo ukončit hegemonii vědy, která, jako poslední velké totalizující vyprávění, brání pluralitě přesvědčení, a tím svobodě lidského individua. Dekonstrukce

chtěla ukázat, že vědecké pojmy a teorie nejsou reflexe struktury reality, ale sociální konstrukty, které můžeme směle nahradit jinými sociálními konstrukty. A učinit bychom to měli, protože vědecké teorie mohou být, a v duchu „logiky“ dekonstruktivismu tudíž jsou, nebezpečné.

Intelektuální prostředí postkomunistické Evropy nasálo esprit dekonstruktivismu se zpožděním, a proto jej stále pokládá za intelektuálně živý. Faktem je, že je živý v sociální realitě, protože ta vždy se zpožděním odráží intelektuální vize předcházející generace intelektuálů. Faktem ale také je, že intelektuálně je dekonstruktivismus mrtvý, protože už nepřináší nic skutečně nového, co by mohlo inspirovat intelektuální diskuze mladých myslitelů. Poslední hlasatelé dekonstruktivismu jsou pohrobky jedné smělé romantické představy o nadvládě lidské imaginace nad racionalitou.

Reakce přírodních vědců na dekonstruktivismus byly povětšinou velmi odmítavé už v době, kdy tento slavil úspěchy v intelektuálních kruzích. Někteří jej označovali za intelektuálně podnětnou, ale samoúčelnou hru, která se netýká skutečných problémů vědy. Jiní jej prohlásili za nový romantismus, který je pochopitelným vydechnutím vědecko-technické civilizace tváří v tvář všem převratným objevům vědy, které změnily naše zaběhlé intuice. Ti nejkritičtější pak přímo prohlásili dekonstruktivistické teze za nesmysly zaobalené do neologismů a specifického žargonu a vyhlásili mu otevřenou válku. Mezi řadou těchto odpůrců dekonstruktivismu musíme vyzvednout především Allana Sokala a Jeana Bricmonta, kteří výsledky svého zkoumání dekonstruktivismu a jeho vlivu na rozklad humanitních věd nejlépe zpřístupnili v knize *Fashionable Nonsense*.

Sokalova aféra

Sokal ukázal, že v postmoderním dekonstruktivismu se ztrácí rozdíl nejen mezi vědeckým a nevědeckým, ale i mezi smysluplným a nesmyslným tvrzením. V roce 1993 zaslal Sokal do periodika *Social Text* studii s názvem *Transgressing the Boundaries: Towards a Transformative Hermeneutics of Quantum Gravity*. Tato studie byla obsahově a argumentačně invalidním textem, který v duchu dekonstruktivistické manýry míchal teze o sociální

konstrukci reality (např. gravitace) s výpůjčkami z přírodních věd, které mají tuto skutečnost demonstrovat, neřkuli dokazovat. Text měl korektní akademickou formu, byl doprovázen množstvím citací (Derridy a spol.) a jako takový byl při recenzním řízení přijat a publikován. Podle Sokala tak byla jasně demonstrována naprostá neschopnost humanitních kruhů prosycených poststrukturalismem na základě nezávislých racionálních kritérií posoudit, co vůbec dává smysl a může být součástí racionální diskuze.

Můžeme Sokalovi namítnout, že ani přírodní vědy nejsou imunní vůči nesmyslu a čas od času se v nich vyskytnou invalidní studie, omyly nebo dokonce podvody. Faktem ale zůstává, že v humanitních oborech prodchnutých dekonstruktivismem je takových případů více. A pokud přečteme například některé texty od samotných tvůrců dekonstruktivistického kánonu, například Deleuzovo a Guattariho dílo *Co je filosofie?*, pak nevidíme příliš mnoho rozdílů od Sokalova hoaxu.

Smutným důsledkem období vlády dekonstruktivismu v sociálních a humanitních vědách je nahlodání, nebo dokonce ztráta respektu přírodovědců k praxi sociálních a humanitních disciplín. Podle většinové představy zástupců „hard sciences“ neprodukují sociální a humanitní vědy skutečné poznání, ale pouze (pseudo)intelektuální cvičení. Permanentní předparadigmatický stav humanitních věd, který chtěl, bohužel neúspěšně, překonat Foucault a který je pro většinu humanitních vzdělanců samozřejmým důsledkem specifické povahy humanitního zkoumání, je přírodovědci interpretován jako doklad neschopnosti přinášet nějaké skutečné užitečné hodnoty (více viz závěr v souvislosti s třetí kulturou). Filosofie, a to často i filosofie vědy, se samozřejmě nachází s humanitními disciplínami na jedné lodi.

3.41 Vědecký pokrok bez kurately filosofie vědy

Viděli jsme výše, že vzhledem ke Quine–Duhemově tezi o nedourčenosti teorie empirickou bází můžeme například očekávat několik finálních teorií fyziky. Může se stát, že vyprecizovaná M-teorie bude fungovat vedle inflační

kosmologie jako alternativní a stejně validní popis Vesmíru? Je tato představa přijatelná? Dvě odlišné teorie, které popisují stejnou množinu problémů, musejí být nutně nekompatibilní. Mohou být ale dvě vzájemně nekompatibilní teorie obě současně pravdivé? A pokud ne, tak co nám pomůže vybrat správnou teorii? A proč v praxi nedochází ke vzniku vzájemně nekompatibilních teorií?

V návaznosti na to jsme také viděli, že důsledkem teze o kontaminaci empirické báze teorií (theory-ladeness) je striktně vzato znemožněno efektivní uplatnění metody falsifikace, protože každá teorie si vytváří svou empirickou bázi. A protože konfirmace je v tomto případě triviální samozřejmostí, zbavuje nás theory-ladeness možnosti testovat vědecké teorie skrze empirická kritéria. Můžeme tedy spoléhat na jiná než empirická kritéria, kupříkladu jednoduchost, ekonomičnost nebo konzistenci teoretického systému? To jistě můžeme, ale všechna tato kritéria jsou už nějak na empirické testování navázána.

Nemožnost jednoznačně stanovit univerzální kritéria vědeckého testování a obecně vytvořit na poli filosofie vědy sadu metodologických postupů, které by byly jednoznačně závazné pro kteroukoliv aktivitu, která chce být označována za vědeckou, stejně jako nemožnost jasně demarkovat na základě těchto apriorních kritérií vědu od pseudovědy, vedla k příklonu k hledání neempirických a obecně neepistemických kritérií vývoje vědy.

Především v 80. letech se stalo dominantním vysvětlování vývoje vědy sociálními faktory, výběr nového teoretického systému byl tedy záležitostí společenského konsensu v komunitě vědců a současně vznik nových vědeckých trendů byl dílem sociálních vlivů. Historiografie vědy k těmto sociálním faktorům přidává vliv celé řady dalších faktorů. Takto můžeme sledovat inspirace tradičními metafyzickými systémy, jako byl například atomismus, můžeme vidět vliv náboženských doktrín, především v představě racionálního uspořádání světa v křesťanské filosofii a také vliv politických ideologií, například liberalismu. Důležité jsou také estetické preference, jako je spontánní tlhnutí k symetriím, psychologické dispozice, především lidská potřeba uceleného a jednotného porozumění světu nebo intelektuální módní trendy, jako byla obliba superstrun v 90. letech minulého století.

Problémem samozřejmě je to, že neempirické a neepistemické faktory, které ovlivňují, což nikdo nepopírá, vývoj vědy, nezaručují aproximativní směřování

k pravdě (objektivitě). Můžeme pak ještě vůbec hovořit o pokroku vědeckého poznání? Pokud ano, pak určitě ne o pokroku založeném na kumulaci poznání, ale spíše o pokroku, který je podobný výsledkům darwinovské evoluce, tj. odpovídá úspěšné lokální adaptaci na sociální prostředí. Revoluční změny ve vědě tak odpovídají okamžikům, kdy se sociální prostředí výrazně změnilo a vědecké komunity museli rychle zvolit novou úspěšnou strategii přežití.

Pokud tuto koncepci lokálních adaptací přijmeme, pak ovšem musíme přesto připustit, že věda ztrácí epistemickou nadřazenost, kterou se pyšnila s rostoucí silou od doby vědecké revoluce. Ovšem přijetí lokálně adaptačního modelu se neobejde bez výhrad, protože budeme těžko hledat izomorfii mezi sociálními a vědeckými otřesy, vždyť například v průběhu francouzské revoluce pokračoval rozvoj klasické mechaniky a naopak speciální teorie relativity se vy-nořila z klidné epochy, v níž Evropa tančila valčík.

Podle Quina věda rozhodně epistemickou nadřazenost neztratila, nadřazenost ztratila pouze filosofie vědy jako arbitr vědeckosti. To je samozřejmým důsledkem Quinovy revize empirismu (viz úvod kapitoly věnované sémantické filosofii vědy), která ukázala, že neexistují žádné čistě analytické věty, které nepodléhají kritice, a to znamená, že i věty formálních disciplín mohou být revidovatelné. To, co platí pro formální vědy, platí samozřejmě stejně tak i pro všechny disciplíny filosofie, včetně filosofie vědy. Metodologie a logika jsou součástí sítě vědeckých výpovědí, nikoliv nezávislé základy vědy.

Quine tvrdí, že neexistuje speciální filosofické (epistemologické) poznání, které by mohlo být základem vědy. Není možné vystavět metavědecká kritéria, jak se o to snažil logický empiricismus, stejně jako Popper nebo Lakatos, která by umožňovala na čistě pojmově-logické rovině rozhodnout, zda je daný systém přesvědčení vědecký. Jediné kritérium vědeckosti, které Quine připouští, je empirická adekvátnost teoretického systému (Rosenberg, 2005, s. 160). Jinak řečeno, volba vhodné ontologie je arbitrární jen do té míry, do jaké dokáže organizovat naši zkušenost.

Věda sama podle Quina disponuje samoopravnými prostředky, které zaručují, že se vědecký pokrok nezastaví. Její základní části – logika, matematika, ale i fyzika – jsou už totiž natolik pevné a ostřílené staletými zpřesňování,

že nepřipustí fundamentální úpadek. Jedinou alternativou by snad mohlo být úplné opuštění vědy, ale k tomu podle Quina z čistě pragmatických důvodů pravděpodobně nikdy nedojde. Existují tedy pouze vědecké, nikoliv filosofické základy vědy. To nám ale podle Quina ani v nejmenším nemusí vadit a nemusíme propadat relativismu nebo skepsi, věda si svou vědeckost sama ohlídá.

Součástí vědy je samozřejmě i epistemologie. To, jakým způsobem poznáváme, je už nyní velmi dobře zkoumáno vědeckými disciplínami – kognitivními vědami a neurovědami především. V jednom ze svých pozdních textů – *Od stimulu k vědě* – ukazuje Quine vizi plně naturalizované epistemologie, která plynule přechází do hájemství přírodní vědy.

