



Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta

FILOZOFICKÉ PROBLÉMY PŘÍRODNÍCH VĚD

Lukáš Richterek

Olomouc 2008

Oponenti: RNDr. Josef Tillich, CSc.
Mgr. Jan Říha, Ph.D.

Publikace byla připravena v rámci projektu „Modulární přístup v počátečním vzdělávání učitelů přírodovědných předmětů pro střední školy“, reg. č. CZ.04.1.03/3.2.15.2/0263. Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

1. vydání

© Lukáš Richterek, 2008

ISBN 978-80-244-2009-7

Obsah

1	Vztah filozofie a vědy	5
1.1	Filozofie	6
1.1.1	Co je filozofie?	6
1.2	Věda	8
1.2.1	Věda jako poznávací činnost	9
1.2.2	Věda jako relativně konzistentní systém poznatků	12
1.3	Klasifikace věd	15
2	Metody přírodních věd	20
2.1	Předpoklady vědeckého poznání	23
2.2	Metodologie	28
2.3	Matematika jako jazyk přírodních věd	33
3	Dělení a charakteristika vědeckých metod	38
3.1	Empirické metody	38
3.1.1	Pozorování	40
3.1.2	Experiment	43
3.2	Logické metody	52
3.2.1	Indukce	52
3.2.2	Dedukce	53
3.2.3	Analýza	53
3.2.4	Syntéza	54
3.2.5	Srovnání	55
3.2.6	Abstrakce	55
3.2.7	Generalizace	56
3.2.8	Analogie	56
3.2.9	Modelování	56
3.2.10	Myšlenkový experiment	57
3.3	Logické prostředky výstavby vědy	58
3.3.1	Sylogismus	58

3.3.2	Klasifikace	59
3.3.3	Hypotéza	60
3.3.4	Teorie	67
3.3.5	Zákon	68
4	Věda v kontextu společenského života . . .	73
4.1	Věda a etika	73
4.2	Věda a politika	77
4.3	Věda a ideologie	80
4.4	Věda a náboženská víra	83
4.5	Omyl ve vědě, věda a pavěda	86
A	Dělení filozofie a hlavní filozofické směry .	95
A.1	Dělení filozofie	95
A.2	Dějiny filozofie	96
A.3	Hlavní filozofické směry	97
B	Minigalerie známých osobností zmíněných v textu	111
	Literatura	147
	Rejstřík	151

Kapitola 1

Vztah filozofie a vědy

Údiv je postoj člověka, který moudrost skutečně miluje, a není jiný počátek filozofie než tento.

Platon

Údiv vedl lidi k filozofování – na počátku i dnes – a to tak, že se zarazili s údivem u nejbližších otázek a potom se pomalu zamýšleli i nad většími věcmi . . . A kdo se zamýšlí a diví, ten se domnívá, že neví.

Aristoteles

Tím nejkrásnějším, co kdy můžeme zažít je tajemno. Je to ten nejzákladnější pocit, který je vždy na počátku jakéhokoli umění i vědy. Kdo ho nezná, kdo už se nedokáže divit, kdo už nedokáže žasnout, je takříkajíc mrtvý a oči má vyhaslé . . .

Albert Einstein

Studijní cíle: V této kapitole si připomeneme význam filozofie a uvedeme stručný historický přehled jejího vztahu k přírodním vědám a poznání

Máte dojem, že citáty v úvodu kapitoly něco spojuje? Přiznejme, že zdaleka ne každý přírodovědec se od mládí tak hluboce zajímal o filozofické otázky jako právě Einstein, zdaleka ne každý filozof tak výrazně ovlivnil přírodní vědy jako Aristotelés . . .

Průvodce studiem



Chceme-li se alespoň stručně zabývat vzájemným vztahem filozofie a přírodních věd, musíme vymezit význam těchto pojmů

s vědomím, že existuje řada různých přístupů a desítky odlišných definic. Bez nadsázky říci, že tento vzájemný vztah více či méně odrazí historický vývoj obou disciplin. Zatímco v antice se téměř každý filozof zabýval i otázkami přírodovědnými, v dnešní specializované době to jednoduše není možné.

1.1 Filozofie

Pokud se člověk ptá, chce být.

Miroslav Horníček

Filozofie, řecky φιλοσοφία z φιλεῖν (*filein*, mít rád, toužit po něčem) a σοφία (*sofía* moudrost, zdatnost) je soustavné, racionální a kritické zkoumání skutečnosti, světa a člověka, případně i toho, co je přesahuje (metafyzika). Hledání pravdivého poznání, smyslu a dobrého života prostředky reflexe, racionální argumentace a diskuse, která vyžaduje určité pojmy. Immanuel Kant vymezil úlohu filozofie třemi otázkami:

- Co mohu vědět?
- Co mám činit?
- V co mohu doufat?

jež lze podle něj shrnout do jediné – „Co je člověk?“

1.1.1 Co je filozofie?

Kdo chce hledat radost sám v sobě, nenajde ji jinde než ve filozofii.

Aristoteles

Od věd, které kdysi z filozofie vzešly, se filozofie liší jednak širší, vlastně neomezenou oblastí témat, jednak volnější metodou. Moderní vědy se omezují na to, co lze bezpečně doložit, vyzkoušet experimentem, modelovat a měřit, a co tedy platí úplně pro každého (pokud příslušné metodě rozumí). Nemohou tedy hodnotit, ptát se na smysl své činnosti ani odpovídat na prosté otázky, jaké kladou třeba děti, např. co je věda, co je to pravda nebo proč se nemá lhát. Naopak od poezie a literatury se filozofie liší tím, že se musí snažit o určité pojmové vyjadřování, ale

hlavně tím, že každé své tvrzení musí umět nějak obhájit, vysvětlit proč říká to, co říká.

Všechny lidské kultury měly a mají svoji tradiční moudrost, vyprávění, básně a přísloví, která se v dané společnosti přijímají jako autorita. Na to, co říkají, se nelze zeptat proč? Potíž začíná tam, kde na sebe dvě různé moudrosti narazí: která z nich platí? Právě v takové situaci řeckých měst vznikl někdy v 6. století př.n.l. nový způsob hledání či touhy po moudrosti – filo-sofie, který se snažil přijít věcem na kloub pozorováním, přemýšlením a argumentací, zkrátka vlastním rozumem a diskusí. Rozum je totiž všem lidem společný a – jak říká Descartes – „mezi lidmi nejlépe rozdělen“. Pokud je ale kritický i sám k sobě, nedělá si nárok na definitivně platnou moudrost, nýbrž ví, že ji bude vždycky jen hledat. Filozofie v tomto užším slova smyslu se tedy vyznačuje tím, že žádný názor nemůže přijmout jako nepochybný a musí se vždycky ptát: je to opravdu tak? A proč? Na druhé straně jí nic nebrání zabývat se jakýmkoli tématem, využívat jakýchkoli pramenů a inspirací, nejen poznávat a popisovat, ale také kritizovat a hodnotit. Ve 20. století se začal název filozofie používat v širším slova smyslu i pro vypracované systémy náboženské a školy moudrosti, a mluví se tedy i o filozofii indické, čínské nebo africké. V anglosaských zemích se běžně hovoří i o filozofii ve významu např. firemní strategie nebo záměru a tento zvyk se přenáší i k nám.

Oproti jednotlivým vědám, které se zpravidla vymezují také svojí specifickou metodou (matematickou, experimentální, historickou a pod.), je filozofická metoda daleko volnější a začátečníkovi se může zdát, že žádná ani není. To je pravda potud, že filozofická práce se nedá popsat návodem, který by automaticky vedl k cíli. Na druhé straně filozofie vznikla právě tím, že na myšlení klade určité nároky. Tak filozofické myšlení má např.

- vytvářet a používat pevné pojmy,
- každé cizí tvrzení podrobit kritice,
- každé vlastní být schopno racionálně zdůvodnit.

Naopak zde neplatí žádné jiné autority než přesvědčivost racionálního argumentu.

Filozofie nedělá experimenty a neměří; snaží se spíš chápat a rozumět. Jejím zdrojem může být přímá zkušenost, ale často jsou to třeba staré texty, které se snaží pochopit a vykládat – někdy se mluví o *hermeneutické metodě*. Bývá pozadu za skutečností, kterou chce pochopit –

proto říká Hegel, že „Minervina sova létá za soumraku.“ Filozof se může snažit postupovat deduktivně jako Sókratés, Spinoza nebo Kant, může pozorovat a srovnávat jako Aristotelés a může klást proti sobě protikladná stanoviska jako Tomáš Akvinský, nemůže se ale zbavit závislosti na jazyku: záleží i na tom, jak věci říká. Některá filozofická díla, například Platónova, Nietzscheova, Sartrova nebo Heideggerova, mají blízko ke krásné literatuře. Někteří filozofové vytvářeli nová slova, aby se jejich pojmy nepletly, většina se ale snaží vystačit s běžným jazykem, protože se chce odvolávat na společnou lidskou zkušenost.

Protože nevytváří definitivní a nepochybná tvrzení, nemá ani povahu kumulativního vědění, kde se jednotlivé poznatky prostě skládají k sobě. Na druhé straně by ale mělo být samozřejmé, že filozof zná stav diskuse k dané otázce, a to nejen za posledních několik let. Pro dnešní medicínu má Hippokratés jen historický význam, kdežto pro filozofii je Platón stále aktuální; britský filozof Whitehead dokonce napsal, že celá filozofie je jen komentář k Platónovi. Tak je filozofie vždycky diskusí, často napříč staletími. Málokdy se stane, aby se nějaký skutečný problém filozoficky „vyřešil“; spíš se udržuje a možná prohlubuje, přizpůsobuje měnícím se podmínkám našeho života.

Někdy se rozlišuje mezi historickým a systematickým přístupem k filozofii. Ve skutečnosti nejsou ani dějiny filozofie pouze dějinami, nýbrž také inspirací k vlastnímu myšlení, kdežto systematický výklad nějakého tématu obvykle vyžaduje vyložit i jeho minulost, původ. Vedle dějin filozofie k tomu často slouží i rozbor původu slov (etymologie), protože jazyk a slova jako stopy či sedimenty staleté lidské zkušenosti a přemýšlení často odhalují pozoruhodné souvislosti.

Přehled základních filozofických směrů a historických etap ve vývoji filozofie je uveden v dodatku A.

1.2 Věda

Stíhlá, přitažlivá, inteligentní 30/165, se zájmem o hudbu, divadlo, knihy a cestování, hledá laskavého a něžného muže se smyslem pro humor, s nímž by mohla sdílet radosti života s výhledem na dlouhodobý vztah. Jen žádného biochemika.

Inzerát

I pojem věda bývá chápán různě; zaměříme se na dva důležité znaky.

1.2.1 Věda jako poznávací činnost

V tomto smyslu jí rozumíme cílevědomou a organizovanou poznávací činností s pomocí empirických a logických metod. S poznáním byla spojena po velkou část historie lidstva, zpočátku však byla kratochvilnou záležitostí hmotně zajištěných vyšších vrstev, postupně více a více spojená s praktickými otázkami (zejména pod vlivem renesance). Díky tomu i společnost postupně více a více chápala význam vědeckého poznání a vyvinula i formu hmotné podpory.

Jakákoli doba s sebou přináší naléhavé problémy, jež se věda snaží řešit. Připomeňme otázku zdvojnásobení objemu oltáře v Delfách (což se neobejde bez třetí odmocniny) nebo léčení choroby bource morušového, jež pomohlo Louisi Pasteurovi k myšlence bakteriálního původu nemoci. V dnešní době připomeňme např. výzkumy v oblasti nádorových onemocnění či HIV nebo hledání nových energetických zdrojů (termojaderné reaktory, efektivnější využití sluneční energie).

S postupným rozvojem vědy vzrůstá i její význam a v průběhu dvacátého století se vztah vědy a výroby převrací; věda nenásleduje výrobu, ale naopak hospodářská výroba ve stále větší míře využívá vědeckých poznatků, což bývá často shrnováno do známého tvrzení, že věda se stala výrobní silou, prorůstá s průmyslem a řada vědců nachází své uplatnění ve výzkumných laboratořích velkých podniků.

S rozvojem vědy na počátku novověku je spojena i její institucionální organizace, vznik vědeckých společností. V 17. století vzniká Londýnská královská společnost nauk (1662) a Královská akademie věd ve Francii (1666). Zrodily se zprvu z neformálních schůzek přátel zabývajících se vědou. Svá bádání si financovali sami a teprve s rostoucí prestiží si se domohli finančních podpor a jistých pravomocí. Na našem území existovala krátce Societas incognitorum erruditorum (založená 15. prosince 1746 svobodným pánem Josefem von Petrasch a olomouckým kanovníkem Franzem Gregorem Gianninim v Olomouci), na kterou v r. 1784 po schválení stanov císařem Josefem II. navázala Česká společnost nauk. V roce 1790 pak císař Leopold II. blahosklonně souhlasil s přejmenováním na Královskou českou společnost nauk, která pak existovala až do svého zrušení v roce 1952 (podrobněji viz např. [32]).



*Presented to His R. Majesty from Mr. Hollar,
by the hands of Sr. John Wilkes, Octob. 10. 1667.*

Obr. 1.1: Rytina Václava Hollara, která tvoří frontispis v knize *The History of the Royal Society of London, for the Improving of Natural Knowledge* z roku 1667 od Thomase Sprata. Nalevo od busty krále Karla II., který 15. 7. 1662 udělil Společnosti zakládací Chartu, je první prezident Společnosti lord Brouncker, napravo je Francis Bacon. Rytina je signována V. Hollarem vpravo dole. Převzato z [7].



Obr. 1.2: Ignác Born (1742–1791), původem Němec z Transylvánie a důležitá osobnost počátků našeho obrození. Do Prahy přišel r. 1792 studovat práva, nicméně renomé si získal jako geolog, mineralog a chemik. Okolo něho se semkla skupina vzdělců (František J. Kinský, Mikuláš Voight, František Martin Pelcl), která vydávala přírodovědecký recenzní týdeník *Prager Gelehrte Nachrichten*. Někdy mezi červnem 1773 a srpnem 1774 založili Soukromou učenou společnost, kterou Born řídil do svého odvolání do Vídně Marií Terezií v r. 1776. Společnost však přetrvala a postupně se transformovala na Královskou českou společnost nauk.

Myšlenka vědecké společnosti je samozřejmě mnohem starší, nacházíme ji již v athénské Akademii založené Platónem nebo v Aristotelově vědeckém učilišti Lyceu. Múseion v Alexandrii lze považovat za první vědecký ústav podporovaný státem.¹

Královské společnosti se staly např. rozhodčími komisemi pro posuzování objevů a vynálezů. I zde se občas projevil „lidský faktor“. Když se např. Gottfried Leibniz obrátil na Londýnskou královskou společnost, aby rozsoudila jeho spor s Isaacem Newtonem ohledně prvenství v objevu

diferenciálního a integrálního počtu, Newton coby prezident společnosti nejmenoval „nezávislou“ komisi svých přátel a osobně sepsal zprávu komise, která obvinila Leibnize z plagiátorství. Dnes se historikové kloní k názoru, že objev učinili nezávisle na sobě, Newton asi o něco dříve, ale jako první jej uveřejnil Leibniz [21].

K masivnější institucionalizaci dochází až ve druhé polovině 19. století. Okolo roku 1840 se objevuje označení vědec pro povolání, jež se ve 20. století stává povoláním rovnocenným s ostatními. Věda se tak stává i předmětem sociologického výzkumu a ekonomických studií.

Na tomto místě nelze nezmínit postavu největšího mecenáše v našich dějinách Josefa Hlávku, bez jehož úsilí a finanční podpory by nedošlo k zahájení činnosti České akademie císaře Františka Josefa I. pro vědy, slovesnost a umění (předchůdkyně dnešní Akademie věd) v Pantheonu Národního muzea 18. 5. 1891. Hlávka na její činnost osobně věnoval 200 000 zlatých (tj. asi 20 000 000 Kč) a k oblomení myšlenky nepřilíživě nakloněných c. k. rakouských úřadů použil i rafinovaný postup – částku na zřízení akademie věnoval úřadům k oslavě 40. výročí nástupu jeho Veličenstva císaře Františka Josefa I. na trůn, což šlo jen těžko odmítnout. Po zásluze se pak tento c. k. stavební rada stal i prvním prezidentem akademie. Jeho dobročinné aktivity byly opravdu nesmírné, při slavnostním otevření kolejí, jež dodnes nesou jeho jméno, v roce 1904 oslovil studenty dodnes aktuálními slovy [24]:

„... Jen v práci tkví záruka všeho zdaru. Jen v práci je naše síla a záchrana. Nevěřte, že je možno žít v blahobytu bez práce. Zachovejte si smysl pro všechno krásné, podporujte jeden druhého, buďte jako jedna rodina. Mějte každý své přesvědčení, ale šetřte mínění jiných. Buďte poctiví a snášenliví! ...“

¹Součástí vědeckého ústavu Múseion vybudovaného z podnětu Ptolemaia I. na počátku 3. století př. n. l., jenž dal jméno dnešním muzeím, byla i Alexandrijská knihovna – největší a nejslavnější knihovna starověku. Za dob vlády Caesara přechovávala na 700 tisíc spisů, které shrnovaly tehdejší poznatky v oboru matematiky, astronomie, fyziky, lékařství a historie. Z části vyhořela v roce 47 n. l. za války mezi Caesarem a Pompejem, když Alexandrii obsadilo Caesarovo vojsko. Roku 389 za náboženských bouří byla zcela zbořena, když ji z podnětu alexandrijského patriarchy Theofila zničilo vojsko římského císaře Theodosia I. Záhy byla znovuvybudována a ve své vědecké činnosti pokračovala až do roku 643, kdy byla Alexandrie dobyta Araby.

Dodejme, že veškerý za život nashromážděný majetek ve své závěti vložil do fondu „Nadání Josefa, Marie a Zdeňky Hlávkových“, jež měl i po jeho smrti podporovat chod akademie i kolejí.

1.2.2 Věda jako relativně konzistentní systém poznatků

Zeptáte-li se filozofa, co je filozofie, nebo historika, co je historie, nebudou mít s odpovědí potíže. Vlastně by ani nemohli pracovat ve svém oboru, kdyby nevěděli, co zkoumají. Ale když se zeptáte matematika, co je matematika, může Vám s klidným svědomím odpovědět, že sice nezná odpověď, ale že mu to nebrání v tom, aby se matematikou zabýval.

François Lasere

Vědecká činnost směřuje k vytváření (popř. korekci) uceleného systému poznatků o zkoumaných skutečnostech, vědou pak lze chápat i tento uspořádaný systém. S rozvojem vědy je tento systém pochopitelně stále širší a hlubší, věda má kumulativní povahu. Kromě růstu je tento systém i v permanentní přestavbě, řada představ (teorií) bývá upravena a posléze překonána, nahrazena jinými. Tím se liší od umění, jež kumulativní povahu nemá – vychází z individuality a jedinečnosti umělce, jehož podíl a přínos se časem nestírá (i když může být chápán v jiných souvislostech).

Věda jako systém poznatků má řadu podsystémů, jednotlivých vědních disciplin. Samotný zmíněný systém je pak předmětem odborného výzkumu tzv. vědy o vědě pěstované spolu s metodologií vědy na filozofických pracovištích.

System vědy se transformuje do nejrůznějších forem informací (zprávy, odborné stati, knihy, filmy, multimediální programy apod.) směřujících jednak do praxe, jednak do školství a kultury; v dnešní době má charakter exploze, kdy vzrůstá množství nevyužitých informací (zvyšuje se např. duplicita vědeckých výzkumů). Většina badatelů je přesvědčena, že věda vypracovává postupně i způsoby eliminace negativních faktorů svého růstu. Velké možnosti výpočetní techniky ilustrují programy na odhalo-

vání plagiátorství v odborných publikacích např. na známém preprintovém serveru <http://arxiv.org/> provozovaném Cornellovou Univerzitou [16].

V tomto pojetí silněji vystupuje vztah vědy a filozofie, který prošel v dějinách řadou proměn. Ve starověkém Řecku znamenala filozofie souhrn všeho vědění a spojitost s praktickým životem byla pocíťována velmi málo.

Podle Platóna je filozof člověk usilující o poznání věcí pro vlastní názor. Aristotelés míní, že podnětem k filozofování je zvědavost. Pro stoika Senecu či Epikura je filozofie úsilím o příjemný život. Skeptikové se dokonce odvracejí od úsilí po poznání jsooucna, neboť o něm pochybují a doporučují zdržovat se úsudku o světě.

S koncem antiky štafetu přírodních věd převzali Arabové, jejichž zásluhou byla značná část antického dědictví zachována (elementárním důkazem jejich přínosu jsou běžně užívané arabské číslice).

I ve středověku představovala filozofie souhrn vědění získaného poznávací činností rozumu, nad filozofii bylo postaveno poznání vyšší, nadpřirozené, božské, zjevené považované za poznání pravé. Úkolem filozofie bylo zjevené poznání a církevní dogmata vyložit a zdůvodnit. Středověké filozofické myšlení vyvrcholilo ve 13. století konzistentním světonázorem – *scholastikou* reprezentovanou především Tomášem Akvinským. Název vychází z latinského slova *scholasticus*, což znamená „patřící škole“ Zakladatelem scholastiky byl anglosaský mnich Alkuin, kterého v 8. století povolal Karel Veliký poté, co se zhrozil nad úrovní vzdělanosti kněžstva. Alkuin zorganizoval klášterní školu, která udala směr středověkého vzdělání.

Učilo se septem artes liberales (sedmi svobodným uměním), která se dělila na: *trivium* (gramatika, rétorika, logika) a *quadrivium* (aritmetika, geometrie, astronomie, hudba). Zkoumání přírody nebylo středem zájmu, za hlavní prameny byly považovány Písmo svaté (bible) a opravené Aristotelovo dílo. Jednotu středověkého evropského duchovního



Obr. 1.3: Pečeť nejstarší evropské univerzity, mezi jejíž absolventy patřili např. Petrarca nebo Koperník.

světa umocňoval i univerzální dorozumivací jazyk – latina. Ke studiu tohoto souboru poznání jsou postupně zakládány univerzity (Bologna – 1088, Sorbonne v Paříži – 1150, Oxford – 1167), na nichž absolvování filozofické fakulty je chápáno jako průprava ke studiu teologie, medicíny nebo práv. K činnosti profesorů patřilo vykládat předepsané texty (lectiones) a vést rozhovory (disputationes) podle pravidel logiky.

Za zmínku stojí velký scholastický spor realismu a nominalismu², jež ve svých důsledcích vedl k renesančnímu uvolnění filozofie z nadvlády teologie spojenému s návratem k řeckému naturalismu a dalším hodnotám antické kultury. Šlo o pozvolný proces spojený – bohužel – i s lidskými obětmi. Příběhy velikánů vědy, kteří se vzepřeli církevním autoritám, se později staly vědným tématem pro dramatiky a spisovatele.

Nejnámější jsou otázky spojené se zavržením ptolemaiovské geocentrické soustavy a přijetím Koperníkova heliocentrického modelu sluneční soustavy. Význačnými aktéry sporu byli Johannes Kepler, Giordano Bruno (upálen roku 1600) a Galileo Galilei. Koperník sám, i když navazoval na představy některých starověkých řeckých filozofů, předvídal silný odpor vůči svým myšlenkám a své dílo zveřejnil až v roce své smrti 1543. Pro úplnost dodejme, že opatrnost při přijímání Koperníkových myšlenek nebyla vždy nutně projevem zpátečnictví. Např. asi největší astronom té doby Tycho Brahe správně předpokládal, že pohyb Země by se projevil změnou polohy hvězd během roku. Protože takový jev nepozoroval (při přesnosti tehdejších měření ani nemohl), vytvořil vlastní model, v němž Slunce obíhalo okolo Země a ostatní planety okolo Slunce. Později byla skutečně u blízkých hvězd tato změna zjištěna a stala se základem pro měření jejich vzdálenosti pomocí tzv. paralaxy a tím i astronomické jednotky parsek (1 pc = 3,26 ly). Katolická církev uznala oběh Země okolo Slunce až roku 1832.

Galileo Galilei je považován za jednoho ze zakladatelů novověké přírodovědy a především jejího důrazu na experimentální ověření teorií. Překonal aristotelovské pojetí pohybu, formuloval zákon setrvačnosti, studoval zákony volného pádu a jako první použil r. 1609 dalekohled k astronomickým pozorováním. S pohybem Země pak úzce souvisely úvahy o relativnosti pohybu, jež jsou dnes známy jako Galileův princip relativity v klasické newtonovské mechanice.

S počátkem moderní přírodovědy v 16. a 17. století, jejímž vzorem a „vlajkovou lodí“ se stává Newtonova klasická mechanika, je spojena

²Opoziční proud uvnitř scholastiky, jenž vznikl v 11. a 12. století. Kladl důraz na jednotliviny a individualitu, kterýmžto pojmům jako jediným přisuzoval reálnou existenci

řada objevů – lomu světla (Newton), sestrojení tlakoměru (Torricelli), vývěvy (Guerick) a elektřiny (Gilbert). V dílech Francise Bacona, René Descarta, Johna Locka a Thomase Hobbese se pomalu vytváří moderní nauka o poznání a metodách vědeckého zkoumání. Až do 18. století však sepětí odborných disciplin s filozofií zůstává velmi těsné, i filozofie v této době preferuje empirii, zkušenost, induktivní metodu; postupuje od sbírání faktů k teoriím, zabývá se poznáváním skutečna a co je za ním, přenechává víře.

Descartův racionalismus byl však předzvěstí odcizení filozofického myšlení a vědeckého zkoumání. Zatímco ve filozofii se rozvíjejí spekulativní systémy (např. J.G. Fichte, F.W.J. Schelling, G.W.F. Hegel) snažící se vysvětlit jsoučno samo ze svých principů (podobně jako scholastika), přírodní vědy se nemohly vzdát důrazu na pozorování a experiment. Naopak se některým přírodovědcům zdálo, že přírodní vědy opírající se o newtonovskou mechaniku filozofii ani nepotřebují. Opakovaně se diskutuje o předmětu filozofie a jsou vymezovány její vztahy k přírodním vědám. Pozitivisté a novopozitivisté usilovali o „zvědečtění“ filozofie jejím omezením na metavědu s důrazem na analýzu jazyka; takto pojatá měla být maximálně formalizovanou exaktní vědou.

Krise newtonovské fyziky na počátku 20. století spolu s obecnějšími problémy novějších fyzikálních teorií – teorie relativity a kvantové teorie – nakonec ukázaly, že filozofické otázky nelze ignorovat, což vedlo k určitému sblížení a většímu pochopení vzájemné sounáležitosti filozofie a přírodních věd. Odborní přírodovědci dnes většinou respektují filozofii jako syntetickou vědu usilující o vytvoření konzistentního světónázoru, naopak filozofové nezpochybňují nutnost ustavičné konfrontace myšlenkových konstrukcí s konkrétními výsledky speciálních věd.

1.3 Klasifikace věd

Celá věda není ničím jiným než tříbením myšlení.

Albert Einstein

Historie pokusů o třídění poznatků sahá až do starověku, základy dnešního dělení nacházíme už u Aristotela a jeho žáků, kteří díla svého



Obr. 1.4: Galileo před církevní inkvizicí (obraz Cristiana Bantiho z roku 1857)

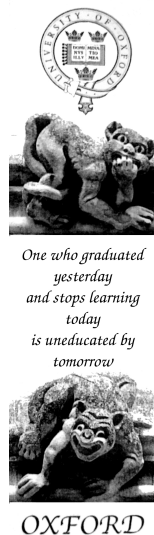
učitele rozdělili na teoretická (prima filozofie, metafyzika) zabývající se poznáním obecně, praktická (matematika, logika, gramatika, fyzika), jež odrážejí životní potřeby a řešení konkrétních problémů, a tvůrčí (umělecká). Na sklonku starověku se ujalo dělení na fyziku (přírodovědu), logiku (učení o poznání) a etiku (učení o štěstí).

Středověk staví na první místo teologii, již je podřízena filozofie i další disciplíny. Až Francis Bacon ve své klasifikaci uplatňuje nový pohled a klade důraz na vědy založené na zkušenosti (i jemu zůstává vedle zkušenosti zdrojem poznání i Bůh). Obrazy předmětů vstupují přes smyslové orgány do vědomí člověka a jsou dále zpracovávány rozumem. Právě rozdělení duševní činnosti slouží Baconovi jako kritérium třídění věd na historické, poetické a filozofické, jež přejali i francouzští encyklopedisté. První redaktor osvěcenské encyklopedie Jean Baptiste Le Rond d'Alembert rozdělil vědění podle tří schopností člověka – paměti, rozumu a představivosti.

S jiným kritériem přichází Claude Henry Saint-Simon. Soudil, že východiskem třídění by měly být nikoliv subjektivní vlastnosti vědomí, nýbrž charakteristiky zkoumaných objektů. Na něho navázal „otec“ pozitivismu Auguste Comte velkým důrazem na systematizaci poznatků. V jeho stupnici zaujímá první místo matematika následována astronomií, fyzikou, chemií a biologií. Svou stupnici uzavírá sociologií (u jejíhož zrodu stál), filozofii a psychologii vůbec neuvádí. Podle Comta filozofie nepřináší nic pozitivního a psychologie nemůže být vědou, protože psychické jevy prý nemohou být přístupné objektivnímu zkoumání.³ S podobným tříděním přichází i Bedřich Engels; vědy dělí na disciplíny o neživé přírodě (geologie, astronomie, fyzika, chemie), o živé přírodě (biologie) a o společnosti (sociologie).

Filozofii dnes zůstává úkol zobecňovat výsledky přírodních věd, pokoušet se o vytvoření koherentního světového názoru a zkoumat i to, co momentálně přesahuje danou úroveň metodologických možností přírodních

³Comtova klasifikace se setkala s příznivým přijetím i v našich zemích, jmenujme např. T.G. Masaryka nebo J. Tvrdeho.



*One who graduated
yesterday
and stops learning
today
is uneducated by
tomorrow*

Obr. 1.5: Ofocená záložka slavné oxfordské univerzity se známým anonymním výrokem

věd. Používá a rozvíjí přitom logické metody a myšlenkové konstrukce, jež mohou být naopak přírodovědcům prospěšné v orientaci a zaměření další výzkumné činnosti. Otevřenou otázkou ale zůstává, nakolik dosáhla potřeb přírodovědy. Např. v první polovině 20. století, kdy vztah filozofie a přírodních věd byl oslaben pozitivistickou skepsí k metafyzice, přírodovědci nenacházeli u filozofů odpovídající odpovědi a pouštěli se do filozofických otázek sami; jmenujme např. Alberta Einsteina, Ernsta Macha, Norberta Wienera. Naopak absolutní nadřazení filozofie vědám obecně (a zvláště společenským) může být vyloženě škodlivé, jak jsme pocítili i v našich zemích v případě marxismu-leninismu povýšeného na novodobé náboženství.

Jedním z nejznámějších a nejkřiklavějších případů je zakázání genetiky jako takové v 50-tých letech v bývalém Sovětském svazu (a celém východním bloku) s odůvodněním, že tato „buržoazní pavěda“ odporuje darwinismu.

Objektem filozofického zkoumání jsou i vědecké metody poznávání, jimiž se zabývá *metodologie vědy*. Navazuje na zakladatele moderní *gnoseologie* F. Bacona, R. Descarta, J. Locka, J.S. Milla a další.

Shrnutí



Vztah filozofie a vědy prošel dlouhým historickým vývojem, metodologie vědy a gnoseologie, zabývající se poznáváním jsou jeho součástí. Dnes většina přírodovědců respektuje filozofii jako zastřešující disciplínu a filozofie si je vědoma skutečnosti, že (nejenom v otázkách chápání přírody) musí klást důraz na praktické ověřování teoretických závěrů.

Pojmy k zapamatování



- filozofie
- věda
- gnoseologie
- klasifikace věd

Kontrolní otázky



1. Čím se zabývá filozofie a čím přírodní vědy?

2. Jaká umělecká díla (knihy, dramata, muzikály, filmy) líčící dramatické spory na počátku moderní přírodovědy (např. Galilea Galilei) znáte?
3. Které filozofické směry nejvíce ovlivnily metodologii a přírodní vědy?

Úkoly k textu



1. Zjistěte např. na stránkách dnešní Učené společnosti České republiky (<http://www.learned.cz/>), k jakým historickým tradicím se hlásí, kteří význační vědci byli členy Královské české společnosti nauk a z jakých zdrojů čerpala v minulosti prostředky na svou činnost. Kdo je současným předsedou Učené společnosti?
2. Najděte údaje o historii Akademie věd České republiky (<http://www.cas.cz/>), jež také navázala na Královskou českou společnost nauk. Čím se liší od Učené společnosti? Který vynikající český přírodovědec se ve 2. polovině 19. století významně zasazoval o její vznik?
3. Zjistěte podrobnější informace o Josefu Hlávkově, této velké a v minulých desetiletých téměř zapomenuté postavě našich dějin (viz např. [24]) a o jím založeného „Nadání Josefa, Marie a Zdeňky Hlávkových“ (viz např. <http://www.hlavkovanadace.cz/>).
4. Jednou z nejstarších učených společností v našich zemích byla také Jednota českých matematiků a fyziků (<http://www.jcmf.cz/>), založená roku 1862 jako „Spolek pro volné přednášky z matematiky a fyziky“; současný název nese od roku 1912. Jaké jsou její cíle a náplň činnosti?
5. Zjistěte si údaje o dalších společnostech (Česká astronomická společnost, Česká meteorologická společnost, Česká botanická společnost, Česká společnost chemická apod.) podle vašeho oboru a zaměření.

6. Přečtěte si podrobnější vylíčení Galileova sporu s inkvizicí v dodatku B. Jak je to s věrohodností známého výroku „a přece se točí...“?
7. Najděte v literatuře nebo pomocí internetu historické údaje a kontext týkající se objevů zmíněných v textu (lom světla, tlakoměr, vývěva apod.).

Kapitola 2

Metody přírodních věd

Není vědy bez fantazie a není umění bez faktů.

Vladimír Nabokov

Studijní cíle: V této kapitole si přiblížíme význam gnoseologie (epistemologie, noetiky), tj. té části filozofie, která se zabývá studiem vědy. Zmíníme se o metodách vědeckého zkoumání, pravidlech indukce, o předpokladech vědeckého bádání zformulovaných už Francisem Baconem. Probereme základní faktory ovlivňující vědecký výzkum a uvedeme základní myšlenky metodologie. V závěru se zaměříme za jazyk, který věda a především vědci používají při zaznamenávání a sdílení poznatků.

Průvodce studiem



Otázka poznávání přírody byla vždy součástí filozofických úvah, pro něž se ustálil název *gnoselologie* (z řeckého *γνώσις* gnósis – vědění a *λόγος* logos – slovo). Noetika (z řeckého *νοήμα* noéma – myšlenka) či epistemologie (z řeckého *επιστήμη* epistéme – znalost, schopnost) jsou přibližně synonyma pro filozofickou disciplínu, která zkoumá lidské poznání, jeho vznik, proces a předmět. Základní otázky poznávání přírody byly vytyčeny ve starověku a zůstávají předmětem zájmu dodnes. Především jsou to otázky vztahu poznávání ke skutečnosti vně lidského vědomí, otázky zdroje poznání, poznatelnosti apod. S hledáním odpovědí bylo historicky spojeno s určitými myšlenkovými směry a proudy – „ismy“, z nichž některé si popíšeme podrobněji.

Naivní realismus je charakterizován přesvědčením, že vnímané věci jsou totožné s vjemy – předměty jsou i bez našeho vnímání barevné, mají chuť apod. Pozůstatky tohoto postoje se objevují i v některých slovních obratech typu odlétající pták mizí, slunce zapadá, atd. Důvěra ve smysly vede k tomu, že není činěn rozdíl mezi vjemovým odrazem

reality a mezi představami. Tak se vjemy mísí s představami, iluzemi a v extrémních případech i s halucinacemi. Tehdy nebyla nastolena otázka vztahu mezi poznáváním a poznávaným, chybělo jasné uvědomění objektu a subjektu.

V otázce zdroje poznání přetrvával v gnoseologických učeních pod různými jmény *irracionalismus*, který vedle přirozeného poznávání smysly a rozumem uznává i jiné nepřirozené zdroje jako vnuknutí, osvětlení, náboženskou extázi, v pozdějších dobách intuici, instinkt atd.

Problematika poznatelnosti byla oblíbeným tématem sofistů a skeptiků ve starověkém Řecku. Postupně se prosadila nedůvěra ke smyslovému poznání a důraz na rozum, což v některých případech vedlo k noetickému *relativismu* či nihilismu. Podle tehdejších skeptiků je podstata jsoucna mimo hranice poznatelnosti.

Např. podle Protágora „Mírou všeho je člověk“, neboli každému je pravdou to, co se mu jí zdá být. Gorgiás pak napsal „Nic není. I kdyby něco bylo, nemohli bychom toho poznati. Kdybychom to i poznati dovedli, nemohli bychom toho jiným vyjádřiti.“

Období renesance ve spojení s rozvojem přírodních věd vytvořily předpoklady pro nový pohled na problematiku poznání. *Empirismus* (senzualismus) staví smyslové poznání do role prvotního zdroje našeho vědění (vše, co je v rozumu, bylo již nějak obsaženo ve smyslech a počtcích). Představiteli empirismu jsou zejména Francis Bacon, Thomas Hobbes, John Locke a David Hume.

Přibližně ve stejné době vzniká oponující směr zdůrazňující neomezené možnosti lidského rozumu a spatřující v něm východisko poznání – *racionalismus*. Velkou důvěru v rozum vyjadřovala myšlenka „co je rozumné, je také skutečné“. Cílem racionalistů bylo vypracovat univerzální metodu, pomocí níž by bylo možné získávat pravdivé poznatky o skutečnosti nezávisle na smyslové zkušenosti. Hlavními představiteli tohoto směru byli René Descartes, Baruch Spinoza a Gottfried Wilhelm Leibniz.

Ani empirismus ani racionalismus se nezabývaly otázkami vztahu smyslového a racionálního poznání. Jako první se jimi zabýval Immanuel Kant, ovšem v duchu *agnosticismu* – mezi vnější skutečností a naším poznáním o ní je nepřekročitelná propast, naše poznání není adekvátní. Podněty a informace poskytuje sice zkušenost, jak tvrdí em-

piristé, ale zdrojem poznání je rozum, podle Kanta nezávislý na zkušenosti. Toto stanovisko překonává německá klasická filozofie, zejména Georg Wilhelm Friedrich Hegel. Smyslové i racionální poznání chápe dialekticky, jednotně. Přesto podceňuje empirii, neboť skutečnost je podle něho odvoditelná z myšlení.

Poté přichází na scénu *pozitivismus*, jehož zakladatelem byl August Comte, který na celé století výrazně ovlivnil myšlení přírodovědců. Podle něj jsou nám dány pouze jevy jako pozitivní skutečnost a je bezúčelné pátrat po jejich podstatě a vůbec zbytečné jsou metafyzické otázky po smyslu, účelu či příčinách jevů. Schopni jsme pak pouze konstatovat fakta daná formou jevů, uspořádat je podle zákonů a z nich předvídat jevy budoucí. Velký ohlas měla jeho filozofie zejména v Anglii, neboť navazovala na empiristickou tradici umocněnou střízlivým anglickým smyslem pro fakta.

Pevný psychologický a logický základ se snažil pozitivismu poskytnout John Stuart Mill. Psychologie zkoumá vědomí, tj. počítky a jejich spojení. Úkolem logiky je odlišit nahodilé spojení představ od trvalých, zákonitých. Podle něho je jediným pramenem poznání zkušenost a jedinou přípustnou metodou poznání je proto indukce. Mill zformuloval i pravidla indukce, jež jsou z historického hlediska cenná dodnes:

1. *metoda shody* – mají-li dva nebo více zkoumaných jevů jeden faktor společný, je tento faktor příčinou nebo účinkem, jež zkoumáme;
2. *metoda rozdílu* – mají-li dva případy, z nichž jeden obsahuje zkoumaný jev a druhý ne, všechny ostatní znaky kromě odlišného faktoru společné, pak se tento odlišný faktor vztahuje k příčině či účinku zkoumaného jevu;
3. *metoda kombinace shody a rozdílu* – mají-li dva nebo více zkoumaných jevů jeden společný faktor, který se nevyskytuje v případech, kde zkoumaný jev také chybí, pak se tento faktor vztahuje k příčině zkoumaného jevu;
4. *metoda zbytků* – odstraníme-li ze zkoumaného jevu část, která je známa jako výsledek působení určitých známých faktorů, pak zbytek tohoto jevu musí být následkem ostatních možných faktorů;
5. *metoda sdružených změn* – jestliže se v souvislosti se změnou určitého faktoru změní i jiný faktor, jsou kauzálně spojeny.

Na úsilí Johna Stuarta Milla navázal Herbert Spencer, který převzal koncepci „pozitivních“ údajů jako jediného zdroje poznání, které navíc umožňuje jediné věda. Svět dělí na poznatelné (předmět vědy) a

nepoznatelno (předmět náboženské víry). Díky své schopnosti systemizace uspořádal souhrn poznatků různých vědních oblastí na evolučním, mechanicky pojatém základě s cílem vytvořit vědecký názor na svět. Pozitivisté však postupně rezignovali na podobné universalistické snahy a přiklonili se k empiriokriticismu reprezentovanému Richardem Avenariem a Ernstem Machem. Soustředili se na gnoseologické otázky spojené se vznikem kvantové fyziky (např. na úlohu pozorovatele).

Avenarius propagoval „čistou zkušenost“ a princip ekonomie myšlení. Mach nezávisle na něm usiloval o očistu východiska poznání a zkušenosti od všech příměsků a o odstranění „metafyziky“ z vědy. Na jeho myšlenky navázali vědci sdružení v tzv. Vídeňském kruhu snahou o maximální formalizaci vědeckého poznání sblížením s logikou, matematikou a jazykovědou; předmět filozofie zúžili na metodologii vědy. Jejich logický pozitivismus či novopozitivismus ve 20. a 30. letech 20. století získal mnoho stoupenců v řadách přírodovědců. Ukázalo se však, že sjednocení veškerého poznání na základě společného formalizovaného jazyka, nevede k cíli a nelze ho ani dosáhnout. S vývojem vědy nadále roste význam formalizovaného jazyka, jenž ale zůstává spjat s jazykem běžným, opírá se o něj a je otevřen upřesňování pojmů a eliminaci jejich mnohoznačnosti. Novopozitivismus stimuloval rozvoj disciplín zbývajících se teoreticky jazykem (sémantiky) a vědy o vědě; navazují na něj další směry jako vědecký či logický empirismus, vědecký realismus, lingvistická filozofie.

Dnes převažuje přesvědčení, že získání čisté smyslové zkušenosti není možné, bázi poznání nelze izolovat od teoretického kontextu, neexistují izolovatelné elementy smyslového poznání, striktně smyslová zkušenost. Dnešní vědecký empirismus proto zahrnuje i východiska racionalismu. Otázka hodnověrnosti smyslových faktů přestává být filozofickým východiskem, ale otázkou vědeckého vývoje. „Věda“ v tomto pojetí není racionální proto, že má jistý nepochybný základ pro formulaci poznatků (ve smyslu vrozených ideí), ale proto, že je „sama sebe korigujícím procesem, v němž všechny poznatky mohou být uvedeny v pochybnost“.

2.1 Předpoklady vědeckého poznání

Moudrý muž je mocný, a kdo má poznání, upevňuje svou sílu.

Kniha Přísloví 24,5

Průvodce studiem



Je-li věda sama sebe korigujícím systémem, který se neustále vyvíjí a upřesňuje, velmi důležitou roli hrají předpoklady vědeckého poznání. Tato otázka vyvstala již na prahu novověku, jako jeden z prvních se jí zabýval Francis Bacon.

Baconovy postřehy najdeme v díle *Nové organon*. Uvědomoval si, že vědecká práce vyžaduje objektivní, kritický, maximálně odosobněný přístup ke skutečnosti, zbavený emocí, vlastních názorů a hodnocení. Dále připravenost vzdát se dosud uznávaných myšlenkových konstrukcí, pakliže se výsledky vědeckého zkoumání s nimi dostanou do rozporu, skepsi a nedogmaticnost. Přitom si byl vědom, že v běžném životě není takový přístup příliš častý a vědeckost, objektivita poznání jsou v neustálém ohrožení. Vyjmenovává čtyři překážky, jež musí věda překonávat:

- *Afor. 39*: Idolů pak, které by se zmocnily lidských myslí jsou čtyři druhy. První druh jsem nazval idoly rodu, druhý pak idoly jeskyně, třetí idoly tržiště a čtvrtý idoly divadla.
- *Afor. 41*: Idoly rodu mají základ v samé lidské přirozenosti a v samém lidském rodu či pokolení. Tvrzení, že lidské smysly jsou mírou věcí, je vlastně nesprávné. Právě naopak, jak všechny smyslové vjemy, tak i to, co je v mysli, je ve vztahu k člověku a nikoli k vesmíru. Lidský rozum je jako nerovné zrcadlo, jež přijímajíc paprsky věcí, směšuje svoji přirozenost s přirozeností věcí a tím ji pokřivuje a porušuje.
- *Afor. 42*: Idoly jeskyně jsou idoly člověka jako jednotlivce, neboť každý jednatel má svoji jakousi individuální jeskyni či doupě. Tato jeskyně láme a zkresluje světlo přírody, a to jednak proto, že každému je vlastní určitá zvláštní přirozenost, jednak proto, že se mu dostalo odlišné výchovy a stýkal se s jinými lidmi. Také proto, že četl jen určité knihy a měl v úctě rozmanité autority a obdivoval se jim, dále proto, že jeho dojmy byly odlišné, podle toho, zda se naskytly duši předpojaté a plné předsudků, anebo duši vyrovnané a klidné, anebo pro jiné věci tohoto druhu. Takže vlastně lidský duch (tak jak je uspořádán v jednotlivých lidech) je velmi proměnlivý, naprosto zmatený a jaksi náhodný.

- *Afor. 43*: Jsou však také idoly, jež vznikly ze vzájemného styku a společenského života lidského rodu, ty pak nazýváme idoly tržiště proto, že vznikly vzájemným dohadováním ve společenství. Lidé se totiž dorozumívají řečí: slova jsou pak určována obecným chápáním. Špatný a nevhodný výběr slov kupodivu značně překáží rozumu. Nenapraví to ani definice, ani nějaké vysvětlování, jak se učenci obvykle ohrazují a brání. Slova prostě rozum znásilňují a všechno uvádějí ve zmatek a lidi svádějí k nespočetným a zbytečným sporům a myšlenkám.
- *Afor. 44*: A konečně jsou také idoly, které se do lidských myslí přestěhovaly z různých filozofických učení a z toho, že se nesprávně používalo pravidel dokazování. Nazývám je idoly divadla, poněvadž všechny tradiční a až dosud vynalezené filozofické systémy jsou podle mého mínění jako divadelní hry, jež vytvořily toliko světy vymyšlené a jakoby na divadle. Nemluvím jenom o nynějších filozofických školách, ale také o těch starých, protože takových her lze složit a společně provozovat ještě velmi mnoho... [4]

Stručně řečeno, naše poznání světa má své hranice vymezené schopnostmi lidských smyslových orgánů a rozumu. Ke vnímání reality se druží individuální sebeklamy dané povahou, výchovou a návyky, v nichž je člověk uzavřen „jako v jeskyni“. Mezi lidmi a skutečností stojí také řeč, jež jako zprostředkující systém může také deformovat poznání. Konečně pro zachycení skutečnosti mohou lidé vytvářet i značně odlišné konstrukce, bývá obtížné oprostít se od předsudků opírajících se o názory uznávaných autorit.

Průvodce studiem



V podobném duchu dnešní metodologie dělí faktory ovlivňující poznávání do dvou skupin – *biologické* a *společenské*. Podívejme se na jejich stručnou charakteristiku.

Biologické faktory přirozeně zahrnují smyslové a rozumové vybavení člověka; lze předpokládat, že kdybychom měli více či méně smyslových čidel, popř. měla jiný práh citlivosti, byl by jiný i náš obraz objektivní reality. Studium smyslových klamů dokládá, že anatomická stavba smyslových orgánů a princip jejich funkce ovlivňuje lidskou psychiku (suges-

tibilita, racionalizace, projekce apod.); skrze ně se do poznání zapojují emoce a vůle, které mohou silně a i nevědomě poznání zkreslovat.

Je známo, že část populace trpí barvoslepostí – daltonismem, což rozhodně není dobrý předpoklad např. pro výzkum v oblasti spektroskopie. Některé z biologických činitelů umíme eliminovat pomocí technických prostředků, případně rozšířit pozorování mimo oblasti dostupné smyslům.

Faktory společenské souvisejí se společenskou funkcí a postavením vědy. Dále je můžeme rozlišit na faktory ekonomické a politicko-ideologické. Ekonomika ovlivňuje vědecká poznání několikerých způsobem, především zaměřuje výzkum k určité problematice a určuje tak částečně vědecké zájmy.

Sepětí starověké vědy s praktickými problémy se projevuje v zaměření na studium astronomie (orientace, předpovídání opakujících se záplav, orientace na moři), mechaniky (stavba měst, metací vojenské stroje) a geometrie (vyměřování pozemků). Názorným příkladem z pozdější doby byl problém určování zeměpisné délky, o který se zajímala většina astronomů 17. století a který souvisel s prudkým rozvojem mořeplavby a potřebou přesnějších map a navigačních přístrojů. Podobně rozvoj železniční dopravy a mezinárodního obchodu ve druhé polovině 19. století vedl k zavedení pásmového času a přijetí mezinárodní soustavy jednotek SI. Problémy přesného měření času a synchronizace hodin na velké vzdálenosti (což s určováním zeměpisné délky velmi úzce souvisí) pak koncem 19. století byly jednou z důležitých inspirací vedoucích ke vzniku teorie relativity (i když ta samotná bezprostřední praktický význam v době svého vzniku neměla) [19].

Způsob výroby souvisí přímo s technikou, která citelně ovlivňuje vědu, neboť určuje její možnosti získávání a ověřování faktů.

Astronomie byla až do počátku 17. století odkázána na pozorování pouhým okem; vrcholem této její fáze byla pozorování Tycha Brahe. Obrovský krok vpřed znamenalo využití dalekohledu, avšak až do třicátých let 20. století bylo pozorování možné pouze v oblasti viditelného světla, tj. pouhým zlomku spektra elektromagnetického záření. Až v roce 1931

americký inženýr Karl Jansky poprvé zachytil rádiové vlny ze středu naší Galaxie. Dnes pozorujeme v oblasti mikrovlnného, infračerveného, ultrafialové, rentgenového i γ -záření, zachytáváme kosmická neutrina a stavíme detektory gravitačních vln.

Okna do mikrosvěta se pochopitelně otevřela s objevem mikroskopu, elektronové mikroskopy nám dnes umožňují zaznamenávat doslova jednotlivé atomy a molekuly. Dostatečně velké galvanické baterie umožňující připravovat kovy elektrolyticky v nečistším stavu otevřely Humphry Davyvu cestu k objevu alkalických kovů.

Nové technologie umožňují zpřesňovat a ověřovat již provedené experimenty, které jsou fundamentální pro některé dílčí experimenty. Např. známý Michelsonův-Morleyův experiment z roku 1887, který prokázal, že rychlost světla ve vakuu nezávisí na pohybu Země okolo Slunce, byl v různých obměnách opakován během 20. století, vždy s větší přesností (jeden z nejcitovanějších, provedený Brilletem a Hallem, je popsán v [8]).

Věda tak není tvořena jen výsledkem objektivního procesu poznání, to jest výzkumu s použitím exaktních metod, ale obráží i myšlenkovou atmosféru doby, její politické, umělecké, etické a jiné názory spjaté s hospodářskými a politickými zájmy společnosti, jež mohou mít i ideologický charakter. Míra i způsob ovlivňování mohou být různé, negativní je např. snížení vědecké skepse a kritičnosti. Aniz si to vědec uvědomuje, závěry svých bádání formuluje v duchu společenskopolitického postoje či s menší obezřetností přijímá ty koncepce, které vycházejí z jemu vlastních filozofických principů. V extrémních případech mohou ideologické i ekonomické důvody (rychlý zisk) vést i k falzifikaci faktů, což je v zásadním rozporu s etikou vědeckého výzkumu.

V době koloniálních válek bylo třeba zdůvodnit nadřazenost bílé rasy jako argument pro „civilizační úsilí“ Evropanů v Africe. Na jaře roku 1912 právník a amatérský archeolog Charles Dawson našel ve šterkovně u sussexského Piltdownu úlomky tzv. piltdownské lebky (později našel ještě další), která měla dokumentovat, že už v době Pithecanropa (před 200 000 lety) na území Anglie žili vyspělejší předkové člověka. Až v roce 1953 britský vědec Kenneth Page Oakley dokázal, že piltdownské kosti nejsou tak staré, jak se mezitím nadšeně předpokládalo. Ba co víc, čelist byla výrazně mladší než zbytek lebky, kosti byly máčeny v kyselině a pak barveny solemi železa a manganu. Autorem byl pravděpodobně teh-

dejší pracovník místního muzea Martin A.C. Hinton. V českých zemích je známa analogická historie spojená s falzifikáty rukopisů královédvorského a zelenohorského od Václava Hanky, jejichž nepravost byla obrozeneckou veřejností dlouho odmítána.

Když výzkumy v oblasti genetiky zdánlivě protirečily teorii evoluce, byl tento obor v bývalém SSSR i celém východním bloku záměrně potlačen, podobně byl brzděn rozvoj kybernetiky a výpočetní techniky vůbec.

Ideologický vliv může za určitých podmínek být i nechtěně produktivní. Např. zájem o morfologii v 19. století, který vedl k nashromáždění velkého množství faktů, jež později byly využity jako argument pro ideu evoluce, byl původně motivován úsilím vypátrat Božský plán přírody. Podobně kosmické lety a rozvoj kosmonautiky se v 50. a 60. letech 20. století jak v USA tak SSSR staly prestižní politickou záležitostí.

V budoucnosti bude význam preference určitých oblastí výzkumu (vyjádření i finanční podporou) s rostoucí finanční náročností vědeckých pracovišť dále stoupat. Nepochybně bude vždy existovat prostor, kde se budou střetávat principy vědy – objektivita a nezaujatost – s principy volních rozhodnutí a politických zájmů, od ekonomických přes politické až k etickým.

2.2 Metodologie

Průvodce studiem



Chceme-li se zabývat metodologickými otázkami, musíme se vrátit zpátky k Francisu Baconovi považovanému za zakladatele metodologie vědy. Dal novověké vědě teoretickou oporu ve zdůraznění prvotnosti smyslové zkušenosti a formuloval i samotný pojem metoda ve smyslu užívaném dosud – totiž jako způsobu cílevědomého získávání a ověřování faktů a poznatků.

Od dob Baconových se také datuje vznik induktivní logiky, již autor rozuměl disciplínu zabývající se praktickými návody k objevování nových pravd. Jako první objevil neúplnou indukci, postup, při němž

přecházíme od zkušenosti s několika případy určité třídy jevů k obecnému tvrzení vztahujícímu se k celé třídě jevů; exaktní popis tohoto procesu zformuloval John Stuart Mill (viz str. 22).

Jako samostatná věda metodologie vykrytalizovala na pomezí gno-seologie a logiky; jako první tohoto pojmu použili zřejmě polští filozofové Ossovski a Kotarbiński a zájem o tuto problematiku pak vzrostl v šedesátých letech 20. století, třebaže i dnes jde o disciplínu velmi mladou s ne z cela vyhraněným a přijímaným terminologickým aparátem.

Podle vztahu k základním složkám procesu poznání – vnímání a myšlení, se tradičně odlišují vědecké *metody logické a empirické*.

Průvodce studiem



Myšlení od vnímání samozřejmě nelze odtrhovat (v obou rovínách poznání se procesy dějí současně a jsou navzájem propojeny), proto jsou spojeny i zmíněné metody. Pokud mezi nimi budeme rozlišovat, chápeme to spíše jako teoretickou abstrakci a určité zjednodušení, jež bývá někdy užitečné.

Rozdíl mezi empirickými a logickými metodami lze charakterizovat jejich vztahem k předmětu vědy. Zatímco objektem uplatnění empirických metod jsou nějaké materiální objekty, jejich vlastnosti, procesy mezi nimi apod. (tj. *fakta*), logické metody znamenají manipulaci s údaji vyjádřenými čísly, termíny, větami apod. (tj. *poznatky*). Logické metody tak dále zpracovávají výsledky metod empirických.

Vědeckým faktem rozumíme matematickými a jazykovými prostředky vyjádřenou informaci o skutečnosti, jež musí odpovídat určitým normám. Musí být *objektivní, exaktní a empiricky ověřitelná*. Splnění těchto požadavků nemusí být vždy jednoduché.

Informace o vnějším světě nám zprostředkovávají naše receptory, které spolu s nervovou soustavou mají u každého jedince specifické zvláštnosti; různá individua nemusí tentýž objekt vnímat stejně. Odchyly ve vnímání pak mohou být přirozeně zdrojem omylů.

I naše smysly nás o jevech zpravují pomocí určitých metod (dnes často většinou velmi sofistických). Tyto metody mohou vést k omylům ještě závažnějším než v předchozím odstavci a především hůře předvídatelným. Zkoumaná skutečnost není zcela nezávislá na poznávajícím subjektu. Míru a charakter změn způsobených v procesu poznávání

nelze apriorně určit. Tak se mezi vědecké fakty zamísí i mylné údaje o skutečnosti.

Dlouhou dobu byla považována za podstatnou část buněčného jádra chromatická struktura. Dnes víme, že obrazy pravidelné strukturální sítě jádra jsou artefakty, umělé produkty získané denaturací bílkovin při barvení preparátů, aby je bylo možno pozorovat mikroskopem. Při použití šetrnějších metodik se prokázalo, že buněčná jádra jsou v klidových stádiích homogenní.

Přesnost vědeckých faktů závisí tedy i na metodikách. *Metodikou* rozumíme určitý sled postupů v konkrétním uplatnění metod, zejména metod empirických. Nedostatečné metodiky vedou k nepřesným nebo nesprávným údajům. To znamená, že přiměřenou skepsi je třeba chovat i k vědeckým faktům.

Vystoupení Dmitrije Ivanoviče Mendělejeva ve své době pobouřilo chemickou veřejnost. Po objevu jím předpovězeného galia se ukázalo, že atomová hmotnost neodpovídá jeho předpokladu. Mendělejev se pustil do sporu o správnost empiricky zjištěných hodnot, což bylo něco neslychaného. Později se skutečně ukázalo, že hodnota atomové hmotnosti prvku byla určena chybně.

Získávání vědeckých faktů je první etapou výzkumné práce. Následuje jejich zpracování logickými metodami. Vědecká fakta jsou zapojována do sítě racionálních konstrukcí – hypotéz a teorií. Vysvětlený vědecký fakt se stává poznatkem, i když hranice mezi fakty a poznatky není pochopitelně ostrá. Vědecké poznatky vycházejí již zřetelně za hranice bezprostřední smyslové zkušenosti a tvoří přechod od vědeckých faktů k hypotézám a teoriím.

Vědeckým faktem je např. skutečnost, že vzorek rozdrcené rostlinné tkáně se jódem zbarvuje modře. Vycházíme-li z předchozích znalostí mezi jódem a škrobem, tj. že jód tvoří s tímto polysacharidem modře zbarvené sloučeniny, dospějeme k poznatku, že zkoumaná tkáň obsahuje škrob.

Vědecké poznatky se liší stupněm obecnosti, jsou více spjaty s dosaženým stavem poznání než samotná vědecká fakta. Vyplývá to z toho,

že zpracování empirických dat, hloubka jejich vysvětlení, možnost zobecnění atd. závisí na dosavadních vědomostech, na dosavadní úrovni vědy.

Zdaleka ne všechna fakta mohou být hned postoupena logickému zpracování a zařazena do vědeckého systému. Některá zůstávají i desetiletí na okraji vědy a někdy jsou i zapomenuta (a občas i znovuobjevena). S množstvím naměřených dat vzrůstá i důležitost a spolehlivost jejich uchovávání a zálohování. Fakta bývají zachycena v různých protokolech, záznamech o měřeních, obrazovém materiálu, dnes stále častěji v digitální podobě na discích počítačů či CD nebo DVD nosičích atp., výsledkem zpracování je pak většinou jazykové sdělení (vědecká publikace, přednáška na konferenci apod.). Ačkoli nám to může připadat neuvěřitelné, jeden z nejtrvanlivějších způsobů záznamů údajů byly babylónské klínopisné vypalované tabulky.

Např. ve známém centru výzkumu elementárních částic CERN u Ženevy se proběhlé reakce mezi elementárními částicemi zaznamenávají, počítač automaticky vyřadí „nezajímavé“ reakce, které již byly mnohokrát zkoumány. Uložené záznamy se pak až s odstupem času dále zpracovávají pomocí počítačových programů.

Proto se studium vědy nemůže obejít bez analýzy jazyka vědy. Věda si postupně vytváří svou vlastní řeč (připomeňme např. matematické či astronomické symboly), která se vzdaluje od běžného jazyka; klade důraz na přesné a co nejobjektivnější vyjadřování. S tím souvisí i maximální možná jednoznačnost používaných termínů. Pojmy obecného jazyka jsou „sterilizovány“, zbaveny emocionálních složek a mnohoznačnosti. Kromě toho si věda buduje zásobu vlastních pojmů (fenotyp, DNK, valence), jež jsou vesměs internacionální a např. v češtině si občas pomáháme slovy přímo přejatými z cizích jazyků. Pro neodborníky je tak jazyk vědeckých prací stále méně srozumitelný. Na druhou stranu vzdalování od běžného jazyka do určité míry chrání vědeckou terminologii od zpětného zvágňování pojmů. Toto nebezpečí je vyšší u společenských věd (historie, sociologie, politologie), jež mají menší arzenál vlastních pojmů. Potřebě výměny vědeckých informací vycházelo vstříc používání „univerzálního“ jazyka, jemuž většina rozuměla; ve středověku plnila tuto roli latina, v dnešní době takové postavení získala angličtina. Jak již bylo zmíněno, potřeba větší přesnosti a jed-

noznačnosti vede k minimalizaci užívaných výrazů, jejich unifikaci a zjednodušování až na formalizovaný aparát. V některých oblastech postoupil tento proces poměrně daleko (matematika, chemie), v jiných je zřetelný méně (biologie, geologie, psychologie). Jednoduchost a menší rozmanitost jazyka vědy je ovlivněna i tím, že ve vědeckých sděleních obvykle nevyužíváme celý rozsah možností, jež nám řeč jako prostředek sdělení poskytuje. Např. z různých druhů vět (tázacích, rozkazovacích, přacích) při formulaci vědeckých výpovědí dominují věty oznamovací.

Při studiu jazyka se postupně vydělily tři oblasti, které zhruba korelují s třemi hlavními složkami jazyka – pragmatika, sémantika a logická syntaxe.

Pragmatika si všímá souvislosti činnosti lidí, jejich sociální, věkové a jiné příslušnosti s výběrem a skladbou výrazů, kterých užívají. Je to empirická věda zabývající se používáním jazyka jako zvláštním sociálním jevem.

Sémantika abstrahuje od mluvčího a zabývá se pouze vztahem výrazů jazyka jako jsou zvuky nebo písemné znaky k reálným jevům, jež označují (tzv. designátům výrazu). Jde o obor velice mladý, za jehož zakladatele bývají považováni příslušníci Lvovsko-varšavské logické školy (Korzybski, Kotarbiński, Ajdukiewicz). V roce 1933 Korzybski formuloval základní principy sémantiky:

- *princip netotožnosti* – slovo není věc;
- *princip neúplnosti* – nic nelze poznat absolutně;
- *princip sebeodrážení* – jazyk nevyjařuje jen myšlení, ale také sám sebe.

Od poznání a uplatnění těchto principů si sémantikové slibovali překonání důsledků zneužívání jazyka a omezení nedorozumění. Nejdůležitějším úspěchem sémantiky je *teorie sémantických stupňů*. Používá tohoto třídění:

- 0. stupeň:** věci a vztahy;
- 1. stupeň:** znaky pro věci a vztahy;
- 2. stupeň:** znaky pro znaky 1. stupně.

Z uznání jazykové hierarchie vyplývá pravidlo, podle něhož žádná smysluplná odpověď nesmí obsahovat složky dvou stupňů, čímž jsou eliminovány sémantické antinomie (rozpory). Vypracování této teorie je spojeno se jmény Alfreda Tarského, Bertranda Russella a Alfreda Whiteheada. S prohřešky proti teorii sémantických stupňů se setkáváme často, dokonce i ve vědeckých pracích, a jsou zdrojem nedorozumění.

Například věta „Olomouc je starobylé město“ je výpovědí 1. sémantického stupně. „Slovo Olomouc je složeno ze sedmi písmen“ je výpovědí 2. stupně. Výpověď „Olomouc je složen(a) ze sedmi písmen“ směřuje dva sémantické stupně a je nesprávná.

Doménou *logické syntaxe* je abstrakce od designátů a omezení zkoumání pouze na formální vlastnosti výrazů a vztahů mezi nimi. Syntaktický systém sestává ze znaků, které jsou smysluprázdné. Myšlení je při transformačních procedurách oprostěno od zátěže významů, pomocí logické syntaxe jsou pak řešeny problémy bezespornosti, dokazatelnosti apod. Pojem zavedl v roce 1919 Ludwig Wittgenstein, ale touto problematikou se zabírali matematictí logikové, např. Bertrand Russell, Kurt Gödel a David Hilbert; autorem jednoho z prvních významných spisů o této problematice je Rudolf Carnap.

2.3 Matematika jako jazyk přírodních věd

Pokud je geometrie jasná, neříká nic o skutečném světě, a pokud o našich zkušenostech něco říká, pak je nejasná.

Albert Einstein

Matematika (z řeckého *μαθηματικός* (mathematikós) – milující poznání; *μάθημα* (máthema) – věda, vědění, poznání) je věda zabývající se z formálního hlediska kvantitou, strukturou, prostorem a změnou. Mezi jinými vědami se vyznačuje nejvyšší mírou abstrakce a přesnosti. Díky těmto vlastnostem je matematika často označována za „královnu věd“. Matematických poznatků je dosahováno výhradně použitím logiky, matematický důkaz je nejspolehlivější známý způsob jak ověřovat pravdivost tvrzení. V matematice jsou za pravdivé považovány pouze ty věty, ke kterým je znám matematický důkaz, jsou vyjadřovány pomocí formálně definovaných pojmů.

Ze školních lavic víme, že většinu fyzikálních zákonů lze vyjádřit matematicky ve formě rovnice, matematika nám umožňuje propočítat a tak odhadnout budoucí vývoj a chování čím dále složitějších přístrojů. Jaká je role matematiky v poznávání přírody? V roce 1960 publikoval Eugene Wigner svou esej *The Unreasonable Effectiveness of Mathematics in the Natural Sciences* (nerozumná efektivita matematiky v přírodních

vědách) [43]. Ona „nerozumnost“ spočívá v tom, že často je rozvinuta nějaká abstraktní partie matematiky (např. v 19. století teorie grup, ve 20. století teorie fibrovaných prostorů) a až s dost velkým odstupem se ukáže, že ji lze velmi účinně použít při popisu přírody. Wigner dochází k závěru, že vynikající (zázračná) uzpůsobenost matematiky pro formulování fyzikálních zákonů je báječný dar, „jemuž ani nerozumíme, ani si jej nezasloužíme“, že také musíme doufat a že takovým nástrojem zůstane i v budoucím výzkumu.

V současné době si uvědomujeme trojí omezení spojená s matematikou a jejím popisem reality [44] – existují výroky, jež nelze formálně dokázat (Gödelova věta), řadu problémů nelze řešit praktickými algoritmy (problém jejich komplexnosti) a některé jevy popisují rovnice, jež nelze systematicky řešit (chaos). Za klíčové matematické principy lze označit principy symetrie (reprezentované např. v klasické mechanice teorémem Nötherové a zákony zachování), které v současné době hrají zásadní roli ve fyzice elementárních částic a jejich interakcí i v teorii strun. Obrovskou plodnost a účinnost tohoto přístupu nezeslabuje ani skutečnost, že z minulosti známe případy, kdy matematická představa či předpoklad naopak vytvořila bariéru k poznání skutečnosti.

Pythagorejci ve starém Řecku odmítali „iracionální“ čísla, proto v teorii čísel – na rozdíl od geometrie – nikdy nedospěli k přestavě číselného kontinua.

V astronomii důraz na „ideální“ kružnice vedl k Ptolemaiovým epicyklům a rozpoznání eliptického pohybu pak připadlo až na Keplera (i ten se původně v uspořádání planet snažil hledat platónská tělesa).

Poměrně abstraktní pojem fyzikálního pole zavedl Michael Faraday, který sám sebe označoval za matematického ignoranta, zatímco jeho teoreticky a matematicky lépe vybavení současníci byli v zajetí převažující ideje síly působící na dálku.

Přesto – jak bylo řečeno – báječné příklady účinnosti matematiky pro popis fyzikálního světa lze najít v oblasti elementárních částic hmoty a v astronomii. Popis elementárních částic je založen na zkušenosti se symetrií ve struktuře světa a na pochopení toho, že zákon příčiny a následku může být nahrazen ekvivalentními tvrzeními zaručujícími, že určitá struktura zůstává neměnná. Přírodní zákony jsou tak ekvivalentní zachování určitých abstraktních struktur ve stavbě reality a určení všech možných struktur tohoto druhu je matematický problém,

který byl dávno vyřešen. Když chtějí fyzici studující elementární částice zkoumat přírodní zákon, mohou si vzít jednu z těchto matematických struktur a zkoumat příslušné důsledky. Podobné principy matematické symetrie stojí za teorií gravitace, kterou rozpracoval Einstein. Na úspěchu matematiky v těchto oblastech vědy je nanejvýš pozoruhodné, že jde o záležitosti velmi vzdálené lidské zkušenosti. Kdybychom chtěli vysvětlit účinnost matematiky odkazem na lidský sklon vytvářet matematické nástroje, aby vyhovovaly danému účelu, pak bychom měli očekávat, že nejlepší aplikace matematiky najdeme v „obyčejném“ světě každodenních dimenzí, jehož zvládnutí bylo nezbytné pro úspěch naší evoluce. Místo toho však nacházíme pravý opak.

Je jistě podivuhodné, že na základě různých obecných principů (symetrie, kovariance, jednoduchosti) dokážeme napsat tvary oněch rovnic, tj. fyzikálních zákonů, které pak platí univerzálně. I když Pascal říkal, že elegance je věcí krejčího a obuvníka, krása chápaná jako matematická jednoduchost a symetrie či v jiném, podobně jako v umění nejasně definovaném smyslu, je průvodním znakem fyzikálního obrazu světa a může se stát – právě v oblastech vzdálených naší bezprostřední zkušenosti – i heuristickým principem při jeho tvorbě. Samozřejmě, že pojmy krásy a jednoduchosti v matematické teorii o přírodě jsou do značné míry subjektivní. Kromě symetrie je jednou z příčin relativní jednoduchosti zákonů zřejmě také lokalita. Kdyby všechno ve vesmíru interagovalo se vším velmi nelokálním způsobem, hledali bychom zákonitosti asi mnohem obtížněji.

V přístupu matematiků a teoretických fyziků lze vystopovat podvědomý vliv platonismu, v nichž matematické pojmy a zákony plní roli „idejí“. Před staletími člověk pozoroval lokální jevy, z nichž postupně vytvářel širší a obecnější obraz zákonů, krok za krokem od místní situace vytvářel obraz světa jako celku podobně, jako při postupném kreslení mapy. Dnes se občas – ve zmíněných oblastech – setkáváme s opačným postupem. Vychází se z matematické povahy vesmíru a zkoumají se důsledky různých přijatelných alternativ pro podobu univerzálních zákonů (Hlubším zájemcům o tuto problematiku lze doporučit např. [5, 44, 45]).

Věda se často popisuje jako hledání cesty na dosud nezlezenou horu. V tom je zdůrazněna nesmírná výhoda vědy: cíl, řekněme mu pravda nebo poznání, čeká na vrcholu, aby byl objeven. Takže výborných výsledků může docílit i běžně talentovaný člověk za předpokladu koncentrovaného úsilí a svobody hledání. Daleko složitější je to v oblastech,

jako jsou obchodní záležitosti nebo politika, kde se cíle mohou nečekaně přesouvat. Často se také stává, že to, co se jeví jako nejslibnější cesta k vrcholu hory, nikam nevede, objeví se nepředvídané překážky. Pak se ukazuje důležité mít i pár vědců, kteří jsou ochotni hledat „neortodoxní pěšinky“.

Souvislost vědy s jazykem akcentuje i některé podobnosti poznávání s hledáním subjektivní „pravdy“ v umění. Nositel Nobelovy ceny za chemii Dudley Herschbach popisuje takovou analogii následujícími slovy [22]: „Ve svém úvodním kurzu chemie se to pokouším studentům vysvětlit a chci po nich, aby napsali o známých pojmech báseň, neboť to je daleko blíže tomu, jak se věda skutečně dělá, než řešení obvyklých učebnicových příkladů. Také studenty upozorňuji na řadu básní, které se vědy týkají, často docela mimoděk. Například toto čtyřverší českého básníka Jana Skácela:¹

básníci básně neskládají
báseň je bez nás někde za
a je tu dávno a je tu od pradávna
a básník báseň nalézá

To je klíč k naší metafoře o hledání cesty. Doufám, že básně pomohou studentům, aby si uvědomili, že věda je víc než soubor odborných jednotlivostí. . . “

Pojmy k zapamatování



- gnoseologie
- epistemologie
- noetika
- realismus
- iracionalismus
- relativismus
- empirismus
- racionalismus
- agnosticismus
- pozitivismus
- empiriokriticismus

¹Oříšky pro černého papouška z výboru *Naděje s bukovými křídly*, Mladá fronta, Praha 1983.

- novopozitivismus
- metodologie
- pragmatika, sémantika, syntaxe

Kontrolní otázky



1. Jaké jsou rozdíly mezi racionalismem a empirismem?
2. Čím ovlivnil pozitivismus přírodní vědy? Považujete se za jeho stoupence (odpověď zdůvodněte)?
3. O jakých idolech se zmiňuje Francis Bacon ve svém díle *Nové organon*?
4. Čím se zabývá metodologie?
5. Jakou roli hraje v poznávání jazyk?

Úkoly k textu



1. Uveďte příklady, kdy pomocí technických prostředků a pomůcek úspěšně kompenzujeme vady nebo omezení našich smyslů.
2. V textu se zmiňujeme o Mendělejevově předpovědi existenci galia. Které další prvky předpověděl?
3. Které vědecké termíny přejaté z latiny a angličtiny znáte? Jmenujte některé z vám blízkého oboru, k nimž neexistuje český ekvivalent.

Kapitola 3

Dělení a charakteristika vědeckých metod

Samého slova „objevit“ bychom se měli zříci. Objevit znamená uvědomit si něco, co již existuje; to je spojeno s důkazem, který však již nemá povahu „objevu“, ale nalezení prostředků, které k objevu vedou. . . . Objevování skutečně není tvůrčí akt.

Albert Einstein

Studijní cíle: V této kapitole se podrobněji seznámíme s nejdůležitějšími vědeckými metodami a jejich charakteristikami. Po jejím prostudování rozlišíme metody empirické a logické, pochopíme jejich vztah i používání v minulosti i nyní.

Průvodce studiem



Základní dělení vědeckých metod na empirické a logické podle vztahu k smyslové a racionální složce poznání bylo naznačeno již v předcházející kapitole. Moderní přírodověda je založena především na využití empirických metod, na něž se přirozeně koncentruje i metodologie s cílem umožnit jejich efektivnější využití.

3.1 Empirické metody

Proč nám příroda dovoluje uhodnout z vlastností jedné části chování zbytku? Jde o nevědeckou otázku. Nevím, jak na ni odpovědět než zcela nevědecky. Myslím, že je to tím, že důležitou vlastností přírody je jednoduchost – a proto je velmi krásná.

Richard Phillips Feynman

Ke studiu empirických metod lze přistupovat z více hledisek. Za nejsvědňější je možno považovat hledisko praxeologické. Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, praxeologie, jejímž zakladatelem byl Tadeusz Kotarbiński, je teorií činnosti a opírá se i o myšlenky pragmatismu. Empirické metody lze definovat jako druh manuální pracovní činnosti, jež jako každá cílevědomá činnost sestává z řady operací a má následující typické složky:

1. *poznávací záměr*;
2. *nositel činnosti*, tj. badatel(é);
3. *objekt činnosti*, jímž mohou být příroda včetně člověka, lidské výrobky, společenské struktury, zkrátka veškerá realita;
4. *nástroje činnosti* zastoupené řadou vědeckých přístrojů, jež plní některé z následujících funkcí: zvětšují rozsah počitkových prahů našich smyslových receptorů (dalekohled, mikroskop), zpřístupňují skutečnost, aniž by musela být mechanicky narušena rozbitím, pitvou apod. (rentgen, tomograf), transformují jevy z oblasti našim smyslům nepřístupné do oblasti našim smyslům přístupné (galvanometr, Geiger-Müllerův počítač), zdokonalují motorické zacházení s objekty (mikromanipulátor, odstředivka), umožňují vytváření umělých podmínek (vývěva, chladnička), zexaktňují registraci zkoumaných jevů (elektrokardiograf), podílejí se na zpracování, znázornění, ukládání a sdílení dat (počítač, počítačová síť);
5. *techniky a metodiky činnosti*, tj. konkrétní posloupnosti pracovních operací, jimiž se realizuje interakce nositele činnosti s objektem činnosti. Metodika je úzce spjata s objektem zkoumání. Určitými metodikami je možno dosáhnout jen určitého kvanta nových vědeckých faktů. Badatelům je tento vztah dobře znám. Nová metodika obvykle zahajuje sérii objevů, jež rozšiřují základnu faktů v té které vědě. Často teprve nová metodika umožňuje řešení nějakého vědeckého problému;
6. *výsledek činnosti*, údaje podávající popis sledované skutečnosti; mimo slovního vyjádření to může být zápis matematický, grafický, filmový atd.

Například ve fyziologii živočichů chirurgická technika Ivana Petroviče Pavlova umožňující fyziologické studie in vivo přinesla řadu faktů základního významu z fyziologie trávení, krevního oběhu a nervové soustavy.

Metodiky jsou úzce spjaty s přístroji a tak přístrojový park významně determinuje technické možnosti výzkumu, i když nutně nemusí vždy platit, že složitější aparatura a sofistikovanější metodika vede k větším objevům; naopak vědecká práce v zasetí přístrojů a zaběhnutých metodik může poněkud ztrácet tvůrčí charakter.

Uvedme například pokusy Alexandra Fleminga s plísní *Penicillium notatum* nebo pokusy Ernsta Rutheforda s umělou transmutací prvků.

Do souboru empirických metod patří pozorování, srovnávání, analýza, experiment, kterých lze užít ke zjištění základních faktů. Uvedené dělení je však určitým umělým zjednodušením, neboť jednotlivé metody lze těžko izolovat jednu od druhé. Za nejdůležitější bývají považovány pozorování a experiment, jež zahrnují i metody zbývající. Jak pozorování tak experiment neslouží pouze k vědeckému poznání; v primitivnější podobě se uplatňují v každodenním životě a mají proto historické kořeny.

3.1.1 Pozorování

Pojmu pozorování užíváme v několika významech – jako označení pro psychický proces záměrného zacíleného vnímání, jako přesné konstatování nějakého faktu nebo jako konstatovaná fakta sama (astronomická, seismická pozorování apod.).

Pozorování jako vědecká metoda je založena na přesném konstatování faktů o přírodních jevech a procesech, kdy se pozorovatel snaží co nejméně zasahovat do pozorovaných objektů. Jeho cílem je zjištění dat o jevech a procesech v jejich přirozeném stavu, neovlivněných člověkem. Skvělý pozorovatel, francouzský fyziolog Claude Bernard, se k této metodě vyjádřil slovy: „*Pozorovatel, jak jsem řekl, pouze konstatuje jev, který má před očima. Jeho jedinou starostí musí být, aby se pojistil proti omylům a chybám pozorování, jež by mohly zavinit, že by viděl nějaký jev neúplně, nebo že by jej špatně určil. K tomuto cíli nasazuje do práce všechny přístroje, které mu mohou dopomoci k úplnějšímu pozorování. Musí být jakýmsi fotografem jevů, jeho pozorování musí věrně zobrazovat přírodu. Je nutno pozorovat bez předpojatého názoru: duch pozorovatelův musí být pasivní, což znamená, že musí mlčet. Naslouchá a píše, co mu příroda diktuje.*“

Charakteristickými rysy pozorování jsou

1. jasně a přesně vymezený cíl;
2. plánovitost postupu;
3. přesnost;
4. objektivní registrace výsledků činnosti.