Poté, co podrobil empirismus zdrcující kritice, vyhláší Quine za jeho pozitivního nástupce naturalismus. Naturalismus jako (kvazi)filosofické stanovisko se tedy vyznačuje odmítnutím filosofie jako garanta základů vědy, tj. její ontologie, metodologie i axiologie. Vyznačuje se přesvědčením, že věda si sama dokáže vyřešit všechny problémy, a navíc dokáže řešit i problémy filosofické, což je konec konců pokračování pozitivistické představy, že se filosofie postupně rozpouští ve speciálních vědách.

Základní oporou naturalismu je speciální důraz na fyziku, který bývá označován jako fyzikalismus. Veškerá vědecká ontologie má své základy ve fyzikální ontologii a je na ni redukovatelná. Můžeme tedy plynule přejít od hledání mentálních reprezentací našich pojmů k neuronálním korelátům těchto reprezentací a od nich můžeme dále přejít k fyzikální úrovni popisu, která nás nakonec přivede až k základní úrovni, řekněme fermionům a bosonům standardního modelu fyziky.

Další zásadní oporou naturalismu je darwinismus, tj. důsledné uplatnění principů evoluční biologie na řešení všech původně filosofických otázek epistemologických, etických a jiných (Rosenberg, 2005, s. 161). Darwinismus jako výzkumný program ve filosofii je v současné době velmi živý v analytické filosofii, která z Quina vychází, výrazně také v českém filosofickém prostředí. V oblasti epistemologické naturalismus může popisovat postupný vývoj kognitivních schopností u našich biologických předchůdců. Může ukazovat, jak se postupně objevují schopnosti lidské racionality, které byly původně

chápany jako nezávislé apriorní struktury. Může ukazovat, jak se postupně rodí schopnost vytváření logických soudů, logického vyplývání a také metaúvahy o těchto schopnostech. Všechny epistemologické i etické problémy jsou řešitelné na čistě faktuální úrovni moderních a možná budoucích přírodních věd. V Quinově naturalismu neexistuje žádná autonomní úloha pro normativitu.

Darwinismus umožňuje řešení, alespoň podle naturalistů, letitých problémů, jako je teleologie. Zdánlivá účelnost a směřování přírodních procesů je pouze výsledkem slepého mechanického procesu proměnlivosti a přírodního výběru, což lze shrnout do součtveří: mutace, selekce, dědičnost, prostředí. Také ve filosofii vědy můžeme tedy vědecký pokrok (jak už jsme naznačili výše) vidět jako lokální adaptace, které se rodí skrze náhodné variace, jimiž jsou teoretické spekulace a jejich selekcí pod vlivem prostředí, v experimentech.

Naturalismus je velmi přitažlivý pro ty filosofy, kteří jsou znechuceni neplodností tradičních filosofických spekulací a rozháraností sociálních a humanitních věd. Na místo pseudořešení problémů cestou analytické metafyziky nabízí přímočarou cestu, která prostě jen předpokládá důvěřovat přírodní vědě, která se, jak víme velmi dobře ze zkušenosti, neustále osvědčuje a vede ke stálému progresu poznání a také ke zlepšování lidského života, ať už jde o životní komfort, komunikační možnosti, zdraví a mnoho dalšího. Pro naturalismus jsou všechny poststrukturalistické finesy humanitních disciplín jen bezduchým plácáním a plýtváním prostředky daňových poplatníků.

Ponechme naturalistům jejich přesvědčení a budme jim vděční za chvályhodný boj proti nesmyslům postmoderních postdisciplín, ale položme jim jednoduchou otázku: Je naturalismus filosofickým stanoviskem?

Naturalista nebude mít problém odpovědět, že na odpovědi nezáleží. Pokud řekne ne, tak tím má na mysli, že věda sama řeší všechny problémy a zastánce naturalismu, který shodou okolností vystudoval filosofii a působí na katedře filosofie, je prostě jen dobře přírodovědně poučeným laikem nebo, chcete-li, vědeckým žurnalistou pro náročné konzumenty mediálních produktů. Pokud řekne ano, pak tím prostě jen stvrdí, že filosofie je spolu se všemi formálními i jinými disciplínami součástí přírodní vědy.

Tento druh odpovědi je ovšem argumentačním faulem. Základním problémem totiž je, že naturalista nedokáže odlišit justifikaci poznání od jeho zapříčinění (Rosenberg, 2005, s. 161). Klidně můžeme spolu s naturalisty stopovat příčiny vzniku lidského mozku, přirozené příčiny jeho fungování, neurovědné základy kognice atd., ale to nás nezabaví povinnosti odpovědět, proč pokládáme nějaký systém přesvědčení za platný. Pokládat nějaký systém za platný totiž znamená, že nalézáme důvody, pro které jej chápeme jako justifikovaný. A justifikace se děje na půdě, která opouští fakturuální úroveň a přesouvá se na úroveň normativní, kde buduje nějakou „první filosofii“, tj. Fraassenovými slovy, určité stanovisko (stance).

Opravdu se naturalismus obejde bez „první filosofie“? Zde se vracíme k výsledkům Fraassenovy kritiky empirismu z úvodu ke kapitole věnované pragmatice filosofii vědy. Aplikováno na naturalismus, můžeme vybudovat následující argumentační strukturu (Rosenberg, 2005, s. 162):

P1: Justifikovat vědecké poznání nelze bez „první filosofie“.

P2: Naturalismus z principu odmítá první filosofii.

Z1: Čistý naturalismus je neudržitelný, protože nedokáže justifikovat své vlastní principy.

nebo

Z2: Pokud naturalismus justifikuje vlastní principy, stává se „první filosofii“, konkrétně pragmatismem.

3.42 Rekonstrukce struktury vědeckých revolucí

Široce sdíleným přesvědčením v období pragmatice filosofie vědy byla nedůvěra v některé rysy Kuhnova pojetí vývoje vědeckých teorií. Asi nejpalcivěji byla vnímána nemožnost racionálně rekonstruovat průběh změny paradigmatu. Radikálně pojatý holismus, který Kuhn na některých místech Struktury vědeckých revolucí používá, totiž implikoval, že se v zásadě nezachovává význam žádné části předchozího vědeckého poznání, že se ztrácí a znovu vytvářejí veškeré standardy metod a že se neuchopitelně rekonfigurují i cíle vědy. V úvodu k pragmatice

filosofii vědy jsme viděli, jak se s Kuhnovou radikální vizí změny paradigmatu popasoval Davidson. Nyní se vrátíme k Lakatosově revizi Kuhna a všimneme si dalších koncepcí, které se objevily v období pragmatické filosofie vědy.

Lakatos vybudoval metodologii vědeckých výzkumných programů tak, aby minimalizoval počet vědeckých revolucí, které ve vědě mají probíhat. Při naprostě většině změn vědeckého výzkumného programu se mění pouze ochranný obal skrze zavržení některých starých a zavádění nových pomocných hypotéz. Jádro vědeckého výzkumného programu, které obsahuje bazální principy programu, zůstává většinou beze změny.

Při hlubším zamyšlení si ovšem můžeme všimnout, že Lakatosova koncepce je, podobně jako ta Kuhnova, napadnutelná s ohledem na vágnost vymezení jádra vědeckého výzkumného programu. Modelově si můžeme zkonstruovat vědecký výzkumný program newtonovské fyziky a porovnávat ji s einsteinovským, ale neříká nám vzápětí Lakatos, alespoň implicitně, že Newton i Einstein jsou na jedné lodi, že jejich teorie jsou součástí jednoho obecnějšího vědeckého výzkumného programu? Samozřejmě, že ano. Společné jádro vědeckého výzkumného programu fyziky jako celku, jak už jsme naznačili výše, můžeme především spatřovat v matematických základech fyziky, v respektování point-of-view invariance zákonů fyziky a v hledání univerzálních symetrií.

Někteří filosofové tváří v tvář nejednoznačnosti vymezení jádra vědeckého výzkumného programu a tím i programu samotného zaměřili svou pozornost na specifikování ještě obecnějších kritérií, které by mohly vymezovat jádro jakéhokoliv výzkumného programu, který můžeme označit za vědecký. Takto hovoří Lubomír Valenta o postulátech racionality, které představují bazální partii jádra každého vědeckého výzkumného programu.

Postuláty racionality zahrnují základní logická a metodologická pravidla, která zůstávají platná i při dramatických změnách jáder vědeckých výzkumných programů. Představují prvek continuity ve vývoji vědeckých teorií. Perspektivou historiografie, nebo naopak evoluční epistemologie, sice můžeme uvažovat i o počátcích postulátů racionality, ale z hlediska filosofie vědy, která se zaměřuje na justifikaci vědeckých poznatků, se ukazují být základní konstitutivní podmínkou existence jakéhokoliv vědeckého poznání.

Valenta pokládá postuláty racionality za platné na základě pragmatických kritérií, tj. jako prostředky dosahování úspěchů v organizaci empirické evidence a vytváření užitečných aplikací, které se osvědčují ve společenské praxi. Kromě pragmatického hlediska můžeme samozřejmě postuláty racionality spojit s transcendentální perspektivou, vlastní například Searlovi (viz úvod), nebo se zaštitit nějakou podobou analytické metafyziky a založit je na realismu.

Další osobností, která se dokázala vyrovnat s relativismem a nahradit iracionální prvky Kuhnovy koncepce, je Larry Laudan. Změna paradigmatu je podle Laudana iracionální, protože Kuhn nedovede vysvětlit, proč dochází k nahrazení jednoho paradigmatu jiným, respektive proč vědecká komunita dospěje ke shodě, že je třeba paradigma změnit. Důvodem je podle Laudana to, že Kuhn vyjadřuje vztah mezi základními třemi úrovněmi vědy, tj. ontologií, metodologií a axiologií, prostřednictvím hierarchického modelu. V tomto modelu je revoluční změna na úrovni ontologie vždy nutně doprovázena revoluční změnou na rovině metodologie a samozřejmě také na úrovni axiologie. Jestliže se vědci liší ve volbě teorií, musí se podle Kuhna lišit i v používaných metodách a musí mít také jiné cíle. Všechny tři roviny vědy se tedy podle Kuhna mění se změnou paradigmatu současně.

Laudan nahrazuje Kuhnův hierarchický model síťovým modelem, který zaručuje vzájemnou provázanost a podporu mezi všemi třemi úrovněmi vědy, ale žádnou z těchto úrovní nepovažuje za primární. Mezi rovinami existuje interdependence.

Laudanův síťový model umožňuje překonat holistické pojetí změny paradigmatu. Síťový model umožňuje vidět přechod mezi paradigmaty jako postupný a vědeckou práci jako kontinuální a racionální. Ačkoliv se věda bezesporu historicky vyvíjela na všech úrovních, tj. ontologické, metodologické i axiologické, nikdy se neměnila na všech úrovních současně. Jedna, ale nejčastěji dvě úrovně vždy zůstávají dočasně neměnné, aby na třetí úrovni mohla změna proběhnout na základě racionálního rozhodnutí (Laudan, 1984, s. 142–147).