Je-li pozorovatel nucen užít materiálního zásahu do pozorované skutečnosti, není jeho cílem působit a identifikovat změnu ve zkoumaném objektu, ale je zaměřen na zlepšení podmínek pozorování nebo vůbec pozorování umožňuje (pitva, příprava mikroskopického preparátu). Nutnou podmínkou pro správné pozorování pak je, aby zásah nevyvolal žádnou takovou změnu pozorovaného jevu, která by jev ovlivnila. Pokud se tak stane, vyvstává problém experimentálního určení charakteru a stupně ovlivnění, aby bylo možno oddělit pozorovatelem vyvolanou změnu objektu od jeho skutečných vlastností. Není-li to možné, musí být výsledky pozorování uváděny vždy s použitou metodikou.

Průvodce studiem



Metoda pozorování prošla dlouhým obdobím vývoje a zdokonalování. Proto také můžeme rozlišit různé typy pozorování podle vztahu k přístrojům a jejich využití.

Východím a po dlouhou dobu jediným druhem pozorování bylo *pozorování prosté*, bez použití jakýchkoli přístrojů. Takové pozorování je však možné v případě poměrně úzkého okruhu jevů přístupných našim smyslům. Množina zkoumaných jevů se neustále zvětšuje díky konstrukci přístrojů, jež zvětšují rozsah smyslových orgánů (lupa, fonendoskop) nebo pozorovanou skutečnost našim receptorům zpřístupňují (krční zrcátko, cystoskop). Takové přístroje umožňují *pozorování zprostředkované a přímé*.

Řada přístrojů transformuje určité jevy nepozorovatelné našimi smysly do oblastí pozorovatelné (galvanometr, osciloskop), složité aparatury provádějí i několikanásobné transformace. V takových případech jde o *pozorování zprostředkované a nepřímé*. Zprostředkované nepřímé pozorování je spjata s teoretickým základem a vyžaduje pozorovatele majícího dosti značnou sumu vědomostí, které pomáhají navrhnout a vytvořit most mezi smyslově vnímaným jevem a tím co vyjadřuje. Do popředí vystupují předchozí zkušenosti a interpretace pozorování.

Například částice je možno pozorovat a měřit scintilační metodou. Záření dopadá na luminiscenční látku a vyvolává světelné záblesky uvolňující elektrony z fotokatody. Uvolněné elektrony procházejí systémem dynod, kde je proud zesilován až je zaznamenán vychýlením ručičky galvanometru.

V této souvislosti může vzniknout zdání, že pravým objektem zkoumání není vnější svět, ale princip činnosti komplikovaných přístrojů a výsledky odečítání polohy ukazatelů či displeje přístrojů, počtu světelných záblesků apod. Z uvedených příkladů je zřejmé, že se zprostředkované nepřímé pozorování hojně užívá ve fyzice.

Například významný britský astrofyzik Arthur Eddington napsal: „Celý předmět exaktní vědy tkví v odečítání polohy ručičky a podobných indikací.“ Dodal k tomu, že to co ručička ukazuje, je „nevyzpytatelné něco, co neznáme.“

Takové krajní stanovisko je samozřejmě neopodstatněné, neboť všechny přístroje jsou konstruovány na základě našich vědomostí a technických možností. Jejich údaje tudíž nejsou něčím, co existuje samo o sobě, ale jsou odrazem reálných jevů získaným technickými prostředky.

Pozorování poskytuje obvykle informace o vnějších stránkách skutečnosti – o tvaru, velikosti, počtu, vztazích k okolí. Proto jsou získaná vědecká fakta zpracována popisným způsobem, nemusí však nutně jít jen o slovní výpověď, ale také o grafy, rovnice, kresby, multimediální materiál atd.

Pozorování představuje základní metodu popisných věd (systematická botanika, zoologie, anatomie, morfologie, petrografie) a součástí metodologické výbavy metod zaměřených na studium vnitřních vztahů a funkcí (fyziologie, genetika). V konečném důsledku je pak součástí všech ostatních empirických metod. Zejména kvantifikace pozorování vede ke spojení s metodou srovnání – měření spočívá v zavedení objektivních srovnávacích předmětů mezi pozorovatele a pozorovaný jev, přičemž předmětem srovnávání nemusí být jen celistvé objekty, nýbrž i jejich součásti, což navíc předpokládá zapojení analytické metody. Ke studiu hromadných jevů a zpracování dat se používá metod statistických.

3.1.2 Experiment

Realita naprosto nezávislá na duchu, který ji vnímá, vidí či cítí, je nemožná. Svět tak externí, i kdyby existoval, by byl pro nás navždy nepřístupný.

Henri Poincaré

Pojem experiment (z latinského *ex-periri*) se objevuje v různých souvislostech. Mluví se nejen o pokusu ve vědeckém výzkumu, ale o experimentu v umění, v průmyslu a podobně a myslí se jím nějaký zásah do původního stavu, změna, která je zkoumána a jsou z ní vyvozovány důsledky. Zde pod tímto slovem budeme rozumět nejdůležitější empirickou vědeckou metodu sloužící ke zjišťování vědeckých faktů a k ověřování hypotéz. Významu metody odpovídá i pozornost, kterou experimentu věnují metodologové. Z množství definic uveďme alespoň následující od polského psychologa Zbigniewa Pietrasińskiego:

„Vědecký pokus je taková operace, při níž se vyvolá zkoumaný jev v předem určených podmínkách, jež je možno libovolně opakovat a měnit, abychom mohli provádět vědecké pozorování.“

Jde tedy o pozorování za podmínek uměle sestavených experimentátorem a podstatný rozdíl oproti pozorování spočívá v zásahu člověka. Na rozdíl od pozorovatele usilujícího o co nejmenší ovlivnění sledovaných jevů a dějů, experimentátor záměrně změny vyvolává. Pomocí nejrůznějších technik se snaží přimět zkoumané jevy projevit se v kontrolovatelných podmínkách. Jak to výstižně vyjádřil francouzský zoolog a paleontolog George Cuvier: „Pozorovatel naslouchá přírodě, experimentátor ji vyslýchá a nutí ji, aby se odhalila.“ Experiment lze charakterizovat jako vědeckou metodu získávání vědeckých faktů a ověřování hypotéz, která spočívá v zásahu do určitého izolovaného jevu nebo procesu s cílem navodit v něm změnu.

Při analýze posloupnosti činností (operací) tvořících experiment, můžeme rozlišit tři fáze:

1. vymezení objektu a jeho podmínek – pokusného systému;
2. zásah do objektu experimentu;
3. registrace výsledků zásahu.

Vymezení pokusného systému

Předpokladem užití jakékoli empirické metody je vymezení úseku sledované skutečnosti. Experiment vyžaduje největší míru izolace zkou-

maného jevu a už tím je náročnější než třeba pozorování. V přirozených podmínkách pozorování se každý jev nachází pod vlivem řady činitelů s nimiž interaguje a reaguje na jejich změny. Za takových okolností není možné jednoznačně vyhodnotit působení experimentálního zásahu na zkoumaný jev. Proto je nutno zkoumaný jev vytrhnout ze složitých a proměnlivých souvislostí s jinými jevy a vytvořit pro něj uzavřené prostředí, v němž na pokusný objekt působí jen definovaný soubor podmínek a sledovaný experimentální zásah. Při zachování konstantních definovaných podmínek během všech fází experimentu je splněna první podmínka exaktnosti provedení pokusu – kontrolovatelnost.

Přirozeným ověřením kontrolovatelnosti pokusu je jeho *reprodukovatelnost*. Ovládání činitelů působících na zkoumaný jev v průběhu experimentu znamená, že můžeme kdykoli navodit jejich opakování. Kontrolovatelnost a reprodukovatelnost nespočívají pouze ve vnějších (exogenních) podmínkách, tedy prostředí kolem pokusného objektu, ale i v objektu samém, v možnosti regulace podmínek endogenních. Tato regulace je ztížena tím více, čím větší je strukturovanost pokusného objektu a jeho autonomnost vůči vnějšímu prostředí. Největší obtíže v tomto směru přinášejí pokusy v oblasti biologické a společenské.

Kontrola a ovládání vyžaduje znalost. Reprodukovatelnost pokusu je nejen základem věrohodnosti jeho výsledků, ale i ukazatelem vědomostí o zkoumaném jevu a podmínkách jeho existence. Nereprodukovatelnost experimentu je znakem toho, že jsme nezachytili rozhodující faktory ovlivňující pokusný objekt. Opakovatelnost experimentu je mimo jiné závislá na předchozích poznacích o zkoumané skutečnosti. O tom svědčí situace v experimentálních vědách. V oblasti anorganické lze zpravidla dosáhnout kontroly všech podmínek, jež mohou ovlivnit výsledek pokusu a experiment je tudíž v plné míře opakovatelný, výsledky jednotlivých sérií pokusů jsou také srovnatelné.

Situace v biologických a společenských vědách je odlišná. Zde se setkáváme s větší složitostí, variabilitou a rozmanitostí vztahů pokusných objektů k vnějšímu prostředí. Také jednotlivé pokusné objekty nemusí být (a většinou nejsou) zcela identické, takže vyvstává otázka srovnatelnosti výsledků u paralelních pokusů (zásahu je vystaveno více objektů) a ještě více u pokusů opakovaných sériově. Paměťový a časový faktor působí velké komplikace a obvykle nelze dosáhnout té preciznosti jako u experimentů fyzikálních a chemických. Proto se v biologických disciplínách požaduje reprodukovatelnost alespoň 90 %, aby výsledky byly

považovány za věrohodné. V případě, kdy máme jen málo poznatků nebo je zabezpečení kontroly technicky příliš náročné, spokojují se experimentátoři i s nižšími hodnotami. Navzdory tomu, že ve společenských vědách je situace mnohem obtížnější, neztrácí zde opakovatelnost experimentu význam. Neopakovatelný pokus je obecně pokládán za bezcenný. Exaktnímu zvládnutí první fáze experimentu v těchto vědách velmi napomáhají různé techniky homogenizace pokusných objektů, jak si je vypracovávají jednotlivé vědy (biologie, sociologie, psychologie) a způsob výběru reprezentativních skupin pokusných objektů, jak je rozvíjí tzv. matematická teorie experimentu.

Zásah do objektu experimentu

V této fázi se nejmarkantněji projevuje povaha experimentu jako cílevědomé aktivity, jako manipulace s realitou. Z různých forem a podob lze vymežit čtyři základní typy zásahů:

1. *exogenní aditivní* – např. zkoumání radioaktivního záření na růst rostliny;
2. *exogenní eliminační* – např. vyloučení světla ze souboru podmínek a zkoumání vlivu tohoto zásahu;
3. *endogenní aditivní* – např. aplikace látky do tkáně organismu;
4. *endogenní eliminační* – např. odříznutí růstového vrcholu rostliny.

Všechny uvedené typy mohou mít i své kvantitativní odstupňování. Experimentální zásah může vůbec spočívat pouze v kvantitativní změně některé z podmínek pokusného systému. V případě použití vícefaktového experimentu se mohou jednotlivé typy zásahu kombinovat.

Registrace výsledků zásahu

V této fázi se experimentátor stává pasivním pozorovatelem, jenž se snaží zachytit vyvolané změny a reakce. Pochopitelně se přitom uplatňují požadavky kladené na vědecké pozorování vymezené v předcházející části – plánovitost postupu, přesnost, zajištění minimálních vlivů objektivních (přístroje apod.) i subjektivních (přání, očekávání) faktorů.

Z matematického hlediska můžeme ve studovaném systému vyčlenit jevy nebo procesy navozené (nezávisle proměnné) a sledované (závisle proměnné). Vedle závisle a nezávisle proměnných je obvykle předmětem pozorování a měření také soubor exogenních i endogenních podmínek tvořících nebo ovlivňujících pokusný systém.

Nezávisle proměnná je onen experimentální zásah navozený experimentátorem závisějící na jeho záměrech. V nejjednodušších případech má nezávisle proměnná veličina hodnotu 0 nebo 1 (přítomnost či nepřítomnost této proměnné) tam, kde je třeba provádět paralelně pokus kontrolní – nezávisle proměnná pak má kvalitativní charakter – jako v případě informativních pokusů prováděných za účelem zjištění, zda mezi jevy existuje nebo neexistuje nějaká souvislost. Pokud může nezávisle proměnná nabývat více hodnot, celý experiment přechází do oblasti zkoumání kvantitativních souvislostí; sem patří všechny experimenty, jejichž cílem je nalezení funkční závislosti mezi dvěma či více jevy.

Závisle proměnná je spojena s objektem experimentu, jev vyvolaný nezávisle proměnnou, ona zkoumaná, uměle vyvolaná změna, jež může opět být kvantitativní nebo pouze kvalitativní.

Nejjednodušší typ experimentu zahrnuje jednu nezávislou a jednu závislou proměnnou. Ve výzkumné praxi se většinou setkáváme s variantami tohoto klasického schématu, plánu pokusu. Přednosti toho typu jsou zřejmé, obtíž jednofaktorového experimentu bývá zajištění maximální kontroly experimentálního objektu (tj. endogenních podmínek) a ovladatelnosti podmínek vnějších (exogenních). Ovladatelnost exogenních podmínek znamená možnost udržet je konstantními a tak kontrolovat jejich vliv na závisle proměnnou; nekontrolovatelné podmínky pak vystupují v roli dalších proměnných. Klasický typ experimentu vyžaduje vysokou míru izolovatelnosti pokusného systému i jednotlivých podmínek zvláště, což nelze vždy splnit, neboť lze těžko oddělit současně působící faktory, jež mezi sebou jistým způsobem korelují. V tomto smyslu otevírá širší perspektivy experimentu rozvoj matematiky a statistiky, které vypracovaly způsoby plánování a hodnocení experimentů s více proměnnými. Používané plány vícefaktorových experimentů jsou úplné nebo neúplné.

Úplné faktorové plány zahrnují všechny kombinace nezávisle proměnných a poskytují větší bázi pro indukci. Srovnává se působení zásahu na dvou objektech lišících se spolupůsobením jiného zásahu, je zde také otevřena i možnost odhadu interakcí mezi proměnnými.

Plán experimentu pro dvě úrovně nezávisle proměnných A_1 , A_2 a B_1 , B_2 vyžaduje $2^2 = 4$ kombinace, tj. použití čtyř pokusných skupin objektů $A_1 - B_1$, $A_1 - B_2$, $A_2 - B_1$ a $A_2 - B_2$. Výhodou takového postupu je větší efektivnost – kdybychom zkoumali a zaznamenávali jen jednu proměnnou,

pak (pokud by to šlo zařídit) bychom potřebovali osm pokusných objektů nebo skupin objektů.

Neúplné faktorové plány je snazší použít tehdy, když je proměnných či kvantitativních úrovní více. Oblíbený je tzv. *latinský čtverec*. Každá kombinace úrovní se v pokusu vyskytuje jen jednou, takže pro experiment se třemi proměnnými ve třech úrovních (celkem $3^2 = 9$ kombinací), pak latinský čtverec bude mít 3×3 skupiny objektů. Použití úplného plánu vícefaktorového experimentu by vyžadovalo $3^3 = 27$ pokusných objektů či jejich skupin. Pro proměnné A , B a C s třemi úrovněmi latinský čtverec vypadá následujícím způsobem

	A_1	A_2	A_3
B_1	C_1	C_2	C_3
B_2	C_2	C_3	C_1
B_3	C_3	C_1	C_2

Existují pochopitelně i složitější plány umožňující současnou práci s více proměnnými; tato problematika patří k propracované matematické teorii experimentu.

Druhy experimentu

Možných hledisek třídění experimentu existuje samozřejmě více. Uvedme některá z nejužívanějších kritérií klasifikace:

1. podle stupně kontrolovatelnosti pokusného systému;
2. podle počtu proměnných veličin;
3. podle vztahů experimentu k jeho základní myšlenkové konstrukci;
4. podle charakteru pokusných objektů.

Rozlišujeme mezi experimentem *laboratorním* (čistý, klasický) a *přírozným* (průmyslovým, polním, klinickým). Laboratorní pokus se vyznačuje vysokou kontrolovatelností, značným stupněm izolace a zjednodušením pokusného systému; nekontrolovatelných podmínek zůstává málo a někdy mohou být dokonce zanedbány. Často má dokonce klasický plán, tj. je jednofaktorový. V tomto smyslu jsou laboratorní pokusy ideálem všech experimentálních věd, přírodních i společenských. Za vysokou kontrolovatelnost však často platíme redukcí zkoumané skutečnosti, maximálním zjednodušením studovaného jevu a obvykle také specifickým

výběrem pokusných objektů, což poněkud snižuje možnost zobecnění výsledků experimentu.

V přirozeném pokusu jednak vstupují do množiny pokusného systému faktory, jež byly v laboratorním pokusu vědomě eliminovány, nebo jejichž kvantitativní parametry byly jiné, jednak se projevují činitelé jejichž povaha a působení není přesně identifikováno. Využívá se v řadě oborů, např. v lékařství se doplňuje laboratorní experiment s experimentem klinickým, v agronomii laboratorní a polní, v chemickém průmyslu laboratorní a provozní atd.

Menší míra kontrolovatelnosti není vždy nutně negativní, je vyvážena předností širšího a adekvátnějšího pohledu na sledovaný jev. Kontrolovatelnost je možno zvýšit prostřednictvím vícefaktorových experimentů. Přirozený experiment tudíž rozhodně nelze hodnotit jako méně významný a ve výzkumu má své nenahraditelné místo zejména v aplikovaných vědách zaměřených na využití poznatků a zákonitostí v praxi. Jeho role pravděpodobně, spolu s prohlubujícím se poznáním a snahou o komplexnější postížení reality v, budoucnosti ještě poroste.

Třídění podle počtu proměnných je poměrně nedávného data. Na počátku 20. století existovalo základní schéma experimentu – jedna proměnná, jedna neproměnná veličina a konkrétní soubor podmínek – zaměřené na sledování změny jednoho faktoru vyvolané faktorem jiným; proto mluvíme o jednofaktorovém experimentu. Až rozvoj statistiky a matematické analýzy umožnil systematické používání vícefaktorových experimentů, v nichž sledujeme působení dvou i více činitelů současně.

Například zjišťujeme vliv několika druhů krmiv na váhové přírůstky různých plemen krav nebo sledujeme vztah mezi hloubkou orby, hnojivem a výnosy pěstovaných plodin.

Přitom každá z proměnných může mít ještě několik úrovní – např. každý ze tří druhů krmiv je možné opakovat ve dvojnásobném množství, takže jde o třífaktorový a dvouúrovňový pokus, přičemž úrovně nemusí být jen kvantitativní, ale i kvalitativní. Používají se i smíšené faktorové experimenty, kde počet úrovní sledovaných faktorů není stejný, např. jeden z nich je tříúrovňový a dva jsou dvouúrovňové ($3^1 \times 2^2$). Pro více než čtyřúrovňové faktorové pokusy však chybí efektivní způsob vyhodnocení.

Nejčastěji se setkáváme s dvoufaktorovými a dvouúrovňovými experimenty zpracovávanými úplnou faktoriální analýzou. Faktorové pokusy se používají hlavně v aplikovaných vědách odkud plyne, že jde často

o pokusy přirozené. Jejich cílem bývá optimalizace technologického procesu (výroby chemikálie, výkrmu drůbeže, obdělávání půdy atd.). Lze sem přiřadit i faktorové pokusy v pedagogice, jejichž cílem je např. zjištění optimálního metodického způsobu učení.

To, co dává experimentu smysl a význam vědecké metody je samozřejmě především otázka, na niž dává odpověď výsledek experimentu, čímž je pokus spjat se sférou myšlení a myšlenkových konstrukcí. Podle složitosti myšlenkové konstrukce můžeme seřadit problém, hypotézu a teorii. Otázky vyplývající a odvozené z těchto myšlenkových konstrukcí mohou mít různý stupeň uzavřenosti; na uzavřené otázky lze předběžně podat možné odpovědi, u otevřených otázek to možné není.

Z hlediska vztahu k myšlenkové konstrukci rozeznáváme experiment *heuristický* (empirický, explorativní) a *verifikační*. Heuristický experiment je postaven na maximálně otevřené otázce, která vyplývá z nepříliš složité myšlenkové konstrukce. Doménou heuristických experimentů jsou nové, málo probádané oblasti, jimž v systému poznatků odpovídají jen neúplné myšlenkové konstrukce skýtající malou možnost predikce.

Typické heuristické pokusy provázely např. počátky výzkumu radioaktivity, v němž šlo o zjištění povahy záření. Zkoušelo se plavení uranových sloučenin v elektrických pecích, působení nízkými teplotami, zplyňování atd. s jednoduchou otázkou – změní se po takových změnách vlastnosti záření?

Heuristické experimenty přinášejí nová a nepředpokládaná vědecká fakta a vytvářejí základnu pro dokonalejší myšlenkové konstrukce. V tomto smyslu stojí heuristický experiment na počátku poznávajícího procesu.

Verifikační experiment pak slouží k potvrzení (či vyvrácení) myšlenkové konstrukce, s níž je spojen skrze otázku uzavřenou a to až na jedinou anticipovanou odpověď. Získaná fakta nejsou (nebo by neměla být) na rozdíl od heuristických experimentů neočekávaná, nýbrž jsou předpovězena a zdůvodněna nějakou hypotézou. Ve vědě jsou verifikační experimenty tak běžné, že některé obecné definice experimentu berou v úvahu pouze tyto pokusy.

Z hlediska procesu poznávání zaujímá verifikační experiment místo posledního článku završujícího a potvrzujícího správnost myšlenkových konstrukcí. Mezi otevřenými a uzavřenými otázkami je pochopitelně

řada přechodů, rovněž vztah mezi mírou uzavřenosti otázky a složitostí myšlenkové konstrukce není zcela přímý. Heuristický a verifikační experiment jsou proto jen krajními případy, mezi nimiž můžeme nalézt řadu přechodných typů.

Zvláštnosti zkoumaných objektů ovlivňují a modifikují experiment výrazně; hovoříme o experimentu fyzikálním, biologickém, sociologickém apod. – co vědní odbor, to druh experimentu. Pro potřeby tohoto textu vystačíme se třemi třídami objektů experimentu: anorganickou, organickou a společenskou.

Pro objekty anorganických experimentů je typické, že jejich stav lze považovat za zcela determinovaný vnějšími podmínkami, variabilita uvnitř zvolené třídy objektů je často zanedbatelná a nemusíme brát v úvahu ani časový faktor. Pokusný systém lze proto velmi přesně vymezit, podmínky lze vyjádřit kvantitativně, výsledky zásahu je pak možno měřit a většinou vyjádřit matematicky. Při dodržení týchž podmínek pak dosáhneme úplné opakovatelnosti jevů a důsledků experimentálního zásahu do zkoumané reality. Navíc bývá pravidlem, že výsledek (zejména verifikačního experimentu) můžeme předem vypočítat, vymezení pokusného systému je maximálně ovladatelné a lze provádět „nejčistší“ laboratorní experimenty. Zejména v technické praxi se používá pokusů vícefaktorových a používá se i experiment modelový (pokusný objekt je nahrazen pokusem jiným) s využitím matematické teorie podobnosti.

Pro objekty živé přírody platí charakteristika téměř opačná. Stav organismů závisí kromě exogenních i na podmínkách endogenních, často se uplatňuje variabilita a časový faktor. Vymezení pokusného objektu je tak mnohem obtížnější a izolovatelnost omezená. Manipulace s živými objekty má také poměrně pevné hranice vymezené legislativou. Ne všechny podmínky lze vyjádřit kvantitativně, většinou působí řada faktorů, o jejichž vlivu experimentátor neví nebo je nemá možnost kontrolovat. To zeslabuje exaktnost výsledků experimentálního zásahu a úplné opakovatelnosti pokusu nelze zpravidla dosáhnout. Pro eliminaci či zmírnění vlivu nekontrolovatelných činitelů se provádějí kontrolní pokusy, v nichž studovaný zásah nebyl proveden.

Při testování nových léků je nutné maximálně vyloučit tzv. placebo efekt, tj. zlepšení stavu pacienta nikoli v důsledku podaného léku, ale díky jeho přesvědčení, že je léčen. Proto se vždy sleduje i skupina pacientů,

jimž nebyl lék podáván vůbec popř. jim bylo podáván farmakologicky indiferentní přípravek neobsahující léčivo (třeba voda s cukrem).

Setkáváme se také s „paměťovým“ efektem, pokud budeme chtít pokus opakovat s týmiž objekty, a zanedbat většinou nelze ani faktor časový, neboť většina organismů se s časem vyvíjí (stárne). Pokud jedinečnost vystupuje do popředí příliš, má kromě problematické opakovatelnosti význam i *srovnatelnost* pokusů, ať už v rámci jedné série nebo mezi několika sériemi navzájem. V rámci srovnávání je samo opakování zavedeno jako proměnná a výsledky jsou hodnoceny z hlediska statistické významnosti. I přes tyto potíže zůstává i v organické oblasti ideálem laboratorní pokus; v biologii se za velmi perspektivní považuje modelový pokus – lze jím obejít obtíže spojené se studiem vyšších organismů, další důvody jsou hospodářské a zejména v případě člověka i etické. Jako modely lze použít někdy i umělá zařízení.

Sociální oblast je pak ještě složitější, různorodější a mění se mnohem rychleji, navíc je třeba zohlednit vědomí subjektů – objektů experimentu. Rovněž etické otázky hrají ještě významnější roli. Vymezení pokusného systému naráží na obtíže s určením endogenních podmínek, jež jsou u společenských pokusů velmi důležité (psychický stav, dosavadní zkušenosti, přání, atd.). Dosáhnout lze pouze globální opakovatelnosti experimentu, i proto je často problémem samotné srovnání výsledků opakovaných pokusů. Zkrátka realizace společenského experimentu vyžaduje, aby badatel vstoupil přímo do pokusného systému. Ve společenských vědách se využívá možnost experimentu *ex post facto* – dodatečné konstrukce experimentu s jeho složkami nad událostí, která již proběhla.

Vliv výchovy na utváření osobnosti se demonstruje na vzácných případech dětí vyrostlých mimo lidskou společnost. Jejich stav je chápán jako výsledek umělého zásahu – vyloučení z lidské společnosti. Předchází zde druhá fáze – zásah, fázi první – vymezení pokusného systému.

Poznávací hodnota experimentu

Metoda experimentu je náročnější než metoda pozorování – strukturou i tím, že je použitelná teprve tam, kde je již k dispozici určité

množství vědeckých faktů. Tím se také vysvětluje, proč se historicky nejprve vyvinuly metody popisné (již ve starověku) a teprve později se začal uplatňovat experiment (na počátku novověku). Obtíže s aplikací experimentální metody jsou mnohonásobně vyváženy jejich přednostmi:

- vyvolání zkoumaného jevu záleží na badatelově vůli – na jeho studium se může náležitě připravit a také je opakovat;
- badatel má možnost vytvářet zcela umělé situace, které se v přírodě ani sociálním životě nevyskytují;
- metoda dává předpoklady k přesnému a kvantitativnímu stanovení vztahů mezi jevy pokusného systému;
- je jedinou metodou, která umožňuje identifikovat příčinnou souvislost.

3.2 Logické metody

Věčným tajemstvím světa je jeho srozumitelnost.
... Skutečnost, že mu lze rozumět, je zázrak.

Albert Einstein

Zájem metodologů se soustředí především na složité otázky logických prostředků a metod, jež tvoří základ jakéhokoliv vědeckého výzkumu včetně výše popsaných empirických metod; zároveň se právě zde metodologie úzce dotýká logiky. Rozdíl je v hledisku uplatňovaném při studiu logických metod a prostředků. Metodologie zde rovněž vychází z vědomostí příbuzných oborů zabývajících se myšlením (psychologie, fyziologie vyšší nervové činnosti) a matematické logiky. Základem systému logických metod jsou indukce, dedukce, analýza, syntéza, abstrakce, generalizace, srovnání a analogie.

3.2.1 Indukce

Logika je neporazitelná, protože v boji proti logice je nutné se vyzbrojit logikou.

Pierre Boutroux

Pojem indukce (podobně jako duální pojem dedukce) se opět používá v různých významech. Obecně jde o postup od méně obecného k obecnějšímu, od jedinečných premis a faktů k obecnějším úsudkům a závěrům. Z gnozeologického hlediska reprezentuje postup poznávání od

smyslového k racionálnímu. Počátky jejího chápání se objevují u Démokrita, Aristotela i Epikura, v novověku se jí obírali Bacon, Hume, Mill a další. Rozlišujeme indukci *úplnou* a *neúplnou*. Úplná indukce neboli *enumerace* vyčerpává všechny jednotlivé případy – pokud zjistíme, že všechny prvky množiny mají určitou vlastnost, používáme metodu úplné indukce. Tento případ není příliš častý, převažuje indukce neúplná, kdy k závěru docházíme, aniž by byly prozkoumány všechny případy dané skupiny, ale platnost závěru na všechny případy vztahujeme. Závěr pak nemá platnost úplnou, ale pravděpodobnou. Zvláštní případy neúplné indukce představují *extrapolace* a *interpolace*. Při extrapolaci rozšiřujeme platnost závěrů (objevené funkční závislosti) na nezkoumané případy za hranicemi pozorovaných hodnot, při interpolaci na případy mezi pozorovanými hodnotami.

3.2.2 Dedukce

Dedukce je opačným postupem než indukce. Znamená přechod od obecnějšího k méně obecnému. Základ má v teorii sylogismu, jejíž pravidla zformuloval již Aristotelés a scholastická logika. Proto se význam pojmu dedukce často zužuje na jakýkoli sylogistický závěr.

Hodnocení metodologické funkce dedukce prošlo v dějinách filozofie a logiky oběma extrémy. Jeden reprezentoval např. René Descartes přeceňující roli dedukce, myšlení identifikoval bezvýhradně s dedukcí, která je na rozdíl od smyslů prostá omylů. Naopak John Stuart Mill podřadil dedukci indukci, český filozof Josef Tvrdý o dedukci psal, že je to metoda „spíše kritická než objevitelská“. Jako ve většině případů, pravda leží někde uprostřed, naše myšlení je přirozeně induktivně-deduktivní.

3.2.3 Analýza

Analýza představuje myšlenkové rozložení složitého jevu na jeho složky (pokud totéž provádíme materiálně, jde o empirickou metodu). Cílem je odhalení vztahů mezi částmi zkoumaného jevu (celku), směřuje od známého celku k rozlišení jeho součástí. Metodologicky je komplexním pojmem a obsahuje množství dalších dílčích logických postupů. Podobně jako je indukce spojena s dedukcí, analýza je spojena se syntézou.

3.2.4 Syntéza

Syntéza je naopak spojováním, částí v celek, postupuje od známého k neznámým celkům (i ona je také součástí empirických metod). Předpokládá i opačný postup – analýzu, obě metody se vzájemně verifikují. Přirozeně se prolíná s ostatními logickými metodami jako srovnáváním, generalizací apod.

S analýzou i syntézou souvisí (ale v žádném případě nesplývá!) i rozporuplně hodnocená metoda *redukcionismu*. Jde o metodologické hledisko směřující k převedení (redukci) složitějších jevů na jednodušší, vyšších na nižší, komplexních na elementární. Vyzdvihuje možnost a nutnost zjednodušování jevů, pokud to slouží jejich snadnějšímu poznání a pochopení. Filozoficky je spojen s mechanickým materialismem, pozitivismem a novopozitivismem, zakládá se na přesvědčení, že složitější struktury a jevy mohou být plně vysvětleny a pochopeny na základě struktur a jevů jednodušších, např. sociální jevy na základě zákonů biologických, biologické na základě fyzikálně-chemických, nebo snaha interpretovat fyziku pouze jako aplikovanou matematiku. S opatrností užívaný redukcionismus patří k nejpłodnějším postupům, v extrémní podobě může vést k zanedbání zákonitostí, které se objevují v komplexnějších systémech a tím k opomenutí důležitých vlastností systému jako celku.

Rozluštění genetického kódu umožňuje některé biologické zákony vysvětlit pomocí jednodušších pravidel kombinatoriky a chemických reakcí. Naopak ani systémy mnoha atomů a molekul nejsou pouhým „součtem“ vlastností těchto jednotlivých objektů (i když na nich samozřejmě závisí), neboť se navíc uplatňují specifické statistické zákony. Je zřejmé, že komplexnost a složitost se nejvíce projevuje u jevů biologických a sociálních.

Americký laureát Nobelovy ceny za fyziku za rok 1979 Steven Weinberg svůj postoj shrnuje slovy [41]: „Nově navrženému samostatnému makroekonomickému zákonu, který by nebylo v principu možno vysvětlit chováním jednotlivců, či hypotéze týkající se supravodivosti, kterou by nebylo možno popsat vlastnostmi elektronů, fotonů a jader, bychom asi nevěnovali velkou pozornost. Redukcionistický postoj poskytuje vědcům všech oborů užitečný filtr, který je chrání před zbytečným

plýtváním jejich drahocenným časem nad myšlenkami, které za to nestojí. V tomto smyslu jsme dnes redukcionisty všichni.“

3.2.5 Srovnání

Při srovnání posuzujeme jednotlivé prvky a vlastnosti jevů či pojmů z hlediska shody, podobnosti a rozdílu; prolíná se s analýzou a syntézou. Umožňuje oddělit podstatné a nahodilé znaky a vlastnosti jevů. Jako metodologický pojem bezesporu čeká na další teoretické zkoumání.

3.2.6 Abstrakce

Při abstrakci rozdělujeme jednotlivé vlastnosti jevů a odhlédnutím od nepodstatných znaků z nich vytváříme samostatné pojmy. Od analýzy se liší zejména v tom, že analýza věnuje pozornost všem prvkům a má na zřeteli jejich původní souvislosti s analyzovaným celkem, zatímco abstrakce se zaměřuje na jednu stránku. Jde o klíčový proces při vytváření pojmů větší či menší obecnosti. Složitě abstrakce zahrnují i několikanásobné a několikastupňové vytváření schémat. Abstrakce nám umožňuje postihnout i důležité zákonitosti, které jinak mohou zůstat skryté ve složité kombinaci jevů.

Například pojem bělost je výsledkem abstrahování této vlastnosti od jejích konkrétních materiálních nositelů jako jsou sníh, květina, oblak apod.

Názornou ukázkou významu abstrakce je objev setrvačnosti a zákonitostí volného pádu Galileem Galilei a Isaacem Newtonem. Zatímco Aristotelés byl přesvědčen, že tělesa se nemohou pohybovat bez vnějšího působení a tvrdil, že těžší tělesa (olověná koule) padají k zemi s větším zrychlením než lehčí (pírko, kousek papíru), Galileo a Newton byli schopni abstrakce a postřehli, že pokud nebudou působit odporové síly, tělesa se mohou pohybovat pouze díky setrvačnosti charakterizované jejich hmotností. Podobně při volném pádu je vliv odporové síly na těžší tělesa ve srovnání s tíhovou silou mnohem menší než u těles lehčích, avšak např. bez odporu prostředí padají všechna tělesa se stejným zrychlením.

3.2.7 Generalizace

Nezevšeobecněné údaje jsou jen klepy.

Robert Pirsig

Generalizace neboli *zobecnování* je vytváření obecných pojmů shrnutím řady jevů do jedné třídy. Na rozdíl od abstrakce předpokládá shrnutí více jevů, zatímco k abstrakci lze vystačit i s jevem jedním; abstrakce je zúžením, ochuzením pojmu, generalizace jeho rozšířením a souvisí s neúplnou indukcí.

Ve fyzice se setkáváme se silami elektrickými, magnetickými, silami setrvačnými, odporu prostředí, jadernými apod. Jejich společné znaky zobecňuje pojem síly.

3.2.8 Analogie

Analogie je postup, při němž se ze shody či podobnosti jevů v některém znaku vyvozuje podobnost či shoda ve znacích jiných. Souvisí proto úzce s metodou srovnávací i analytickou. Její vědecká hodnota závisí na tom, zda se opírá o podobnost podstatnou nebo nahodilou a je základem metody modelování.

Při výkladu elektrických kmitů v obvodech s odporem R , indukčností L a kapacitou C se někdy ve středoškolské fyzice využívá analogie s kmity mechanickými (kmity na pružině nebo kmity matematického kyvadla). Analogií výchylky je v elektrickém obvodu elektrický náboj, rychlosti mechanického pohybu elektrický proud atd.

3.2.9 Modelování

Modelování je široce užívaná empirická a logická metoda uplatňovaná především v aplikovaných vědách. Rozvoj počítačové techniky umožňuje studovat stále komplexnější jevy dokonce i bez nutnosti konstrukce materiálních modelů (papírových, dřevěných apod.) reálných objektů (lodí, mostů atd.). Teorie modelů je dnes poměrně solidně zpracovaná. Umožňuje snížit výzkumné náklady, v některých oborech patří k základní výzkumné metodě, např. v bionice.

Tradičně bývá uváděn příklad anglické válečné lodi z roku 1870. Anglický inženýr Edward James Reed ji studoval pomocí modelu a odhalil závažnou konstrukční vadu. Admiralita však jeho „hraní si“ nebrala vážně. Loď se po vyplutí z mateřského přístavu potopila i s 500 námořníky. Reed, který v důsledku sporu rezignoval na své místo konstruktéra, se pak stal aktivním politikem a členem Parlamentu.

3.2.10 Myšlenkový experiment

Člověk je zjevně stvořený k tomu, aby myslel.
V tom spočívá všechna jeho důstojnost a celá jeho přednost; veškerou jeho povinností je, aby myslel správně.

Blaise Pascal

K logickým metodám bývá někdy řazen i myšlenkový experiment. Jde o soubor logických operací, které mají tytéž složky jako běžný empirický pokus, ale „uskutečňuje“ se pouze ve sféře myšlení, čímž jsou dány jeho přednosti i nedostatky. Sám o sobě nemůže být považován za kritérium správnosti či nesprávnosti teorie či hypotézy. Za klasika myšlenkového experimentu je považován Galileo Galilei, svými myšlenkovými pokusy byl znám i Albert Einstein.

Jedním z nejznámějších a nejdiskutovanějších myšlenkových experimentů (dnes již realizovaných i experimentálně) je pokus navržený Einsteinem, Podolským a Rosenem 1935 (často označovaný EPR-paradox) jako demonstrace problémů kvantové teorie. Jak bylo ukázáno později, zdánlivý paradox, který měl být hlavním argumentem proti kvantové mechanice, odráží skutečné chování mikrosvěta [15].

3.3 Logické prostředky výstavby vědy

Nevíme nic – to zaprvé.

Proto máme být velice skromní – to zadruhé.

Abychom netvrdili, že víme, když nevíme – to zatřetí.

To je zhruba postoj, který bych rád zpopularizoval.
Má to však malé vyhlídky.

Karl R. Popper

Vědecká fakta a poznatky získané uvedenými empirickými a logickými metodami netvoří ještě v souhrnu vědu. Každá věda zásobu faktů a poznatků třídí a vysvětluje, tj. podřizuje určitému systému. Proto také pouze ta fakta, jež lze v tomto procesu systematizace využít, mají pro vědu význam. Fakta, která zařadit nelze, zůstávají na okraji pozornosti, jsou předčasná. Anglický přírodovědec John Desmond Bernal přirovnává vědu k obrovské budově, která je permanentně v opravě. Neustále jsou některé její části bořeny a znovu stavěny jinak, přitom se budova stále zvětšuje do šířky i výšky. Hlavními prostředky, které věda při výstavbě svého systému používá, jsou klasifikace, hypotéza, teorie a zákon. Zároveň jsou to i formy, v nichž výsledky vědeckého poznání vystupují. Důležitou roli hrají i metody zacházení s poznatky a vyvozování nových závěrů prostřednictvím úsudků.

3.3.1 Sylogismus

Formu úsudku, v němž ze dvou předpokladů (*premis*) logicky vyvozujeme závěr (*konkluzi*) nebo také úsudek ze všeobecného na zvláštní, označujeme od dob Aristotelových jako *sylogismus*. *Sylogistika* je pak nauka o logických závěrech, o umění logického úsudku. Připomeňme nejčastější typy sylogismů z hlediska logiky.

- *Modus ponens* (česky *pravidlo odloučení*) je nejpoužívanější:
Platí-li A a platí-li implikace $A \Rightarrow B$, platí B .
- *Modus tollens*:
Neplatí-li B ($\neg B$) a platí-li implikace $A \Rightarrow B$, neplatí A (tj. platí $\neg A$).
- *Modus tollendo ponens*: Neplatí-li B ($\neg B$) a platí-li výrok $A \vee B$, platí A .

- *Modus ponendo tollens*: Platí-li A a platí-li výrok „jen A nebo jen B “ neboli $(A \wedge \neg B) \vee (\neg A \wedge B)$, neplatí B (tj. platí $\neg B$).

Chyby v úsudcích označované běžně jako „chyby v myšlení“ zahrnují nejčastěji nesplněný předpoklad, nesplněnou platnost implikace (pravidla $A \Rightarrow B$ v příkladech výše) popř. – u složitějších tvrzení – nesprávně vytvořené negace (opačná tvrzení). Dodejme, že studium způsobů a formy úsudků, je součástí evropské kultury argumentace a filozofie zde historicky připravila půdu pro formalizaci logiky v podobě predikátového a výrokového počtu.

3.3.2 Klasifikace

Z logického hlediska představuje klasifikace rozdělení libovolné skupiny předmětů na třídy a podtřídy různých řádů podle společných vlastností. Největším problémem je přitom volba základu dělení (kritéria, hlediska třídění jevů). Klasifikační systémy vytvořené na základě vnějšího, nahodilého znaku nazýváme *klasifikací umělou*. Při klasifikaci může být paralelně využito i více dělicích znaků.

Příkladem může být klasifikace knih podle abecedního pořadí jmen autorů. Kritériem je tedy abeceda a tříd je 26. Základem třídění může být též datum nákupu knihy atd.

Signatury knih většinou označují třídění knih podle místa uložení, podle formátu, čísla přiřazeného k evidenčnímu záznamu a pořadí výtisku téže publikace v knihovně.

Klasifikace založené na podstatných znacích tříděných jevů jsou označovány jako *klasifikace přirozené*. Mají vyšší poznávací hodnotu, neboť vedle formálního utřídění umožňují lépe studovat charakteristické vlastnosti celých tříd jevů, eventuálně předpovídat dosud neznámé vlastnosti a odhalit mezi nimi zákonité vztahy.

V knihovnictví je takovým přirozeným typem třídění předmětové, v němž je kritériem soubor klíčových hesel, či tzv. systematické třídění podle číselně značeného systému tříd; většina významných světových vědeckých knihoven využívá mezinárodního desetinného systému MDT (viz např. <http://www.kvkl.i.cz/cz/mdt.html>).

Protože vědecké poznání směřuje od poznání vnějších stránek jevů k poznání podstatnějších vlastností, jejich souvislostí a příčin, lze říci, že i klasifikace sledují tuto tendenci od umělých třídění k přirozeným, od klasifikací co do stavby jednodušších ke složitějším. Jednoduchým typem je klasifikace popisná, typu: „všechny tříděné jevy patří buď do třídy *A*, *B* nebo *C*“. Hlediskem třídění může být nějaký vnější znak, např. barva. Takové popisné dělení se může na základě dalšího poznání prohloubit vysvětlením příčin rozdílů mezi třídami. Logická schémata klasifikací mohou být velmi složitá, mohou vytvářet hierarchické pojmové řady s mnoha rovinami obecnosti jako v botanice a zoologii.

Například šeriky můžeme podle barvy rozdělit na bílé a fialové. Poznáním, že barva květů závisí na koncentraci antokyanu v buněčných vakuolách okvětních lístků (malá pro bílé a velká v tmavě fialových květech), získáváme vysvětlení původního popisného dělení.

Autorem proslulého botanického třídění založeného na morfologii rozmnožovacích orgánů rostlin byl švédský botanik Karl Linné; rostliny dělí do těchto hierarchických skupin: kmen, podkmen, řád, třída, čeleď, rod, druh, poddruh.

Takové klasifikace mají ve vědě nezastupitelnou úlohu fixace vědeckých faktů a poznatků spolu s přehledným logickým uspořádáním. Tím vytvářejí předpoklady pro další vědecký výzkum, zejména studium zákonitostí vztahů mezi klasifikovanými jevy.

Samotné typy klasifikací je samozřejmě také možné třídít. Jsou klasifikace zachycující vývojové stránky jevů – *genetické*, klasifikace vycházející z kauzálního hlediska – *etiologické*, atd. Ve vědecké praxi se většinou paralelně uplatňují dvě i více hledisek, potom hovoříme o klasifikacích *smíšených*.

3.3.3 Hypotéza

Hypotheses non fingo (Hypotézy nevymýšlím).

Isaac Newton

Na počátku vědeckého poznání stojí odhalení problému a jeho formulace, jež často bývá právem považována za jeden z klíčových kroků poznávacího procesu (připomeňme známé úsloví, že dobře položená otázka

je poloviční odpovědí). Uvidět za fakty problém a odhalit ho nemusí být vůbec snadné.

Mořeplavcům bylo odedávna známo, že vlny vzduté vichřicí jsou teplejší než klidné moře. Teprve německý lékař a fyzik Julius Robert Mayer se o tuto skutečnost začal zajímat jako o problém: jak souvisí prudký pohyb vody s jejím zahřátím, jaký je vztah mezi teplem a pohybem?

Na anglickém venkově bylo už v 18. století známo, že člověk, který prodělal plané (kravské) neštovice, už ne onemocní pravými neštovicemi. Až lékař Edward Jenner uchopil tento fakt jako problém, jemuž zasvětil celý život a který ho dovedl až k objevu vakcinace.

Řešení vědeckého problému je složitý a obvykle dlouhodobý úkol. Jeho základem je empirické zkoumání, shromažďování faktů o daném problému. V jistém stádiu určitý získaný, byť neúplný soubor faktů dovolí předběžné objasnění problému (někdy je možné nárys výkladu podat již při formulaci problému). Provizornímu výkladu, který zahrnuje kromě zjištěných faktů i dohady a domněnky, říkáme *hypotéza* (z řeckého *hypo* = pod a *tithémi* = kladu, stavím), někdy bývá s pojmem hypotézy ztotožňován samotný navrhovaný závěr, jádro hypotézy. Většinou je takové chápání vyhovující, nesmíme však zapomínat, že hypotéza je složitý útvar, obvykle celý systém vědeckých faktů, poznatků a předpokladů; tím se liší od každodenních domněnek a dohadů.

Podmínkami objektivnosti hypotézy jsou:

1. souhlas s fakty, pro jejichž objasnění byla hypotéza formulována a souhlas s přijatými teoriemi a závěry;
2. prověřitelnost.

První požadavek – souhlas s existujícími teoriemi – nelze pochopitelně uplatňovat absolutně, jinak bychom vyloučili další vědecké poznávání, překonávání či omezení platnosti teorií.

Např. hypotéza o planetární stavbě atomu dobře vysvětlovala pozorovaný rozptyl α -částic pozorovaný Ernestem Rutherfordem, ale zároveň odporovala klasické elektrodynamice Jamese Clarka Maxwella a Hendrika Antoona Lorentze, jejíž platnost byla v té době ověřena v mnoha případech. Pokud by se v té době dogmaticky lpělo na platnosti klasické elektrodynamiky, musela by být hypotéza planetárního modelu zamítnuta. Avšak stal se opak – planetární model atomu byl zařazen do vědeckého

systému a postupně (v tomto místě velmi zkracujeme a přeskakujeme) byla získána kvantová elektrodynamika, která v sobě zahrnovala jako limitní případ Maxwellovu klasickou teorii i kvantový popis mikrosvěta.

Dodejme, že ani fakta samotná nemusí být nepřekonatelná, jak o tom svědčí např. námitky Tycha Brahe proti koperníkovskému modelu sluneční soustavy (viz s. 14).

Požadavkem prověřitelnosti (falzifikovatelnosti) rozumíme, že předpovězené jevy, popř. jejich následky musí být ověřitelné empirickými metodami, přičemž rozlišujeme mezi ověřitelností praktickou a principiální. Faktická prověřitelnost znamená, že z hypotézy lze vyvodit důsledky bezprostředně ověřitelné pozorováním či experimenty. Principiálně prověřitelná hypotéza vede k závěrům, které se nevymykají možností vědy, ale v danou chvíli narážejí na technické problémy, nedostatečný matematický aparát apod.; dávají však naději, že v budoucnosti bude možné jejich testování provést.

Již Albert Einstein odvodil, že podle obecné teorie relativity je změna rozložení energie v prostoročase spojena s vyzařováním gravitačních vln, jež je nejvýraznější u obrovských katastrofických událostí ve Vesmíru (srážky černých děr, výbuchy supernov apod.). Teprve v 70.-tých letech 20. století, tj. dvacet let po jeho smrti, byla jejich existence nepřímo prokázána pomocí přesných měření binárního pulsaru PSR1913+16 [25]. Díky zkracování oběžné doby dvou neutronových hvězd, z nichž jedna je pulsarem, bylo prokázáno, že množství energie, které systém ztrácí, odpovídá energii odnášené podle výpočtů gravitačními vlnami. Na přímé zachycení gravitačních vln pozemskými detektory (projekty LIGO, GEO, Virgo) zatím marně čekáme.

Pro neproověřitelné hypotézy je typické, že ve svých důsledcích nevedou k žádným jiným faktům a jevům s výjimkou těch, pro jejichž vysvětlení byly vymyšleny. Požadavek prověřitelnosti je obranou právě proti těmto hypotézám. Kritérium falzifikovatelnosti je v metodologii vědy spojeno především se jménem jednoho z nejvýraznějších filozofů vědy Karla Poppera.

V metodologické literatuře se uvádějí ještě další podmínky, jimž by konstruované hypotézy měly vyhovovat, nejčastěji obecnost a plodnost. Obecností rozumíme, že by měla být použitelná k vysvětlení co nejšir-

šího okruhu jevů. V praxi, zejména ve společenských vědách, se však někdy soustředíme i jen na vysvětlení jevů individuálních.

Bielova kometa byla poprvé pozorována v roce 1832, kdy byla stanovena její dráha. V době jejího očekávaného návratu v roce 1845 byly místo ní pozorovány dvě menší komety, jež se do doby dalšího návratu od sebe i dost vzdálily a další návraty již nebyly pozorovány vůbec. Byla vyslovena hypotéza, že se rozpadly na roj meteorů. Skutečně, v roce dalšího předpovězeného návratu roku 1872 byl zjištěn silný déšť létavic.

Smyslem požadavku plodnosti hypotézy je, aby ve svých důsledcích předvídala co nejvíce faktů a otvírala možnosti širokému empirickému výzkumu. Je namířena proti hypotézám „ad hoc“, tj. vymyšlených speciálně k vysvětlení jednoho určitého faktu či případu. Základ je v samotné realitě – jevy v přírodě se nacházejí v mnohonásobných vzájemných souvislostech. Proto hypotéza vycházející z objektivních předpokladů vysvětluje nejen výchozí fakta, ale ukazuje i na další jevy.

Max Planck vyslovil v roce 1900 hypotézu (později oceněnou Nobelovou cenou), že tzv. absolutně černé těleso vyzařuje energii v určitých dávkách – kvantech. Tento předpoklad o 5 let později Albert Einstein využil k objasnění fotoefektu (za což získal v roce 1921 Nobelovu cenu). Hypotéza později umožnila popsat tepelné kapacity plynů i pevných látek a především stála na počátku nové fyzikální teorie mikrosvěta – kvantové fyziky.

Logická struktura hypotézy

Velká pravda je pravda, jejíž opak je také velká pravda.

Christopher Morley

Jak již bylo řečeno, termín hypotéza není používán jednoznačně. Rozumíme jím buďto

1. předpoklad, soud položený jako základ k objasnění problému;
2. celý úsudek, kterým docházíme k tomuto předpokladu;
3. myšlenkový útvar zahrnující vytyčení předpokladu a jeho rozpracování v důsledky.

V dalším výkladu budeme v prvním případě přesněji hovořit o *tvrzení hypotézy*, ve druhém o *úsudek hypotézy*. Bází, na níž začíná výstavba každé hypotézy, je soubor faktů (označíme P), příčinu těchto faktů neznáme (označíme X). Formulujeme předpoklad – tvrzení hypotézy, tj. premisu X je P . Z dosavadních poznatků vybereme druhý předpoklad našeho úsudku, v níž příčina S vede k faktům P_1 , neboli S je P_1 . Odtud získáme úsudek hypotézy X je S . Formálně se toto schéma podobá nesprávnému sylogismu, z toho však neplyne, že úsudek hypotézy je neoprávněný; přesto je zde vážný obsahový rozdíl. V sylogismu manipulujeme se zakončenými premisami (předpoklady), jejichž subjekt a výsledek jsou přesně fixovány, u hypotéz tomu tak není, zvláště první premisa má osobitý charakter – její subjekt X je neznámý a predikát P má komplexní povahu. Proto můžeme srovnávat P a P_1 (P je částí P_1 nebo naopak). Ani subjekt X není jednoduchý, proto je závěr X je P pouze pravděpodobný. Další fází konstrukce hypotézy je vyvození důsledků podle schématu

X je S , každé S má vlastnost $A \Rightarrow X$ má vlastnost A .

Snahou badatele je vyvodit co největší počet důsledků. Teprve takto zpracovaná hypotéza je připravena k prověření, neboť tvrzení hypotézy je obvykle soudem o podstatných stránkách objasňovaných jevů a nemůže být bezprostředně podrobena empirickému zkoumání. Mějme přitom vždy na paměti, že námi popsané schéma je ve srovnání s reálnými hypotézami a jejich konstrukcí více či méně zjednodušené a přibližné.

Při zkoumání radioaktivity zjistila Marie Curieová, že radioaktivita smolince je vyšší, než odpovídá obsahu radioaktivních prvků uranu a thoria (fakt P). Příčina X pak odpovídá na otázku: čím je nadbytek intenzity způsoben?

Získáváme jednoduché schéma:

X je P (intenzita záření po odečtení radioaktivity uranu a thoria);

$S \Rightarrow P_1$ (záření je vysíláno radioaktivním prvkem);

X je S (ve vzorku je přítomen další radioaktivní prvek).

Výsledné tvrzení hypotézy: Zbytkové záření smolince je způsobeno přítomností dalšího radioaktivního prvku. Protože tato hypotéza je poměrně málo obecná, není nutné vyvozovat její další důsledky. Hypotéza byla potvrzena a identifikovaný prvek byl nazván poloniem.

Prověrka a důkazy platnosti hypotézy

Tvrzení hypotézy a důsledky, které z něho plynou, jsou pouze pravděpodobné a je nutno ověřit, zda tvrzení a jeho důsledky odpovídají skutečnosti, což se neobejde bez empirických metod. Výsledky pozorování a experimentů pak srovnáváme s tvrzením hypotézy, resp. s jeho důsledky. Mohou nastat dvě možnosti – buď důsledky hypotézy souhlasí s fakty nebo ne. Logické schéma má dvojí podobu

1. X je $S \Rightarrow X$ je také G a empiricky je zjištěno X je G ;
2. X je $S \Rightarrow X$ je také G a empiricky je zjištěno X není G a tedy X není S .

Vidíme, že určitý závěr lze odvodit jen v případě nesouladu důsledku se zjištěnými fakty. V kladném případě nelze vyvodit jednoznačný závěr o platnosti hypotézy, neboť by to byl logicky neoprávněný výrok – *z hlediska matematické logiky nelze tvrzení hypotézy dokázat*. V minulosti se objevily snahy vyřešit problém důkazu hypotézy pomocí teorie pravděpodobnosti. Pouze se tím však potvrdil závěr získaný zkušeností, že pravděpodobnost hypotézy roste s počtem potvrzených důsledků.

Rozeznáváme tři základní způsoby potvrzení platnosti hypotézy.

1. Předpokládaný jev se stane dostupný empirii, což je možné jen u hypotéz s omezenou platností (objasňujících jedinečné jevy), popř. s malou obecností.

Příkladem může být hypotéza o existenci planet Neptun a Pluto, jejichž existence byla předpovězena teoreticky na základě poruch v pohybu ostatních těles Sluneční soustavy (odchylek od Keplerových zákonů po odečtení vlivu známých planet).

2. Důkaz *modu tollendo ponens* rozlučovacího sylogismu (viz s. 58). Tento případ vyžaduje konstrukci všech možných hypotéz a empirické prověřování jejich důsledků, po kterém vylučováním zbude pouze jediná hypotéza. Pokud z nesprávné hypotézy plynou některé důsledky, které jsou ověřeny, je tato hypotéza v některé své části pravdivá.

Např. hypotéza nehybné Země v podobě rozpracované nejdůkladněji Klaudiem Ptolemaiem, dává jednoduché a správné předpovědi zatmění Měsíce, protože pro popis pohybu Měsíce okolo Země je vztažná soustava spojená se Zemí stejně výhodná jako vztažná soustava spojená se středem Slunce, tj. soustava heliocentrická. Avšak pro popis pohybu ostatních pla-

net a těles sluneční soustavy (komet, asteroidů apod.) je heliocentrická soustava mnohem výhodnější, což byl velmi důležitý argument v její prospěch pro řadu prvních stoupenců Koperníkovy teorie, např. Johannese Keplera.

Tato cesta potvrzení hypotézy by byla spolehlivá, kdybychom měli jistotu, že studovaný soubor hypotéz je úplný, což ale v drtivé většině případů nemáme. Speciálním případem potvrzení hypotézy podle tohoto schématu je tzv. *křížový experiment*, který rozhoduje mezi hypotézami s protikladnými tvrzeními. Tento pojem se objevil v době Francise Bacona a jedním z prvních, kdo jej použil, byl samotný Isaac Newton.

3. Vyvození hypotézy z obecnějších teorií, což je způsob také omezený, neboť přirozeně nemůže sloužit k ověření obecných hypotéz.

Skutečnost, že vyvrácení či potvrzení hypotézy není výhradní doménou logiky (i když v něm samozřejmě hraje důležitou roli) souvisí s tím, že nejde většinou o jednorázový akt, ale o složitý proces související s vývojem poznání. V minulosti se několikrát ukázalo, že potvrzení či vyvrácení hypotézy je relativní nebo nedostatečné, jeho platnost je omezena na historicky daný stupeň poznání a praxe.

Význam hypotézy

Shrňme na závěr význam hypotéz pro vědu a poznání:

1. podávají pravděpodobné vysvětlení jevů tam, kde (prozatím) neumíme dát vysvětlení spolehlivé;
2. svou interpretací faktů sjednocených do bezesporného, byť provizorního systému udávají směr dalšího empirického bádání;
3. jde o prostředky cílevědomé a efektivní vědecké práce – neposkytují-li fakta možnost v danou chvíli problém vyřešit, konstruuje vědec *pracovní hypotézu*, o níž se opírá v dalším výzkumu a hledání dalších faktů.

Při zkoumání povahy radioaktivních prvků byla vyslovena hypotéza, že paprsky jsou jádra helia. Další výzkum se pak přirozeně mohl zaměřit na zjišťování faktů o vztazích radioaktivity a jádry atomů helia.

Zvláštním případem jsou tzv. *globální hypotézy* sloužící k získání ucelených poznatků o zkoumané oblasti jevů; i ony mohou vytyčit směr empirického výzkumu. Mají fundamentální význam a jejich formulace je důležitým úkolem v každé době.

Dnes lze za takovou označit ortogenetickou hypotézu fylogeneze, že vývojové změny mají ráz mutací a prostředí působí jako síto, jímž propadají nevhodné mutace.

Oparinova hypotéza o vzniku života z anorganických látek přes stadium koacervátů podnítila řadu experimentů, jež ji nakonec přeřadily mezi teorie.

3.3.4 Teorie

Velkým cílem veškeré vědy je pokrýt co nejvyšší počet empirických skutečností logickým odvozováním z co nejmenšího počtu hypotéz nebo axiomů.

Albert Einstein

V návaznosti na předcházející odstavce můžeme říci, že teorii rozumíme empiricky prověřenou hypotézu, jejíž platnost byla dokázána praxí v té míře, v jaké ji v daném stadiu poznání může praxe ověřit. Stupeň jistoty je vyšší než u hypotézy – jestliže hypotéza může být zavržena, teorie může být jen překonána, její základ je jistým poznáním.

Arrheniovu teorii objasňující mechanismus rozpouštění látek ve vodě překonala obecnější teorie Brønstedova, ale uchovává její jádro – disociaci iontů.

Einsteinova obecná teorie relativity popisuje gravitaci přesněji než Newtonova klasická teorie gravitace, která je však jejím limitním případem použitelným všude tam, kde je gravitace slabá a objekty se pohybují rychlostmi malými ve srovnání s rychlostí světla ve vakuu. Tyto podmínky jsou vesměs splněny ve sluneční soustavě a proto se praktické výpočty poloh planet, komet, meteorických rojů i družic provádějí stále s pomocí teorie Newtonovy.

Hranice mezi hypotézou a teorií není přirozeně zcela ostrá a oba pojmy se někdy zaměňují. Podobně jako pojem hypotézy, i pojem teorie

má více významů – jednak označení vědní disciplíny (teorie poznání, teorie vědy), úseku, části vědní disciplíny (teorie gravitace nebo teorie elektromagnetického pole ve fyzice, teorie pravděpodobnosti nebo teorie množin v matematice apod.), někdy tak označujeme i spekulace, jež do systému vědy vůbec nepatří.

3.3.5 Zákon

Věda nemůže rozluštit konečné tajemství přírody. Je tomu tak proto, že při té poslední analýze se i my stáváme částí toho tajemství, které se pokoušíme rozluštit.

Max Planck

Cílem vědeckého poznání z teoretického hlediska je odhalování zákonitostí, tj. podstatných, pravidelných, opakujících se a nutných vztahů mezi jevy. Může jít o vztahy příčinné, časové následnosti, totožnosti apod. Nejobecnější zákonitosti vyjadřujeme formou zákona.

Ani tento termín není jednoznačný. Používáme jej ve významu konvenční normy (normativní právní zákony), manipulace s pojmy či čísly ve formálních vědách (komutativní, asociativní zákon v matematice, zákon vyloučeného třetího v logice), nebo je vyjádřením přírodní či společenské nutnosti nezávislé na člověku (zákon volného pádu, zákony trhu). Právě poslední jmenované představují zákony vědecké.

Vědecký zákon je myšlenkový útvar vypovídající o podstatném, opakovatelném, nutném a obecném vztahu mezi dvěma nebo více jevy. Často se tak ontologicky nepřesně označuje zákonitost, zákon však nelze se zákonitostí ztotožňovat, podobně jako nelze ztotožnit skutečnost a její odraz v našem vědomí. Zákon je přibližným schématem skutečného vztahu.

Mendělejevův zákon o periodické závislosti vlastností prvků na atomové hmotnosti, byl s hlubším poznáním stavby hmoty zpřesněn a dnes zákonitost formulujeme jako závislost vlastností prvků na atomovém čísle.

Hovoříme-li o objektivnosti zákona, rozumíme tím shodu poznatků se skutečností a platnost zákona nezávisle na lidské vůli. Uznání objektivity zákonů však neznamená bezmocnost člověka před jejich působením

– umíme-li zasahovat do souboru podmínek nutných k projevu zákonitého vztahu, můžeme působení zákona ovlivňovat.

Projev zákona aktivních hmot, který vyjadřuje vztah mezi rychlostí chemické reakce a koncentracemi reagujících látek, lze ovlivnit změnou teploty a dosáhnout vyšší či nižší reakční rychlosti než odpovídá koncentraci zúčastněných látek.

Šlechtění je zásahem do působení zákona přírodního výběru.

Platnost je omezena podmínkami, zákon je platný jen v určité oblasti skutečnosti. Podle velikosti této oblasti se zákony liší stupněm obecnosti. Zákonitost může být zachycena matematicky (rovnicí či nerovnicí jako Boyle-Mariottův zákon $pV = \text{konst.}$ popisující vztah mezi tlakem a objemem ideálního plynu při konstantní teplotě) nebo slovně (jako např. zákon odrazu světla – úhel odrazu se rovná úhlu dopadu). Matematická forma se může uplatnit jen tehdy, když je vztah určen kvalitativně i kvantitativně. Pokud je zákonitý vztah přístupný našemu poznání jen kvalitativně (např. zákon přírodního výběru), zbývá jen slovní forma zákona. V rozmanitosti zákonitostí lze vymezit dva krajní typy, kterým odpovídají dvě skupiny zákonů:

1. *Zákony dynamické*, jež platí pro každý jev z množiny jevů, na kterou se vztahují zvlášť. Obvykle zachycují změnu v určitém časovém měřítku.

Například zákon lomu se vztahuje na všechny paprsky dopadající na rozhraní prostředí o různých optických hustotách.

2. *Zákony statistické* odrážející zákonitosti určitého souboru jevů jako celku, nejsou aplikovatelné na jednotlivé prvky souboru resp. pro jedinečný jev mají platnost jen pravděpodobnou.

Např. druhý zákon (věta) termodynamiky, který říká, že uzavřený systém spěje vždy k vyrovnání tepelných rozdílů a ustavení tepelné rovnováhy, platí pro systém jako celek, neplatí však nutně pro libovolné dvě molekuly (resp. atomy či jiné stavební částice) systému.

Ani mezi dynamickými a statistickými zákony není striktní hranice, projevuje se tak jednota i protiklad nutného a nahodilého. U dynamických zákonů je nahodilost potlačena, takže vystupuje při studiu jedi-

nečných jevů. Ve statistických zákonech je nahodilost přímo započtena a nutná souvislost se projevuje skrze nahodilosti jen v množině jevů. V přírodě jsou jevy podřízeny současně mnoha zákonitostem různé povahy – pro jeden a ten samý jev platí mnoho dynamických i statistických zákonů.



Pojmy k zapamatování

- pozorování
- popisné vědy
- experiment
- experiment vícefaktorový a víceúrovňový
- experiment heuristický a verifikační
- indukce úplná a neúplná
- extrapolace a interpolace
- dedukce
- analýza
- syntéza
- srovnání
- abstrakce
- generalizace
- analogie
- modelování
- myšlenkový experiment
- klasifikace
- hypotéza
- sylogismus
- teorie
- zákon



Kontrolní otázky

1. Uvedte základní rozdíly mezi pozorováním a experimentem.
2. Jaké jsou hlavní typy experimentů?
3. Jaké jsou hlavní přednosti a gnoseologický význam experimentu?
4. Jaké jsou hlavní logické metody?
5. Uvedte základní rysy vědecké hypotézy.
6. Jaké jsou základní módy sylogismu?

Úkoly k textu



1. Najděte si podrobnosti o pokusech Galilea či Faradaye a zařadte je do tříd podle klasifikace uvedené v této kapitole.
2. Uveďte další příklady heuristických a verifikačních experimentů z historie i současnosti přírodních věd.
3. Jedním se současných verifikačních experimentů je i Gravity Probe B (<http://einstein.stanford.edu/>), který pomocí speciální družice s polární drahou letu vypuštěné v roce 2004 ověřuje velmi jemné důsledky obecné teorie relativity v okolí Země. Připravte si krátký referát o cíli a aktuálních výsledcích projektu.
4. I běžní uživatelé mohou dát k dispozici své počítače vědeckému výzkumu, např. pro modelování klimatických změn, analýzu radiových signálů za účelem hledání mimozemských civilizací v projektu SETI nebo např. k analýze signálů z detektorů gravitačních vln (projekt Einstein@Home <http://einstein.phys.uwm.edu/>). Seznamte se blíže s některým z těchto projektů a promyslete možnosti jejich využití ve vzdělávání.
5. Prostudujte si 3. kapitolu „Dvakrát hurá redukcionismu“ v [41] a zamyslete se, zda je vám redukcionismus blízký či nikoliv, v jakém smyslu, a proč hraje v přírodních vědách důležitou roli.
6. Zamyslete se na definicemi logických metod a uveďte vlastní příklady indukce, dedukce, analýzy, syntézy, srovnání, abstrakce, generalizace a analogie.
7. Prostudujte si analogii mezi mechanickými a elektrickými kmity zmíněnou na str. 56 a rozhodněte, nakolik vám z didaktického hlediska připadá vhodná a zajímavá.
8. Podívejte se na systém předmětového třídění ve fyzice, tzv. PACS (Physics and Astronomy Classification Scheme) vytvořený v American Physical Society; na internetu je přístupný na adrese <http://publish.aps.org/PACS/>. Jakému

kódu v tomto třídění by odpovídala středoškolská učebnice fyziky?

9. Prostudujte popis objevu Keplerových zákonů podle [33] z metodologického hlediska s Popperovým komentářem.

Kapitola 4

Věda v kontextu společenského života

Věda je přesvědčení, že experti nic neví.

Richard Phillips Feynman

Studijní cíle: Kapitola shrnuje vztah vědy k ostatním lidským činnostem a k životu celé společnosti. Cílem je upozornit na postavení vědy i na možné konflikty popř. otevřené otázky, jež v této souvislosti vystávají.

4.1 Věda a etika

Vědecký pokrok a technické vynálezy nás učí, že v živých bytostech i v přírodních silách vládne podivuhodný řád; a že stejně tak je člověku vlastní taková důstojnost, že je schopen jak tento řád objevovat, tak vytvářet si vhodné nástroje, aby se těchto sil zmocnil a využil jich pro sebe. . . .

Znamení řád vesmíru je však nyní v podivném rozporu s nepořádkem, který vládne mezi lidmi a mezi národy; jako by se jejich vzájemné vztahy nemohly řídit jinak než násilím.

Jan XXIII. v encyklice Pacem in Terris z roku 1963

Úsilím řady generací se věda už ve starověku lišila od tehdejších mytologií, oddělila víru a předsudky, studovala (a samozřejmě stále studuje) skutečnost v maximální možné míře nezaujatě. Vědecké poznání je fixováno v poznatcích, hypotézách a teoriích, neustále znovu a znovu prověřovaných a zpochybňovaných. Cíl – získávat pravdivé poznatky co nejméně závisle na jednotlivcích, na jejich přáních, názorech apod. – činí z vědeckých poznatků konstatování, nikoli hodnotící soudy. Z tohoto pohledu je věda eticky indiferentní.

To samozřejmě neznamená, že není spojena s otázkami morálky, naopak spočívá na jasných morálních principech a mravním řádu, jemuž

se vědci podřizují. Ve vědě je např. nepřipustná lež či zamlčení pravdy v jakémkoli zájmu. Protože naše poznání je vždy omezené, je systém vědeckých metod zaměřen na eliminaci a překonávání omylů. Vědec je povinen odhalený omyl neprodleně přiznat bez ohledu na možné společenské důsledky.

De Lamater z lékařské fakulty philadelfské univerzity publikoval roku 1951 práce o dělení bakterií studovaném světelným mikroskopem. Použití elektronového mikroskopu přineslo nová fakta, pod jejichž vlivem De Lamater po jedenácti letech své výzkumy odvolal – „... zdá se vhodnější přiznat chybu, která se stala a tím odstranit zmatky v literatuře na tomto poli.“

Bioložka Olga Borisovna Lepešinská se zabývala studiem vzniku živé hmoty. Ohlásila, že se jí podařilo vyvolat vznik buněk z nebuněčné hmoty (konkrétně z rozdrčených tkání láčkovců z rodu nezmar) a dokonce získala státní vyznamenání. Později se ukázalo, že šlo o mylný výklad sledovaných dějů.

Ve výjimečných případech se může ukázat, že omyl omylem být nutně nemusí. Když Albert Einstein aplikovat rovnice obecné teorie relativity na Vesmír, získal řešení, podle něhož Vesmír neměl být neměnný. Aby tuto neměnnost, o níž byl přesvědčen, zajistil, přidal k rovnicím jeden člen obsahující další parametr, tzv. kosmologickou konstantu. Několik let poté, v roce 1922 ruský lékař a matematik Alexandr Alexandrovič Friedmann (po mamince rozené Vojáčkové českého původu) našel třídu řešení Einsteinových rovnic bez kosmologické konstanty, podle nichž se Vesmír buďto rozpíná nebo se smršťuje. Einstein se k Friedmannovým výpočtům stavěl odmítavě, ale když v roce 1929 americký astronom Edwin Hubble zjistil, že se vzdálené galaxie od nás vzdalují a Vesmír se tak skutečně rozpíná, prohlásil Einstein zavedení kosmologické konstanty za „největší chybu svého života“. Tím však její příběh nekončí. Astrofyzikové se k ní na konci 20. století opět vrátili; v roce 1998 byla poprvé publikována pozorování vzdálených supernov, z nichž vyplývá, že Vesmír se rozpíná stále rychleji. Kosmologická konstanta je jednou z možností, jak tuto skutečnost vysvětlit.

Za pozornost stojí „příkázání“ vědecké serióznosti vyjádřené Loui-
sem Pasteurem (citováno podle [40]): *„Neprohlašujte nic, co nemůže
být podloženo jednoduchým a průkazným pokusem. Važte si kritického
ducha. Sám o sobě sice neinspičuje k novým myšlenkám nebo ke gran-
diózním činům. Ale bez něho stojíte na nepevné půdě. Měl by mít vždy*

poslední slovo. To, co si od Vás žádám, je pro badatele vždy to nejtěžší. Není opravdu snadné, být přesvědčen o tom, že jsem objevil důležitý vědecký fakt, horečně toužit oznámit to celému světu a místo toho to tajit, bojovat sám se sebou, ne dny a týdny, ale měsíce a roky, a po celou tu dobu hledat možný omyl ve svých pokusech a vědět, že svůj objev nemohu ohlásit, dokud nevyčerpám všechny možnosti. Avšak když pak po takové námaze dosáhneš jistoty, pak pocítíš takovou radost, jakou zná jen lidské srdce. . .“

Jako všechny obory lidské činnosti, i věda nese stopy „lidského faktoru“ a ani ona se nevyhne lžím a podvodům, jež mohou mít charakter osobního selhání, popř. ideologický nebo politický podtext. I když odhalení může trvat dlouhou dobu, nakonec k němu nevyhnutelně dojde; v tomto spočívá velký význam a hodnota vědeckých metod a principů.

Na s. 27 se zmiňujeme o nálezu piltdownské lebky a známých Hankových rukopisů. V roce 1972 ohlásil mladý chirurg z jednoho ústavu pro výzkum rakoviny, že objevil metody překonávání imunologické bariéry při transplantacích a předvedl diapositivity s kůží černochoa s transplantovanou kůží bílé ženy a myši mající na sobě přirostlou kůží odlišné barvy, což odporovalo dvacetiletým výzkumům v imunologii. Mladého vědce podpořil vedoucí ústavu a zdálo se, že se otevírají nesmírné možnosti pro klinickou praxi. Nicméně již o rok později několik pracovišť signalizovalo opačné výsledky. V roce 1974 laborant ústavu ohlásil, že přistihl „nadějného“ vědce při barvení kůže myši čínskou tuší a předložil i důkazy podvodu. Motivací zde byly dotace pro náročný výzkum ústavu, které po ohlášení úspěchu v roce 1972 astronomicky vzrostly.

V úsilí o pravdu se skrývá silný etický náboj vědy. Velký americký fyzik Richard Feynman to vyjádřil ve svém projevu k absolventům Caltechu v roce 1974 slovy ([18], s. 276–277): „Zkušenost nás naučila, že pravda nakonec vyjde najevo. Jiní experimentátoři váš pokus zopakují a zjistí, jestli máte pravdu nebo ne. Přírodní jevy s vaší teorií buď souhlasit budou nebo nebudou. A i když se můžete dočasně proslavit, nezískáte pověst dobrého vědce, když v těchhle věcech nebudete velice opatrní. A je to právě tenhle typ vědecké poctivosti, tahle důsledná snaha neklamát sám sebe, které do značné míry chybí většině badání, jak je provádí kargokultické vědy.¹“

¹Takto Feynman nazývá „bádání“, které obvykle označujeme za pavědu. Tomuto tématu se budeme věnovat v 4.5. kapitole.

Idea pravdy ovšem hraje důležitou roli i v náboženství a filozofii. Na rozdíl od vědy, která si je vědoma neuzavřenosti svého poznání a tedy relativností své pravdy, náboženství proklamuje zjevené či dané pravdy definitivní a absolutní.

Feynman ve výše citovaném projevu požaduje, aby vědci ze své zásady být úzkostlivě poctiví a dbát o pravdu, neslevovali ani v běžném životě a v jednání s laickou veřejností. V tom spatřuje projev odpovědnosti vědců a vědy vůbec ke společnosti ([18], s. 278): „Například jsem byl poněkud překvapen, když jsem mluvil s jedním přítelem, který měl vystupovat v rozhlase. Pracuje v oboru astronomie a kosmologie a dumal, jak vysvětlí veřejnosti, jaké jsou aplikace jeho práce. ‚To je jednoduché,‘ řekl jsem mu, ‚žádné nejsou.‘

‚Já vím, ale pak mi na další výzkum v téhle oblasti nedají peníze!‘ Podle mne tohle není poctivý přístup. Když vystupujete jako vědec, měl byste vysvětlit laikům, co děláte – a když nebudou chtít dál podporovat váš výzkum, je to jejich právo.“

Druhým sloupem, na němž věda spočívá, je uznání svobody ducha, myšlení a vyjadřování. Tato zásada musí být ve vědě naprosto přirozeným právem každého. Nezávislost myšlení a vyjadřování nebere ohled na nějaké společenské hierarchie (ani ty uvnitř konkrétních vědeckých pracovišť); v tomto ohledu jsou si všichni vědci rovni a i nejmladší začínající asistent má právo uvést v pochybnost práci profesora. Protože poznání není nikdy definitivní, není nic, co by nemohlo být podrobeno kritice. Princip svobody myšlení a vyjadřování ukládá nejen, aby bylo dovoleno bez rozdílu všem sdělit veřejně výsledky své práce, ale také, aby se tak dělo bez předpojatosti, s maximálním potlačením emocí a osobních či skupinových zájmů. S principem svobody myšlení a vyjadřování je spojeno tolerantní jednání založené na vzájemném respektu.

Pravda a svoboda, dva nezbytné předpoklady existence vědy, jsou odedávna také ideály uspořádání společnosti. V tomto smyslu může mít řád platný ve vědě inspirující vliv na společnost a běžný život. Etika a věda se také stýkají v hodnocení významu vědy pro společnost. Již jsme zdůraznili, že fakta sama jsou eticky indiferentní. Platí to v rámci vědy samotné jako autonomní součásti společnosti. Ve vztahu k společnosti a praktickému životu je věda pochopitelně hodnotitelná a také hodnocená. Zde se setkáváme se dvěma krajními zjednodušujícími pohledy – na jedné straně s nadšením nad objevy, jež věda přinesla lidstvu (elektřina a její využití, telegraf, mobilní telefon, televize, chemoterape-

utika, transplantace orgánů apod.), na druhé straně s osočováním, že rozvoj vědy přibližuje lidstvo k záhubě stále dokonalejšími zbraněmi, rozvojem technologií poškozujících životní prostředí. Svě výhrady vůči roli vědy vyjádřil Václav Havel např. slovy, že „ruší . . . nejvlastnější základ tohoto přirozeného světa: zabíjí Boha a usedá ne jeho uprázdněný trůn“ a volá po nové postmoderní vědě, s čímž polemizuje řada významných vědců (viz např. [42]). Jde však vesměs o směšování rolí vědy a politiky – zatímco úkolem vědy je přinášet co možná nejúplnější a nejpravdivější informace, použití a zacházení s jejími výsledky je záležitostí výsostně politickou. Citujme na závěr opět Richarda Feynmana z jeho eseje *Význam vědy* ([18], s. 190–201):

„Jsem přesvědčen, že vědec řešící společenské problémy je právě tak bezradný jako každý jiný, a že když vědec začne mluvit o problémech mimo svůj obor, bude to stejně amatérské, jako když mluví kdokoliv jiný o věcech, o nichž nic neví, jelikož otázka, jaký je význam vědy, není vědecký problém. . .

Vědecké poznání dává lidem do rukou moc konat jak dobro, tak zlo – samo o sobě ale žádný návod k použití neobsahuje. Je to nepochybně cenná síla – i když může být znevážena tím, k čemu je použita.

Jak nejlépe vyjádřit tento věčný lidský problém, jsem se dozvěděl během výletu do Honolulu. Navštívil jsem tam buddhistický chrám a mnich, který nás provázel, nám stručně vysvětlil buddhistické náboženství a nakonec prohlásil, že nám sdělí něco, co *nikdy* nezapomeneme – a já to taky nikdy nezapomněl. Je to buddhistická moudrost a zní takto:

„Každý člověk obdržel klíč k nebeské bráně; tentýž klíč otevírá i brány pekla.“

...

Takže je zjevné, že i když věda může přinést lidstvu hrozná utrpení, je důležitá, protože umožňuje „něco vykonat“.