Z historie vědy známe celou řadu příkladů změny jednotlivých úrovní vědy. Příkladem ve vývoji matematiky je přijetí iracionálních čísel, které znamenalo

rozšíření matematického univerza a zásadně změnilo axiologii matematiky, která pokládala za čísla pouze entity, které mohou být vyjádřeny prostřednictvím poměrů celých čísel. Vývoj v biologii, při přechodu k evoluční teorii, znamenal zásadní změnu ontologie. Změny v metodologii můžeme registrovat na nepřeborném množství příkladů, jako ve vývoji neurověd, především v souvislosti s prosazením neinvazivních metod zkoumání mozku.

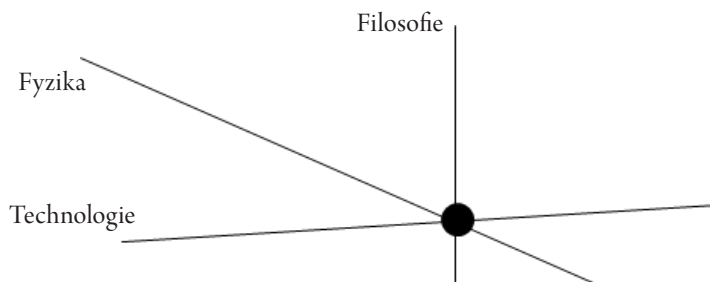
Racionalizací kuhnovské krizové vědy se zabýval také historik vědy Peter Galison. Jeho historiografická práce poskytuje popis základních okolností vzniku nových teorií, které se vyznačují určitou vysokou mírou univerzality. Peter Galison tak otevírá kontext objevu racionálního zkoumání, které může poskytnout vysvětlení procesu změny paradigmatu.

Klíčové otázky, které je podle Galisona pro vysvětlení revoluční změny třeba zodpovědět, jsou (Galison, 2005, s. 21–34):

- 1) Kdo novou teorii objevil?
- 2) Jaké vůdčí okolnosti vedly k objevu nové teorie?
- 3) Je změna teorií iracionální?

Podle Galisona není objev vázán na jednu konkrétní osobu. Například speciální teorie relativity není dílem Einsteina fyzika, ale souhrou objevů různých vědeckých osobností, jako byli Mach, Poincaré, Lorentz ad. Objev také není vázán na jednu vědeckou disciplínu, ale odehrává se spíše na průsečíku různých druhů vědeckých výzkumů, ať už čistých nebo aplikovaných.

Takto například vznik speciální teorie relativity můžeme podle Galisona vysvětlit jako důsledek protnutí tří oblastí výzkumu: filosofie vedené konvencionalismem a empiriokriticizmem, fyziky zmítané nesouladem newtonovské a maxwellovské teorie a technologie s jejím problémem synchronizace hodin. Galison proto říká, že stejně jako když na otázku turisty, kde se nachází to a to náměstí v našem rodném městě, odpovíme poukazem na ulice, které se na něm kříží (setkávají), podobně můžeme na otázku, kde a proč se nachází počátek nové teorie, odpovědět poukazem na výzkumy, které se v něm střetávají. To je pro speciální teorii relativity schematicky:



Podle Galisona není možné objektivně stanovit všechny zdroje objevu, ale pouze vytvářet alternativní popisy vzniku teorie. Čili například Einstein nebyl pouze fyzikem, který řeší teoretické problémy souladu klasické a pomaxwellovské fyziky, ale byl také odkojen filosofickými vlivy přelomu století, především Ernstem Machem, a především byl primárně patentovým úředníkem, který řešil technické problémy měření času a synchronizace hodin. Takto jeho práce v bernském patentovém úřadu nemůže být vnímána jako nepřijemný a omezující přívažek jeho génia, ale naopak jako plodný zdroj objevu nové teorie (Galison, 2005, s. 269–284).

V souladu s odpovědí na první dvě otázky není tedy pro Galisona objev nové teorie iracionální záležitostí. Vznik nové teorie sice nemůžeme predikovat, můžeme jej ale zpětně vysvětlit. Proto také Galison popisuje proces změny paradigmatu metaforou kritické opalescence: nová teorie se vynořuje ve vědě jako otevřeném systému, pod vlivem technologie, filosofie ad., jako nová kvalita. K této gestivní metafoře se vrátíme v následující podkapitole.

3.43 Modelově dynamické pojetí vzniku a vývoje vědeckých teorií

Teorie nejčastěji nevznikají na zelené louce, ale odvozují se/vymezují se nějakým způsobem ze/vůči stávajících teorií. Takto je modelově dynamické pojetí vědeckých teorií, které jsme vymezili výše, podkladem pro racionální rekonstrukci vývoje vědeckých teorií, respektive vědeckých výzkumných programů. Proces změny teorie, který je základním prvkem vývoje vědy, si můžeme schematicky znázornit takto:

ARTIKULACE PRINCIPŮ V MODELECH**MUTACE PRINCIPŮ****KLASTROVÁNÍ NOVÝCH MODELŮ****REFLEXE NOVÝCH PRINCIPŮ**

Ve stávajících teoriích dochází k artikulaci principů prostřednictvím modelů a k aplikaci těchto modelů pro reprezentaci reálných systémů. Principy jsou vestavěny do modelů způsobem, který jsme výše popsali. Proces artikulace probíhá paralelně a nekoordinovaně mezi mnoha vědci a vědeckými skupinami a jeho výsledkem je vznikající cluster modelů, který je schopen reprezentovat čím dál tím větší množství spřízněných jevů. Modely sice respektují řídicí principy, ale stále více se do popředí dostávají nové aspekty modelů a závazky z nich plynoucí. Vzniklá teorie je tím pevnější, čím komplexnější cluster vzniká. Obecně není příliš úspěšná teorie, která staví na malém počtu typizovaných modelů. Škála modelů by měla být co nejrůznorodější. Komplexní teorie umožňuje modifikaci existujících modelů pro nové účely, pro novou doménu zkoumání.

Jestliže je teorie konfrontována novým faktem, jehož výskyt má vysvětlit, pak buď z clusteru modelů uplatní ten nejvhodnější, nebo provede parciální úpravu některého stávajícího modelu. Tak například velmi komplexní Maxwellova teorie elektromagnetismu umožňovala modifikovat stávající principy elektromagnetismu za účelem interpretace výsledků Michelsonova–Morleyho experimentu v duchu Lorentzovy–FitzGeraldovy hypotézy.

Reinterpretací principů může docházet k vytváření nových vhodných modelů. V průběhu vytváření nových modelů jsou většinou užívány staré principy, protože vědec nemůže pracovat v teoretickém vakuu. Artikulací principů v různých modelech dochází nevyhnutelně k mutacím původních principů. Saturace klastru modelů může nastat bez mutace starých principů, nebo může saturace proběhnout pouze prostřednictvím mutace původních principů. Příkladem může být mutace původního Aristotelova pohybového principu: „Není pohybu

bez pohybujícího média.“ na Newtonův pohybový princip (princip síly): „Není zrychlení bez působící síly.“

Ke změně teorie dochází tehdy, když se neosvědčuje žádný model a když je vyčerpána variabilita modelů, které je s to poskytnout daná sada principů. Postupně dochází k propojování vznikajících modelů do sítě vzájemně závislých a s vnějším neinteragujících, nebo pouze slabě interagujících, modelů. Takto například probíhalo postupně klastrování modelů vznikající klasické mechaniky. Od jeho původní varianty u Galilea v podobě Galileova zákona setrvačnosti, přes jeho interpretaci u Descarta, následně Huygense a konečně u Newtona. Nová teorie nastoupí ve chvíli, kdy je cluster nových modelů dostatečně komplexní a když si vědecké společenství ujasní, že tento nový cluster je založen na určité množině nových principů.

Nutnou podmínkou vzniku nové teorie je dosažení nasycenosti v dané doméně zkoumání. Tato nasycenost se projevuje koherencí používaných modelů v klastru a vznikající jednotou vysvětlujícího rámce tohoto klastru. Takto například došlo ke vzniku saturovaného klastru modelů klasické mechaniky, když Newton propojil a reinterpretoval existující Keplerův model sluneční soustavy s Galileovým modelem volného pádu a svým vlastním modelem centrální síly.

Reflexe nových principů může probíhat synchronně s klastrováním, nebo může být provedena až po vytvoření saturovaného klastru modelů. Takto mohl Newton, vzato ahistoricky, reflektovat nové principy setrvačnosti, síly a akce a reakce, a to jako nástroje analýzy, bez reference k reálnému stavu systému.

Einsteinovy hodiny

Na přelomu 19. a 20. století existovala celá řada náznaků budoucí revoluce v klasické mechanice. Ať už to bylo v pracích Poincarého, Macha, Lorentze nebo jiných. Dva slavné principy budoucí speciální relativity se „vznášely ve vzduchu“, ale ucelená teorie vznikla až ve chvíli, kdy ji byl Einstein schopn podepřít vhodným modelem.

Henri Poincaré znal oba principy, ale nevyvodil z nich novou teorii, ačkoliv byl zřejmě srozuměn s tím, že nějaká zásadní revize klasické mechaniky musí

přijít. Lorentz se pokoušel zachraňovat staré principy pomocí ad hoc modelů. To ovšem představovalo natolik arbitrární „mutace“, že bylo spíše vhodnější pokusit se najít sadu principů, které by tento výsledek přinášely jako nutnou součást nového modelu, což se právě Einsteinovi povedlo. Ernst Mach přišel naopak s natolik radikální proměnou principů, že se mu nepodařilo vytvořit jejich interpretaci životaschopný model (výše jsme například uváděli jeho kritiku termínu hmotnost).

Einstein přišel s několika modely, které umožnily principy interpretovat. Einsteinovy hodiny učinily názornou jak relativnost současnosti nesoumírných událostí, tak i ostatní zajímavé důsledky speciální teorie relativity. Neméně důležitý pro rozvoj speciální teorie relativity byl také model „tuhého tělesa“. Einstein byl navíc jakožto sympatizant konvencionalismu dalek toho pojmát své výsledky jako něco definitivního. Na druhou stranu vždy dával přednost logickému souladu před praktickou vhodností, jak dosvědčují jeho slavné polemiky s mnohem uvolněnějšími kvantovými fyziky.

O vzniku nové teorie hovoří Peter Galison jako o tzv. okamžiku kritické opalescence, když píše:

„Občas dochází ve velkých chvílích k vědecko-technologickému posunu, jež nelze pochopit pomocí čistě oddělených oblastí technologie, vědy a filosofie. Koordinace času, k níž došlo v polovině století po roce 1860, nesublimovala jednoduše pomalým rovnoměrným postupem od technologické oblasti směrem vzhůru k mnohem řídkším říším vědy a filosofie. Myšlenky synchronizace neměly svůj původ ani v čisté oblasti myšlení, aby pak kondenzovaly do předmětů a činností strojů a továren. V této fluktuaci tam a zpět mezi abstraktním a konkrétním, ve svých pestrých měřících, se koordinace času vynořila v těžké a prchavé fázi změn kritické opalescence.“ (Viz Galison, Peter: Einsteinovy hodiny a Poincarého mapy, 2005, s. 33).

Toto metaforické vyjádření můžeme nahradit poukazem na probíhající dynamiku modelů.

Uceleně můžeme všechny výše popsané fáze vzniku nové teorie demonstrovat na příkladu vzniku kvantové teorie. Popis celého procesu klastrování jednotlivých příspěvků ke vznikající teorii by byl nadměrně náročný, proto si všimneme pozorně především Bohrovy koncepcce atomu, kterou můžeme chápat jako prekurzor vzniku celé kvantové teorie.

Bohr formuloval svůj model atomu vodíku v roce 1913 v sérii textů, především v textu *On the Constitution of Atoms and Molecules*. Ve filosofii vědy je tento model klasickým vzorovým/učebnicovým příkladem (tj. paradigmatickým). Jeho povaha je ovšem nejasná, existuje několik jeho výkladů, které trpí určitými nedostatky.

V některých výkladech je Bohrov model pokládán za samostatnou teorii, v tom případě ovšem zůstává nejasným odlišení teorie a modelu, v jiných je pokládán za ad hoc hypotézu, protože užívané kvantové principy, tj. kvantovaný moment hybnosti a koncepcce diskretních energetických hladin v něm netvoří ucelenou axiomatiku. V některých jiných výkladech je pokládán za neúplný popis, protože nezahrnuje například jemnou strukturu spektra atomu vodíku. Pro naše účely je nejvhodnější pokládat Bohrovu koncepcce za semiklasický model, jako konceptuální nástroj v kontextu soutěžení alternativních modelů vznikající kvantové teorie.

Bohrův model je semiklasický, protože kromě nových kvantových principů, které implicitně používá, stejně relevantně užívá klasické postupy. Kvantovými novinkami v tomto modelu je užití Planckovy kvantové hypotézy na vysvětlení diskretního spektra atomu vodíku a konstrukce kvantovaného momentu hybnosti.

Planckův princip je uplatněn na popis energie elektromagnetického kvanta (fotonu) jako rozdílu energií diskretních hladin atomu vodíku:

$$hf_{mn} = E_m - E_n .$$

Pokles energie atomu vodíku je dána deexcitací elektronu, který poklesne z vyšší energetické hladiny na nižší za současného vyzáření fotonu o odpovídající energii, návazně nárůst energie odpovídá opačnému procesu.

Princip kvantovaného momentu hybnosti zavádí Bohr v následující podobě:

$$\vec{r} \times \vec{p} = n \frac{h}{2\pi}, \text{ kde } n = 1, 2, \dots$$

čili nejen energie, ale také moment hybnosti elektronu může nabývat pouze diskrétních hodnot daných celočíselným násobkem redukované Planckovy konstanty.

Kromě těchto revolučních novinek, především kvantovaného momentu hybnosti, ovšem Bohrův model užívá i klasické principy, které přejímá z předchozích modelů, především Rutherfordova. Tak adaptuje planetární model atomu a pro kruhovou trajektorii elektronu vymezuje vztah:

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r^2}.$$

A navíc při propojení kvantovaného momentu hybnosti s předchozím vztahem můžeme odvodit, že elektron, jakožto částice, disponuje v atomu konkrétní rychlostí:

$$v = \frac{e^2}{2nh\epsilon_0}.$$

Bohrův model tedy implementuje modely kvantování energie a kvantovaného momentu hybnosti, a tím otevírá cestu k De Brogliemu semiklasickému modelu kvantové mechaniky, a především k operátoru hybnosti v saturované kvantové teorii. Zároveň ovšem uplatňuje klasické principy teorie elektromagnetismu, užívá klasický Hilbertův prostor, kde je možné popisovat vektory hybnosti a polohy jako vzájemně nezávislé, elektron v atomu popisuje jako částici, která obíhá jádro a tento model nepočítá s efekty speciální teorie relativity.

Nejzajímavější a nejdůležitější Bohrův přínos je aplikování modelu kvantování na moment hybnosti. Tato aplikace Planckova modelu totiž generuje nový závazek, kterého si sám Bohr nebyl původně vědom. Tímto závazkem je číslo n , které definuje diskrétní hodnoty momentu hybnosti elektronu. Toto číslo mohl Bohr pro potřeby atomu vodíku původně pokládat za rovno jedné a dále jej ne-problematizovat. Při aplikaci kvantovaného momentu hybnosti na elektrony komplexnější atomů se ovšem obecně, a nakonec i pro vodík samotný, číslo n nerovná jedné a jeho význam koreluje s energií elektronového orbitalu. Toto číslo se pak v rozvinuté kvantové teorii označuje jako hlavní kvantové číslo.

Bohrův model se nestal obecnou teorií, protože v podstatě provádí pouze jednu zajímavou mutaci modelů, tj. aplikaci Planckova modelu při vytvoření modelu kvantovaného momentu hybnosti. Jinak se ovšem jedná o semiklasický model, v němž jsou při zpětném pohledu propojeny nové principy se starými. Důsledkem je, že saturace je dosaženo pouze pro nejjednodušší atom a ani zde ve shodě se všemi zásadními experimenty, jakým bylo například štěpení spektrálních čar atomu vodíku (tzv. jemná struktura). Bohrův model je tak nulovým modelem, tj. modelem, který se nedaří rozšířit za hranice původně zvolené idealizace.

Saturovaná množina modelů, a tak kvantová teorie per se, vzniká až s konstrukcí Schrödingerovy vlnové a Heisenbergovy maticové reprezentace kvantové mechaniky. V těchto reprezentacích pak nabývá kvantovaný moment hybnosti definitivní podoby:

$$\hat{p} = -i \frac{\hbar}{2\pi} \nabla,$$

kde \hat{p} je operátor hybnosti, i imaginární jednotka a ∇ Hilbertův operátor.

První axiomatizace kvantové teorie byla, jak už jsme uvedli, provedena Johnem von Neumannem. Tato axiomatizace využívá matematické struktury komplexního Hilbertova prostoru, ve kterém už nejsou operátory hybnosti a polohy nezávislé a který implicitně používala už Schrödingerova i Heisenbergova reprezentace kvantové mechaniky.

Deskripce Bohrova semiklasického modelu atomu vodíku nám přehledně ilustrovala soupeření alternativních modelů v kontextu soutěžení při hledání saturované podoby nové teorie. Bohrův model byl, mezi mnoha jinými, prekurzorem nové teorie, kterou hledal převážně artikulací klasických modelů. Obsahoval symptomy nové teorie: kvantovaný moment hybnosti elektronu, hlavní kvantové číslo, ale obecná saturace jeho prostřednictvím neproběhla. Cenné na Bohrově modelu je to, že při jeho tvorbě a vylepšování, při pokusech o jeho aplikaci na složitější atomy, Bohr synchronně s pokusy o saturaci reflektoval nový vznikající princip – kvantovaný moment hybnosti. Stejně tak cenné je i to, že si Bohr zachovával autonomii na používaných matematických strukturách.

Odvození Schrödingerovy vlnové rovnice

Erwin Schrödinger přistoupil k zavedení pohybové rovnice pro nerelativistickou kvantovou mechaniku s pěti důležitými předpoklady, které reflektovaly principy kvantové mechaniky, a na základě toho pohybovou rovnici formuloval zkusmo. Jako vzor sloužila Schrödingerovi klasická vlnová rovnice, která musela v nové podobě obsahovat: (1) parciální derivaci podle času, (2) vlnovou funkci $\Psi(\vec{r}, t)$, (3) Planckovu konstantu h a musela (4) splňovat disperzní vztah a (5) princip korespondence.

Zkusmo formulovaná rovnice, která obsahovala druhou parciální derivaci vlnové funkce podle času, neměla disperzní charakter. Proto sáhl Schrödinger po první parciální derivaci podle času a získaná rovnice pro částici v potenciálovém poli už disperznímu vztahu vyhovovala. Rovnice tak nebyla primárně odvozena, ale stanovena zkusmo prostřednictvím snahy po implementaci principů do funkčního modelu, který by bylo možné aplikovat na konkrétní situaci – např. částici v nekonečně hluboké potenciálové jámě. V současnosti je nejčastěji Schrödingerova rovnice zapisována ve tvaru:

$$i \frac{h}{2\pi} \frac{\partial \Psi(\vec{r}, t)}{\partial t} = \hat{H} \Psi(\vec{r}, t),$$

kde \hat{H} je Hamiltonův operátor.

4 Závěr

4.1 NORMATIVNÍ ÚLOHA FILOSOFIE VĚDY

V zápisích filosofa, který se na počátku této knihy pustil do kouření dýmky, jsme našli následující, poněkud patetické vyznání:

„Mám velmi rád Wissenschaftliche Philosophie Vídeňského kruhu, mám velmi rád Carnapovy texty z 30. let minulého století, ve kterých se pokouší redukovat jazyk psychologie na jazyk fyziky, mám velmi rád Russela, který stojí v základech analytické metafyziky pracující s teoriemi relativity, mám rád Quina, který v této Russelově cestě pokračoval...

Všechny je mám rád, protože fyzice své doby rozuměli na vysoké úrovni, fyzika pro ně představovala základní explanační rámec vědy jako celku, sociální a humanitní obory nevyjímaje. Všichni usilovali o jednotný jazyk vědy, což neznamenalo destrukci jiných než fyzikálních vysvětlení, ale snahu o vytvoření intersubjektivního rámce pro mezioborový dialog. Především však všichni usilovali o to, aby filosofie sloužila jako zprostředkovatelka poznání, které usiluje o vysvětlování, které nerezignuje nad nevyřešenými problémy, nevytváří explanační bariéry.

To, že si dnes vědec a filosof nerozumí, není dáno existencí nepřeklenutelných slovníků, ontologizovaným relativismem, ale nedostatkem úsilí. Rezignující myšlenka o nepřekročitelnosti pojmových rámců je omylem.“

Na začátku knihy seděl jeden filosof ve svém pohodlném křesle, a zatímco kouřil, spisoval moudra o úpadku normativní dimenze filosofie. Možná je to zbytečná obava, možná se prostě zase jen prosazuje další odlišný přístup k filosofické práci, jak stále znovu vidíme v uplynulých sto letech dějin filosofie. Přesto, když zůstaneme jen v rámci tradice analytické filosofie, stane se patrným důležitý přelom, který v ní nastal především v souvislosti s Quinovým působením. Původně normativní úloha analytické filosofie se dostala pod výrazný tlak

naturalismu. V některých filosofických kruzích se normativita stala obecně dalším překonaným filosofickým konceptem.