4.2 Věda a politika

Rozumný člověk se přizpůsobí světu, nerozumný se snaží přizpůsobit svět sobě. Proto všechen pokrok přivodili lidé nerozumní.

George Bernard Shaw

Jak bude naloženo s vědeckými poznatky a k jakým cílům, záleží na hospodářském a politickém uspořádání v tom nejširším slova smyslu, na

celkové společensko-kulturní vyspělosti a atmosféře. S tím byla v minulosti nejednou spojena osobní tragédie autorů nových objevů a vynálezců, mnohokrát se opakovala historie nepřijetí nového poznání nebo zapadnutí na dlouhá desetiletí a to z nejrůznějších důvodů, někdy dosti malicherných a z dnešního pohledu i těžko pochopitelných.

Zmiňme životní příběh maďarského lékaře Ignaze Semmelweise, který zjistil, že horečka omladnic rodiček souvisí se znečištěnými rukama mediků a ošetřovatelek a marně již roku 1847 prosazoval, aby si zdravotnický personál umýval před ošetřením rodiček ruce v chlorové vodě, což mohlo zachránit život tisíců žen a dívek. Hygienická opatření narážela na konzervativní odpor a Semmelweis byl dokonce propuštěn z kliniky, kde „obtěžoval svými nesmyslnými požadavky“. Marně psal lékař dopisy významným osobnostem, aby pomohly zabránit vraždění rodiček v nemocnicích zamořených infekcemi; svůj život dožil v ústavu choromyslných. Až o čtvrt století později byla prosazena antisepse kyselinou karbolovou anglickým chirurgem Josephem Listerem.

Od počátku novověku bohužel platí, že nejrychleji se vědecké poznatky uplatňují v oblasti vojenství. Jak se jednou vyjádřil Albert Einstein [14]: „Co nám věnoval vynalézavý lidský duch za posledních sto let, mohlo by vytvořit bezstarostný a šťastný život, kdyby organizační vývoj stačil technickému. Ale takto se to, co bylo vydobyto, v rukou naší generace vyjímá jako břitva v rukou tříletého dítěte.“

Vědci si odedávna uvědomovali značnou nezávislost výsledků své práce na nich samých, jako subjektech nadaných svědomím, občanech vyznávajících určité hodnoty jako humanismus, mírumilovnost atd. Pierre Curie ve své nobelovské přednášce z roku 1903 pronesl [10]: „Můžeme se domýšlet, že v rukou zlosynů se rádiium může stát velkým nebezpečím, a tu si položme otázku, bude-li lidstvu prospěšné poznat zákony přírody, je-li dost na výši, aby z nich mohlo mít užitek, či zda mu toto poznání škodí? Typickým příkladem je vynález Nobelův: výbušnina pomohla lidstvu uskutečnit obdivuhodná díla. Tyto vynálezy jsou však strašným prostředkem zkázy v rukou zločinců, kteří zatahují lid do války. Patřím k těm, kdož jako Nobel jsou přesvědčeni, že lidstvo si vybere z těchto nových objevů více dobra než zla.“

O půl století později v den tragédie v Hirošimě americký zakladatel kybernetiky Norbert Wiener prožíval souvislosti v poněkud jiném světle: „Přál jsem si – jak jsem si přál –, abych všechno bral pasívně, vzdal se

osobního úsudku a upřímně věřil v moudrost politiků. Ve skutečnosti jsem však neměl důvod věřit, že úsudek těchto lidí o všeobecné situaci je lepší než můj, přes všechny jejich odborné informace. Věděl jsem, že nejeden z vysokých představitelů vědy nemá ani desetinu mých styků s vědci jiných států a jiných národů, ani tolik možností zjistit si, jak svět na bombu reaguje. Navíc jsem si byl vědom toho, že mám ve zvyku uvažovat o dějinách vědy a vynálezů z víceméně filozofického hlediska a nevěřil jsem, že ti, kteří rozhodují, by to mohli dělat líp než já. Upřímný vědec musí za svými dohady a sázkami stát, i když je třeba Kassandrou a nikdo mu nevěří. Měl jsem za sebou mnoho let osamělé vědecké práce, kde jsem nakonec dokázal, že mám pravdu. Neschopnost věřit mocným tohoto světa nebyla pro mne zdrojem žádoucího zadostiučinění, ale tak tomu bylo a nedalo se nic dělat. Dělal jsem si velké starosti, jaký bude vliv bomby na vědu a veřejné mínění o vědcích...“

Wiener se vážně obíral problémy společenské zodpovědnosti vědce, a zda vědec má či nemá právo zatajit svou práci, hrozí-li, že bude zneužita v neprospěch lidstva. Uvědomoval si, co může způsobit automatizace výroby, k čemuž jeho celoživotní práce v oblasti kybernetiky směřovala. Vědci jeho generace pod vlivem tragédie druhé světové války cítili spoluzodpovědnost za osudy lidstva, silně se zasazovali o zákaz zbraní hromadného ničení a zachování míru – obecně nejznámější je asi příklad Alberta Einsteina, který hluboce prožíval svůj podíl na vývoji jaderných zbraní.

Problém odpovědnosti vyvstává před každou generací znovu a v jiných souvislostech. Např. v sedmdesátých letech 20. století mezinárodní komunita genetiků rozhodla nepokračovat ve výzkumech genetického klonování, po nějakou dobu skutečně nebyly zveřejňovány práce z této oblasti; důvodem byly vážné obavy ze zneužití.

Je třeba zdůraznit, že většina poznatků byla využita ve prospěch lidstva, i když samotné posouzení toho, co slouží či naopak neslouží lidské společnosti může být v některých případech relativní a vyžaduje jistý historický odstup. Naprosto zřejmý je pokrok a využití vědy v lékařských oborech. Lidstvo se postupně téměř zbavilo nemocí jako jsou obrna nebo neštovice, máme naději, že postupně omezíme hrozbu AIDS.

O uznání a důvěře, které se věda těší, svědčí, že se jejími výsledky zaštiťují politici i další veřejně činné osoby ve snaze dodat váhu svým záměrům a prosazovaným cílům. Je samozřejmě správné, pokud se rozhodnutí opírají o vědecké argumenty a vycházejí z pokud možno nejdů-

kladnějšího poznání skutečnosti. Nemělo by se však alibisticky požadovat, aby věda byla arbitrem v rozhodnutí čistě politických.

Při zkoumání nových staveb, např. dálničních obchvatů, může ekologie posoudit dopady na životní prostředí a žijící organismy a lze více či méně přesně posoudit technické nebo ekonomické aspekty. Rozhodnutí zda a kudy stavět je však již rozhodnutím politickým, které mohou vědecké informace ovlivnit.

Věda není spojena s životem společnosti jen na straně svých výstupů a jejich využití. Správa a materiální podpora vědy jsou více či méně v rukou vládnoucí společenské vrstvy, na níž jsou vědci hmotně závislí.

Úsměvná historka se váže i k takovému velikánovi, jakým byl Galileo Galilei. Poté, co dalekohledem objevil Jupiterovy měsíce a dal jim jméno Medicejské hvězdy, aby se zalíbil velkovévodovi toskánskému, napsal mu dopis, ve kterém ho ujišťoval, že na nebi už nejsou žádné nové hvězdy, které by někdo mohl objevit a pojmenovat po někom jiném [42].

Odtud také hrozí nebezpečí ovlivňování vnitřní autonomie vědy a její nezávislosti, zejména v nedemokratických zřízeních. Totalitní systémy pak vnitřní řád vědy nerespektují, v některých případech přímo likvidují některé vědecké obory. Kromě přímých mocenských prostředků k podřízení vědy politickým cílům používají ideologie.

4.3 Věda a ideologie

Obecná veřejnost může být schopna sledovat detaily vědeckého výzkumu pouze v malé míře; avšak může si uvědomit jeden velký a důležitý důsledek: jistotu, že lidské myšlení je závislé a přírodní zákony obecně platné.

Albert Einstein

Ideologii se původně označovala osvícenská forma plátónské „vlády filozofů“, program žáků francouzského kněze a filozofa *Etienne Bonnot Condillaca* [kondyjak] (30. 9. 1715–3. 8. 1780), kteří chtěli na základě přesné znalosti společnosti a psychologie stanovit praktická pravidla výchovy, etiky a politiky; navázali na ně mimo jiné August Comte

a Karel Marx. Dnes je obecně přijímán názor německého filozofa a sociologa Karla Mannheima, že ideologie je soustava názorů a idejí, které obsahují hodnoty, hodnotové soudy a návody jednání pro určitou společenskou skupinu a vyjadřují zájmy této skupiny. Proto musí mít svou historickou omezenost a otázka pravdivosti – na rozdíl od vědy – hraje roli druhořadou.

Věda jako složitý společenský útvar se nedá (jak se domnívali logičtí pozitivisté) vyextrahovat a zcela oddělit ze světa společenské praxe a od hospodářských a politických zájmů. Proto logické koncepce v každé společnosti ovlivňují vědu. Relativně nejvíce imunní jsou v tomto ohledu vědy empirické, naopak nezranitelnější vědy společenské. V historii poměrně nedávné však najdeme i příklady politicko-ideologických zásahů do přírodních věd.

Oficiálním kosmologickým učením nacismu byla nauka o světovém ledu Rakušana Hanse Hörbigera. Je založena na představě nepřetržitého souboje mezi přitažlivou a odpudivou silou, inspirované mytologií. Trvalá válka je zákonem na Zemi i na nebi a určuje dějiny lidstva, vše se vyvíjí cyklicky. Lidské osudy jsou spojeny s osudy hvězd, co probíhá na Zemi, děje se i v kosmu a naopak. Zpočátku vědci uveřejňovali články s důkazy o nesmyslnosti tohoto učení, ale Hörbiger vědeckou diskusi neuznával. Ve spojení s Hitlerjugend a nacisty dosáhl pronásledování svých odpůrců, vyhrožováním byli zastrašováni ředitelé ústavů, byly vydávány knihy, brožury a časopis propagující oficiální teorii. Rakouským a německým vědcům bylo jasně řečeno „Musíte se rozhodnout: jít s námi anebo proti nám. Zatímco Hitler ozdraví politiku, Hörbiger smete lživé pavědy. Doktrína světového ledu bude znakem obrození německého národa. Pozor! Vstupte do našich řad, dokud ještě není pozdě.“ Hitler Hörbigera obdivoval a na jeho adresu řekl: „Máme nordickou a nacionálně socialistickou vědu, jež je protikladem židovsko-liberální pavědy.“

Nacisté neváhali vyhnat z univerzit na ovládnutých územích vědce židovského původu i za cenu totální likvidace světově významných pracovišť (Göttingen, filozofická škola ve Vídni), řada významných vědců včetně nositelů Nobelových cen našla útočiště v zahraničí, nejvíce v USA (jmenujme např. fyziky Hanse Bethého, Alberta Einsteina a Nielse Bohra).

S podobnými příklady se setkáváme i v období „budování socialismu“.

Kybernetika byla označena jako reakční pavěda, která vznikla v USA po druhé světové válce a značně se rozšířila i v jiných kapitalistických zemích. Podle tehdejší sovětské ideologie jasně vyjadřovala jeden z hlavních rysů buržoazního světového názoru, jeho nelidskost a snahu přeměnit pracující v součástku stroje, ve výrobní nástroj války. Zároveň je pro kybernetiku charakteristická imperialistická utopie, podle níž má být živý, myslící člověk, jenž bojuje za své zájmy, nahrazen ve výrobě i ve válce... [36].

Podobně genetika byla označena jako reakční protidarwinovský směr „teoreticky i prakticky neudržitelný“. Pracoviště zabývající se genetikou v SSSR (a následně v ostatních zemích sovětského bloku) byla administrativně zrušena, někteří význační vědci tohoto oboru dlouhodobě vězněni nebo dokonce fyzicky likvidováni. O „verifikaci“ vědeckých hypotéz nerozhodovala vědecká pracoviště, ale Ústřední výbor komunistické strany. Biologii tak ovládl Trofim Děnisovič Lysenko s již v tehdejší době překonanými představami o vztazích mezi organismy, jejich dědičností a prostředím.

Přitom v socialistickém bloku se navenek proklamoval velký vliv vědy na společnost, pojem „vědecký“ sloužil k obhajobě režimu a k obhajobě vládnoucí ideologie marxismu-leninismu, která svými kořeny vycházela z poznání v polovině 19. století. Subjektivní mocensko-politická rozhodnutí byla zastírána „vědeckým“ výkladem dějin, historické nutnosti, třídních zájmů atd. V praxi to znamenalo zasahování do chodu vědeckých pracovišť, dozor nad jejich personálním obsazením, často ve spojení s „očistou od nežádoucích živlů“, které se odmítaly smířit s touto situací, a absencí otevřené, svobodné vědecké diskuse. Fakta, jež nebyla v souladu s oficiální ideologií, byla potlačována za každou lidskou a morální cenu.

Po odstranění totalitního režimu se u nás vytvořily předpoklady, aby se věda mohla zbavit deformací vnucených jí ze strany politiky a ideologie – velkého centralismu, byrokracie, izolace od světové vědy, atd. Věříme, že prožitá historická zkušenost nám bude dlouho připomínat, že jeden ze základních pilířů vědeckého bádání – svobodná diskuse a ověřování jakýchkoli argumentů – nemusí být samozřejmostí a je jednou z hodnot, o níž je potřeba neustále usilovat.

4.4 Věda a náboženská víra

Věda bez víry je falešná, víra bez vědy je slepá.

Albert Einstein

Víra je to, co nelze dokázat, a věda to, co bude
zítra vyvráceno.

Gilbert Keith Chesterton

Mezi vědou a náboženstvím je zásadní rozdíl v postoji ke skutečnosti. Jak napovídají samy pojmy, věda je odvozena od slova vědět, víra od slova věřit. V evropské kultuře spolu v nějaké formě koexistují od starověku, často jsou akcentovány jejich protiklady a střety. Obecně je přijímán názor, že původnějším lidským postojem ke skutečnosti bylo věřit, víra zastupovala vědění tam, kde člověk musel jednat, aniž věděl. Vznik vědy vedl k postupnému a pozvolnému vymanění rozumu z mytologických představ o světě. Antický člověk se pomalu propracovával k metodám, jež měly zajistit maximální objektivitu a nestrannost a tím i pravdivé poznání. Pro raný středověk bylo naopak typické dominantní postavení víry. Na druhou stranu se církev jako náboženská instituce stává jediným dědicem antické vzdělanosti.

Od 11. století pozvolna roste význam vzdělanosti, nicméně pod vlivem křesťanské dogmatiky se rozvíjí především deduktivní logika (základem byl Aristotelův *Organon*) v rámci scholastiky. Částečně rehabilitovala některé antické myslitele (Aristotela a Platóna) a prostřednictvím arabských překladů se opět začala studovat antická přírodovědecká a lékařská díla; šlo však především o racionální utřídění a vnitřní rozčlenění faktického materiálu. Hlavním zdrojem poznání byly disputace nad zjevenou Pravdou Písma.

S rozvojem scholastiky je však spojen i rozvoj sítě škol (klášterní, katedrální, farní) a vznik univerzit ve 13. století. Univerzity se staly nejen středisky vzdělanosti, ale také místem logických sporů. Pro budoucnost vědy byl podstatný spor o tzv. dvojí pravdu – pravdu relativní vycházející z přirozeného a pravdu absolutní vycházející z nadpřirozených příčin a rozumu nedostupnou. Tím se postupně otevírala možnost pro rozvoj empirických metod a zároveň zesilovala opozice proti dominantnímu postavení církve jako arbitru pravdy. Objevují se různá kacířská hnutí, jež nelze dlouhodobě potlačit ani křížáckými výpravami, ani inkvizicí, z Itálie se postupně do celé Evropy šíří humanismus a renesance.

Sepjetí univerzit s církví přetrvalo daleko do novověku, nicméně vznikají i světské organizační platformy vzdělanosti – akademie, jež se za podpory šlechty a panovníků stávají centry vědeckého výzkumu. Vznik novověké vědy se většinou klade do 16. století a její rozchod s aristotelovským pojetím vesmíru a přírody se nejdříve (nebo možná nejvýrazněji) odehrál v astronomii; je spojen se jmény Koperníka, Keplera, Bruna, Galileia a Newtona. Pro novověkou vědu je typické spojení s technikou, technologií a řešením úkolů praktického života vůbec. Tím se jednak rozšířilo spektrum řešených problémů a zároveň se postupně prosazovaly vědecké metody výzkumu. Paradoxně s tím (a v jisté paralele jsme toho svědky i dnes) dochází i k oživení magie a ezoterických nauk, velké oživení zažívá i alchymie a astrologie, jimiž se zabývali – nikoli vždy jen pro obživu – i největší vědci té doby. V našich zemích se v této souvislosti okamžitě vybaví atmosféra rudolfínské Prahy s Tychem Brahe a Johannesem Keplerem, který sestavoval horoskop i Albrechtu z Valdštejna. Isaac Newton věnoval mnoho času a energie alchymii, což poté prakticky zúročil při hledání vhodného materiálu na výrobu zrcadel a při odhalování padělků mincí.

Postupně se věda zbavila i autoritativního dohledu nad myšlením, jenž se v počátcích projevoval přímočaře použitím primitivních represivních metod (vzpomeňme na známé upálení Giordana Bruna). K definitivnímu oddálení vědy a víry ve smyslu zmíněném na začátku podkapitoly pak došlo v průběhu 18. a 19. století. Vědec jde za poznáním pravdy nezávisle na subjektu a jakékoliv autoritě, respektuje smyslovou zkušenost, fakta a vyznává svobodu myšlení. Teolog pravdu nehledá (nebo alespoň její zdroj), neboť byla dána – zjevena; zejména v minulosti se pak církve (nejen katolická) snažily odlišné názory potírat, neboť jejich tolerance byla vykládána jako ústup před zlem. V posledních desetiletích zejména někteří teologové vyzývají k toleranci a harmonizaci vztahů mezi teologií a vědou, což zase odmítají někteří vědci (viz např. [42]).

Věda vytýká náboženství, že jeho cíle jsou iluzorní, ničím nezaručené, že víra nastupuje tam, kde náš rozum nestačí. Náboženství však v sobě nese i něco, co je mimo hranice vědy. Kromě představ o světě o a jeho původu, jež – v doslovné interpretaci – jsou v rozporu s vědeckými představami, všechna velká náboženství dávají kritéria hodnot a životních cílů, žádoucího a nežádoucího jednání.

Karikaturou vztahu vědy a víry jsou opět dva extrémy – snaha „vědecky“ vyvrátit či potvrdit existenci Boha. Snaha o takové potvrzení je

typická pro různé formy kreacionismu, ve své podstatě je lze chápat jako projev slabé, nemocné víry jeho nositelů. Již sv. Augustin upozornil *Si comprehendis, non est Deus* (co můžeš pochopit a dokonce „dokázat“, o tom si můžeš být jist, že to není Bůh) [20]. Podobně věda nemůže svými prostředky vyvrátit existenci Boha. Ostatně jako většina pojmů diskutovaných v této a předcházející kapitole, ani pojem či představa Boha nejsou zcela přesně vymezeny a pro různé lidi neznamenají totéž. Jako příklad věřícího vědce bývá zmiňován Albert Einstein, on sám se na Hospodina (či „Starocha“) odkazoval v řadě výroků. Na druhou stranu svou víru charakterizoval jako „kosmické náboženství“, přesvědčení o kráse, symetrii a účelnosti přírody, o jejím hlubokém řádu. Takové pojetí zřejmě neodpovídá chápání věřícího, jenž by v tomto „Velkém Rozumu“ asi „nepoznal Boha své víry“, spíše lze takové tušení považovat za zrcadlo okouzlení naším vlastním rozumem, který sami promítáme do přírody při objevování přírodních zákonů. Bůh, o němž mluví např. křesťanská víra, však nepatří do fyziky a neměl by být považován za „fyzikální příčinu světa“, nýbrž za *tajemství jeho smyslu* spolu se zavazujícím pocitem úcty vůči světu spojené s vyznáním, že jde o svěřený dar [20].

Hovoříme-li o dialogu mezi vědou a náboženstvím, je i na příkladech z historie zřejmé, že má-li takový dialog vůbec být navázán a k něčemu vést, nemůže být nesen v duchu přenašení principu jednoho do druhého, ale může být realizován pouze na poli, kde se věda a víra střetávají a setkávají a tím je filozofie. Teologie nesmí a nemůže ovlivňovat fyzikální popis vývoje vesmíru nebo popírat biologický vývoj živočišných druhů (jak jsme někdy svědky, neboť právě Darwinova teorie bývá dodnes často napadána a její vyučování na školách v některých státech USA je zakázáno). Na druhé straně přináší teologické poznání, že život není jen biofyzikální děj, nýbrž dar, za který neseme odpovědnost nepřenositelnou na „samovývoj“ vědy a techniky, požadavky trhu nebo výzkumy veřejného mínění.

Zajímavý postřeh vyslovil profesor John Barrow v rozhovoru pro Lidové noviny [35]. Na otázku, zda chodí do kostela, odpověděl, že v anglické Cambridgi v něm najdete hodně akademiků, ale výrazně mezi nimi převažují vědci zabývající se velkými jsoucny (např. astronomové) nad těmi, kteří se zabývají jsoucny malými (biology). Podle něho biologové kvůli kreacionismu pocítují nepřátelství vůči církvi (jedním z nejvýraznějších a nejaktivnějších ateistů ve vědecké komunitě je skutečně právě

biolog Richard Dawkins). Naproti tomu astrofyzikové pracující se zákony a symetriemi přírody, které často nelze přímo dokázat a jež je naplňují úžasem, mají k otázkám víry jaksí blíž.

Naši krátkou a nesourodou úvahu zakončíme opět slovy Richarda Feynmana ([18], s. 331):

„Dle mého názoru spočívá dosavadní západní civilizace na dvou velkých dědictvích. Prvním z nich je duch vědeckého dobrodružství – zkoumání neznámého, přičemž neznámé musí být jako takové uznáváno, aby mohlo být odhaleno; požadavek, že nezodpověditelná tajemství vesmíru zůstanou nezodpovězena; postoj, že nic není absolutně jisté; abych to shrnul – *pokora intelektu*. To druhé velké dědictví je křesťanská etika – význam lásky pro lidské konání, bratrství všech lidí, hodnota každého jednotlivce – *pokora ducha*.

Tato dvě dědictví jsou z logického hlediska naprosto v souladu. Ale logika není všechno; člověk se potřebuje pro nějakou myšlenku zapálit, má-li se jí řídit. Mají-li se lidé vrátit k víře, k čemu se vlastně vrací? Je moderní církev instituce, v níž by se cítil dobře i člověk, jenž o Bohu pochybuje – nebo dokonce v něj nevěří? Není pravda, že jsme až dosud nacházeli sílu a jistotu k udržování jednoho nebo druhého z těchto konzistentních dědictví takovým způsobem, že jsme napadali hodnotu toho zbývajících? Jak bychom mohli čerpat inspiraci k podpoře těchto dvou pilířů západní civilizace, aby mohly stát vedle sebe v plné síle a jeden druhého neoslaboval? Není snad tohle ústřední problém naší doby?“

4.5 Omyl ve vědě, věda a pavěda

Usilovat o pravdu je cennější, dražší, než ji držet.

Gotthold Ephraim Lessing

Z předchozích kapitol vyplynulo, že vědecké poznání je z historického hlediska klopotnou cestou s mnoha odbočkami do pověstných cimmermanovských slepých uliček. Zmínili jsme určitá omezení objektivitvy našeho poznání a připomněli samozřejmou, leč důležitou věc, že poznávaná skutečnost, náš svět a vesmír jsou ve své různorodosti velmi složité (i když jsme přesvědčeni, že se řídí jednoduchými principy). Jedna vyřešená otázka většinou vyvolává řadu otázek dalších, často jsou v dalším výzkumu zpochybněny hypotézy předtím poměrně solidně verifikované. Zkrátka, vědecké poznání je relativní a omyl je mu geneticky přisouzen.

Dodejme však – a v tom tkívá obrovská síla vědy, že dříve či později je také odhalen.

Ambice vysvětlovat svět kolem nás i v nás si nečiní a nečinila jen věda. V dávné historii to byla různá náboženství, mytologie a magie, jež vytvářely více či méně ucelené představy o světě či jednotlivých jevech a poskytovaly odpovědi na podobné otázky. S rozvojem vědy vznikla současně i pseudověda. Tvoří ji hlavně mylně interpretovaná fakta nebo i pravdivé poznatky vydedukované z mylných hypotéz. S důsledky nebo alespoň určitým pozůstatkem se setkáváme i v běžném životě.

Antičtí Řekové pochopili, že lidské myšlení, cítění a chování souvisí s fyziologickými funkcemi lidského těla. Mylně se je ovšem snažili vysvětlit pomocí čtyř šťáv kolujících v lidském těle – červené krve (sanguis), žluté žluči (cholé), černé žluči (melancholé) a bělavé tekutiny (flegma). Hippokratés soudil, že převaha jedné z nich a jejich vzájemný poměr určuje schopnosti a typ chování člověka. Převaha žluči předurčovala rychlé a prudké reakce (cholerik), převaha krve pomalejší, ale trvalejší reakce (sangvinik), černá žluč slabé reakce (zasmušilý melancholik) a flegma pomalé, klidné a povrchní reakce flegmatiků. Protože vystižení základních typů lidských psychických reakcí bylo – na rozdíl od uvedeného vysvětlení – z popisného hlediska správné, přetrvalo v terminologii dodnes.

V 19. století byla v oblibě „frenologie“. Její zakladatel, německý lékař a anatom Franz Joseph Gall, vyšel z předpokladu, že vlastnosti mozku, který zase určuje schopnosti člověka, se odrážejí v anatomii lebky. Vypracoval typologii tvarů lidských lebek a přisoudil jim určité povahové rysy. Traduje se, že kapitán lodi Beagle, na níž měl Charles Darwin absolvovat plavbu kolem světa, byl přívržencem frenologie a odmítal Darwina vzít na palubu; ustoupil až po dlouhém přesvědčování.

Dlouhodobý a zřejmě nikdy nekončící zápas vědy s pavědou názorně dokumentují astronomie s astrologií. Astronomie patří k nejstarším z přírodních věd, oblohu a pohyb těles na ní systematicky pozorovali nejméně před 5 000 lety Egypťané a Sumerové. Prakticky všechny starověké civilizace si povšimly pravidelnosti v polohách nebeských těles ve spojení s ročními obdobími a klíčovými přírodními jevy (záplavy na Nilu). Z toho vyvodily mylný závěr, že působí-li opakované nebeské jevy na přírodu, musí ovlivňovat lidské poměry a osudy.

Nejprve s nebesy „komunikoval“ pouze panovník s pomocí zasvěcených kněží, nakonec mohl své chování řídit podle hvězd každý zámožný

jedinec. Dodejme, že astrologie tím nechtíc přispěla i k rozvoji astronomie, neboť i ona (příznejme, že mnohem štedřeji dotována) potřebovala zdokonalovat nástroje a pozorovací techniky a řada astronomů se živila právě astrologií. Také pro řadu dnešních lidí má toto iracionální spojení svou přitažlivost – stránky řady novin a časopisů se neobejdou bez horoskopů, jedna z častých otázek, kterou si lidé kladou, se týká znamení zvěrokruhu, v němž jsou narozeni a které má určovat jejich vlastnosti a osud. V dějinách dochází téměř pravidelně zejména v přelomových obdobích k růstu nedůvěry k rozumu a vzestupu sklonů vkládat naděje do iracionálna.

„Lidský faktor“ a složitá lidská psychika však celou záležitost ještě komplikují. V dějinách najdeme řadu příkladů, kdy velikáni vědy, kteří na jednom poli vynikali racionálním, střízlivým a maximálně objektivním přístupem ke skutečnosti, se na jiném poli paralelně věnovali pavědám. Isaac Newton se vedle fyziky zabýval alchymii, Marie Curie-Sklodovská podlehla v její době módnímu spiritismu a symbol novodobých vynálezců Thomas Alva Edison se pokoušel konstruovat přístroj na domluvu s duchy. Naše reakce, myšlení, vnímání, cítění, jsou komplikovaně propojeny, rozum a logiku nepoužíváme ve všech situacích ve stejné míře. Člověk je někdy nelogický v myšlení (typické je to pro fundamentalisty a fanatiky všeho druhu) a nevypočitatelný v emocích.

V duchu Popperovy filozofie by kritickému duchu měly být podezřelé všechny nefalzifikovatelné hypotézy, tj. takové, jejichž důsledky nelze ověřit empirickými metodami. Richard Feynman ([18]) nazývá pavědy kargogultickými vědami a jejich odlišnost od vědy ilustruje následujícím příkladem.

V Tichomoří žijí kmeny, které vyznávají kargokult. Během války tu vídali přistávat letadla se spoustou prima věcí a chtějí, aby se to samé dělo i nyní. Takže postavili cosi, co vypadá jako rozjezdové dráhy a po jejich stranách rozdělávají ohně. Mají dřevěnou boudu pro muže, který v ní sedí se dvěma kusy dřeva na hlavě – jako se sluchátky a s bambusovým prutem trčícím jako anténa – to je dispečer – a čekají, až letadla přistanou. Ale nefunguje to. Všechno dělají formálně dobře. Tak i kargogultické vědy. Navenek se řídí všemi předpisy a formami vědeckého bádání, ale něco podstatného jim uniká.

Pseudovědecké teorie se objevují i k vysvětlení jevů, které má věda zmapovávat a zapojeny do systému poznatků. V USA se silně rozmohl již

zmíněný tzv. vědecký kreacionismus snaží se popřít myšlenku evoluce a snaží se dokázat stvoření podle doslovného podání Bible. Poněkud odlišná je koncepce „intelligentního designu“, jež na základě analýzy biologických fenoménů pouze dospívá k závěru, že tyto fenomény v sobě nesou prvky účelnosti a záměru – tedy inteligence. Stěží si však lze představit falzifikaci tohoto tvrzení.

Výrok Francise Bacona *Scientia potestas est* bývá interpretován různě. Jeden extrém vyjádřil císař František Josef I. ve svých pokynech studijní komisi: „Mladí lidé se nemusí učit nic, co potom budou pro dobro státu potřebovat buď zřídka, nebo vůbec ne, neboť studium na univerzitě slouží podstatně vzdělání státního úředníka, nikoli pouze výchově učence.“ Druhý extrém bychom mohli charakterizovat jako touhu po ztracené jednotě vědění.

Ať už se však přikloníme k tomu, abychom chápali potestas jako moc, nebo jako sílu, někteří lidé v tomto výroku cítí ozvěnu kurzů „vědeckého komunizmu“, tedy hlavně sílu či moc arogantní a ne takovou, která nám dává možnost.

Karl Jaspers připomněl, že k vědě a vědění patří také vědomí toho, co nevíme: „Věda, to je skutečnost vědění toho, co víme a co nevíme; protivědecké myšlení je věděním dogmatickým. Věda je věděním z nějakého důvodu; protivědecké je přijímání a priori. Věda je věděním, které si uvědomuje těsné meze vědění; protivědecké znamená chovat se, jako bychom mohli vědět všechno. Věda, to je neustálá kritika všech výsledků, vlastních stejně jako cizích, zpochybnění pokroku; protivědecké je obávat se, že nás vlastní pochybnosti paralyzují. Věda, to je metodický postup vedoucí krok za krokem k rozhodnutím v oblasti vědění; protivědecké je chtít vědět všechny teorie a všechny možnosti, které si lze představit.“

Hranice našeho poznání se stále posunují a je velmi pravděpodobné, že v budoucnosti budeme schopni vysvětlit i řadu dalších jevů, pro které dosud vysvětlení neznáme. Pomineme-li filozofické otázky o principiální zodpověditelnosti některých zásadních otázek (posmrtného života, vzniku našeho Vesmíru apod.), je zřejmé, že zánik pavěd v nejbližší budoucnosti nelze očekávat. Omyly a zastávání zcestných či neověřitelných názorů však nejsou nejhorsím projevem iracionality. Zavrženíhodná je snaha využít pseudovědeckých argumentů k záměrnému matení či obelhávání lidí za účelem finančních zisků – ať již při prodeji produktů či poskytování služeb (řada forem léčitelsství apod.). Jako je-

diný obranný prostředek se nabízí vzdělávání co nejširší veřejnosti a výchova ke kritickému myšlení.

Zakončeme vyznáním laureáta Nobelovy ceny za fyziologii a medicínu sira Petera Medawara [23]:

Považuji se za racionalistu, ale obvykle váhám se za něj veřejně prohlásit. A to pro všeobecně rozšířené nepochopení nebo přehlížení rozdílů, který je třeba ve filozofických diskusích vždy pevně stanovit, totiž rozdílů mezi postačujícím a nutným. Nemohu věřit (a vlastně bych považoval za komicky trapný omyl, kdybych věřil), že užití rozumu je postačující, aby vysvětlilo stav našeho světa a – kdekoli je to nutné – jej napravovalo. Pevně však věřím, že užití rozumu je za všech okolností bezpodmínečně nutné, a nedbáme-li o to, ženeme se do záhuby. Já a moji druhové věříme, že svět je možno změnit k lepšímu, učinit jej lepším místem pro život... a opravdu věřím, že se to už děje díky úsilí, v němž – přes všechny nedostatky, jež nijak neskrývám – přírodní vědy hrají důležitou roli... Pro zanicené lidi je vědomí, že tomu tak je, zdrojem síly a energickou pobídkou k spravedlivému a čestnému úsilí a další práci. Na hrůzu a zklamání, které může snad plynout z neschopnosti vědy odpovědět na nejzazší první a poslední otázky, si už obyčejní lidé dávno našli lék ve Voltairových slovech: „Musíme dále vzdělávat svou zahrádku.“

Pojmy k zapamatování



- ideologie
- scholastika
- kreacionismus

Kontrolní otázky



1. Co představuje hlavní etické aspekty vědecké práce?
2. Jakým způsobem ovlivňuje věda politiku?
3. Jaká nebezpečí pro vědu skrývají dominantní ideologie?
4. Jak se ovlivňují a v minulosti ovlivňovali věda a víra?
5. Pociťujete rozpor mezi vědou a náboženskou vírou a pokud ano, jaké jsou Vaše hlavní argumenty?
6. Jaké mechanismy slouží při vědecké práci k odhalování omylů a co je ohrožuje?
7. Čím se liší věda a pseudověda?
8. S jakými konkrétními příklady pavědy jste se v životě setkali? Jak jste na ně reagovali Vy a Vaše okolí?

Úkoly k textu



1. Jedním z důležitých etických aspektů je svobodná vůle – možnost rozhodnutí člověka jak se bude chovat. V jejím protikladu je úplný determinismus – jasné předurčení všech budoucích událostí a činů, ať již prostřednictvím přírodních zákonů, „osudem“ apod. Seznamte se s pohledem amerického matematika a filozofa Martina Gardnera „Mystérium svobodné vůle“ (<http://utf.mff.cuni.cz/seminare/texty/MystSvV1/uvod.html> nebo <http://www.physics.muni.cz/kof/clanky/myster.pdf>).
2. Jedním z klíčových znaků vědy je zveřejňování výsledků výzkumu a jejich předkládání k vědecké diskusi a kontrole – nepublikovaná věda není žádnou vědou, i kdyby badatel bádal sebevíc. Jakou formu takové zveřejňování může mít? Jakými zásadami se řídíme při přípravě přednášky, vystoupení na konferenci či vědeckého článku? Zájemcům o tuto problematiku doporučujeme např. knížku [37].
3. S otázkou zveřejňování souvisí i snaha o hodnocení a ocenění vědecké práce. Jaké je nejprestižnější ocenění v přírodních vědách s výjimkou matematiky? Jak jsou oceňováni význační matematikové?
4. Měřením vědecké výkonnosti se zabývá celý obor, tzv. *scientometrie*, která využívá některých speciálních ukazatelů – počtu citací, impaktního faktoru nebo v poslední době stále populárnější Hirschův index. Seznamte se s definicemi těchto pojmů, jejich výhodami i nevýhodami (doporučujeme např. přehledný článek [34]).
5. Význam vědy vyniká zejména v odpovědi na „společenskou poptávku“, tj. řešení aktuálních tíživých problémů, jejichž řešení nebo překonání společnost a lidstvo očekává. Výčet takových oblastí bude vždy nutně subjektivní a pro různé obory různý. Seznamte se s jedním z takových výčtů sestavených z pohledu fyzika v [7] a zamyslete, která z témat považujete za nejdůležitější a která byste přidali.

6. Prostudujte obhajobu rozvoje techniky a vědy ve 12. kapitole knihy Karla Poppera [33] „Život je řešení problémů“ a zamyslete se, jak Vás oslovují jeho argumenty.
7. Přečtete si výklad stvoření světa v první kapitole První knihy Mojžíšovy (Genesis) (viz např. [3]) a zamyslete se, jak Vás text oslovuje a jak lze dnes chápat (či odmítnout) jeho poselství.
8. Jak bylo řečeno, doslovné chápání náboženských a mytologických textů je v rozporu s naším současným podáním. Jak posuzuje prvenství Adama před Evou současná biologie (viz např. [22])?
9. Seznamte se s pohledem na vztah mezi vírou a rozumem v podání papeže Jana Pavla II. v jeho encyklice „Fides et ratio“ ze 14. září 1998 (v elektronické podobě je dostupná na adrese <http://www.kebrle.cz/katdocs/FidesEtRatio.htm>).
10. Stanovisko věřících k Darwinově evoluční teorii není vždy jednoznačně odmítavé, koneckonců sám Darwin se považoval za věřícího člověka. Zamyslete se nad projevem Jana Pavla II. o evoluci z 23. října 1996 ([26]) a vystihněte čím se liší od pohledu „čistých“ přírodních věd?
11. V minulosti bylo běžné, že vědci se považovali za věřící. Přesto se však jejich přístup i chápání Boha mohly silně lišit. Prostudujte si příklad jedné z takových dvojic „Descartes a Pascal – svár rozumu a srdce“ (<http://www.physics.muni.cz/kof/clanky/descapas.pdf>) a posuďte, které pojetí (zda vůbec nějaké) je pro Vás přijatelnější.
12. Spletitou cestu omylů spočívajících ve zdánlivě správných předpokladech opírajících se o intuitivní výklad pozorování představuje hledání zákonů pohybu od Aristotela až po Newtona. Seznamte se starověkými a středověkými názory (viz např. [38]) a uvědomte si, jak nesnadný může být správný výklad pozorovaných jevů.
13. V souvislosti s vystupováním proti pavědám a analýzou nadpřirozených jevů je ve veřejnosti známý Český klub skeptiků

SISYFOS (<http://www.sysifos.cz>). Zjistěte, jaké jsou cíle a aktivity tohoto sdružení. Co obnáší cena Bludný balvan udělovaná tímto klubem?

Příloha A

Dělení filozofie a hlavní filozofické směry

A.1 Dělení filozofie

Vzhledem k širší záběru se filozofie dělí na dílčí disciplíny podle několika kritérií. Uvedme některá z nich.

Tradiční dělení filozofie:

- *metafyzika*, „první filozofie“, nauka o základech bytí;
- *logika*, nauka o správném myšlení, řeči a argumentování;
- *etika*, nauka o správném jednání.

Jiné podrobnější dělení:

- *Teoretická filozofie*
 - *metafyzika a ontologie* – o celku bytí, o jeho počátku, povaze a smyslu;
 - *logika* – o správném myšlení, vyvozování a argumentování;
 - *teorie poznání (epistemologie, gnoseologie)* – o možnostech a podmínkách poznávání;
 - *teorie vědy* – o podmínkách, metodách a cílech vědy;
 - *filozofie jazyka* – o vztahu jazyka k myšlení a skutečnosti, o komunikaci.
- *Praktická filozofie*
 - *etika* – o správném jednání a morálce;
 - *metaetika* – o zdůvodnění morálky a etiky;
 - *estetika* – o vnímání umění, kráse a vnímání krásy;
 - *axiologie* – o hodnotách a hodnocení;
- *Hraniční disciplíny*
- *dějiny filozofie* – o filozofech, filozofických školách a směrech minulosti;
- *filozofická antropologie* – o člověku, jeho možnostech a společnosti;
- *filozofie mysli* – o vědomí, vnímání a mozku;
- *filozofie náboženství* – o Bohu, o náboženství a mravnosti;
- *filozofie práva* – o spravedlnosti, o smyslu a cílech práva;

- *filozofie výchovy* – o výchově a vzdělávání, o úloze učitele a školství;
- *politická filozofie* – o občanovi a svobodě, o vládě a státu.