V souběhu s tím dochází mezi naturalizovanými filosofi k rezignaci na vlastní metodu zkoumání. Nejedná se přitom o popření platnosti logické argumentace, kritického myšlení nebo pojmové analýzy. Jedná se „pouze“ o jejich nivelizaci. Typický naturalista totiž prohlásí, že tyto metody představují naprostý základ vědecké práce, který je implicitně přítomen v práci jakéhokoliv výzkumníka. Filosof tak nedisponuje žádnou výlučnou metodou, která by jej opravňovala k samostatné a prospěšné vědecké činnosti. Naturalista připojí svůj obdiv k experimentálním metodám speciálních věd, opře se o jejich úspěšnost ve srovnání se sterilitou filosofických metod a vyvodí z toho jasnou potřebu odkázat řešení všech problémů do náručí jednotlivých přírodních věd.

Obháje normativního úkolu filosofie vědy nemusí dokazovat, že filosof disponuje, nebo by měl disponovat, nějakými specificky filosofickými metodami, které nejsou přístupné ostatním výzkumníkům. Obháje normativity pouze prohlašuje, že filosof by měl být specialistou na správné uplatnění těch metod, které souvisí (viz výše) s pojmovou analýzou, kritickým myšlením a logicky správnou argumentací. Normativní úkol filosofie vědy tak spočívá v pečlivém sledování proměn vědeckého zkoumání a kritické reflexi vývoje pojmů, teoretických systémů a způsobů zdůvodňování, které jsou přítomny v jednotlivých speciálních vědách.

Největší bída současné filosofie spočívá v tom, že si tento svůj normativní úkol vzhledem k vědám neuvědomuje. Jmenovitě buď přímo nevládne rozvinutou filosofickou metodologií, nebo jí sice vládne, ale uzavírá se do samoučelné pojmové hry, jako je tomu v analytické metafyzice, nebo si potřebu kritického dohledu nad vědami nepřipouští, protože slepě důvěruje v jejich seberegulující schopnosti.

Jak jsme viděli výše, základním Quinovým impaktem pro naturalizovanou filosofii je zjištění, že neexistuje speciální filosofické poznání, které by mohlo být základem vědy. Metodologie, stejně jako logika a všechny formální disciplíny jsou součástí empirické vědy, nikoliv její nezávislé základy. Kromě tohoto negativního vymezení s sebou nese naturalismus dvě důležité výzvy:

důsledné uplatnění fyzikalismu a darwinismu napříč všemi, i sociálními a humanitními, vědami.

Kromě problematického statusu naturalismu jako první filosofie (viz výše) se nabízí ještě několik jeho slabých míst. Nejasnosti v Quinově naturalizované epistemologii vedly k disperzi jeho následovníků. Hlavními nejasnostmi jsou status formálních disciplín (matematiky a logiky) a nejasný status kauzality (Roland, 2014, s. 52–56).

Quinova představa principiální naturalizovatelnosti matematiky a logiky může na jedné straně vést k radikální verzi naturalizované epistemologie, v níž si můžeme představit revizi matematiky a logiky s ohledem na potřeby empirických věd. Na straně druhé vedla některé Quinovy následovníky k umírněné koncepci, která počítá s nezávislým statusem formálních disciplín.

Quinova naturalizovaná epistemologie nám ovšem neposkytuje ani jasné vodítko k jejímu výkladu s ohledem na příklon k realismu nebo idealismu. Pojímáno čistě instrumentalisticky může být Quinovo stanovisko chápáno jako idealistické. Jiní Quinovi následovníci ovšem sázejí na jeho realistickou interpretaci a při snaze rehabilitovat v quinovské naturalizované epistemologii pojem kauzality provádějí zásadní odklon od naturalistického východiska.

Existuje tedy řada důvodů, proč nezastávat striktní naturalizovanou epistemologii, jež bývá spojována s Quinem. Posledním, ale nikoliv nejméně důležitým důvodem je samotné darwinistické ražení této epistemologie. Těžko si dovedeme představit, že by mohl být darwinismus zpochybňován, neboť představuje pro dnešní vědecké diskuze zásadně nerevidovatelnou teorii (stubbornly unrevisable theory). Celý vývoj lidské schopnosti poznávat je vykládán skrze darwinismus. Také v rámci filosofie vědy, jak jsme viděli výše, představuje vlivný výkladový rámeček vývoje vědeckého poznání.

Filosof by měl být z principu opatrný při přejímání metafor z vědeckých teorií. Respektive, měl by s nadhledem myslet na provizornost všech výkladových pomůcek – v tom právě spočívá filosofův normativní úkol. Příčinou nekritického přijímání darwinistické naturalizované filosofie je přitom právě selhání filosofie při snaze vymezit povahu humanitních věd. Opět tak musíme připomenout potřebu vrátit se k Foucaultovi a pokusit se obnovit jeho program založení věd o člověku.

4.2 KAM VE FILOSOFII VĚDY DNES?

Kromě toho, že by si filosofie vědy měla uchovat svůj normativní charakter, je třeba vymezit, jaké konkrétní směry zkoumání by měly být pro filosofii vědy žádoucí v následujících letech a desetiletích. Poté, co jsme prozkoumali proměny filosofie vědy analytické tradice za posledních zhruba 70 let, můžeme zhlédnout několik možných směrů, v nichž se filosofie vědy jako normativní disciplína může rozvíjet.

Předně je naprosto možné pokračovat v projektech, které existují a které můžeme souhrnně stále označovat jako rekonstrukcionisté. Tyto projekty, započaté už v syntaktické filosofii vědy, rýsují jasná témata, která by měla být stále předmětem zkoumání. Stále je smysluplné zkoumat strukturu vědeckých teorií, povahu vědeckého vysvětlení, možnosti vědeckého testování a povahu vývojových tendencí vědy. A k těmto tématům je možné stále přistupovat syntakticky, sémanticky i pragmaticky, protože, jak jsme si sdělili v úvodu, jednotlivé fáze proměn analytické filosofie vědy představují na sebe navazující struktury, které spíše než překonání předchozí fáze přinášejí nové pohledy na staré otázky a nové způsoby řešení.

Jedním z úskalí této možnosti je ovšem poněkud technicistní charakter takových zkoumání. Viděli jsme, že je možné v duchu analytické filosofie vědy přinášet nová řešení klasických témat. Na předchozích stránkách jsme takto navrhli rozšíření modelového pojetí vědeckých teorií, nad rámec zkoumání Ronalda Giera, a z tohoto modelového pojetí jsme také vyšli při navržení na historiografii nezávislé koncepce vývoje vědeckých teorií. Podařilo se nám také navrhnout novou podobu deduktivně-nomologického modelu vysvětlení, která reflektuje závislost predikce na přesnosti znalosti počátečních podmínek.

Všechny tyto pokroky, snad s výjimkou koncepce vývoje vědeckých teorií, prostě nezaprou určitou míru technicistnosti. A je pravda, že by si každý obor, i filosofický, měl uchovat určitý esprit, který jej povznese nad jeho jinak většinou nudnou agendu. Proto by rozhodně další vývoj filosofie vědy neměl zůstat jen u, jinak naprosto oprávněného, rekonstrukcionistického přístupu. Čtenář nachází k budování rekonstrukcionistického projektu v této knize nejvíce podkladů, protože je v jeho duchu strukturována. Bude velmi žádoucí, aby se čtenář pokusil na mnohé navázat.

Druhou velmi slibnou možností dalšího vývoje filosofie vědy, která může lákat novostí témat a především sepejetím s vlastní vědeckou agendou, je budování filosofii jednotlivých vědeckých oborů. Tradičně takto existovala filosofie matematiky, nově však v posledních zhruba 20 letech vznikla řada filosofii dalších věd. Především se rozvinula, implicitně vždy v analytické filosofii vědy velmi silně přítomná, filosofie fyziky. Nově však vznikla například filosofie biologie, filosofie informatiky, filosofie ekonomie a mnohé další (viz seznam literatury).

Tento postup představuje velmi zajímavý potenciál, protože v zásadě umožňuje kombinovat výdobytky rekonstrukcionistické filosofie vědy s novými možnostmi, které přináší samotný vědecký materiál té které vědecké disciplíny. Navíc se jedná v podstatě o pokračování představ analytických filosofů, že filosofie vědy by měla být budována na bázi podrobné znalosti konkrétní vědecké disciplíny. Osobnosti erudované ve filosofii i konkrétní vědecké disciplíně tak umožní překonat problematické plody třetí kultury, vrátí filosofii její potřebné renomé a poskytnou vědeckým disciplínám benefity poctivé kritické pojmové analýzy.

Za všechny filosofie jednotlivých oborů uveďme příklad filosofie fyziky. Současná filosofie fyziky se rozvíjí v několika směrech. Jedná se na prvním místě o historickou pojmovou analýzu novověké fyziky, dále o reflexi fyzikálních teorií 20. století a konečně také o kritickou linii, která se soustřeďuje na pojmovou analýzu současných fyzikálních teorií. Právě poslední linie je oblastí zkoumání, která je filosoficky nejzajímavější a pro fyziku samotnou velmi cenná, protože základy fyziky, nikoliv pouze historicky vzato, jsou filosofické.

Kritická linie filosofie fyziky poskytuje reflexi fyzikálních teorií, specifictěji pak modelů, které fyzika buduje za účelem reprezentování reality. Jejím stěžejním úkolem je zabraňování odstřížení fyziky od systému porozumění, který je sdílen vědeckými komunitami. Na tento úkol se rezignovalo minimálně od konce 50. let 20. století, kdy se postupně s rozmělněním analytické tradice filosofie vytratilo také úsilí uvádět fyzikální pojmy do vztahu s ostatními pojmy, kterými disponuje jazykové společenství. To, že dnes existuje taková diskrepance mezi „přirozeným“ světem a světem fyzikálních teorií, není proto dáno tím, že

by fyzikální modely byly pouhými užitečnými nástroji (tj. instrumentalismus), nebo tím, že principiálně definují vlastní definiční slovník (tj. relativismus), ale prostě tím, že se tímto směrem nezaměřuje dostatečné vědecké úsilí. Plodná spolupráce fyziků a jiných přírodovědců s filosofi tak může vrátit filosofii její tradiční úlohu zprostředkovatelky poznávání.

Fyzika jako každá přírodovědná disciplína disponuje svou ontologií, metodologií a axiologií. Každá z těchto oblastí se rozvíjí, proměňuje a případně prodělává revoluce, a to většinou bez reflexe fyziků samotných.

Ontologie soudobé fyziky zahrnuje velké množství entit, na jejichž pojmové vymezení se někdy rezignuje. Zavádění nových entit se děje nejčastěji prostřednictvím teoretických modelů, které pak v souhrnu, za podpory teoretických principů, vymezují fyzikální teorii. Nové modely samozřejmě vytvářejí vždy nové ontologické závazky.

Za poslední půl století se stalo inventářem ontologie fyziky množství entit, jejichž využití není explicitně stanoveno a dokonce někdy generuje protikladné důsledky, jako když srovnáme bezčasé Feynmanovy diagramy s požadavkem termodynamické šipky času. Především s rozvojem moderních kosmologických teorií vzniklá situace graduje až do té míry, že v situaci, kdy na rovině teorie lze říci téměř cokoli, v podmínkách konzistence, a na rovině experimentu neexistuje možnost testování, přichází fyzikové s filosofickým poselstvím a paradoxně budují novou metafyziku (jak jsme naznačovali v úvodu knihy).

I pokud bychom poslední zmíněný důsledek přešli jako vedlejší projev pokusů o popularizaci fyziky, přesto zůstává pro filosofa mnoho práce v souvislosti s vyvozováním důsledků z ontologického pojmového rozvrhu fyziků. Cílem by mělo být upozorňování na nerefektovaný vývoj pojmů, mutace principů, změny pojetí zákonů a mnoho dalšího.

Nemenší pozornost zasluhuje také metodologie fyziky, především otázky, které se týkají proměn experimentální fyziky. Předně jde o samotnou obhajobu přirozené experimentální povahy fyziky, před některými prohlášeními o nastávající postempirické fázi fyziky. Následně o reflexi všech teorií, které konceptualizují experimentální situace a konečně také o deskriptici vztahu teorie a její experimentální opory.

A konečně zásadní pozornost zasluhuje především axiologie fyziky. Její kontury nejsou vždy explicitně zřejmé, ale důležitou roli v ní v současné době hrají: realismus v pojmání vědeckých teorií, snaha po unifikaci cestou interteoretické redukce a důvěra v matematické symetrie.

Čtenář na mnoha místech knihy narazil na řadu problémů ze speciálních oborů, především fyziky, které jsou předmětem zkoumání filosofie fyziky. Velmi pozitivním výsledkem působení této knihy by bylo, pokud by čtenáři domýšleli další podobné paralely a příklady pro filosofie ostatních, výše uvedených oborů.

Třetí možností, která před filosofií vědy stojí, je návrat k tradičním velkým filosofickým problémům metafyziky, epistemologie a filosofie jazyka a prostřednictvím návrhů jejich řešení navrhovat novou podobu vědy. To je jistě velmi ambiciózní cíl a jde v mnoha ohledech proti duchu počátků analytické tradice. Na druhou stranu jsme viděli, že například moderní analytická metafyzika si do filosofie vědy našla samozřejmý vstup.

Očekávat vyřešení fundamentálních filosofických problémů by ovšem na druhou stranu bylo poněkud naivní. Navíc stále hrozí, že by se mohla nově silná analytická metafyzika prolnout s úvahami filosofujících přírodovědců třetí kultury a vyústit v nebezpečnou spekulativní metafyziku, která by opět z jiné strany zcela zastřela normativní úlohu filosofie vědy.

Čtenáři mají ovšem v předchozích kapitolách k dispozici řadu příležitostí, jak se k řešení těchto zásadních filosofických problémů připojit. Ať už se jedná o otázky týkající se povahy přírodních zákonů (např. jako aposteriorních nutností), statusu vědecké teorie jako realistického zobrazení povahy reality (např. v kontextu různých interpretací kvantové teorie) nebo zakotvení poznání jako pravdivého justifikovaného přesvědčení (v Gettierově problému), sémantické nesouměřitelnosti jako kánonu stavu humanitních disciplín a mnoho dalšího.

Samozřejmou možností je také rezignace na možnosti filosofie vědy a spolehnout se na nové disciplíny, které se reflexi vědecké činnosti v nějakém ohledu věnují. Minimálně od 80. let panuje v určitých kruzích představa, že se filosofie vědy vyčerpala a měla by nabídnout své místo nastupujícím disciplínám. Těmito disciplínami jsou především sociologie, psychologie a historiografie vědy.

V předchozích kapitolách jsme ovšem viděli, že rekonstrukcionistická filosofie vědy je sto popasovat se i s takovými problémy, jako je například otázka racionality změny vědeckých teorií, jak je řeší Galison, nebo problémy evoluční epistemologie, jak je představuje Ronald Giere. A navíc se těžko daří umlčet intuitivní a naivní naturalistický přístup k reflexi vědeckého poznání.

Konečně pak poslední, a nejefemérnější možností, je zkoumat povahu normativních východisek vědy, tj. podrobit zkoumání samotnou bázi našeho rozumění vědě. Zde se samozřejmě dotýkáme problémů nastíněných v úvodech k jednotlivým kapitolám. Filosofie vědy takto stopuje empirické východiště vědeckého poznání a hledá zakotvení vědeckého poznání v neměnné bázi samozřejmě empirické nutnosti.

My však už víme, že pojem empirické evidence pouze sugeruje nutnost tam, kde zeje největší propast ve struktuře našeho vědění. Protože v zásadě jsme stále tam, kde byl Schlick se svými konstatováními stavů nabytí poznání a kde je Fraassen se svou koncepcí zastávání empirického stanoviska. Co to ale znamená, zastávat empirické stanovisko? Co to znamená, že se mi svět jeví jako struktura uchopitelná standardním modelem fyziky? Proč jsem přesvědčen, že poznávám? Proč být materialistou, naturalistou, fyzikalistou, empirikem či externím realistou?

Je to možná zvláštní, ale na začátku i konci dosavadní analytické tradice nacházíme schopenhauerovskou výzvu. A překvapivý je samozřejmě kontext, ale už ne tak souvislost s obsahem. Je totiž navýsost jasné, že je-li něco primárně odpovědné za pokrok vědeckého poznání, pak je to vůle vědět. A můžeme si ji samozřejmě vyložit po libosti. Ale i když si ji vyložíme jako samozřejmě podmíněně racionální důsledek darwinovské selekce vedoucí k přežití, a nikoliv jako kognitivní bias, stejně nás žádný naturalistický bůh neochrání od nutnosti popasovat se s otázkou, která překračuje, naprosto samozřejmě, v našem světě, v naší skutečnosti sféru faktů, vstříc nutnosti volit cíle, touhy, stanoviska.

5 Literatura

- Achinstein, P. (1964), *Models, Analogies, and Theories*, in: *Philosophy of Science*, 31/4, 1964, pp. 328–350.
- Achinstein, P. (1965), *Theoretical Models*, in: *The British Journal for the Philosophy of Science*, 16/62, 1965, pp. 102–120.
- Achinstein, P. (1968), *Concepts of Science: A Philosophical Analysis*, Baltimore: The Johns Press.
- Andres, J. (1996), *O nové přírodovědě a nutnosti nové přírodní filosofie*, in: *Československý časopis pro fyziku*, 46/1, 1996, s. 42–50.
- Ayer, A. J. (ed.) (1959), *Logical Positivism*, New York: The Free Press.
- Baggott, J. (2012), *Higgs: The Invention and Discovery of the 'God Particle'*, Oxford: Oxford University Press.
- Baggott, J. (2013): *Farewell to Reality: How Fairytale Physics Betrays the Search for Scientific Truth*, Pegasus Books.
- Bachelard, G. (1981), *Nový duch vedy*, Bratislava: Pravda.
- Bain, J. (2013), *Effective Field Theories*, in: Batterman, R. (ed.) (2013), *The Oxford Handbook of Philosophy of Physics*, Oxford: Oxford University Press, pp. 224–254.
- Balashov, Y. V. (1992), *On the Evolution of Natural Laws*, in: *The British Journal for the Philosophy of Science*, 43/3, 1992, pp. 343–370.
- Bangu, S. (2013), *Symmetry*, in: Batterman, R. (ed.) (2013), *The Oxford Handbook of Philosophy of Physics*, Oxford: Oxford University Press, pp. 287–317.
- Barker, G., Kitcher, P. (2014), *Philosophy of Science: A New Introduction*, Oxford: Oxford University Press.
- Batterman, R. (ed.) (2013), *The Oxford Handbook of Philosophy of Physics*, Oxford: Oxford University Press.
- Belot, G. (2000), *Chaos and Fundamentalism*, in: *Philosophy of Science, Proceedings of the 1998 Biennial Meetings of the Philosophy of Science Association, part II: Symposia Papers*, 67, 2000, pp. S454–S465.

- Bilgrami, A. (2010), A Wider Significance of Naturalism: A Genealogical Essay, in: De Caro, M., Macarthur, D. (2010), *Naturalism and Normativity*, New York: Columbia University Press, pp. 23–54.
- Boghossian, P. A. (1989), The Rule-Following Considerations, in: *Mind*, 98/392, 1989, pp. 507–549.
- Boghossian, P. A. (2006), *Fear of Knowledge: Against Relativism and Constructivism*, Oxford: Clarendon Press.
- Bohr, N. (1913), On the Constitution of Atoms and Molecules, Part I, in: *Philosophical Magazine*, 26/151, 1913, pp. 1–24.
- Bohr, N. (1913), On the Constitution of Atoms and Molecules, Part II: Systems Containing Only a Single Nucleus, in: *Philosophical Magazine*, 26/153, 1913, pp. 476–502.
- Boumans, M. (2003), How to Design Galilean Fall Experiments in Economics, in: *Philosophy of Science*, 70/2, 2003, pp. 308–329.
- Boyd, R. (1972), Determinism, Laws, and Predictability in Principle, in: *Philosophy of Science*, 39/4, 1972, pp. 431–450.
- Braithwaite, R. (1953), *Scientific Explanation*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Bricmont, J. (1995), Science of Chaos or Chaos in Science?, in: *Physica Magazine* 17/3–4, 1995, pp. 159–208.
- Bricmont, J., Sokal, A. (1998), *Fashionable Nonsense: Postmodern Intellectuals Abuse of Science*, New York: Picador USA.
- Brocman, J. (2008), *Třetí kultura: Za hranice vědecké revoluce*, Praha: Academia.
- Carnap, R. (1952), *The Continuum of Inductive Methods*, Chicago: University of Chicago Press.
- Carnap, R. (1959), The Old and New Logic, in: Ayer, A. J. (ed.) (1959), *Logical Positivism*, New York: The Free Press, pp. 133–146.
- Carnap, R. (1959), Psychology in Physical Language, in: Ayer, A. J. (ed.) (1959), *Logical Positivism*, New York: The Free Press, pp. 165–198.
- Cartwright, N. (1983), *How the Laws of Physics Lie*, Oxford: Clarendon Press.
- Cartwright, N. (1999), *The Dappled World: A Study of the Boundaries of Science*, Cambridge: Cambridge University Press.