A.2 Dějiny filozofie

Dějiny filozofie, snad s výjimkou 19. a 20. století, odrážejí tradiční historická období – antiku a středověk, v nedávných obdobích je dělení mnohem detailnější. Uvedme stručný výčet nejdůležitějších směrů (z hlediska vztahu k přírodním vědám).

- Antika
 - před Sokraty: *Thalés, Anaximandros, Anaximénés, Pythagoras, Hérakleitos, Xenofanés, Parmenidés, Zenón z Eleje, Empedoklés, Anaxagorás, Leukippos z Milétu, Démokritos*
 - vrcholné období: *Sókratés, Platón a Aristotelés*
 - sofisté
 - kynici
 - stoici
 - epikurejci, skeptici, eklektici
 - novoplatonici
- Středověk
 - *Aurelius Augustinus, Pseudodionysios, Boethius, Joannes Scotus Eriugena*
 - raná scholastika: *Anselm z Canterbury, Pierre Abélard, Bernard z Clairvaux, Chartreská škola*
 - islámská filozofie: *al-Kindí, Al Farábí, Avicenna, Averroes*
 - *Maimonides (Moše ben Maimon)*
 - vrcholná scholastika: *Siger Brabantský, Albert Veliký, Tomáš Akvinský, Bonaventura, Roger Bacon*
 - pozdní scholastika: *Eckhart z Hochheimu (též znám jako Mistr Eckhart), Jan Duns Scotus, William Occam*
- Raný novověk
 - *Mikuláš Kusánský, Erasmus Rotterdamský, Mikuláš Koperník, Giordano Bruno*
 - reformace: *Jan Hus, Martin Luther, Philip Melanchton*
 - *René Descartes, Thomas Hobbes, John Locke, Baruch Spinoza,*
 - *Gottfried Leibniz a Isaac Newton*

- *George Berkeley*
- Osvícenství
 - *Jean-Jacques Rousseau, David Hume, Immanuel Kant, Voltaire*
- 19. století
 - *Gottlieb Fichte, Friedrich Wilhelm Joseph von Schelling, Georg Wilhelm Friedrich Hegel, Søren Kierkegaard,*
 - *Jeremy Bentham, John Stuart Mill*
 - *Arthur Schopenhauer, Friedrich Nietzsche*
 - dialektický materialismus: *Karl Marx*
- 20. století
 - fenomenologie: *Edmund Husserl, Martin Heidegger, Hans-Georg Gadamer, Maurice Merleau-Ponty, Paul Ricoeur, Jan Patočka*
 - *Jean-Paul Sartre, Albert Camus*
- Filozofie jazyka
 - *Ferdinand de Saussure, Ludwig Wittgenstein, Noam Chomsky, Umberto Eco*
- Analytická filozofie
 - *George Edward Moore, Bertrand Russell, Rudolf Carnap*
- Filozofie vědy
 - *Karl Popper, Paul Karl Feyerabend, Thomas Kuhn*
- Východní filozofie
 - filozofie indická: *Védy, Upanišady, Bhagavadgíta, Buddha (Siddhártha Gautama), Mahávíra (Džína), Pataňdžalí, Bódhidharma, Ánanda*
 - filozofie čínská: *Konfucius (Kchung-fu-c', Kongfuzi), Lao-c' (Laozi), Čuang-c' (Zhuangzi), Mo-c' (Mozi)*
 - filozofie japonská: *Zen, Kúkai, Dógen*
 - filozofie korejská: *Son*

A.3 Hlavní filozofické směry

Pro rychlejší orientaci uvádíme stručnou charakteristiku významných filozofických směrů. Připomeňme, že většinou zdůrazňují jeden aspekt nebo princip a tudíž se řada z nich navzájem nevylučuje.

Antropocentrismus

Označení (z řeckého *anthrōpos*, člověk a latinského *centrum*, střed) je spojeno se sklonem považovat člověka za střed světa a hodnotit všechno pouze z lidského hlediska. Někdy se užívá v pejorativním smyslu, např. snaha vyhubit živočichy člověku škodlivé bez ohledu na další následky nebo předpoklad, že to, co škodí člověku je automaticky „škodlivé“ obecně.

Antropomorfismus

Pojmenování (z řeckého *anthrōpos*, člověk a *morfé*, tvar, podoba) pro sklon přisuzovat mimolidským skutečnostem lidské vlastnosti a usuzovat o nich jako o člověku podobných. Často se odráží v jazyce – „strom stojí“, „stůl má nohy“ apod.

Ateismus

Původně zločin proti obci (z řeckého *a-theos*, bezbožný), jímž se provinil ten, který se odmítal zúčastnit bohoslužby, ve starověku časté obvinění proti Židům, později i křesťanům. V novověku jím chápeme postoj úplně odmítající Boha a náboženství; tzv. vědecký ateismus je přesvědčen, že tento postoj opravňuje vědecké poznání.

Atomismus

Atomisté byli antičtí filozofové (např. Leukippos, Démokritos), jejichž filozofická škola dokazovala, že se svět skládá z malých, nedělitelných věčných částic nazývaných atomy (z řeckého *a-tomos*, nedělitelný), které jsou neustále v pohybu. Tyto částice se pohybují v prostoru nebytí a slučováním vytvářejí bytí. Na rozdíl od eleatů vyvracejí neexistenci pohybu. Obhajovali také teorii předurčení – determinismus. Představa základních stavebních částic hmoty získává v přírodních vědách na významu během 18. a 19. století, jedním významných zastánců atomové teorie na počátku 20. století byl např. Albert Einstein, jehož práce mimo jiné výrazně přispěly k jejímu prosazení.

Behaviorismus

Původně americká psychologická škola reprezentovaná např. Watsonem a Skinnerem (podle anglického *behavior*, chování). Zaměřuje se na zkoumání chování a vnějších projevů, myšlenkovou činnost se snaží vysvětlit z jednoduchých principů podnětu a reakce, asociace a učení, tj. posilování či upevňování podmíněných reakcí (známé jsou např. Pavlovovy pokusy).

Deismus

Směr uznávající Boha a jeho stvoření světa, popírá však jakýkoli jeho další vliv či zájem o svět – je jako „hodinář“, který svět postavil a nechává dále běžet a člověk se tedy musí obejít bez jeho další pomoci. Stal se tak předchůdcem novověkého osvícenství a ateismu.

Determinismus

Názor, že každé dění je nutným důsledkem podmínek a příčin. Z tohoto předpokladu vycházejí exaktní vědy, stojí na něm pojem přírodního zákona a možnost předpovědi budoucího vývoje. Poněkud problematická je z jeho pohledu zkušenost lidského svobodného rozhodování. Někteří deterministé (např. Leibniz) zahrnují do podmínek i tendenci rozhodnout se tak a ne jinak, jiní považují lidskou svobodu za pouhou subjektivní iluzi.

Dialektika

Původně v dobách Sokratových umění vést rozhovor a správně, logicky argumentovat (z řeckého *dialexis*, rozhovor, disputace). Od Hegela poté označuje způsob myšlení, které v každém ději nalézá jakýsi „rozhovor“, střetnutí dvou sil či principů, teze a antiteze, jež vede postupně k syntéze na nové, vyšší úrovni.

Dualismus a pluralismus

Protiklady monismu, podle nichž má náš svět dvojí (či vícero) podstatu, odvozují či vykládají svět ze dvou (či více) rovnocenných a oddělených principů, např. ducha a hmoty nebo dobra a zla. V obecnějším

smyslu pluralismus označuje postoj dávající přednost mnohosti a rozmanitosti před jednotným a shodným, např. v kultuře přijímá a oceňuje soužití rozmanitých skupin, neboť očekává, že vzájemná koexistence a prolínání všechny obohatí. Z podobných úvah vycházejí i snahy o zachování biodiverzity v přírodě nebo soutěžení nezávislých skupin či politických stran střídajících se u moci v demokratických společnostech.

Empirismus

Empirismus (z řeckého *em-peiros*, zkušený, znalý) je gnozeologický směr ve filozofii a psychologii, který veškeré poznání odvozuje od smyslové zkušenosti. Stojí v protikladu k racionalismu, který klade důraz na poznání prostřednictvím rozumu. Jako součást metodologie přírodních věd má empirismus velkou váhu až do současnosti. Hlavním představitelem je anglický filozof John Locke, který se postavil proti Descartovu postulátu vrozených idejí. Podle něj lze skutečnost poznat pouze prostřednictvím smyslové zkušenosti. Mezi další důležité postavy patří George Berkeley a David Hume. Reálné pro ně nejsou věci, ale pouze vjemy těchto věcí. Existenci předmětného světa podle nich vlastně nelze vůbec dokázat. Mezi další představitele patří Ernst Laas, Bertrand Russell a Francis Bacon. Omezení poznání na oblast pouhé zkušenosti je podle kritiků empirismu neudržitelná. Nelze totiž ze zkušenosti odvodit základní postulát, že „všechna zkušenost je pravdivá“. Pokud by tato věta neplatila, veškerá další tvrzení empiristů nebudou pravdivá. Hlavní zásada empirismu je tak sama v sobě rozporná.

Epikureismus

Filozofický směr založený Epikurem ze Samosu (341–271 př.n.l.). Podává návod, jak dobře žít v soukromí mezi přáteli – štěstí znamená zbavit se strachu ze smrti a z bohů, vyhýbat se veřejnému životu, vášním i starostem a vážit si krásy světa. Dnes se většinou používá jako synonymum pro požívačnost.

Fatalismus

Přesvědčení, že vše je řízeno neúprosným osudem (latinsky *fatum*), jemuž nelze vzdorovat. Na rozdíl od determinismu nehledá příčiny dějů a událostí.

Gnosticismus

Myšlenkový a náboženský proud pozdní antiky, vzniklý prolínáním náboženství a filozofie zejména na Blízkém východě, jež ovlivnil i rané křesťanství. Jádrem představuje myšlenka vysvobození či záchranu lidské duše z vězení hmoty a těla poznáním (řecky *gnósis*) vztahů mezi lidským a božským, jež není přístupné každému a vyžaduje zvláštní zasvěcení.

Holismus

Holismus je postmoderním učením, jež vyjadřuje myšlenku, že „celek je víc než souhrn jeho částí“ – například věta je víc než jen pouhý soubor slov. Slova lze zaměnit, jejich význam zůstává. Postmodernismus tímto odmítá jednotné a univerzální pojetí světa, které nahrazuje jednotlivostí, individualitou, rozdílností. Snaží se zdůrazňovat emotivní složku osobnosti a intuici – nespolehá se na intelekt jako jediné kritérium pravdy. S tím souvisí i zpochybňování obecně platných pravd a racionálních objevů pomocí vědeckých metod.

Podle jednoho z představitelů – Thomase Kuhna – zastánci soupeřících, nesouměřitelných paradigmat pohlíží na stejný svět, ale vidí ho odlišně. Kuhn se domnívá, že přechod od jednoho paradigmatu k druhému nemůže probíhat krok za krokem, jak požaduje logika a přírodovědecká zkušenost. Zakládá tak ideu holistické koncepce popírající graduální koncepci vývoje vědy založenou na kumulativním hromadění poznatků, kdy ke změnám dochází postupně, krok za krokem. Holistické pozadí změny paradigmatu ve smyslu celkového vidění světa a přechodu od jednoho paradigmatu k druhému jako „blesku z čistého nebe“ opírá Kuhn o tvarovou psychologii. Podle této koncepce nevnímáme části, ale vždy určité celky – tvary.

Proti holistickému pojetí však hovoří nejen historie vědy, ale i dnešní stav ve vědě, kdy zásadní diskuse jsou na denním pořádku (kvantová mechanika, evoluční teorie ad.). Samotné tvrzení o nesouměřitelnosti předpokládá jisté srovnání analyzovaných teorií. Toto srovnání může být však skutečně pouze na základě pochopení, porozumění druhé, „nesouměřitelné“ teorii. Toto dilema se nakonec projevuje i v Kuhnově pojetí paradigmat, v jeho kolísání mezi interpretací paradigmatu jako celkové (holistické) změny a jako změny exemplárního objektu a tím vede i k rozvolnění pojmu vědecké revoluce.

Humanismus

Humanismus je obecný termín pro mnoho různých linií myšlení, které se soustředí na společná řešení obyčejných lidských problémů. Nejvyšší hodnotou v humanismu je lidský život. Humanismus se stal druhem obecné etické teorie lišící se od tradičních etických systémů, které se vztahují jen k určitým etnickým skupinám.

Mnoho forem humanismu má svůj počátek v teorii Protágorase, že „člověk je mírou všech věcí“. V kontextu to značí, že pro určení hodnot a etiky jsou podstatní lidé, ne objektivní nebo absolutistické kodexy (zákoníky). Ve své době byl výrok Protágorase radikálním a objektivním hodnocením lidského stavu, který přesvědčivě vyvrátil absolutismus většiny tehdejší západní filozofie.

Renesanční humanismus byl kulturním hnutím v Evropě vzniklým v centrální Itálii ve 14. století, které oživilo a zlepšilo studium jazyků (zvláště řečtiny), vědy, filozofie, umění a poezie klasické antiky. Jeho důraz na umění a smysly znamenal velký posun od středověkých hodnot jako pokora, zkoumání svého nitra a pasivity. Krása byla pojmána jako odraz hlubších vnitřních ctností a hodnot. Krizi renesančního humanismu začal proces s italským vědcem Galileem, protože se objevila nutnost výběru mezi základním právem vědce ve své pozorování a mezi náboženským učením. Proces zviditelněl rozpory mezi humanismem a vírou.

Renesanční humanismus byl hnutím aristokratů, ne úplně demokratických, a vždy měl oponenty vnímající humanismus jako zkaženou teorii, avšak apel humanistických ideí byl vždy silný. I osvícenství může být viděno jako rozmach humanistických hodnot, mělo tendenci prezentovat vědu a rozum víc než umění.

Moderní humanismus má dva proudy. Náboženský humanismus se odvíjí od renesanční tradice osvícenství. Sekulární (světský) humanismus odráží vznik globalismu, rozvoj technologií a kolaps náboženské autority. Uznává individuální důstojnost, zásluhy a oprávnění na sebe-realizaci pomocí rozumu a logiky. Aspiruje na společnou filozofii, která přesahuje hranice kultury místních morálních norem a víry.

Idealismus

Označení pro filozofické soustavy a směry, jež zdůrazňují svébytný charakter „říše idejí“ čili ducha jako jediné pravé skutečnosti. V dů-

sledku toho vyzdvihují vliv myšlení a poznání na skutečnost, prvenství rozumového poznání před smyslovým, duchovního před tělesným a často i prvenství věčného před konečným a časným. Za idealisty se pokládají např. Platón, Berkeley, Hegel a Schopenhauer. V běžném jazyce tak označujeme zdůrazňování až přeceňování možností nesobeckého jednání a „ideálních“ pohnutek.

Individualismus

Postoj zdůrazňující stanoviska, zájmy dospělého a soběstačného jednotlivce (z latinského *in-dividus*, nerozdělený, nedělitelný). Chápe společnost jako účelové sdružení svobodných lidí a všechny společenské jevy odvozuje a hodnotí z hlediska jejich svobody, potřeb a zájmů. Přehlíží závislost člověka na druhých i význam lidských vztahů. Projevuje se zejména v ekonomii, právu a literatuře.

Induktivismus

Induktivní strategii vytváření vědy rozpracoval již Bacon formulací základních kánonů vědecké indukce. Novopozitivisté jejich výsledky přejali jako metodologický nástroj a zpočátku se jejich důkladnou analýzou nezabývali. Jakmile pozitivisté získali díky empirismu pevnou empirickou bázi, mohli pokračovat v zobecňování a vytváření empirických generalizací. Zobecnili empirické zákony, na jejichž základě formulovali vědecké zákony a obecná teoretická tvrzení ve formě zákonů. Induktivní postupy měly v době vzniku stejnou platnost jako postupy deduktivní logické a matematické, které se již dříve používaly k odvozování poznatků z poznatků. Později dokázali P. Dunhem a W.V. Quine, že z empirické báze nelze jednoznačně vyvodit jedinou správnou generalizaci a zákon, a že jejich struktury pak nevytvářejí jedinou správnou teorii. Tuto skutečnost dnes známe pod pojmem Quine-Dunhemova teze o nedourčenosti teorií empirickými fakty.

Iracionalismus

Iracionalismus (z latinského *irrationalis*, nerozumný) je filozofický směr především 2. poloviny 19. století odmítající koncepcce založené na rozumovém vysvětlování světa a zdůrazňující naproti tomu instinkt, intuici, cit, příp. vůli, které postihují to, co je rozumem neuchopitelné.

V etice proti pevným a obecně platným zásadám a normám vyzdvihuje pohyb života vytvářející stále nová hlediska, proti sociální rovnosti staví jedinečnost a neopakovatelnost osobnosti. Význačnými představiteli byli Arthur Schopenhauer, Søren Kierkegaard, Friedrich Nietzsche.

Konvencionalismus

Přesvědčení, že kritériem vědeckých zákonů a teorií není pravdivost, nýbrž konvenční přednosti jako jednoduchost a účelnost; reprezentanty byli např. Poincaré, Carnap a Quine.

Kreacionismus

Novodobé označení doslovného chápání biblické zprávy o stvoření a odmítání evoluce (z latinského *creatio*, stvoření).

Materialismus

Filozofický směr, podle něhož je veškerá skutečnost hmotné povahy a poznatelná smysly, existuje jediná věc – hmota (latinsky *materia*, dříví, stavební materiál). Engelsův dialektický materialismus uznává i nehmotné stránky skutečnosti, pokládá je však za odvozené. Historický materialismus představuje pokus vysvětlit lidské jednání a dějiny pouze jako střet hmotných zájmů. Materialismus najdeme po celém světě, příkladem může být například materialismus Čaruáka, který se objevuje v jinak kastovnícky zaměřené Indii.

Mechanismus

Směr vykládající svět jako stroj (z řeckého *méchané*, stroj, nástroj) pomocí působení sil mezi hmotnými tělesy; byl silně inspirován klasicou newtonovskou mechanikou a jejími úspěchy při popisu světa v 17.–19. století.

Monismus

Monismus (z řeckého *monos*, jeden) představuje názor, že veškerenstvo vychází z jediné podstaty či substance. Jde o protiklad dualismu a pluralismu. Základem monismu je tvrzení, že pro vysvětlení fungování světa není potřeba princip duchovní a hmotný, ale že svět je jednotný.

Existuje monismus idealistický, který tvrdí, že svět je povahy duchovní, monismus materialistický naopak zdůrazňuje materiálnost světa (např. marxismus). Jako monismus se na přelomu 19. a 20. století v Německu objevoval přírodovědecký materialismus reprezentovaný např. biologem Ernstem Heinrichem Philippem Augustem Haeckelem.

Naturalismus

Název uměleckých a myšlenkových směrů, které za základní hodnotu a měřítko pokládají nepolidštěnou přírodu (z latinského *naturalis*, přirozený), v níž platí jen „živočišné“ potřeby a právo silnějšího.

Naturfilozofie

Z německého *Naturphilosophie* – původně Senecovo označení Aristotelovy Fysiky (*philosophia naturalis*), dnes většinou pejorativní označení romantických představ o myšlení přírody jako hierarchického celku reprezentovaného např. Herderem, Goethem, Schellingem a Hegelem.

Nihilismus

Přesvědčení, že nic na světě (latinsky *nihil*) nemá absolutní hodnotu či platnost, obecněji pochybnost o platnosti uznávaných hodnot, náboženství apod. Téma otevřel Nietzsche, jenž sám svoji filozofii chápal jako překonání nihilismu důrazem na lidskou vůli a tvořivost.

Nominalismus

Jedno ze stanovisek ve středověkém sporu o univerzálie, podle něhož nic obecného neexistuje – např. „zvíře“ není nic skutečného, pouhý název (latinsky *nomen*); existují jen jednotlivá zvířata. Vzniká u Roscellina z Compiègne a vrcholí u Ockhama. Svým důrazem na smyslové poznání jednotlivého se stal předchůdcem sensualismu, empirismu a filozofie vědy.

Novoplatonismus a platonismus

Nábožensko-filozofický směr vycházející z Platonovy filozofie a Athénské Akademie, ovlivněný pythagorejskou i alexandrijskou školou, gnosticizmem i křesťanstvím. Jádrem je přesvědčení, že skutečnost

vzniká postupným vyplýváním (emanací) z původní Jednoty a „úpadkem“ do hmoty. Posláním člověka je podle něho obrátit pohled zpátky k duchu. V běžném smyslu pak platonismus vyjadřuje přesvědčení o svébytné skutečnosti idejí, pojmů a abstraktních veličin.

Novopozitivismus

Novopozitivismus (logický pozitivismus, logický empirismus) vznikl ve dvacátých letech 20. století jako filozofický směr, který si klade za úkol řešit vztah filozofie a vědy v otázce pravdivé výpovědi o světě. Je spojován především s filozofy a filozofujícími vědci sdruženými ve Vídeňském kruhu (Mach, Schlick, Carnap, Neurath, Kraft, Popper), kteří názorově navazovali na myšlenky tradičních empiristů Locka, Berkeleyho, Huma a Milla. Velkým impulzem pro vznik této teorie byla Wittgensteinova práce *Tractatus Logico-Philosophicus*.

Vývoj tohoto filozofického proudu zahrnuje širší časový i prostorový rámec, kromě zmíněného Vídeňského kruhu zahrnuje také berlínskou školu, Lvovsko-varšavskou logickou školu, vlivy na filozofii v USA ve 40. až 50. letech. Základním postulátem obsaženým ve všech pracích byla představa, že jediné skutečné poznání je poznání vědecké, že pouze věda může prezentovat věrohodné výsledky, které mají objektivní platnost a pravdivost. Tyto výsledky mohou být základem pro vytvoření racionálních základů lidského myšlení. Zároveň i odlišují a eliminují všechna jen zdánlivá tvrzení nevědecké metafyziky. Novopozitivisté považovali filozofické úvahy postrádající souvislost s vědeckými procedurami a postupy za metafyziku. Sami se pak považovali za vědecké filozofy a pozitivistická filozofie se stala synonymem pro vědeckou filozofii. Navázala na ni analytická filozofie, filozofie vědy a filozofie jazyka.

Osvícenství

Racionalistické hnutí vzdělanců 17. a 18. století vedené přesvědčením, že nouze světa i člověka plyne z pověr, předsudků a tmářství, že uvolnění a uplatnění možností lidského rozumu povede nutně k osvobození člověka a k pozvednutí životních podmínek celého lidstva, tj. k pokroku. Vliv osvícenství dominoval i celému 19. století a dodnes je ve vědě patrný.

Pantheismus

Názor, že bytí (svět apod.) jako takové je božské (z řeckého *pas*, všechno a *theos*, bůh), charakterizovaný např. Spinozovým výrokem „Bůh čili příroda“. V nejrůznějších podobách je častý v antické i novověké filozofii.

Pozitivismus

Pozitivismus je světonázorové, gnozeologické a metodologické stanovisko, případně způsob myšlení, který vychází z „bezprostředně daného“, tj. ze smyslově vnímatelných jevů přírodních a společenských procesů nebo z existujících myšlenkových abstrakcí. Je kriticky zaměřen proti metafyzice, idealisticky a spiritualisticky orientovaným filozofiím, jde o nejsilnější filozofický proud v rámci scientismu. Vznikl v polovině 19. století, i když uplatnění našel až ve století dvacátém. Za zakladatele se považuje autor názvu francouzský filozof Comte, dalšími představiteli byli Hume, Mill či Spencer. Na tento směr navázal později novopozitivismus reprezentovaný Wittgensteinem či Russellem.

Pozitivismus vychází z materialismu, opírá se o empirismus, zdůrazňuje scientismus. Uznává pozitivní vědění (dokázané, nepochybnitelné), pojmy staví na základě ověřených faktů, podobnosti a zákonitosti na základě posloupnosti. Vyžaduje od každé vědy, aby vycházela nejen z faktů jako smyslově vnímatelných skutečností, ale aby se soustředila na jejich zjišťování a spojování prostřednictvím zákonů. Dále pozitivismus odmítá ontologii a hypotézy, staví na faktech a jejich klasifikaci i praktickém využití. To znamená, že chce zbavit filozofii toho, co ji dělá filozofii a udělat z ní metodologii věd – jejím úkolem by mělo být shrnout a systematizovat výsledky vědy.

Ze stanovisek pozitivismu jako vědecké, střízlivě věcné, popisné filozofie vychází mimo novopozitivismu také např. pragmatismus, empiriokriticismus nebo kondicionalismus. Později přechodem k analýze jazyka vědy opouštějí pozitivisté původní program empirické deskriptivní metodologie a jejich zkoumání tak získává novou dimenzi; předmětem se stává jazyk vědy a cílem se stává exaktní metodologie, zkoumání jak věda (vědec) má nebo musí pracovat. Nahrazením kontextu objevu kontextem zdůvodnění se pozitivismus orientoval na logickou analýzu, metodologií vědy se stala logika. Úplného cíle, vytvoření dokonalého ja-

zykového aparátu pro vědu, absolutně přesného a jednoznačného jazyka, dosaženo nebylo.

Pragmatismus

Pragmatismus označuje věcnost, nezaujatost, zaměřenost k efektivnosti a užitečnosti řešení problému nebo rovněž sklon k praktickému a spíš krátkodobému řešení problémů. Klade důraz na osobní zkušenost, užitečnost a na to, jak se ideje osvědčují v praktickém životě. Řečeno slovy Karla Čapka: „Důležité je, aby budoucnost byla zlepšována v myšlenkách a plánech, ale ještě důležitější je, aby byla zlepšována ve skutcích a v životě.“ Pragmatismus nechce hledat jediný univerzální princip výkladu světa – chápe skutečnost jako pluralitu, dějiště svářících se sil. U nás je reprezentován čapkovskou generací (bratři Čapkové, Langer, Peroutka i Masaryk).

Racionalismus

Racionalismus je filozofický směr, který zastává stanovisko, že pravdivé poznání je možné jen rozumem a analýzou. Racionalisté věří, že existují apriorní či vrozené ideje, které nelze odvodit ze smyslové zkušenosti, tyto ideje však mohou být zkušeností ospravedlněny. Jsou odvozeny určitým způsobem ze struktury lidského myšlení, anebo existují nezávisle na něm. Pokud existují nezávisle na myšlení, může je lidský rozum pochopit v okamžiku, kdy dosáhne určité úrovně vyspělosti. Charakteristický je Hegelův výrok „Všechno rozumné je skutečné a všechno skutečné je rozumné.“ Význačnými představiteli byli Anaxagoras, Descartes, Franklin, Freud, Ingersoll, Leibniz, Paine, Popper, Russell, Spinoza, Voltaire.

Realismus

Označení (z latinského *realis*, věcný, skutečný) pro přesvědčení, že skutečnost existuje nezávisle na našem vědomí, v běžné řeči postoj vycházející z věcného a střízlivého odhadu možností. Ve středověkém sporu o univerzálie názor, že obecné věci (např. člověk nebo zvíře) jsou skutečné a poznání začíná poznáním obecného.

Scientismus

Scientismus (z latinského *scientia*, vědění) je ideová koncepce z přelomu 19. a 20. století. Jde o názor (myšlenkový směr), který zdůrazňuje význam vědy v systému kultury. Vědě přisuzuje jednoznačně a nezvratně pozitivní hodnotu. Podle scientistického přístupu přináší věda postupně odpovědi na problémy lidstva. Scientismus očekává, že vědecké poznání s sebou jednoznačně přinese neomezený kulturní a společenský pokrok. Dle scientismu je dále možné, aby věda na základě empirických metod přesně předvídala chování lidského jedince. Termínem scientismus bývá ve volnějším smyslu též označována tendence k zavádění vědeckých – především fyzikálních a matematických – metod do všech ostatních vědních oborů (např. i do sociálních věd). V užším smyslu tak označujeme přesvědčení, že jen přírodovědecké poznání je poznáním, doložené např. Rutherfordovým výrokem „je buď fyzika anebo sbírání známek“. Ve vyhraněné formě přehlíží, že člověk se téměř vždy rozhoduje bez úplné informace, jeho jednání v sobě proto vždy nese určitou míru rizika a člověk za ně musí nést vlastní zodpovědnost.

Scholastika

Školská filozofie (z latinského *scholasticus*, učitel), tradice filozofie jako základu vzdělání a předmětu na středověkých církevních školách. Vznikala postupně od 9. století (Alkuin) a vrcholí Tomášem Akvinským, který spojil Aristotelovu metafyziku s obsahem křesťanské víry. Někdy tak pejorativně označujeme strnulé myšlení vzdálené skutečnosti.

Skepticismus

Opak dogmatismu (z řeckého *skepsis*, zkoumání, rozvažování), zdůrazňující význam pochybnosti, sahající svými kořeny až k Sokratovi; novověkými představiteli byli např. Descartes a Hume. Jak bylo řešeno v textu, sklon pochybovat patří základům filozofie jako takové. V radikální podobě však skepticizmus může mít formu trvalé, všeobecné a soustavné pochybnosti a může případně vést k popření možnosti racionálního poznání.

Stoicismus

Pozdně antický filozofický směr založený Zenonem z Kitia (334–262 př.n.l.), jenž učil v athénském sloupořadí (řecky *stoa*), dále proslavený Senecou a Markem Aureliem. Podle stoiků každé poznání pochází ze smyslů, příroda a bůh jsou dvě stránky téhož. Hlavní je však důraz na „dobrý život“ – rozumové sebeovládání, soběstačnost, nezávislost na vnějších poměrech, potlačení vášní a statečné přijetí osudu. Jde o filozofii jednání a individuálního hrdinství, jež má v evropské tradici hluboký vliv projevující se zejména v krizových dobách.

Vitalismus

Názor (z latinského *vita*, život), podle něhož v živých organismech působí ještě jiné zákonitosti a síly (např. „životní síla“ *vis vitalis*), které fyzika a chemie nemohou postihnout. Klasický vitalismus (Driesch, Bergson) soudobá věda sice odmítá, nicméně rozdíl mezi živým a neživým (např. ve schopnosti reprodukce a hojení, účelového chování a negativní entropie) se zatím nepodařilo uspokojivě a definitivně překlenout. Na druhé straně některé funkce, dříve pokládané za výsadu živého (reprodukce, výměna látek, tvarové změny, přizpůsobování se) nachází biochemie i u organických molekul nebo informatika u některých programových systémů.

Příloha B

Minigalerie známých osobností zmíněných v textu

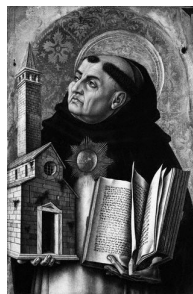
V tomto doplňku lze nalézt stručný výběr nejvýraznějších osobností, s nimiž se čtenář setká v textu. Vychází jsme především z volně dostupných zdrojů [1, 2], kde lze najít i další podrobnosti a zajímavé odkazy; obrazový materiál pochází z databáze *Wikimedia Commons*.

Tomáš Akvinský

Sv. Tomáš Akvinský (1225 – 7. března 1274), latinsky *Thomas Aquinas*, byl katolický filozof a teolog scholastické tradice. Jeho práce znamenala vrchol scholastiky, katolická církev ho považuje za svého největšího teologa a jednoho ze třiceti tří učitelů církve.

Tomáš pocházel ze starého italského šlechtického rodu, stal se členem dominikánského řádu. Studia absolvoval jednak v Neapoli a Kolíně nad Rýnem, kde byl v kontaktu s významným dominikánským teologem Albertem Velikým, a jednak na univerzitě v Paříži, kde pak vyučoval teologii. Tomášova filozofie vychází z teologické interpretace Aristotelova díla, významně ovlivněna byla též novoplatonismem. Vymezil hranice mezi vírou a rozumem, pokusil se je vzájemně uvést do harmonie. Pravda je podle něj jen jedna, ale vedou k ní dvě cesty, cesta rozumu a cesta víry, tj. cesta zjevené pravdy, která je poznatelná lidským rozumem podobně jako pravdy přírody (tj. přirozeného světa). Stejně tak je možné obhájit rozumem existenci Boha. Tomáš formuloval celkem pět následujících důkazů, přičemž se inspiroval Aristotelovou metodikou, a také učením Augustinovým:

- z pohybu (změny) lze usuzovat, že musí existovat prvotní impuls;



Obr. B.1: Tomáš Akvinský na oltářním obraze Carla Crivelliho

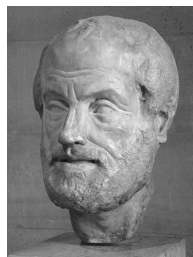
- vše má svou příčinu, musí však existovat prvotní příčina;
- věci existují nebo neexistují; to, že existují, způsobuje nějaká nutnost;
- skutečnost je rozdělena dle stupňů dokonalosti, musí však existovat nejvyšší stupeň dokonalosti;
- v uspořádání věcí je smysl, stejně jako ve směřování věcí, musí však existovat něco, co dané věci řídí.

Přestože Tomášovo učení bylo zprvu římskokatolickou církví i pařížskou univerzitou odmítáno, tomistická filozofická škola, kterou Tomáš založil, se stala půlstoletí po Tomášově smrti na dlouhou dobu oficiálním dogmatem církve. Pokračování tomistické školy, novotomistická filozofie, byla roku 1879 papežskou encyklikou označena za oficiální filozofii církve. Novotomismus zaujímá významné postavení i v současné filozofii.

Aristotelés ze Stageiry

Filozof vrcholného období řecké filozofie, nejvýznamnější žák Platonův a vychovatel Alexandra Makedonského. Jeho rozsáhlé encyklopedické dílo položilo základy mnoha věd. Narodil se 384 př.n.l. v osadě Stageira (někdy také Stagirita) na poloostrově Chalkidické v dnešní řecké Makedonii, asi 80 km východně od Soluně (Thessaloniki), zemřel v roce 322 př.n.l. ve vyhnanství v Chalkidě odkud pocházela jeho matka, asi 60 km od Athén po obvinění z rouhání proti bohům.

Roku 335 př.n.l. založil vlastní filozofickou školu zvanou *Lykeion*, nebo také peripatetická škola (z názvu krytého sloupořadí *peripatos*, kde se žáci učili, nebo od slovesa *peripatein*, procházet se, neboť Aristotelés se prý se svými žáky při výuce procházel). Během 13 let, které strávil v Athénách, vznikla většina jeho spisů. Snažil se obsáhnout a uspořádat všechno předmětné vědění své doby a výsledky vlastních pozorování Země, oblohy, přírody, jazyka, společnosti, politiky a umění. Téměř celé Aristotelovo dílo má podobu soustavných pojednání, traktátů. V Aristotelově myšlení hraje proti Platonovi mnohem větší roli věcná zkušenost, která je všem společná a o níž se tedy lze přesvědčit. Úkolem filozofa



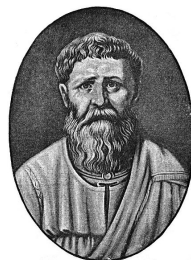
Obr. B.2: Římská kopie řecké Aristotelovy busty (Louvre, Paris)

je spíš myšlenky a zkušenosti přesně zachytit, dobře uspořádat a ovšem správně myslet i argumentovat. Novým vymezením položil Aristotelés základy soustavné filozofie jako snahy „porozumět tomu, co jest“, ale také různých věd, například anatomie, astronomie, biologie, ekonomie, embryologie, etnografie, geografie, geologie, lingvistiky, logiky, meteorologie nebo politologie. Ve vlastní filozofické oblasti psal o estetice, etice, metafyzice, rétorice a teologii, zabýval se výchovou a vzděláváním, i literaturou a poezií. I když zejména v oblasti přírodních věd jsou jeho jednotlivé názory většinou překonané, mnoho z jeho způsobu zkoumání, třídění a argumentace zůstává dodnes živé.

Augustin

Aurelius Augustinus (též sv. Augustin nebo Augustin z Hippony) byl biskup a učitel církve v období pozdního římského císařství; je též svatým katolické církve, jehož svátek připadá na 28. srpna. Augustinus je jeden z nejvýznamnějších raně křesťanských filozofů a teologů, představitel latinské platónsky orientované patristiky.

Díky Augustinovu spisu Vyznání, jehož prvních deset knih je jakousi duchovní autobiografií, se nám věrně zachoval obraz Augustinova života. Narodil se roku 354 v Thagastě (dnes Souk-Ahras



Obr. B.3: Sv. Augustin

v Alžírsku) v rodině pohanského římského úředníka a zbožné křesťanské matky. Po studiích se v Tagastě a Madaure se věnoval vyučování rétoriky; v mládí žil nevázaným životem, roku 372 se mu narodil nemanželský syn Adeodatus. Svou zkažeností velmi zarmucoval svou matku sv. Moniku, která se neustále modlila za synovo obrácení. Ciceronův spis Hortensius jej vyprovokoval k zájmu o filozofii: tehdy Augustin vstoupil do manichejské sekty a setrval v ní devět let. Od roku 383 vyučoval rétoriku v Římě, od roku 384 v Miláně. Po dlouhých vnitřních bojích se roku 387 nechal pokřtít milánským biskupem sv. Ambrožem. Roku 389 se vrátil do Thagaste, roku 390 nebo 391 přijal z rukou biskupa Valeria kněžské svěcení a roku 393 se stal ve městě Hippo Regius (na území dnešního Tuniska) biskupem. Svůj život věnoval práci na filozofických a teologických spisech a péči o svou církevní obec. Zemřel během nájezdu Vandalů roku 430 n.l.

V duchu novoplatonismu rozvíjel v dogmatických sporech s různými ideovými odpůrci své doby křesťanskou věrouku. Stejně jako sv. Pavel učil, že člověk je od přirozenosti neschopný konat dobré skutky (nauka o dědičném hříchu), že však určití jednotlivci jsou z milosti boží předurčení k věčnému spasení (predestinace).

V díle „O Boží obci“ Augustinus podává křesťanskou interpretaci katastrofických událostí, které v jeho době postihly římské impérium a vytváří vlastní katolickou historii světa, jejímž obsahem je boj dvou entit časné obce pozemské a věčné obce nebeské. Pozemská říše je nedokonalá, tvořená hřešícími bytostmi, její úlohou je být místem, kde se odehrává zápas o pravé určení člověka. Sv. Augustin se ve svém učení také velmi věnoval otázce trojjedinosti Boha, k tomuto tématu je vázán jeden příběh z Augustinova života, kdy potkává na pláži malého chlapce, přelévajícího vodu z moře do jím postaveného jezírka. Sv. Augustin mu říká: „Dříve já přeliji moře do tohoto jezírka, nežli Ty pochopíš toto Boží tajemství.“

Bůh je podle Augustina nejvyšším Principem a zdrojem Světla, nejvyšším, absolutním a jednotným bytím, Pravdou a nejvyšším Dobrem (*unum, verum, bonum*). Svět byl stvořen z ničeho tvořivou boží podstatou. Boží mysl v sobě obsahuje podstatné tvary veškerých věcí (na způsob ideí), které se podle těchto vzorů ve světě utvářejí. Poznat svět je možné jen skrze onu absolutní Pravdu, ke které vede cesta poznáváním sebe samého, své vlastní duše.

Francis Bacon

Francis Bacon, 1. vikomt St. Albans, baron z Verulamumu byl anglický filozof a státník považovaný za zakladatele empirismu. Narodil se 22. ledna 1561 v Londýně v rodině Sira Nicholase Bacona, lorda strážce pečeti, a jeho druhé manželky Anne Cook. Ve dvanácti letech (duben 1573) byl poslán na univerzitu v Cambridge, kde již jako dítě vynikal svou genialitou a chápal, že vědu je nutno reformovat. V mládí doprovázel anglického velvyslance na dvůr Jindřicha III. do Francie, po necelých třech letech se kvůli smrti svého otce v únoru 1579 vrátil do Anglie. Ačkoli se připravoval na právnickou kariéru a s úspěchem se vrhl na studium judikatury, dal nakonec



Obr. B.4: Sir Francis Bacon

přednost politice. Stal se členem parlamentu (1584) a připojil se ke straníkům Roberta Devereuxe, 2. hraběte z Essexu. Ačkoli se stavěl na stranu královny Alžběty, a to někdy i proti svému chlebodárci, dostal za to jen čestný titul rádce a mimořádného advokáta královny.