- Cejnar, P., Dušek, M. (1998), Kvantové hlavolamy I. – V., in: *Vesmír*, 77/3–7, 1998.
- Curd, M., Cover, J. A. (1998), *Philosophy of Science: The Central Issues*, New York: W. W. Norton & Company.
- Daston, L., Galison, P. (2007), *Objectivity*, New York: Zone Books.
- Davidson, D. (1997), *Čin, myseľ, jazyk*, Bratislava: Archa.
- Davidson, D. (2004), *Subjektivita, intersubjektivita, objektivita*, Praha: Filosofia.
- Dawkins, R. (1998), *Sobecký gen*, Praha: Mladá Fronta.
- De Caro, M., Macarthur, D. (2010), *Naturalism and Normativity*, New York: Columbia University Press.
- Deleuze, G., Guattari, F. (2001), *Co je filosofie?* Praha: Oikumené.
- Dennett, D. (1991), *Consciousness Explained*, Boston: Little, Brown & Co.
- Deutsch, D. (2011), *The Beginning of Infinity: Explanations That Transform the World*. London: Allen Lane.
- Diamond, J. (2000), *Osudy lidských společností: střelné zbraně, choroboplné zárodky a ocel v historii*, Praha: Columbus.
- Duhem, P. (1954), *The Aim and Structure of Physical Theory*, New York: Doubleday.
- Earman, J. (1978), The Universality of Laws, in: *Philosophy of Science*, 45/2, 1978, pp. 173–181.
- Edelman, G. M., Tononi, G. (2000), *A Universe of Consciousness: How Matter Becomes Imagination*, New York: Basic Books.
- Fajkus, B. (2005), *Filosofie a metodologie vědy: Vývoj, současnost a perspektivy*, Praha: Academia.
- Faltýnek, D. (2011), *Sémiotické primitivy v konstrukci gramatik: Testování gramatických popisů jazyka a DNA*, Olomouc: VUP.
- Feyerabend, K. P. (1999), *Tři dialogy o vědě*, Praha: Vesmír.
- Feyerabend, K. P. (2001), *Rozprava proti metodě*, Praha: Aurora.
- Feyerabend, K. P. (2004), *Věda jako umění*, Rychnov nad Kněžnou: Ježek.
- Feynman, R. P. et al. (2013), *Feynmanovy přednášky z fyziky 1–3*, Praha: Fragment.

- Feynman, R. P. (1994), *The Character of Physical Law*, New York: Modern Library.
- Forge, J. (1980), *The Structure of Physical Explanation*, in: *Philosophy of Science*, 47/2, 1980, pp. 203–226.
- Foucault, M. (2002), *Archeologie vědění*, Praha: Hermann & synové.
- Foucault, M. (2007), *Slova a věci*, Brno: Computer Press.
- Fraassen, B. C. v. (1980), *The Scientific Image*, Oxford: Oxford University Press.
- Fraassen, B. C. v. (1989), *Laws and Symmetry*, Oxford: Oxford University Press.
- Fraassen, B. C. v. (2002), *The Empirical Stance*, London: Yale University Press.
- Galison, P. (2005), *Einsteinovy hodiny a Poincarého mapy: Říše času*, Praha: Mladá fronta.
- Gardner, M. R. (1982), *Predicting Novel Facts*, in: *The British Journal for the Philosophy of Science*, 33/1, 1982, pp. 1–15.
- Gettier, E. (1963), *Is Justified True Belief Knowledge?*, in: Sosa, E. et al. (eds.) (2008), *Epistemology: An Anthology*, Oxford: Blackwell Publishing, pp. 192–193.
- Giere, R. N. (1988), *Explaining Science: A Cognitive Approach*, Chicago: The University of Chicago Press.
- Giere, R. N. (1999), *Science Without Laws*, Chicago: The University of Chicago Press.
- Giere, R. N. (2002), *Models as Parts of Distributed Cognitive Systems*, in: Magnani, L., Nersessian, N. J. (eds.), *Model-Based Reasoning: Science, Technology, Values*. New York: Kluwer Academic, pp. 227–242.
- Giere, R. N. (2003), *A New Program for Philosophy of Science?*, in: *Philosophy of Science*, 70/1, 2003, pp. 15–21.
- Giere, R. N. (2004), *How Models Are Used to Represent Reality*, in: *Philosophy of Science*, 71/5, 2004, pp. 742–752.
- Giere, R. N. (2006), *Scientific Perspectivism*, Chicago: The University of Chicago Press.
- Glymour, C. (1980), *Theory and Evidence*, Princeton: Princeton University Press.
- Gödel, K. (1999), *Filosofické eseje*, Praha: Oikumené.

- Goodman, N. (1978), *Ways of Worldmaking*, Indianapolis: Hackett.
- Green, B. (2006), *Struktura Vesmíru: Čas, prostor a povaha reality*, Praha: Paseka.
- Green, B. (2011), *The Hidden Reality: Parallel Universes and the Deep Laws of the Cosmos*, New York: Alfred A. Knopf.
- Hacking, I. (1999), *The Social Construction of What?* Harvard University Press.
- Hanson, N. R. (1958), *Patterns of Discovery: An Inquiry into the Conceptual Foundations of Science*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Harris, T. (2003), *Data Models and the Acquisition and Manipulation of Data*, in: *Philosophy of Science, Proceedings of the 2002 Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association, part I: Contributed Papers, 70/5, 2003*, pp. 1508–1517.
- Haug, M. C. (2014), *Philosophical Methodology: the Armchair or the Laboratory?*, New York: Routledge.
- Hawking, S. (1991), *Sručná historie času*, Praha: Mladá Fronta.
- Heidelberger, M. (2003), *Theory-Ladenness and Scientific Instruments in Experimentation*, in: Radder, H. (ed.), *The Philosophy of Scientific Experimentation*, Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, pp. 138–151.
- Heisenberg, W. (2000), *Fyzika a filosofie*, Praha: Aurora.
- Hempel, C. G., Oppenheim, P. (1968), *Studie z logiky vysvětlení*, in: Kuchár, I., Procházka, O., Zeman, V. (eds.), *Filosofie vědy*, Praha: Svoboda, s. 189–247.
- Hempel, C. G. (1966), *Philosophy of Natural Science*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Hempel, C. G. (1965), *Aspects of Scientific Explanation*, New York: Free Press.
- Hofstadter, D. (2012), *Gödel, Escher, Bach: Existenciální gordická balada*, Praha: Dokořán.
- Hofstadter, D. (2007), *I Am a Strange Loop*, New York: Basic Books.
- Horwich, P. (1982), *Probability and Evidence*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Changeux, J. - P. (2004), *The Physiology of Truth: Neuroscience and Human Knowledge*, Cambridge: Belknap Press of Harvard University Press.

- Kant, I. (2001), *Kritika čistého rozumu*, Praha: Oikúmené.
- Kellert, S. (1993), *In the Wake of Chaos*, Chicago: The University of Chicago Press.
- Kellert, S. H. (2001), *Extrascientific Uses of Physics: The Case of Nonlinear Dynamics and Legal Theory*, in: *Philosophy of Science, Proceedings of the 2000 Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association, part I: Contributed Papers*, 68/3, 2001, pp. S455–S466.
- Kellert, S. (2008), *Borrowed Knowledge: Chaos Theory and the Challenge of Learning across Disciplines*, Chicago: The University of Chicago Press.
- Kim, J. (1988), "What is Naturalized Epistemology?", in: Tomberlin, J. (ed.), *Philosophical Perspectives 2, Epistemology*. Atascadero, C A: Ridgeview Publishing Co.
- Kim, J. (1993), *Supervenience and Mind: Selected Philosophical Essays (1993)*.
- Kim, J. (2005), *Physicalism or Something Near Enough*, Princeton: Princeton University Press.
- Kitcher, P. (1995), *The Advancement of Science*, Oxford: Oxford University Press.
- Kolman, V. (2008), *Filosofie čísla: Základy logiky a aritmetiky v zrcadle analytické filosofie*, Praha: Filosofia.
- Koperski, J. (1998), *Models, Confirmation, and Chaos*, in: *Philosophy of Science*, 65/4, 1998, pp. 624–648.
- Koyré, A. (2004), *Od uzavřeného světa k nekonečnému vesmíru*, Praha: Vyšehrad.
- Kragh, H. (2011), *Higher Speculations: Grand Theories and Failed Revolutions in Physics and Cosmology*, Oxford: Oxford University Press.
- Krauss, L. (2012), *The Universe from Nothing*, Free Press.
- Kuhn, T. S. (1977), *The Essential Tension*, Chicago: University of Chicago Press.
- Kuhn, T. S. (1997), *Struktura vědeckých revolucí*, Praha: Oikúmené.
- Kvasz, L. (2008), *Patterns of Change: Linguistic Innovations in the Development of Classical Mathematics*, Basel: Birkhauser
- Lakatos, I., Musgrave, A. (1971), *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge: Cambridge University Press.

- Lakatos, I. (1973), *Science and Pseudoscience*, in: Curd, M., Cover, J. A. (1998), *Philosophy of Science: The Central Issues*, New York: W. W. Norton & Company, pp. 20–26.
- Lakatos, I. (1976), *Proofs and Refutations: The Logic of Mathematical Discovery*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Lange, M. (2000), *Natural Laws in Scientific Practice*, Oxford: Oxford University Press.
- Latour, B., Woolgar, S. (1979), *Laboratory Life: The Construction of Scientific Facts*, Beverly Hills: Sage Publications.
- Laudan, L. (1984), *Dissecting the Holist Picture of Scientific Change*, in: Curd, M., Cover, J. A. (1998), *Philosophy of Science: The Central Issues*, New York: W. W. Norton & Company, pp. 139–169.
- Laudan, L. (1984), *Science and Values*, Berkeley: University of California Press.
- Laymon, R. (1989), *Cartwright and the Lying Laws of Physics*, in: *The Journal of Philosophy*, 86/7, 1989, pp. 353–372.
- Lehoux, D. (2012), *What Did the Romans Know? An Inquiry into Science and Worldmaking*, Chicago: The University of Chicago Press.
- Lewis, D. (1974), *Counterfactuals*, Oxford: Blackwell.
- Lewis, D. (1984), *Causation*, in: *Philosophical Papers*, 2, Oxford: Oxford University Press.
- Liessmann, K. (2008), *Teorie nevzdělanosti*, Praha: Academia.
- Longino, H. (1990), *Science as Social Knowledge: Values and Objectivity in Scientific Inquiry*, Princeton: Princeton University Press.
- Luce, R. D. (1971), *Similar Systems and Dimensionally Invariant Laws*, in: *Philosophy of Science*, 38/2, 1971, pp. 157–169.
- Luce, R. D. (1978), *Numerical Laws Correspond to Meaningful Relations*, in: *Philosophy of Science*, 45/1, 1978, pp. 1–16.
- Mach, E. (1918), *Die Analyse der Empfindungen und das Verhältnis des Physischen zum Psychischen*, Jena: Verlag von Gustav Fischer.
- Maudlin, T. (2010), *The Metaphysics within Physics*, Oxford: Oxford University Press.
- Maxwell, G. (1962), *The Ontological Status of Theoretical Entities*, in: Curd, M., Cover, J. A. (1998), *Philosophy of Science: The Central Issues*, New York: W. W. Norton & Company, pp. 1052–1063.