Po smrti královny Alžběty se Baconovi dostalo mnoha poct, neboť nový král, Jakub I. měl rád učence. Jmenoval ho advokátem (1607), později generálním advokátem (1615), členem tajné rady (1616), strážcem pečeti (1617) a nakonec i lordem kancléřem (1618). Též byl v roce 1603 jmenován rytířem, poté baronem z Verulamumu (1618) a nakonec vikomtem St. Alban (1621). Bacon pomáhal svými radami zřídit Spojené království Anglie a Skotska a provést mnoho užitečných reforem. Po prokázání korupci, kdy během svého dvouletého působení ve funkci kancléře však přijímal peníze za koncese, za výnosná místa a privilegia, musel vysoké politické postavení roku 1621 opustit. Byl odsouzen soudem peerů k uvěznění v Londýnském Toweru a pokutě 40 000 liber. Byl zbaven všech svých poct a veřejných funkcí. Bacon svou chybu uznal, pokutu zaplatil a od té doby už nikdy nevstoupil na půdu parlamentu. Díky oblíbě u krále a protože nebylo jisté, zda se nestal obětí politických intrik, Jakub mu po pár dnech ve vězení dal milost a odpustil mu pokutu. V roce 1624 jej král dokonce osvobodil ze všech obvinění a Bacon poslední roky svého života věnoval práci na filozofických spisech. Zemřel o dva roky později, 9. dubna 1626, následkem fyzického vyčerpání po úpalu.

Vedle své kariéry v politice Bacon významně přispěl k vědeckému zkoumání, k filozofii, dějepiscetví a literatuře. Je otcem empirismu a experimentální metody. Ve svém díle *Novum Organum* napsal, že všechny naše znalosti k nám proudí formou objektů v přírodě, a my vlastnime jenom schopnosti k interpretaci těchto objektů. Podle Bacona jsou naše vědecké teorie konstruované způsobem, kterým vidíme objekty, jsme tedy odsouzeni jen k hypotézám. V roce 1597 pronesl slavnou větu *Scientia potestas est*, která se dá se přeložit jako „vědění je moc“ či „vědění je síla“, kterou podtrhl hodnotu vědeckého výzkumu a jeho potenciálně rostoucí význam pro rozvoj lidské společnosti. Též vymyslel šifru k zabezpečení diplomatické korespondence a zabýval se schématem univerzálního jazyka.

John David Barrow

John David Barrow (narozen 29. listopadu 1952 Londýně), Fellow of the Royal Society (člen Royal Society of London for the Improvement of Natural Knowledge) je britský kosmolog, teoretický fyzik a matematik, v současné době profesor matematických věd v Cambridge. Jako známý popularizátor vědy přednášel pro veřejnost v sídle britského premiéra na Downing Street i ve Vatikánu. Za svou divadelní hru *Infinities* (premiéra v Miláně roku 2002) získal italskou divadelní cenu Premi Ubu. V roce 2006 byl vyznamenán Templetonovou cenou za „pokrok ve výzkumu a objevy týkající se duchovních skutečností“ a za dílo „o vztahu mezi podmínkami života a Vesmírem a podstatě našeho porozumění, jež vytvořilo nové pohledy na otázky týkající se vědy a náboženství“. Je členem Sjednocené reformované církve (United Reformed Church), jež – podle Barrowových slov – učí tradiční deistický obraz vesmíru.

Ludwig von Bertalanffy

Karl Ludwig von Bertalanffy (19. září 1901 Vídeň – 12. června 1972 New York) byl původem rakouský biolog známý jako zakladatel teorie systémů. Postupně působil jako profesor na univerzitách ve Vídni, Londýně, Montrealu a několika univerzitách v USA. V roce 1934 publikoval model individuálního růstu, který se v řadě obměn používá v biologických modelech dodnes.

René Descartes

René Descartes (latinsky *Renatus Cartesius*) (31. března 1596 – 11. února 1650) byl francouzský filozof, matematik a fyzik. Je známý vynálezem číselné reprezentace geometrických objektů – kartézského systému souřadnic.

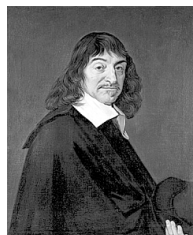
Svou filozofickou argumentaci založil na matematických principech a metodách. Přispěl k vývoji matematiky jako jeden ze zakladatelů analytické geometrie a optiky objevem zákona lomu paprsků. Descartesův hluboký vliv lze vystopovat v dílech racionalistů, empiriků a materialistů, kteří sice odmítli jeho teorie, ale poučili se z jeho racionální důkladnosti.

Descartes byl vzdělán jezuiti, poté studoval práva. Od roku 1617 byl vojákem, zprvu v armádě Mořice Oranžského, od roku 1619 bavorského

kurfiřta Maxmiliána, údajně bojoval i v bitvě na Bílé hoře (na straně Habsburků). Po několika letech putování strávil jistý čas v Paříži, nakonec se usadil v Nizozemí, kde prožil 20 let (1629-1649), dokončil zde svá *Pravidla pro řízení ducha*. Potom vytvořil díla, která ho proslavila: *Rozprava o metodě* (1637), *Úvahy o první filozofii* (1641) a *Principy filozofie* (1644). Kvůli svým názorům byl pronásledován teology, proto nakonec přijal pozvání královny Kristiny a našel útočiště ve Švédsku, kde zemřel.

Základní téma Descartových myšlenek je podobné jako sv. Augustina: Bůh a duše. Pro toto zkoumání však používá specifickou metodu – všechny myšlenky získává dedukcí z nejjednodušších základních pojmů.

„Má-li být všechno poznání odvozeno z nejjednodušších principů, musím si napřed zjednat jistotu o nepochybnosti svého východiska. Co je však jisté? Abych mohl bezpečně postupovat kupředu, nebudu zprvu pokládat za jisté nic. Budu pochybovat o všem, abych zjistil, co ob stojí před touto radikální pochybností. Pochybovat musím nejen o všem, co jsem se naučil ve školách, z knih anebo stykem s lidmi, nýbrž i o tom, zda tento svět, který mne obklopuje, skutečně existuje, anebo je pouhým výmyslem, a zda jej vnímám takový, jaký je – vždyť vím, že člověk je často obětí mnohých smyslových klamů. A pochybovat musím rovněž o tom, co se zdá být vůbec nejjistější, o principech matematiky, protože je možné, že náš lidský rozum nedostačuje k poznání pravdy a trvale nás uvádí v omyl.“



Obr. B.6: René Descartes na portrétu Franse Halse

Hledal, zda nalezne nějakou jistotu. Známa věta – „Myslím, tedy jsem“ (celý citát zní „Pochybuji, tedy myslím, myslím, tedy jsem“, latinsky „*Dubito ergo cogito, cogito ergo sum*“) – je první neotřesitelná jistota v radikálním pochybování. Vše by mohl být klam, může se zpochybnit všechno, jen ne to, že právě teď, v tento okamžik, pochybuje. Descartes rozlišuje Boha jakožto nekonečnou a nestvořenou substanci, dále nalézá dvě substance stvořené: nemyslicí tělesnou substanci s hlavním atributem rozprostraněnosti (*res extensa*) – svět těles, a nerozprostraněnou duchovní substanci s atributem myšlení (*res cogitans*) – neprostorový a netělesný duch, myšlení. Je v tomto smyslu zastáncem dualismu.

Rozlehlost i myšlení, tělo i duch jsou v člověku svázány, ale jak mohou obě substance působit v jedné bytosti v těsném spojení, a dokonce na sebe působit, nedovede odpovědět. Na tyto otázky pak navázali Descartovi následovníci (Leibniz, Spinoza, okkasionalisté a další)

Clinton Richard Dawkins

Clinton Richard Dawkins narozený 26. března 1941 v Nairobi je britský zoolog, etolog a biolog, profesor na univerzitě v Oxfordu. V širší veřejnosti má vliv jako popularizátor evoluční teorie a sociobiologie.

Do Velké Británie se s rodiči přestěhoval jako osmiletý. Ukončil Oundle School v hrabství Northampton a pokračoval studiem zoologie na Balliol College v Oxfordu, kde byl žákem nositele Nobelovy ceny etologa Nico Tinbergena. V letech 1967–1969 působil jako asistent na Kalifornské univerzitě v Berkeley.

Pozornost světové veřejnosti upoutal v roce 1976 knihou *Sobecký gen* (česky [11]). Jím částečně vytvořená a částečně popularizovaná teorie sobeckého genu se rychle rozšířila a stala se součástí širokého povědomí. Dawkins dokazuje, že základní evoluční jednotkou jsou geny, které – ač samy pasivní – vyvolávají složité reakce vedoucí až ke vzniku složitých biologických strojů pro zachování a šíření genu, mezi které patří i člověk.

Právě teorie sobeckého genu vedla Dawkinse k proklamaci kontroverzní teorie memetické. Podle ní se podobně jako geny replikují i informační řetězce, které pojmenoval mem. Počáteční nadšení touto teorií opadlo koncem devadesátých let dvacátého století kvůli těžké definovatelnosti pojmů. V současnosti je memetika vnímána jako metafora na hraně vědy a poezie, značná část jejího slovníku však vstoupila v běžné užívání. V roce 1982 potvrdil svou pozici na světovém intelektuálním fóru bestsellerem „The Extended Phenotype“ (Rozšířený fenotyp). Jeho zapálení pro věc mu vyneslo přezdívku Darwinův rotvajler po vzoru přezdívky Thomase Huxleye Darwinův buldok.

Dawkins je často laickou i odbornou veřejností vnímán jako kontroverzní osobnost pro svůj manifestovaný ateismus. Ostře vystupuje proti náboženství, ve kterém spatřuje analogii počítačového viru šířícího se mezi lidskými mozky, jak popisuje ve svém esejí *Viruses of the Mind*



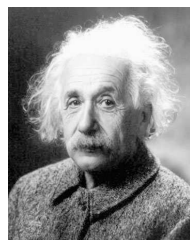
Obr. B.7: Richard Dawkins v březnu 2005

(Virus myslí) z roku 1991, v knize „The God Delusion“ (Bůh je halucinace) vyzývá k radikálnějšímu postoji ateistů vůči náboženstvím.

Dawkins je nositelem čestných doktorátů na univerzitách ve Westminsteru, Durhamu a Hullu. Další obdržel na Open University, St. Andrew University, a Australian National University. V roce 1997 byl zvolen členem Královské literární společnosti a o tři roky později Královské přírodovědecké společnosti. Je viceprezidentem Britské humanistické asociace a čestným patronem Trinity College University Philosophical Society.

Albert Einstein

Albert Einstein (14. března 1879 Ulm – 18. dubna 1955 Princeton) byl teoretický fyzik, jeden z nejvýznamnějších vědců všech dob. Často je označován za největšího vědce 20. století, případně spolu s Newtonem za nejvýznamnějšího fyzika vůbec. Mezi jeho příspěvky fyzice patří speciální teorie relativity (1905), myšlenka kvantování elektromagnetického pole a vysvětlení fotoefektu (1905), vysvětlení Brownova pohybu (1905) a snad nejvíce obecná teorie relativity (1915), která ze známých teorií dodnes nejlépe popisuje vesmír ve velkých měřítkách.



Obr. B.8: Albert Einstein v roce 1947

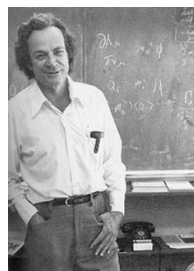
Einstein se podílel i na rozvoji statistické fyziky a kvantové statistiky (Boseho-Einsteinovo rozdělení), na diskusi o interpretaci kvantové mechaniky (diskuse s Bohrem, EPR paradox), s Leó Szilárdem objevili nový typ chladničky. V roce 1921 byl oceněn Nobelovou cenou za fyziku „za vysvětlení fotoefektu a zásluhy o teoretickou fyziku“, nicméně většina fyziků se domnívá, že Nobelovu cenu by si zasloužil každý z Einsteinových článků z roku 1905 a v první řadě obecná teorie relativity. Po experimentálním potvrzení obecné teorie relativity se ve 20-tých letech 20. století stal známým po celém světě, což byl a dosud je pro vědce nevídaný úspěch. V pozdějších letech jeho sláva zastínila ostatní vědce a Einstein se stal synonymem pro člověka s velmi vysokou inteligencí – génia, v roce 1999 ho časopis Time vybral jako Osobnost století. Jeho popularita vedla k používání jeho jména v reklamách a obchodu a dokonce i k registraci obchodní známky Albert Einstein. Na jeho počest

byla pojmenována fotochemická jednotka einstein, chemický prvek einsteinium a planetka 2001 Einstein.

Einsteinův náboženský názor je většinou považován za deistický: „věřil v Boha, který se mu zjevuje v harmonii všeho, co existuje, ne v Boha, který řídí osud a činy lidí“ a chtěl „vědět, jak Bůh stvořil svět“. Poté, co byl tázán na náboženské otázky Martinem Buberem, Einstein zvolal „My fyzikové se jen snažíme obtáhnout čáry, které nakreslil On.“ Svou víru pak shrnul slovy: „Mé náboženství sestává z pokorného obdivu neomezeného vyššího ducha, který se odhaluje jako drobné detaily, které jsme schopni postřehnout svou chatrnou a vetchou myslí.“

Richard Phillips Feynman

Richard Phillips Feynman [Ričrd Filips Fejnman] (11. května 1918 – 15. února 1988) patřil k největším fyzikům 20. století. Studoval Massachusettský technologický institut (MIT), doktorát složil na univerzitě v Princetonu. Během druhé světové války pracoval na vývoji jaderné bomby (projekt Manhattan). Po skončení války pracoval krátce na Cornellově univerzitě a od roku 1951 až do své smrti působil v Kalifornském technickém institutu (Caltech). V roce 1965



Obr. B.9: Richard Phillips Feynman

mu byla spolu s Sin-Itiro Tomonagou a Julianem Schwingerem udělena Nobelova cena za „za zásadní práci na kvantové elektrodynamice s hlubokými důsledky pro fyziku elementárních částic“. Vypracoval techniku popisu reakcí elementárních částic, tzv. Feynmanovy diagramy. Velmi významná byla i jeho pedagogická činnost, dodnes jsou pro přehlednost a názornost vysoce ceněné a používané jeho sbírky přednášek a další knihy.

Feynman proslul i svými dalšími zájmy – přispěl k rozvoji galvanizačních technik, zabýval se změněnými stavy vědomí (patrně šlo o lucidní snění), molekulární biologii a luštěním mayských astronomických tabulek, ale v těchto oborech nic zásadního nepublikoval. Ve volném čase maloval ženské akty a hrál na bonga (jednou se dokonce zúčastnil karnevalu v Rio de Janeiro jako hráč na bubínek frigideira spolu s místními hudebníky). Po delším váhání se zúčastnil jako člen vyšetřovací komise zkoumání katastrofy raketoplánu Challenger, kde nejen přispěl k objas-

nění jejich příčin, ale poukázal i na další systémové chyby ve vedení tohoto projektu.

Paul Karl Feyerabend

Paul Karl Feyerabend (13. ledna 1924 – 11. února 1994) byl původem rakouský filozof vědy. Narodil se ve Vídni, kde také navštěvoval základní a střední školu, již v této době se zajímal o četbu, divadlo a zpěv. Po dokončení střední školy v dubnu 1942 byl odvelen do Pracovní fronty (Arbeitsdienst); monotónní práce ho ale nebavila, proto se přihlásil do armády do školy pro důstojníky a od prosince 1943 sloužil jako důstojník v severním úseku Východní fronty, kde dokonce získal Železný kříž a byl povýšen na poručíka. Při ústupu byl zasažen třemi kulkami, z nichž jedna poranila páteř. Po zbytek války se z tohoto zranění zotavoval a musel až do smrti chodit o holi.

Vrátil se do Vídně, kde studoval historii a sociologii. Studium ho neuspokojovalo, proto přestoupil na studium fyziky, kde se setkal s Felixem Ehrenhaftem, fyzikem, jehož experimenty ovlivnily Feyerabenda v jeho pohledu na podstatu vědy. Poté se orientoval na filozofii, v níž obhájil diplomovou práci. V roce 1948 na mezinárodním letním semináři Rakouské sociologické společnosti v Alpbachu potkal Karla Poppera, který měl velký vliv na jeho pozdější práce a stal se i jeho školitelem a London School of Economics.

Po návratu do Vídně přeložil do němčiny Popperovo dílo „Otevřená společnost a její nepřítel“, v roce 1955 získal své první akademické místo na Bristolské univerzitě, kde přednášel o filozofii vědy. Později během života působil také v Berkeley, Aucklandu, Sussexu, na Yale, v Londýně a Berlíně. Během této doby rozvinul své kritické pohledy na vědu, které později nazval „anarchistické“ nebo „dadaistické“, aby ilustroval svůj nesouhlas s dogmatickým užíváním pravidel. Společně s dalším Popperovým studentem Imre Lakatosem plánovali napsat dialog s názvem „Rozprava proti metodě“, kde by Lakatos zastával racionální hledisko při pohledu na vědu a Feyerabend by je zpochybňoval. Po nečekané Lakatosově smrti Feyerabend publikaci kritickou k tehdejšímu filozofickému pohledu na vědu skutečně napsal. Vyvolala mnoho negativních reakcí po nichž Feyerabend upadl do dlouholetých depresí, pokračoval však v hájení svých kontroverzních filozofických pozic, dále



Obr. B.10: Paul Karl Feyerabend při jízdě ve vlaku

přednášel na Berkeley a později také v Kasselu a Curychu. Zemřel v roce 1994 na komplikace způsobené mozkovým nádorem.

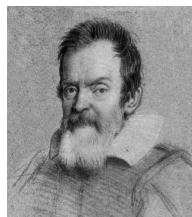
Galileo Galilei

Galileo Galilei (15. února 1564 Pisa – 8. ledna 1642 Arcetri) byl toskánský astronom, filozof a fyzik těsně spjatý s vědeckou revolucí. Mezi jeho úspěchy řadíme vylepšení dalekohledu, rozmanitá astronomická pozorování, nalezení prvního z Newtonových zákonů pohybu a účinnou podporu Koperníka. Často je uváděn jako „otec moderní astronomie“, „otec moderní fyziky“ a dokonce „otec vědy“. Jeho experimentální činnost je obecně považována za důležitý doplněk spisů Francise Bacona, jimiž byla založena moderní vědecká metoda. Jeho dílo je považováno za nejvýznamnější průlom od dob Aristotelových, jeho konflikt s římskokatolickou církví je zvláště vědou v západní společnosti považován za nejvýznamnější příklad počátečního konfliktu náboženství a svobodného myšlení.

Navštěvoval Universitu v Pise, byl však z finančních důvodů nucen „vyločen.“ Nicméně v roce 1589 mu byla nabídnuta pozice na fakultě, kde vyučoval matematiku. Nedlouho poté se přestěhoval na Universitu v Padově, na jejíž fakultě sloužil podle potřeby jako učitel geometrie, mechaniky a astronomie až do roku 1610. V této době učinil mnoho významných objevů.

Galileo byl průkopníkem v užívání kvantitativních experimentů, jejichž výsledky matematicky analyzoval. Tyto metody neměly v té době v evropském myšlení žádnou tradici; největší experimentátor předcházející Galileovi, William Gilbert, kvantitativní postupy nepoužíval, Galileův otec Vincenzo Galilei však prováděl experimenty, ve kterých objevil asi nejstarší známý nelineární fyzikální vztah mezi napětím, frekvencí a délkou natažené struny. Galileo přispěl k odmítnutí slepé důvěry k autoritám (např. církvi) nebo jiným myslitelům (jako Aristotelovi) ve věcech vědy a k oddělení vědy od filozofie a náboženství. V tomto smyslu bývá někdy označován za „otce vědy“.

Galileo byl vrocím katolíkem, jeho spisy o koperníkovském heliocentrismu však pobouřily některé představitele katolické církve, kteří



Obr. B.11: Galileo Galilei

věřili v geocentrický model sluneční soustavy a argumentovali, že heliocentrismus je v přímém rozporu s Bibli, přinejmenším s její interpretací církevními Otcí, a s vysoce ceněnými starými spisy Aristotela a Platóna. Galileo nevyraznějším protivníkem byl kardinál Bellarmino, muž svědomitý, upřímný a vzdělaný, ale zaujatý budováním vědy v souladu s Písmem. V roce 1616 varovala inkvizice Galilea, aby neschvaloval ani nebránil hypotézu obsaženou v Koperníkově spisu O obězích sfér nebeských (*De revolutionibus orbium coelestium*), a že nemá heliocentrickou teorii „učit žádným způsobem“. Když v roce 1623 zemřel papež Řehoř XV. a jeho nástupcem Urbanem VIII. se stal Galileův blízký přítel Maffeo Barberini, dal nový papež Galileovi vágní svolení ignorovat zákaz a napsat knihu o svých názorech, i když stále nesměl otevřeně heliocentrickou teorii podporovat. Galileo souhlasil a napsal své mistrovské dílo, Dialogy o dvou největších systémech světa (*Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, zkráceně Dialogy). Zaměřil se na argumentaci mezi dvěma intelektuály (jedním „geocentrikem“, druhým „heliocentrikem“) a neutrálním laikem. Ačkoliv byla kniha prezentována z hlediska pohledu církve, heliocentrické argumenty často dominovaly a na konci přesvědčily i neutrálního účastníka sporu.

Dialogy byly publikovány v roce 1632 se souhlasem katolických cenzorů, z církevního tábora se však vzedmul hněv. Navzdory trvání na tom, že jeho práce v této oblasti byla čistě teoretická, navzdory jeho přesnému dodržování církevního protokolu pro publikování prací (což zahrnovalo prvotní prozkoumání církevními cenzory a následnou žádost) a navzdory jeho těsnému přátelství s papežem, byl Galileo roku 1633 předvolán před tribunál římské inkvizice. Ta zamítla počáteční Galileovy prosby odložit nebo přeložit proces pro jeho podlomené zdraví. Na zasedání pod předsednictvím papeže Urbana VIII. se inkvizice rozhodla donutit Galilea předstoupit před inkviziční tribunál. Formální výslech začal 12. dubna 1633, Galileo byl držen osmnáct dní v místnosti inkvizičního úřadu. V této době jej několikrát navštívil hlavní komisař inkvizice Vincenzo (později kardinál) Maculano a nabízel mu dohodu o přiznání se k vině, přesvědčoval Galilea, aby uznal, že při psaní knihy zašel příliš daleko. Při druhém slyšení 30. dubna Galileo uznal, že pochybil při psaní této knihy, kvůli svým marnivým ambicím, nepochopení a nepozornosti. 10. května odevzdal svoji psanou obhajobu, ve které se brání proti obvinění z porušování církevního příkazu, uznává, že pochybil pý-

chou při psaní své knihy, a prosí o prominutí trestu kvůli svému věku a podlomenému zdraví.

Dne 22. června 1633 se konalo závěrečné slyšení. Galileo, jemuž bylo tehdy 69 let, žádal o slitování s poukazem na svůj „politováníhodný stav tělesné indispozice.“ Po vyhrožování mučením, vězněním a smrtí na hranici donutil demonstrační proces Galilea „odvolat, zatratit a zošklivit si“ svou práci a slíbit, že odsoudí jiné, kteří budou zastávat jeho předchozí pohled. Galileo udělal vše, co po něm církev žádala, byl potrestán „pouze“ doživotním vězením.

Známa historka, podle níž Galileo, když se po odvolání zvedl z kolien, řekl „Přece se pohybuje!“ (*Eppur si muove!*) nemůže být pravdivá, Galileo by se nevyhnul osudu Giordana Bruna. Pravděpodobně pochází z měsíců bezprostředně následujících po jeho odsouzení, kdy Galileo bydlel u arcibiskupa Ascania Piccolominiho ze Sieny, vzdělaného muže a sympatizujícího hostitele, před nímž patrně takovou poznámku proměnil.

Galileo byl odsouzen k žaláři, pro jeho vysoký věk (a nebo kvůli církevní politice) byl rozsudek změněn na domácí vězení v jeho vilách v Arcetri a ve Florencii. Pro bolestivou kýlu žádal o dovolení poradit se s lékařem ve Florencii, což bylo v Římě odmítnuto a byl varován, že podobné žádosti mohou vést k uvěznění. V domácím vězení byl nucen pravidelně recitovat kající žalmy a odmítat návštěvy, nicméně bylo mu dovoleno pokračovat v méně kontroverzních výzkumech a zákaz sociálních kontaktů nebyl uplatňován tak přísně. Jeho Dialogy byly umístěny na *Index librorum prohibitorum*, oficiální seznam zakázaných knih, kde zůstal až do roku 1822. Již zcela slepý, pokračoval v učení a psaní. Zemřel zcela slepý ve své vile v Arcetri severně od Florencie.

V roce 1992, 359 let po Galileově procesu, vydal papež Jan Pavel II. omluvu, v níž ruší výnos inkvizice proti Galileovi: „Galileo pocítoval ve svých vědeckých výzkumech přítomnost Stvořitele, který podnítl hloubku jeho ducha, povzbuzoval ho, předesílal a podporoval jeho intuice.“ Dále se o něm vyjadřuje, že „... Galileo, upřímný věřící, se ukázal z tohoto pohledu popisem vědeckých a biblických pravd mnohem citlivější než teologové, kteří stáli proti němu.“

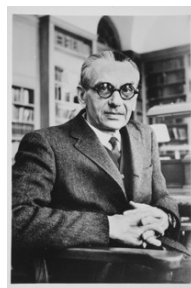
Některé výroky připisované Galileovi:

- Všechny pravdy je snadné pochopit poté, co jsou objeveny. Potíží je v tom je objevit.

- Necítím se vázán věřit, že tentýž Bůh, který nás obdařil smysly, rozumem a inteligencí, by chtěl, abychom jich nevyužili.
- Nikdy jsem nepotkal nikoho tak hloupého, abych se od něj něčemu nepřiučil.
- Kdybys mohl spatřit Zemi osvětlenou z místa tmavého jako noc, vypadala by nádherněji než Měsíc.
- Ve vědeckých otázkách nemá autorita tisícovky stejnou hodnotu jako pokorné bádání jednotlivce.
- Filozofie je zapsána do této veliké knihy, tj. vesmíru, který je neustále vystaven našemu pohledu, ale nemůže být pochopen, pokud se nejprve nenaučíme jeho jazyku, v němž je zapsán. Jeho jazykem je jazyk matematiky a jeho znaky jsou trojúhelníky, kruhy a další geometrické obrazce, bez nichž by nebylo možno sestavit byť jediné slovo. Bez těchto znaků a slov člověk vesmírem bloudí jako temným labyrintem.
- Bible nám říká, jak se dostat do nebe, nikoli jak se nebe pohybuje.
- Víno je „světlo spojené kapalinou“.
- Nikoho nic nemůžeš naučit, můžeš mu pouze pomoci, aby to sám našel.

Kurt Gödel

Kurt Gödel (28. dubna 1906 Brno – 14. ledna 1978 Princeton) byl matematik a filozof, možná největší logik 20. století. Po rozpadu Rakouska-Uherska v roce 1918 se nakrátko stal i československým občanem, ve 23 letech získal občanství rakouské. Po nástupu nacismu v Německu a anexi Rakouska byl nucen emigrovat a od roku 1940 působil v USA, kde ve 42 letech získal i americké státní občanství. Na princetonském Institutu pro pokročilá studia (Institute for Advanced Study) působil společně s Albertem Einsteinem, s nímž se úzce spřátelil.



Obr. B.12: Kurt Gödel

Jeho hlavní práce zapadají do oblasti obecných vlastností logických systémů a jejich formalizace, z filozofického hlediska je s jeho jménem spojen důkaz nemožnosti úplné formalizace vědeckého poznání. Jádro

tvoří Gödelova věta o neúplnosti, která říká, že každý axiomatický systém, který je dostatečně silný na to, aby popsal aritmetiku celých čísel, obsahuje věty, které jsou formálně správné, ale nemohou být za pomoci axiomů daného systému dokázány ani vyvráceny. Tuto práci publikoval Kurt Gödel ve svých 25 letech, kdy působil na Vídeňské universitě.

Jako člověk byl Gödel plachý, uzavřený do sebe až výstřední. V polovině léta nosíval teplé zimní oblečení. V polovině zimy nechával všechna okna svého domu otevřená. Byl často nemocný a lékaři mu předepsali zvláštní dietu a lékařský režim, které však Gödel často ignoroval nebo udělal pravý opak. To mu způsobilo další nemoci. V roce 1940 trpěl krvácejícím vředem, avšak díky své nedůvěře k lékařům pozdržel léčbu; hrozila mu smrt a byl zachráněn transfuzí krve. Mezi jeho bludy byla i domněnka, že se ho neznámí zločinci pokouší zabít otrávením jídla, proto jedl pouze jídlo uvařené jeho ženou. V roce 1977 už jeho žena Adele kvůli své nemoci nemohla manželovi vařit a Gödel díky své paranoie odmítl jíst. Zemřel vyhladověním v princetonské nemocnici v roce 1978; vážil pouhých 29,5 kilogramu.

Georg Wilhelm Friedrich Hegel

Georg Wilhelm Friedrich Hegel (27. srpna 1770 Stuttgart – 14. listopadu 1831 Berlín) byl významný filozof, představitel německého idealismu. Studoval filozofii a teologii v Tübingen se svými přáteli, filozofem Schellingem a básníkem Hölderlinem. Roku 1801 se habilitoval spisem o astronomii v Jeně, kde pak přednášel filozofii. Když roku 1806 porazil Napoleon pruskou armádu u Jeny, Hegel právě dokončoval své nejslavnější dílo *Fenomenologii ducha*, roku 1808 se stal rektorem norimberského gymnázia. Zde dokončil své druhé velké dílo, třísvazkovou *Vědu o logice*. Ta mu vynesla povolání na katedru filozofie v Heidelbergu, kde napsal *Encyklopedii filozofických věd*. Roku 1818 byl povolán do Berlína, kde se těšil nesmírné vážnosti a vlivu. I když jeho přednes nebyl dokonalý a v řeči často zadržoval, navštěvovali jeho přednášky i přední činitelé státu. V roce 1821 vyšly jeho *Základy filozofie práva* a potom ještě přepracovaná vydání *Encyklopedie a Logiky*. Řadu přednášek o filozofii dějin a náboženství, o estetice a dějinách fi-



Obr. B.13: Georg Wilhelm Friedrich Hegel

lozofie vydali jeho žáci až po Hegelově smrti, vydání sebraných spisů z roku 1990 má 20 svazků. Hegelovo myšlení navazuje na Kanta a reaguje na začínající romantismus. Vrcholí v něm německý idealismus, systematická snaha o racionální vyjádření i těch nejméně přístupných stránek skutečnosti jakožto projevu ducha. Ani pro Hegela není filozofie jen poznáním či vědou, nýbrž „pravá potřeba filozofie nemíří patrně k ničemu jinému než naučit se žít“.

Hegelův svět představuje nekonečnou souvislost, plnou napětí, protikladů a změn. „Pravdivý je celek. Celek se však dovršuje jen ve vývoji. O absolutnu je třeba říci, že je bytostně výsledkem, že je teprve na konci tím, čím ve skutečnosti jest.“ I lidské vědomí vzniká tak, že se naivní vědomí dítěte („bytí o sobě“ čili these) nejprve musí obrátit ke druhému („bytí pro druhé“ čili antithese) a teprve v (reflexivním) návratu k sobě může být nejenom „o sobě“, ale také „pro sebe“ lidskou osobou. To je jádro Hegelovy dialektiky i dalších klíčových pojmů „Ducha“ a „svobody“. Pro lidskou osobu a její vztahy, např. v rodině, má Hegel daleko větší pochopení než kdokoli z jeho předchůdců. V navázání na křesťanskou myšlenku dějin spásy chápe Hegel svět jako jedno nesmírné a dramatické dějství, v němž se Duch – oklikou a díky „práci záporná“ – nakonec vrací sám k sobě. Téma dějin, neustálé a nevratné proměny světa je jedním z hlavních a trvalých přínosů Hegelovy filozofie, který postupně proměnil i všechny vědy – od historie po biologii.

David Hilbert

David Hilbert (23. ledna 1862 Wehlau (dnes Znamensk) – 14. února 1943 Göttingen) byl jeden z největších matematiků 20. století. Vystudoval gymnázium a poté univerzitu v Kaliningradu (Königsberg), kde pod vedením Ferdinanda von Lindemanna získal v roce 1885 doktorát.

Již od gymnaziálních let byl blízkým přítelem svého univerzitního spolužáka Hermanna Minkowského, v pozdějších letech se ve svých pracích vzájemně ovlivňovali. V červnu roku 1886 se stal soukromým docentem v Königsbergu, v roce 1892 mimořádným profesorem, v roce 1893 pak řádným profesorem po Lindemanovi. V roce 1895 odešel na post vedoucího katedry Univerzity v Göttingenu, kde aktivně působil až do roku



Obr. B.14: David Hilbert v roce 1912

1930. V roce 1925 těžce onemocněl, sice se uzdravil, ale k plné tvůrčí aktivitě se přece jenom nevrátil. Na svůj náhrobní kámen si nechal vytesat *Wir müssen wissen, wir werden wissen* (*Musíme vědět, budeme vědět*).

Stál u zrodu řady fundamentálních myšlenek v algebře, teorii čísel, matematické analýze (se vztahem k fyzice a moderní funkcionální analýze), stál u vybudování axiomatického základu geometrie. Dokladem jeho ve své době dominantního postavení bylo vytýčení problémů, jež určovaly velkou část matematického výzkumu po celé 20. století. Formuloval je v roce 1900 ve své přednášce Problémy matematiky na 2. mezinárodním kongresu matematiků v Paříži; dnes je většina z nich vyřešena. Spolu se svými studenty se významně podílel na budování matematického aparátu teorie relativity a kvantové teorie (i když Einstein sám pociťoval určitou hořkost nad tím, že Hilbert zveřejnil základní rovnice obecné teorie relativity doslova pár dnů před ním a vzhledem k jejich předcházejícím kontaktům Hilberta podezříval z využití jeho vlastních myšlenek).

V roce 1920 navrhl výzkumný projekt z oblasti tzv. metamatematiky, tzv. Hilbertův program, v němž požadoval, aby matematika byla formulována na pevném a kompletně logickém základě. Předpokládal, že veškerá matematika by měla být vyvoditelná z konečného počtu správně zvolených konzistentních axiomů. Nesplnitelnost takového úkolu dokázal Kurt Gödel svou větou o neúplnosti.

David Hume

David Hume [deju:d hju:m] (26. dubna 1711 Edinburgh – 25. srpna 1776 Edinburgh) je považován za jednoho z největších anglicky píšících filozofů 18. století, domyšlením některých důsledků teorie poznání známé jako empirismus poukázal na jeho nedostatky. Hume je známý svou kritikou kategorie kauzality jako něčeho, co by bylo ve věcech (na základě v podstatě fenomenologické analýzy ukázal, že pojem kauzality, stejně jako např. pojem substance, vzniká v člověku opakováním sledu či výskytu určitých vjemů). Další oblastí kritiky je u Huma pojetí poznání jako indukce. Hume deklarující se jako tvrdošíjný ateista proslul také svým principem přístupu k tzv. zázrakům (tj. svědectvím o porušení přírodních zákonů), tzv. Humeovou břitvou, – právě tím, že se „zázrak“ definuje jako porušení přírodního zákona, jehož fungování je ale v souladu se vši lidskou zkušeností, je zázrak něčím nemožným

přímo „z definice“. Hume odmítá i deismus – podle něj nelze na nějakého Boha-Tvůrce usuzovat ze světa, tj. z „výtvoru“.

Ve dvaceti šesti letech napsal během víceletého pobytu ve Francii své základní dílo *Pojednání o lidské přirozenosti* (vyšlo tiskem v Londýně roku 1740). Dvakrát se Hume ucházel o akademické místo, ale marně. Přijal tedy místo knihovníka v Edinburghu. Toto zaměstnání pro něj bylo podnětem k sepsání díla *Dějiny Anglie*, které jej proslavilo a přineslo mu i hmotný blahobyt. Jeho další život byl bohatý na úspěchy a vnější pocty, závěr prožil v kruhu svých oddaných přátel.



Obr. B.15: David Hume na portrétu Allana Ramseye z roku 1766 (Scottish National Portrait Gallery)

Edmund Husserl

Edmund Husserl (8. dubna 1859 Prostějov – 27. dubna 1938 Freiburg im Breisgau) byl německý filozof a zakladatel moderní fenomenologie. Husserl se původně věnoval matematickým problémům teorie čísel, od nichž přešel nejprve k logice a poté rozvinul zcela nový filozofický systém. Mezi jeho žáky patří filozofové Martin Heidegger, Jan Patočka, Eugen Fink, Edith Steinová a jiní. Na jeho myšlenkový vývoj měl vliv Franz Brentano tzv. psychologismem, který požadoval postavit filozofii na vědecký základ. Tuto metodu však Husserl nakonec odmítl a inspirován pražským německým filozofem Bernardem Bolzanem zastával názor, že obsahy našeho myšlení nelze redukovat na výsledky psychických procesů nebo logických postupů. Husserlovo učení se dá shrnout do tří hlavních myšlenek:



Obr. B.16: Edmund Husserl

- Filozofie nemá žádný vztah ani ke světu, který nás obklopuje, ani k vědám, které tento svět zkoumají; předmětem filozofie jsou fenomény vědomí, které musí být chápány jako jediné a bezprostředně dané.
- Tyto fenomény nesmíme chápat jako psychologické jevy, nýbrž jako jakési absolutní substance, mající všeobecnou platnost a exis-

tující nezávisle na individuálním vědomí, ale zároveň se nacházející v tomto vědomí.

- Uvedené substance poznáváme nikoli prostřednictvím absolutní činnosti rozumu, ale bezprostředně je prožíváme a pak je popisujeme tak, jak jsou nazírány v aktu intuice. Husserl vystoupil i s požadavky, aby se filozofie stala přísnou vědou a aby její poučky a teze měly vždy stejnou platnost jako zákony logiky nebo vědy matematiky. Zdůrazňoval nutnost odlišovat poznávací akt jako psychický proces, probíhající ve vědomí člověka od obsahu nebo smyslu tohoto aktu. Dokazoval, že zákony logiky jsou pravdivé zcela, nezávisle na oněch psychických pochodech, které probíhají ve vědomí lidí. Obsah a smysl pravdivého úsudku nezávisí na tom, co o tom říkají, nebo co si o tom myslí lidé. „Co je pravdivé je pravdivé samo o sobě, pravda je jen jedna, ať jí prosazují lidé nebo přízraky, andělé nebo bohové.“

Immanuel Kant

Immanuel Kant (22. dubna 1724 Královec – 12. února 1804 Královec) byl pruským filozofem, jenž je považován za jednoho z nejvýznamnějších evropských myslitelů, posledního z představitelů osvícenství, který ovlivnil pozdější romantické a idealistické filozofy 19. století.

Celý svůj život prožil Kant v Královci ve východním Prusku (Königsberg, dnes Kaliningrad). Od roku 1740 studoval ve svém rodném městě na univerzitě, kde se stal roku 1755 docentem a roku 1770 profesorem. Logiku a metafyziku přednášel do roku 1797. Syn pietistické křesťanky a řemenáře byl deformovaného těla a zastáncem tvrdé pruské disciplíny. Vypracoval si velmi striktní denní režim, který s minutovou přesností dodržoval. Jako přednášející privátní docent a profesor byl velmi vyhledáván – jeho přednášky prý byly momentálním filozofováním, o cizích zemích mluvil, jako by je skutečně navštívil, apod. Nikdy se neoženil, stal se velmi populárním nejen v Královci mezi studenty a obyvateli, ale i u pruského vladaře, se kterým si dokonce i neosobně dopisoval.



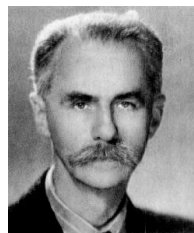
Obr. B.17: Immanuel Kant

Měl rád návštěvy, ale vždy jen ve vymezený čas pro ně jím určený, jako společník byl prý velice zábavný a bystrý.

Kant je známý především pro svůj transcendentální idealismus. Podle něj se člověk rodí s již vrozenými formami a koncepty zkušenosti světa, které by jinak nebylo možné poznat. Svět člověk poznává prostřednictvím smyslů a vrozených intuicí, a proto věc sama o sobě (*Ding an sich*) nemůže být poznána. Předměty našeho poznání vnímané našimi smysly jsou pouhými jevy. Kantova epistemologie se snažila vyřešit konflikt mezi racionalisty a empiristy. V úvodním výroku svého hlavního díla *Kritiky čistého rozumu* upozorňuje: „Ačkoli všechno naše poznání začíná zkušeností, neznamená to, že všechno povstává ze zkušenosti.“ Kant také věří, že člověk má spoléhat na svůj rozum. Lidé se podle něho již narodili se schopností řídit se univerzální povahou morálních zákonů, což také vyjadřuje ve svém známém výroku, že ho udivují jen dvě věci – „... hvězdné nebe nade mnou a mravní zákon ve mně...“. Svou „kritickou filozofii“ chápe jako kritiku myšlení vůbec za účelem vymítání pověr (Aberglaube), předsudků a nevázanosti nekontrolovatelného „filozofování“.