- McGrew, T., Alspector-Kelly, M., Allhoff, F. (eds.) (2009), *Philosophy of Science: An Historical Anthology*, Oxford: Wiley-Blackwell.
- Mitchell, S. D. (2000), *Dimensions of Scientific Law*, in: *Philosophy of Science*, 67/2, 2000, pp. 242–265.
- Morrison, M. (2013), *The Unification in Physics*, in: Batterman, R. (ed.) (2013), *The Oxford Handbook of Philosophy of Physics*, Oxford: Oxford University Press, pp. 381–415.
- Morton, A. (1993), *Mathematical Models: Questions of Trustworthiness*, in: *The British Journal for the Philosophy of Science*, 44/4, 1993, pp. 659–674.
- Nagel, E. (1961), *The Structure of Science*, New York: Brace&World.
- Nagel, E., Newman, J. R. (2006), *Gödelův důkaz*, Brno: VUTIUM.
- Neurath, O. (1959), *Protocol Sentences*, in: Ayer, A. J. (ed.) (1959), *Logical Positivism*, New York: The Free Press, pp. 199–208.
- Noether, E. (1918), *Invariante Variationsprobleme*, in: *Nachrichten der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, Math.-phys. Klasse*, 1918, pp. 235–257.
- Nosek, J. (ed.) (1999), *Chaos, věda a filosofie*, Praha: Filosofia.
- Ochrana, F. (2009), *Metodologie vědy: Úvod do problému*, Praha: Karolinum.
- Owens, D. (1989), *Levels of Explanation*, in: *Mind*, 98/389, 1989, pp. 59–79.
- Papineau, D. (2012), *Philosophical Devices*, Oxford: Oxford University Press.
- Pearce, D., Rantala, V. (1985), *Approximative Explanation Is Deductive-Nomological*, in: *Philosophy of Science*, 52/1, 1985, pp. 126–140.
- Penrose, R. (1999), *Makrosvět, mikrosvět a lidská mysl*, Praha: Mladá Fronta.
- Peregrin, J. (2005), *Kapitoly z analytické filosofie*, Praha: Filosofia.
- Pickering, A. (1984), *Constructing Quarks: A Sociological History of Particle Physics*, Chicago: University of Chicago Press.
- Pigliucci, M., Boudry, M. (2013), *Philosophy of Pseudoscience*, Chicago: The University of Chicago Press.
- Picha, M. (2011), *Kdyby chyby – Epistemologie myšlenkových experimentů*, Olomouc: Nakladatelství Olomouc.
- Poincaré, H. (2010), *Číslo – prostor – čas*, Plzeň: OPS.
- Popper, K. R. (1997), *Logika vědeckého zkoumání*, Praha: Oikúmené.

- Popper, K. R. (1963), *Conjectures and Refutations*, London: Routledge.
- Psillos, S., Curd, M. (eds.) (2010), *The Routledge Companion to Philosophy of Science*, London: Routledge.
- Putnam, H. (1975), *Mathematics, Matter and Method*, London: Cambridge University Press.
- Putnam, H. (1982), *Why Reason Can't Be Naturalized*, in: *Synthese*, 52/1, 1982, pp. 3–23.
- Quine, W. Van O. (1960), *Word and Object*, MIT Press.
- Quine, W. Van O. (1969), *Ontological Relativity and Other Essays*, New York: Columbia University Press.
- Quine, W. Van O. (1994), *Hledání pravdy*, Praha: Herrmann & synové.
- Quine, W. Van O. (2002), *Od stimulu k vědě*, Praha: Filosofia.
- Radder, H. (ed.) (2003), *The Philosophy of Scientific Experimentation*, Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
- Railton, P. (1981), *Probability, Explanation, and Information*, in: *Synthese*, 48/2, 1981, pp. 233–256.
- Redhead, M. (1980), *Models in Physics*, in: *The British Journal for the Philosophy of Science*, 31/2, 1980, pp. 145–163.
- Reichenbach, H. (1938), *Experience and Prediction*, Chicago: University of Chicago Press.
- Reichenbach, H. (1951), *The Rise of Scientific Philosophy*, Berkeley, CA: University of California Press.
- Rickles, D. (ed.) (2008), *The Ashgate Companion to Contemporary Philosophy of Physics*, Aldershot: Ashgate.
- Roland, J. W. (2014), "On naturalism in the Quinean tradition", in: Haug, M. C. (2014), *Philosophical Methodology: the Armchair or the Laboratory?*, New York: Routledge, pp. 43–61.
- Rorty, R. (2012), *Filozofie a zrcadlo přírody*, Praha: Academia.
- Rosenberg, A. (2005), *Philosophy of Science: A Contemporary Introduction*, London: Routledge.
- Rosenberg, A. (2012), *Philosophy of Social Science*, Boulder: Westview Press.

- Russel, B. (1959), Logical Atomism, in: Ayer, A. J. (ed.) (1959), Logical Positivism, New York: The Free Press, pp. 31–50.
- Salmon, W. C. (1966), Foundations of Scientific Inference, Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
- Salmon, W. C. (1984), Scientific Explanation and the Causal Structure of the World, Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Salmon, W. C. (1988), Rational Prediction, in: Curd, M., Cover, J. A. (1998), Philosophy of Science: The Central Issues, New York: W. W. Norton & Company, pp. 433–444.
- Salmon, W. C. (1998), Causality and Explanation, Oxford: Oxford University Press.
- Savage, L. (1972), Foundations of Statistics, New York: Dover.
- Searle, J. R. (1997), The Construction of Social Reality, New York: The Free Press.
- Searle, J. R. (2012), Reply to Commentators, in: Organon F, Supplementary Issue, 2, 2012, pp. 199–225.
- Sellars, W. (1956), The Myth of the Given: Three Lectures on Empiricism and the Philosophy of Mind, in: Feigl, H., Scriven, M. (eds.) (1956), The Foundations of Science and the Concept of Psychology and Psychoanalysis, Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Schlick, M. (1959), The Foundation of Knowledge, in: Ayer, A. J. (ed.) (1959), Logical Positivism, New York: The Free Press, pp. 209–227.
- Schrödinger, E. (2004), Co je život? Duch a hmota. K mému životu, Brno: VUTIUM.
- Smith, P. (1998), Explaining Chaos, Cambridge: Cambridge University Press.
- Smith, P. (1998), Approximate Truth and Dynamical Theories, in: The British Journal for the Philosophy of Science, 49/2, 1998, pp. 253–277.
- Smith, S. R. (2001), Models and the Unity of Classical Physics: Nancy Cartwright's Dappled World, in: Philosophy of Science, 68/4, 2001, pp. 456–475.
- Smolin, L. (2013), Time Reborn: From the Crisis in Physics to the Future of the Universe, New York: Houghton Mifflin Harcourt.
- Snow, C. P. (1964), Two Cultures: and A Second Look, Cambridge: Cambridge University Press.

- Sokal, A., Bricmont J. (1998), *The Fashionable Nonsense: Postmodern Intellectuals' Abuse of Science*, New York: Picador.
- Sosa, E. et al. (eds.) (2008), *Epistemology: An Anthology*, Oxford: Blackwell Publishing.
- Steinhart, E. (2009), *More Precisely – The Math You Need to Do Philosophy*, Peterborough: Broadview Press.
- Stenger, V. (2006), *The Comprehensible Cosmos: Where Do the Laws of Physics Come From?*, Prometheus Books.
- Stephan, A. (1999), *Emergenz: Von der Unvorhersagbarkeit zur Selbstorganisation*, Dresden: Dresden University Press.
- Suárez, M. (1999), *The Role of Models in the Applications of Scientific Theories: Epistemological Implications*, in: Morgan, M. S., Morrison, M. C. (eds.) (1999), *Models as Mediators*, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 168–196.
- Suppe, F. (1977), *The Structure of Scientific Theories*, Urbana: University of Illinois Press.
- Suppes, P. (1972), *Axiomatic Set Theory*, New York: Dover Publications.
- Špelda, D. (2009), *Proměny historiografie vědy*, Praha: Filosofia.
- Tegmark, M. (2008), *The Mathematical Universe*, in: *Foundations of Physics*, 38, 2008, pp. 101–150.
- Teller, P. (2004), *How We Dapple the World*, in: *Philosophy of Science*, 71/4, 2004, pp. 425–447.
- Torretti, R. (1999), *Philosophy of Physics*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Toulmin, S. (1961), *Foresight and Understanding*, Bloomington: Indiana University Press.
- Turing, A. (1936), *On Computable Numbers, With an Application to the Entscheidungsproblem*, in: *Proceedings of the London Mathematical Society*, 42/2, 1936, pp. 230–265.
- Valenta, L. (1999), *Chaos v epistemologické perspektivě*, in: Nosek, J. (ed.) (1999), *Chaos, věda a filosofie*, Praha: Filosofia, s. 131–145.
- Vopěnka, P. (2007), *Eukleides, Základy, Knihy I–IV*, Nymburk: OPS.

- Weisskopf, V. F. (1972), *Physics in the Twentieth Century: Selected Essays*, Cambridge: The MIT Press.
- Williamson, T. (2014), "What is Naturalism?", in: Haug, M. C. (2014), *Philosophical Methodology: the Armchair or the Laboratory?*, New York: Routledge, pp. 29–32.
- Williamson, T. (2014), *The Unclarity of Naturalism*, in: Haug, M. C. (2014), *Philosophical Methodology: the Armchair or the Laboratory?*, New York: Routledge, pp. 36–39.
- Winsberg, E. (2001), *Simulations, Models, and Theories: Complex Physical Systems and Their Representations*, in: *Philosophy of Science, Proceedings of the 2000 Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association, part I: Contributed Papers*, 68/3, 2001, pp. S442–S454.
- Winsberg, E. (2003), *Simulated Experiments: Methodology for a Virtual World*, in: *Philosophy of Science*, 70/1, 2003, pp. 105–125.
- Wittgenstein, L. (2007), *Tractatus logico-philosophicus*, Praha: Oikúmené.
- Wittgenstein, L. (1993), *Filosofická zkoumání*, Praha: Filosofický ústav AV ČR.
- Wright, L. (1976), *Teleological Explanation*, Berkeley, CA: University of California Press.
- Zámečník, L. (2012), *Vztah mezi principy a modely v sémantickém pojetí vědeckých teorií*, in: *Teorie vědy*, 34/4, 2012, s. 34–53.
- Zámečník, L. (2012), *Filosofické aspekty teorie chaosu*, Olomouc: VUP.
- Zámečník, L. (2014), *The Nature of Explanation in Synergetic Linguistics*, in: *Glottology*, 5/1, 2014, pp. 101–120.
- Zee, A. (2007), *A Fearful Symmetry: The Search for Beauty in Modern Physics*, Princeton: Princeton University Press.

Filosofie vědy

Lukáš Zámečník

15. svazek Edice Qfwfq

Výkonný redaktor: Jiří Špička

Odpovědná redaktorka VUP: Jana Kreiselová

Jazyková redakce: Monika Jakusová

Sazba: Lenka Horutová

Obálka: Martina Šviráková

Vydala a vytiskla Univerzita Palackého v Olomouci

Křížkovského 8, 771 47 Olomouc

www.upol.cz/vup

e-mail: vup@upol.cz

Olomouc, 2014

1. vydání, 300 stran

č. z. 2014/574

ISBN 978-80-244-4316-4

Publikace je neprodejná