Tadeusz Kotarbiński

Tadeusz Kotarbiński (31. března 1886 Varšava – 3. 10. 1981 tamtéž), polský filozof a logik, profesor univerzit v Lodži a ve Varšavě, žák Kazimierze Twardowského, jedna z nejvýraznějších postav lvovsko-varšavské školy. Pracoval hlavně v oblasti metodologie, sémantiky, dějin logiky a praxeologie. Jeho hlavní dílo se nazývá *Elementy teorii poznania, logiky formalnej i metodologii nauk* (Základy teorie poznání, formální logiky a metodologie věd).



Obr. B.18: Tadeusz Kotarbiński

Thomas Samuel Kuhn

Thomas Samuel Kuhn (18. července 1922 – 17. června 1996) byl americký filozof, fyzik, teoretik vědy a vědeckého poznání, zabýval se dějinami vědy, astronomií, kvantovou teorií a její prehistorií. Narodil se roku jako syn průmyslníka v Cincinnati ve státě Ohio, studoval na Harvardu fyziku, ale už během studií se jeho zájem obrátil k historii vědy. Přednášel na katedře historie vědy na Harvardu, v Berkley,

Princetonu a od roku 1979 učil na Massachusettském technologickém institutu.

Kuhn byl jedním z nevlivnějších myslitelů druhé poloviny 20. století. Jeho dílo *Struktura vědeckých revolucí*, v níž novým způsobem definoval slovo paradigma, se stala vzorem pro další práci o autoritě, dějinách a filozofii vědy. V létě 1947 si při četbě Aristotela položil otázku, jak je možné, že takový velký myslitel se ve fyzikálních úvahách tak mýlil. Uvědomil si, že se Aristotelův text jako pomýlený jeví pouze tehdy, čte-li se jazykem newtonovské fyziky. Tuto zkušenost pak formuloval jako princip čtete-li nějakého velikého myslitele, soustřeďte se nejprve na zdánlivé nesmysly a ptejte se, jak mohl něco takového napsat. Podaří-li se vám nalézt odpověď a tato místa začnou dávat smysl, zjistíte ke svému údivu, že i ta místa, o nichž jste si předtím mysleli, že jim rozumíte, změnila svůj smysl.

Kuhn byl přesvědčen, že pokrok vědeckého poznání není přímočarý, ale že je čas od času přerušován zásadními zvraty – vědeckými revolucemi, při nichž dochází k přehodnocení samotných základů dosavadního vědění. Vědecké poznání tedy nesměřuje přímočaře k nějaké jediné Pravdě o světě, netýká se žádné „objektivní reality“ – nezávislé skutečnosti, všem společné, vždy zde již jsoucí. Věda, tak jako každá lidská činnost, má svůj kulturní, dějinný, instituční, sociální a psychologický rozměr. I vědecké poznatky jsou proto historicky podmíněné: vyjadřují ducha dané epochy, mění se s dobou i s okolnostmi. Klíčovým pojmem Kuhnova pojetí vývoje vědy je vědecké paradigma. Za paradigma považuje „obecně uznávané a vědecké výsledky, které v dané chvíli představují pro společenství odborníků model problémů a model jejich řešení“. Paradigma ovládá jistou vědeckou komunitu, častěji celý vědní obor a je určujícím prvkem při rozhodování, co by mělo být předmětem výzkumu a co ne, jaké metody lze s úspěchem použít, dokonce i jakého druhu musí být výzkumné výsledky. Podstata paradigmatu je většinou explicitně vyjevna v učebnicích, nebo v textech všeobecně uznávaných klasiků. Výzkum podléhající nějakému paradigmatu Kuhn nazývá „normální věda“. Poté se však objeví anomálie. Například proběhne pozorování, které není možné vysvětlit v pojmech současného paradigmatu, tehdy



Obr. B.19: Thomas Samuel Kuhn v roce 1986

dochází i k značně iracionálním pokusům, jak je zažitým představám přizpůsobit. Pokud ale nelze fakta na staré paradigma aplikovat, zažíváme změnu paradigmatu. Během období, kdy k tomu dochází a kdy anomálie vyvíjejí už příliš velký tlak na staré paradigma, probíhá krize, po níž následuje vědecká revoluce. Vědecké disciplíně pak už nedominuje staré paradigma, ale jej nahradí paradigma nové. Tento přechod od jednoho paradigmatu k jinému nazývá Kuhn vědeckou revolucí. Podle Kuhna je staré, nově získaným empirickým faktům odporující paradigma nahrazeno teprve tehdy, když je vyvinuto paradigma lepší.

Kuhnovo pojetí vědecké revoluce je neslučitelné s pojetím vědy jako poměrně kontinuálního procesu, který je jen čas od času narušován různě intenzivními momenty diskontinuity. Vědecká paradigma jsou, podle Kuhna, nesouměřitelná. Dvě paradigma podávají tak rozdílný pohled na svět, že neexistuje žádné vyšší hledisko, na jehož základě bychom tato paradigma mohli porovnávat. Změnu paradigmatu Kuhn objasňuje pomocí tvarové psychologie v duchu holistické koncepce, podle níž vnímáme objekty vždy jako celistvé tvary, nikoli jako souhrn jednotlivých částí. I při přechodu vnímání z jednoho tvaru ke druhému nedochází k pomalému kontinuálnímu přechodu, ale k náhlé, okamžité změně.

Gottfried Wilhelm Leibniz

Gottfried Wilhelm Leibniz (také Leibnitz) (1. června 1646 Lipsko – 14. listopadu 1716 Hannover) byl německý filozof, historik, právník, vědec, diplomat a matematik. V patnácti letech vstoupil na univerzitu, v sedmnácti se stal bakalářem a ve dvaceti doktorem. Doktorát získal na univerzitě v Altdorfu, protože v Lipsku nebyl pro své mládí k promoci připuštěn. Roku 1676 odešel Leibniz jako vévodský knihovník a dvorní rádce do Hannoveru, v roce 1700 byla z jeho podnětu založena Berlínská Akademie věd. Navázal rovněž kontakt s ruským carem Petrem Velikým, kterému přednesl dalekosáhlé plány na podporu věd a na kulturní výměnu mezi národy.

Základní pojem Leibnizovy filozofie je monáda. Navazuje na Reného Descarta, který soudil, že všechny přírodní jevy lze vyložit pojmů rozlehlosti a pohybu a že základem světa jsou dvě substance – materiální a duchovní. Naproti tomu Leibniz tvrdí, že pohyb je něco čistě relativního, závisí pouze na stanovisku pozorovatele, které těleso se jeví v pohybu

a které ne. Descartovo pojetí substancí kritizuje také z hlediska kontinuity a dělitelnosti. Matematický prostor je kontinuum a je nekonečně dělitelný. Kontinuum ve smyslu matematiky je ideální představa, nemá skutečné části. Skutečná látka není totožná s pouhou rozlehlostí, může sestávat jen z pravých částí a ty nemohou být libovolně dělitelné. Toto pojetí hmoty je velice podobné teoriím starověkých atomistů.

Leibniz spojuje mechanický pojem atomu s aristotelovským pojmem entelechie, oduševňující a formující síly, a dospívá tak ke svému pojmu monády (výraz vypůjčený od Giordana Bruna má pravděpodobně význam „jednota“); všechny monády spolu tvoří harmonický celek světa. Protože jsou monády uzavřené a vzájemně se neovlivňují, stál Leibniz před problémem, jak vysvětlit, že představy, z nichž se monády vyvinuly, mezi sebou souhlasí do té míry, že např. my lidé se nacházíme ve společném světě a že se v myšlení a jednání v tomto světě dokážeme orientovat. Takovou shodu lze podle něj vysvětlit jen prazáklaudem, z něhož všechny monády pocházejí – z Boha. Bůh od počátku každou ze substancí vytvořil tak, že každá z nich zůstává v souladu s druhou tak, jako by docházelo k vzájemnému vlivu anebo jako by Bůh vždy znovu zasahoval.

Leibniz byl přesvědčen, že Bůh stvořil náš svět jako „nejlepší ze všech možných světů“, což plyne přímo z představy Boha. Otázkou však (nejen pro něj) zůstává, jak je ale potom možné, že v tomto nejdokonalejším ze všech možných světů je tolik utrpení, nedokonalosti a hříchu: *Si Deus est, unde malum? Si non est, unde bonum?* (Jestliže je Bůh, odkud je zlo? Jestliže není, odkud je dobro?)

James Ephraim Lovelock

James Ephraim Lovelock (narozen 26. července 1919 v Letchworth Garden City) je britský vědec, spisovatel, environmentalista a futurologista. Nejvíce znám díky své hypotéza Gaia, podle níž Země je jedním superorganismem. Vystudoval chemii na manchesterské univerzitě, v roce 1948 získal doktorát na London School of Hygiene and Tropical Medicine. Působil i v USA např. na univerzitách v Yale a Harvardu.



Obr. B.20:
G. W. Leibniz na
portrétu Bernharda
Christopha Franckeho
z roku 1700, Herzog-
Anton-Ulrich-Museum,
Braunschweig

Jako celoživotní vynálezce navrhl řadu citlivých nástrojů, jež využila NASA v programech výzkumu atmosféry a povrchu planet sluneční soustavy v 60. a 70. letech 20. století. Právě během své práce v NASA, konkrétně při výzkumu atmosféry Marsu a zkoumání možností života na této planetě v rámci programu Viking, zformuloval i hypotézu Gaia. Lovelock byl přesvědčen, že přítomnost různých organismů na Marsu by nutně ovlivňovala jeho atmosféru. Kontrast mezi stabilní chemickou rovnováhou v atmosféře Marsu a dynamicky se měnící biosférou Země pro něj byla důkazem, že na Marsu se život nevyvinul. Lovelock také vyvinul detektor, který prokázal stabilitu CFC plynů v atmosféře a jejich negativní vliv na ozonovou vrstvu. Od roku 1974 je členem Royal Society, v roce 2003 získal z rukou královny Alžběty II. titul „Companion of Honour“ (přibližný překlad by mohl být Společenství slávy; jde o ocenění založené králem Jiřím V. v roce 1917 za vynikající výsledky na poli umění, literatury, hudby, vědy, politiky, průmyslu a náboženství).

Hypotéza Gaia je široce přijímána v ekologických a environmentalistických kruzích, mezi vědci však má i zaryté odpůrce; k nejznámějším z nich patří Richard Dawkins and Ford Doolittle. Vycházejí z toho, že přírodní výběr působí na jednotlivé organismy a není zřejmé, jak se vyvíjí rovnováha „superorganismu“ celé planety. Složitost a komplexnost biosféry i klimatu zatím zdaleka neumožňují vyslovovat jednoznačné závěry.

Lovelock se také zajímá o aktuální problémy spojené s globální změnou klimatu a skleníkového efektu. Ekologická hnutí překvapil svou podporou jaderné energetiky, kterou považuje za jedinou alternativu k fosilním palivům, jež zároveň umožňuje snížení emisí skleníkových plynů, s podobnými názory přišel již v roce 1988. V roce 2006 se připojil k vědcům vyzývajícím k urychlené reakci na změny klimatu.



Obr. B.21: James Ephraim Lovelock se sochou Gaii v pozadí v roce 2000

Ernst Mach

Ernst Mach (18. února 1838 – 19. února 1916) byl teoretický fyzik, filozof, děkan a později i rektor Karlo-Ferdinandovy univerzity narozený v Chrlčicích u Brna. Roku 1895 přijal nabídku z Vídně učit filozofii, zejména historii a teorii induktivní vědy. Poslední léta prožil spolu s manželkou u nejstaršího syna Ludwiga v bavorském

městečku Haar. Tam také den po svých 78. narozeninách zemřel na selhání srdce.

Ernst Mach patří k nejvýznamnějším osobnostem vědy druhé poloviny 19. století především v oblasti experimentální fyziky. Jeho jménem je označena řada fyzikálních veličin a pojmů. Jako vědec proslul svou důkladností, precizností i manuální zručností, svým klidem a jasným, stručným a výstižným formulováním myšlenek. Jako pedagog a filozof byl autorem řady učebnic a přehledných kompendií z oblasti fyziky, stál u zrodu této vědní disciplíny v našich zemích v její novodobé podobě. Na jeho počest uděluje Akademie věd České republiky Čestnou oborovou medaili Ernsta Macha vynikajícím domácím i zahraničním vědcům v oboru fyzikálních věd. Jeho význam dokládá i řada myšlenek a přístrojů nesoucích jeho jméno, např. Machův princip, Machův vlnostroj, Machovo číslo.



Obr. B.22: Ernst Mach
v roce 1900
(Österreichische
Nationalbibliothek)

Řečeno slovy Alberta Einsteina: „Mach nebyl svým duchovním vývojem filozof, který si zvolil přírodní vědy jako objekt spekulací, ale mnohostranně zainteresovaný, horlivý přírodovědec, jemuž bylo zřejmě potěšením zkoumat dílčí otázky ležící i mimo ohnisko obecného zájmu.“ Sám Mach tvrdil „Není žádná Machova filozofie, nanejvýš snad přírodovědná metodologie a psychologie poznání, a obě jsou – jako všechny přírodovědné teorie – pouze předběžné nedokonalé pokusy.“ Přesto je počítán mezi nejvýznamnější teoretiky poznání, a to nejen fyzikálního, spolu s Richardem Avenariem, švýcarských filozofem a svým vrstevníkem, patří k hlavním představitelům empiriokriticismu – filozofie kritické zkušenosti. Empiriokriticismus, nazývaný také machismus, je zvláštní odrůdou pozitivismu. V centru jeho proto zájmu stojí jen to, co je jisté, určité a spolehlivé, co nám předvádějí naše smysly: omezuje se tedy na sbírání skutečností a nepovažuje za nutné pátrat po jejich významu. Účelné je pouze pořádkání jednotlivých věd, aby se staly přehlednější a mohly sloužit praktickému životu. Empiriokriticismus usiluje o vytvoření přirozeného konceptu světa na základě čisté zkušenosti, bez metafyziky, bez poznatků přesahujících hranice smyslů, zkušenosti a názornosti. Cílem přírodovědy nemá být výzkum fenoménů, tedy toho, co se nám jeví, dává ve smyslech, ve zkušenosti, ale „hledání vzájemných vztahů

mezi fenomény“. Mach však připouštěl, že „myšlenkový experiment je naprosto nutným předpokladem fyzikálního experimentu“. Velké fyzikální objevy dvacátého století daly z velké části za pravdu Machovým kritikům, např. Heinrichu Hertzovi nebo Ludwigu Boltzmannovi v tom smyslu, že fyzika bez metafyziky (teoretického myšlení) není možná.

John Stuart Mill

John Stuart Mill (20. května 1806 Pentonville – 8. května 1873 Avignon) byl anglický filozof, logik, představitel pozitivizmu, empirizmu a klasické ekonomie. V etice zastával pozice utilitarizmu – úplným kritériem mravnosti jednání je jeho užitečnost. Na druhou stranu odmítá nadřazení kvantity kvalitě (lepší je být nespokojeným Sokratem než spokojeným hlupákem). Zkoumal induktivní logiku jako jednu z metod poznávání přírodních zákonů.

V eseji „O svobodě“ se zabývá vztahem mezi svobodou a autoritou, jejich boj považuje za nejnvýraznější rys dějin. Tvrdí, že uplatnění moci nad jednotlivcem je možné jen tehdy, pokud dotýčný omezuje a poškozuje (činy jednáním apod.) svobody jiných. Co se ale týká jednotlivce, má zůstat absolutně svobodné – „... stát mi nesmí bránit, abych pil, i když mi to škodí, může mi v tom bránit pouze tehdy, pokud svým pitím ruším svobodu jiných“. Státní moc nesmí podle Milla nikdy potlačovat, omezovat nebo kontrolovat soukromé myšlenky a jejich vyjadřování, individuální zájmy a činnosti spojené se snahou šťastně žít a styky se stejně smýšlejícími lidmi. Protože jsou lidé omylní, je třeba se zabírat a diskutovat i menšinové názory. Společnost jako celek zodpovídá za celospolečenské zájmy a jednotlivci sami za sebe, za své myšlení, jednání atd.; skutečná svoboda je v hledání dobra svojí cestou.

Mill však přesto uznával roli státu při omezování svobody jednotlivců v některých případech jako je např. omezení projevu navádějících k sebepoškozování nebo poškozování druhých, obhajuje zásah do rodiny kvůli ochraně dětí, je zastáncem povinného vzdělání. Také ekonomický život zahrnuje společenský zájem a proto může být do určité míry regulován, volný trh je však často efektivnější. Obhajuje zastupitelskou parlamentní demokracii, kterou v jeho očích nejvíce ohrožují nevědomost



Obr. B.23: John Stuart Mill

voličů (proto klade důraz na všeobecné vzdělání), nevědomost zastupitelského sboru a upřednostňování vlastních zájmů zastupitelů. Jeho myšlenky tak neztratily na aktuálnosti ani v následujících stoletích. . .

William Occam

William Occam (anglicky také William of Ockham) [o'kəm] (?1290 – 1349) byl anglický filozof a odpůrce středověké scholastiky. Oddělil od sebe náboženskou víru a rozumové poznání světa. Narodil se v Ockhamu (latinsky Occam) v anglickém hrabství Surrey. Stal se členem františkánského řádu, v letech 1309–1319 učil na Oxfordské univerzitě, poté několik let na pařížské univerzitě. Oproti Tomáši Akvinskému odmítá jakoukoli vazbu mezi teologií a filozofií. Podle něho je základem poznání pouze zkušenost a experiment.



Obr. B.24: William Occam

Také odmítl Aristotelovu filozofii i fyziku. Zavrhl tvrzení, že nebeská tělesa jsou utvořena z jiné látky než Země. Popřel jeho nesprávnou teorii pohybu a jako první přišel s myšlenkou setrvačnosti těles. Occam kritizoval mocenské ambice a zesvětštění církve. Tím si udělal spoustu nepřátel. Roku 1324 se musel zpovídat z kacířství před papežem v Avignonu, strávil 4 roky v domácím vězení. Po útěku našel ochranu u císaře Ludvíka Bavorského v Mnichově. Následně byl vyobcován z církve a zbytek života musel strávit v Německu, kde roku 1348 zemřel na morovou nákazu.

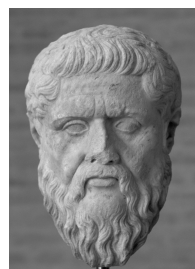
Znám je díky tzv. Occamově břitvě. Tento princip úspornosti v logice vyslovený poprvé Tomášem Akvinským říká, že bychom se měli každý jev snažit vysvětlit s použitím co nejmenšího počtu teoretických předpokladů: *Entia non sunt multiplicanda praeter necessitatem* (Entity (jsoucná) se nemají množit více, než je nutné). Volnějším výkladem vyjadřují tvrzení „pokud pro nějaký jev existuje vícero vysvětlení, je lépe upřednostňovat to nejméně komplikované“ resp. „pokud nějaká část teorie není pro dosažení výsledků nezbytná, do teorie nepatří“.

Occamova břitva je jedním ze základních principů či postupů, na kterých úspěšně staví i současná věda, řeší problém nekonečné rozmanitosti teorií, které vedou ke stejným výsledkům. Například k Newtonovu gravitačnímu zákonu lze formulovat alternativní teorii, která říká, že gravitační síla je ve skutečnosti poloviční než podle Newtonova zákona,

a zbytek způsobují jinak neviditelní a neměřitelní trpaslíci, kteří tělesa postrkují tak, aby se zdánlivě chovala podle Newtonova zákona. Occamova břitva z nespočetného množství takových alternativních teorií vybírá právě Newtonův zákon, který žádné trpaslíky nepotřebuje. Na druhou stranu se i v současné přírodovědě vyskytuje řada oblastí, jejichž vztah k Occamově břitvě není bez problémů. Například v kvantové teorii pole se kvůli požadavku kalibrační invariance zavádí pomocná pole, která formálně odpovídají dalším částicím, jež ovšem dosud nebyly pozorovány; přesto je snazší a elegantnější budovat teorii s jejich pomocí.

Platón

Řecký aristokrat a filozof (427 př.n.l. – 347 př.n.l.), dětství prožil v jedné z předních athénských rodin. Ve 20 letech se setkal se Sókratem a osm let mu naslouchal coby jeho nejvěrnější žák. Po odsouzení učitele a jeho popravě rodné město opustil a odešel do Megary, odkud podnikal mnohé cesty. Snad byl až v Egyptě a také v Indii (mnohé v jeho díle to naznačuje), několikrát cestoval na Sicílii. Tyto cesty končily převážně neúspěšně – poprvé byl prodán do otroctví, později byl téměř uvězněn, ale podařilo se mu utéci. Roku 387 př.n.l. založil ve své zahradě v Athénách „platónskou Akadémii“, školu, jejíž činnost pokračovala staletí po jeho skonu. Platón vyučoval bezplatně, dožil se na tehdejší dobu velmi úctyhodného věku 80-ti let v plné aktivitě.



Obr. B.25: Římská kopie Platonovy hlavy (Glyptothek, Mnichov)

Mezi nejznámější Platónovy úvahy patří *podobenství o jeskyni* ze VII. knihy Ústavy. V tomto obraze Platón líčí velkou jeskyni, jež má na celou svou šířku směrem ke světlu vstup. V ní žijí od dětství lidé, spoutaní na nohách a šíjí tak, že se nemohou pohnout. Dívají se stále jen před sebe, neboť nemohou otáčet hlavou. Nesmějí spolu ani mluvit. Světlo mají z ohně, který plane nahoře, za jejich zády, a ze světla z dále pronikajícího vstupem do jeskyně. Mezi ohněm a spoutanými lidmi vede cesta, kolem níž je hrazení, a po ní chodí lidé s nářadím, jež přes tuto zídku přesahuje. Spoutaní z nich vidí však jen stíny, které na protilehlou stěnu vrhá oheň. Pokud by spoutaní lidé mohli mezi sebou rozmlouvat, dávali by stínům jména a považovali je za opravdové předměty a věci.

Pokud by jeden z nich byl vyproštěn a přinucen se pohybovat a podívat se do světla, cítil by bolest a viděl mžitky před očima, pro něž by se nemohl na předměty kolem sebe dívat. Kdyby mu pak někdo řekl, že to, co viděl před tím, byly pouhé stíny a to, co vidí nyní, je teprve to opravdové, byl by zmatený a vracel by se zpátky k věcem, které zná z jeskyně a považuje za skutečné. Když by byl poté nucen dívat se do světla dál, bolely by ho oči a odvracel by se od něj, avšak po čase by si zvykl, až by byl nakonec schopen hledět i na slunce a uznal by, že právě ono je tím skutečným. Jestliže by se poté vrátil dolů do jeskyně a o tom, co viděl, by vyprávěl spoutaným, nevěřili by mu. Byl by jim pro smích a říkali by, že si svým výstupem na světlo zničil zrak a tudíž nestojí za to se o tento výstup ani pokusit. A pokud by se je snad pokoušel osvobodit a vyvést ven, byli by ho zabili, kdyby mohli. Toto Platónovo podobenství jeskyně podává poměrně přesnou představu o tom, jak chápal vztah skutečného poznání k poznání zdánlivému nebo přibližnému, vztah skutečného světa, tj. světa idejí a světa zprostředkovaného našimi smysly. Ideje – řecky *edois* nebo *ideá*, původně „obraz“ – jsou tedy formy, rody, obecné rysy bytí. Podle Platóna to ale nejsou jen jakési všeobecné pojmy, které si naše myšlení tvoří odhlédnutím od zvláštností a shrnutím společných znaků věcí. Ideje jsou veskrze reálné a jak ukazuje podobenství jeskyně, jediné ony mají pravou – metafyzickou – realitu. Jednotlivé věci jsou pomíjivé, ale ideje trvají jako jejich nepomíjivé pravzory. Pro Platóna jsou ideje tou nejvlastnější realitou.

Souhrnné Platonovo dílo je v anglickém překladu k dispozici na internetových stránkách <http://www.davemckay.co.uk/philosophy/plato/>.

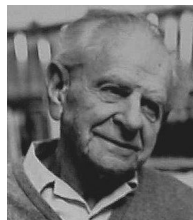
Karl Raimund Popper

Sir Karl Raimund Popper (28. června 1902 Vídeň – 17. září 1994 Londýn) byl filozof rakouského původu, který od roku 1945 žil v Londýně. Byl významným představitelem moderní teorie vědy a filozofie, jeho vědecká činnost se dotýkala logiky, fyziky, biologie, sociologie a politologie. Je také považován za zakladatele kritického racionalismu.

Narodil se ve Vídni jako syn židovského právníka a advokáta. Jeho otec Simon Siegmund Carl Popper pocházel z Prahy, předkové jeho matky Jenny, rozené Schiff, pocházeli ze Slezska a Maďarska. Vystudoval universitu ve Vídni, kde roku 1928 získal doktorát z filozofie, poté vyučoval na střední škole. V roce 1937 vzrůstající vliv nacismu donutil

Poppera k emigraci na Nový Zéland, kde začal přednášet filozofii. V roce 1946 se přestěhoval do Velké Británie a působil jako docent logiky a vědeckých metod na London School of Economics. O tři roky později byl na téže universitě jmenován profesorem, roku 1965 jej Královna Alžběta II. pasovala na rytíře. V roce 1969 opustil akademickou půdu, zůstal však aktivní až do své smrti. Krátce před ní převzal i vědeckou hodnost doctor honoris causa lékařských věd na Karlově universitě.

Své filozofické, sociologické a politologické názory sám nazýval kritickým racionalismem. V sociologii vystupoval Popper jako odpůrce totalitních ideologií včetně marxismu, u něhož odmítal předpoklad objektivní historické nutnosti a možnost vědeckého společenského předvídání, která z tohoto předpokladu vychází. Měl blízko k novopozitivistům Vídeňského kruhu, i když nepřijal jejich teorii verifikace. Podle logického pozitivismu se vědecké hypotézy získávají indukcí neboli zobecnováním. Podle Poppera nelze pravdivost vědecké teorie dokazovat, ale jen empiricky testovat. Základem vědeckého poznání tedy není verifikace (potvrzení), ale falzifikace. Pouze ta teorie, kterou je možné podrobit falzifikaci, tj. vystavit ji možnosti vyvrácení, je vědecká, čím větší hodnotu má pro vědu. Podstatné není trvat na tom, co teorii potvrzuje; spíše hledat, co by ji mohlo vyvrátit. Konečná pravda neexistuje, existuje pouze přibližování se k pravdě neustálým vylučováním falzifikovaných teorií. K evoluci, vývoji vědy dochází právě díky falzifikaci: čím, že něco popřeme, získáváme nový prostor pro otevření dalších, nových otázek.



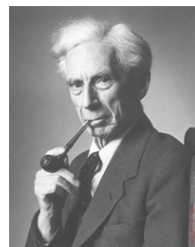
Obr. B.26: Karl Raimund Popper

Důsledkem jeho pojetí vědeckého poznání je obrana otevřeného myšlení a otevřené společnosti. Síla vědy netkví tolik v tom, že se její tvrzení dají dokázat, nýbrž v tom, že musí být formulována tak, aby se dala vyvrátit. Právě tak síla demokracie nespočívá v tom, že by vybírala ty nejlepší k vládě, nýbrž že každou vládu lze běžnými prostředky (volbami) odvolat. Zveřejnění *Otevřené společnosti a jejích nepřátel* právě v roce 1945 bylo významným impulsem ve zpracování následků jednoho právě poraženého totalitního systému tehdejší doby a ovlivnilo i boj svobodného myšlení s dalším z nich. Popperovy znalosti a analýza uzavřených struktur tehdejší politiky ukazují na jejich účel – totalitní moc za každou cenu. Moc snažící se skrýt za tu či kterou ideologii, např.

právě končící fašismus, nebo tehdy expandující komunismus. A Popper proti nim staví model otevřené a pluralitní společnosti, z níž může vzejít skutečný pokrok. Zastával i nezbytnost sociální zodpovědnosti společnosti. Karl Popper inspiroval jednoho ze svých žáků a dalšího z kritiků tržního fundamentalismu finančníka Georga Sorose, který po úspěších svých finančních spekulací koncem 20. století založil Open Society Institute (OSI) a nadaci Soros Foundation (SF) zasazující se o vznik otevřených společností jak v post-sovětských zemích východní Evropy, tak i jinde na světě.

Bertrand Russell

Bertrand Arthur William Russell (18. května 1872 Ravenscroft – 2. února 1970 Penrhynedeudraeth), třetí hrabě z rodu Russellů, byl významný anglický matematik, filozof a spisovatel. Proslul jako jeden z těch, kteří usilovali o nové základy matematiky jako vědecké disciplíny. Spolu s Alfredem North Whiteheadem (který se později jako filozof vydal vlastní a diametrálně odlišnou cestou) vytvořili spis *Principia Mathematica* (ve třech svazcích 1910 – 1913). V matematice nese jeho jméno paradox v naivní teorii množin.



Obr. B.27: Bertrand Russell

Pocházel z aristokratického prostředí s významnými politickými vazbami (jeho děd John Russell, 1. hrabě Russell, byl britským premiérem v l. 1846–52 a 1865–6) a sám Russell po smrti svého staršího bratra se v roce 1931 stal 3. hrabětem Russellem. Pod vlivem 1. světové války se stal pacifistou, což jej na čas přivedlo i do vězení. Jako mladý muž se přikláněl k platonismu (pod vlivem matematiky), tvrdil, že za empirickou zkušeností lze bezprostředně poznávat ideje či univerzálie, však později se přikláněl k názorům novopozitivistické školy. Vývoj jeho myšlení dokládá celá řada spisů, jež se dotýkají téměř všech okruhů filozofie: logiky, teorie poznání, filozofie přírody, náboženství i úvah o spravedlivějším uspořádáním lidské společnosti.

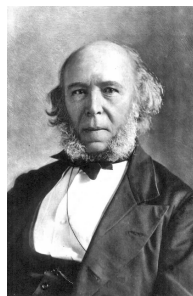
K nejdůležitějším spisům Russella patří jeho *Lidské vědění* (1948). Jediný skutečně účinný nástroj poznávání vidí v přírodovědě. Ta by měla být vzorem filozofie, jež by se měla zabývat jen v těmto oblastech, jež dosud nejsou zpřístupněny exaktnímu přírodovědeckému bádání; i zde ale může pouze na problémy poukazovat, a nikoli je řešit. Skutečnost tvoří

jednotlivá smyslová data (sense-data), jež spolu navzájem logicky souvisejí, neexistují vnitřní vztahy mezi věcmi, ani hmota, ani duch, nýbrž pouze smyslová data. Přírodní vědy, které jediné jsou pravým zdrojem poznávání a našeho vědění o světě, poznávají smyslová data a jinak nic. Nedávají prostor žádné víře v nesmrtnost či Boha (Bohy), náboženství je podle Russella postradatelné, není-li dokonce zlem typickým pro nevypělého člověka. Podle Russella existuje hierarchie hodnot, jež nutně přesahuje i přírodu, ale opravdová morálka se neopírá o pověrečné představy, postačujícím lidským údělem je život vedený láskou a orientovaný vědáním.

Herbert Spencer

Herbert Spencer (27. dubna 1820 Derby – 8. prosince 1903) byl klasický britský sociolog a filozof. Patří mezi zastánce tzv. „organicistického proudu“ v sociologii, jenž se vyznačuje důrazem na podobnost rysů lidské společnosti a biologického organismu. Mnoho z jeho myšlenek vstoupilo do všeobecného povědomí, jen málo lidí však dnes tuší, kdo je jejich původním autorem.

Školu pro své chatrné zdraví nikdy nenavštěvoval a jeho vzdělávání se věnoval zprvu jeho otec-učitel, následně strýc. Ani v dospělosti Spencer nikdy nenavštěvoval univerzitu a byl typickým samoukem. Ve čtyřicátých letech začal pracovat jako publicista, roku 1848 se stal zástupcem vydavatele časopisu *Economist*, kde působil až do roku 1852. V Londýně se seznámil s mnoha osobnostmi tehdejší britské vědecké elity a napsal zde též svou první práci *Social Statics* (1850). V roce 1853 zemřel jeho strýc a odkázal svému synovci značné dědictví, které mu umožnilo zanechat publicistické činnosti a stát se soukromým učencem. Druhá Spencerova kniha *The Principles of Psychology* však nebyla přijata zdaleka tak vřele jako jeho prvotina. Na počátku šedesátých let Spencer zahájil snahu o vytvoření univerzálního filozofického systému, schopného zajistit společný teoretický základ lidského vědění. V rámci tohoto projektu publikoval řadu knih, jimiž se snažil pokrýt široké spektrum vědeckého poznání. Jako vědec začal být Spencer uznáván až během 70. let 19. století, on sám si však ke konci života stěžoval, že zůstal nedoceněn.



Obr. B.28: Herbert Spencer

Spencer ve svých úvahách navazoval jen na nemnoho předchůdců. Mezi nejvýznamnější patřil evolucionista a Spencerův přítel Thomas Huxley, který jej seznámil s myšlenkami Charlese Darwina, s nímž posléze Spencer navázal dlouholeté korespondenční styky. Spencer vědecké knihy takřka vůbec nečetl a vědomosti získával především z periodik, diskuzí s kolegy a od svých asistentů. Proto je jeho myšlenkové kořeny třeba hledat zejména v londýnském intelektuálním prostředí poloviny 19. století (především v přírodovědeckých kruzích), dále v politické ekonomii a do jisté míry i v sociologických koncepcích Augusta Comta.

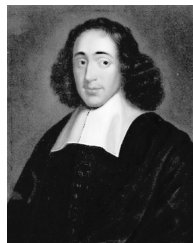
Celé Spencerovo rozsáhlé filozofické dílo (sám pro svou koncepci užíval termínu „syntetická filozofie“) je propojeno nemnoha jednotlivými tématy, z nichž jedním je myšlenka evolucionismu. Evoluci Spencer ve své knize *First Principles* definuje jako „změnu ze stavu relativně nevymezeného, nekoherentního, homogenního ke stavu relativně vymezenému, koherentnímu a heterogennímu“, jejím opakem je pak regrese, čili děj, během něhož dochází k rozkladu komplexních a diferencovaných struktur. Svůj vysoce abstraktní model evoluce používá Spencer i pro analýzu vývoje společnosti poprvé v práci *The Study of Sociology* z roku 1873. Poukazuje zde na to, že oblast sociální podléhá podobným zákonům, jako jevy biologické či fyzikální. Podobně jako v organismu vede i ve společnosti nárůst velikosti subsystémů k tlaku na diferenciaci jejich funkcí; funkčně diferencované subsystémy jsou pak zpětně s celkem propojeny díky svému nenahraditelnému významu pro jeho přežití (tj. zpětné integraci). Lidské společnosti procházejí podobně jako živé organismy vývojem od homogenních a nestabilních útvarů k vysoce komplexním a diferencovaným strukturám. Zkoumání faktorů, jež ovlivňují rychlost a směr tohoto vývoje je pak dle Spencera skutečným a nejvýznamnějším úkolem sociologie. Odmítá Comtův sociologický konstruktivismus a zastává názor, že ani odkrytí faktorů ovlivňujících evoluci společnosti nás neopravňuje k jejich modifikaci. Podle Spencera plní sociální instituce ve společnosti podobnou funkci jako orgány v živém organismu. Věnuje zvýšenou pozornost např. institucím rodiny, obřadním, politickým, církevním, profesním či průmyslovým.

Baruch Spinoza

Baruch (lat. Benedictus) Spinoza (24. listopadu 1632 Amsterdam – 21. února 1677 Haag) byl filozof, který kriticky rozvinul Descartovu nauku o dvou substancích (*res cogitans*, neboli duch, a *res extensa*,

neboli matérie) v tom smyslu, že z rozlehlosti a myšlení učinil pouhé atributy jediné substance, jež disponuje a projevuje se nekonečným počtem atributů, z nichž jsou nám lidem nejsnáze přístupny právě rozlehlost (identická s matérií) a myšlení (jež představuje jakoukoliv aktivitu mysli od smyslových vjemů, přes imaginaci, city až po ideje).

Substance je nepodmíněným předpokladem, tj. je tím, co nemůže nebýt, tím co leží v základu a s čím se setkáváme jako s tzv. „jsoucnem“, aniž by však substance byla nějakou konkrétní jednotlivou neboli konečnou věcí (*omnis determinatio negatio est*), jelikož jsoucna neboli věci jsou jen modifikacemi jediné substance, která je neměnná, nedělitelná, nekonečná. Je-li substance jediná, nemá zdůvodnění mimo sebe a pokud musí být zdůvodněna, poskytuje sama faktem své jedinečnosti a nutnosti (je tím, co nemůže nebýt) své zdůvodnění neboli je *causa sui* (příčinou sebe sama). Pro tuto substanci Spinoza volí označení Deus – Bůh. Bůh je tedy předpokladem a základem všeho, co jest, aniž by sám byl v čemkoliv obsažen. Jinak řečeno, podle Spinozy je bůh základem věcí, ale není ve věcech; věci neskládají dohromady boha, ale nemohou bez něho existovat.



Obr. B.29: Baruch Spinoza okolo roku 1665 (Herzog-August-Bibliothek, Wolfenbüttel)

Steven Weinberg

Steven Weinberg (narozen 3. května 1933) je americký fyzik. Bakalářský titul získal na Cornellově univerzitě v roce 1954, titul Ph.D. na univerzitě v Princetonu v roce 1957. V současnosti je profesorem fyziky a astronomie na univerzitě v Austinu v Texasu. V roce 1979 získal s kolegy Abdusem Salamem a Sheldonem Glashowem Nobelovu cenu za fyziku za svou práci o sjednocení slabé a elektromagnetické interakce.

Vedle svého vědeckého výzkumu byl Steven Weinberg prominentním veřejným mluvčím vědy, svědčil před Kongresem pro podporu gigantickeho supravodivého urychlovače, napsal mnoho popularizačních článků a pronesl různé přednášky o hlubším významu vědy. Jeho knihy o vědě



Obr. B.30: Steven Weinberg

psané pro veřejnost kombinují typickou vědeckou popularizaci s prvky historie a filozofie vědy.

Literatura

- [1] *The MacTutor History of Mathematics archive*, URL: <http://turnbull.mcs.st-and.ac.uk/history/>.
- [2] *Wikipedie, otevřená encyklopedie*, URL: <http://cs.wikipedia.org/>.
- [3] *Bible – Písmo svaté Starého a Nového zákona*. Česká biblická společnost, Praha 1994. Český ekumenický překlad. URL: <http://www.bibleserver.com/index.php>.
- [4] Bacon F.: *Nové organon*. Svoboda, Praha 1990.
- [5] Barrow J.D.: *Pí na nebesích*. Mladá Fronta, Praha 1. edition 2000.
- [6] Bateson G.: *Mysl ě příroda: nezbytná jednota*. Malvern, Praha 2006.
- [7] Bičák J.: „Poznání a údiv včera, dnes a zítra: očima fyzika“. *Vesmír* **78**(3) 1999, 146–151. URL: <http://www.vesmír.cz/clanek.php3?CID=768>.
- [8] Brillat A., Hall J.L.: „Improved Laser Test of the Isotropy of Space“. *Phys. Rev. Lett.* **42**(9) 1979, 549 – 552.
- [9] Calaprice A.: *To nejlepší z Einsteina*. Pragma, Praha 1998.
- [10] Curie P.: *Radioactive Substances, Especially Radium*, 1903. Nobel Lecture. URL: http://nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1903/pierre-curie-lecture.html.
- [11] Dawkins R.: *Sobecký gen*. Mladá fronta, Praha 2003.
- [12] Descartes R.: *Principles of Philosophy*, URL: <http://www.gutenberg.org/etext/4391>.
- [13] Descartes R.: *Rozprava o metodě*. 1992. URL: <http://www.gutenberg.org/etext/59>.
- [14] Einstein A.: *Jak vidím svět*. Lidové noviny, Praha 1993.
- [15] Einstein A., Podolsky B., Rosen N.: „Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete?“. *Phys. Rev.* **47**(10) 1935, 777–780.
- [16] Feder T.: „Experimenting with Plagiarism Detection on the Arxiv“. *Physics Today* **60**(3) 2007, 30–31.

- [17] Feynman R.P.: *O povaze fyzikálních zákonů*. Aurora, Praha 1998.
- [18] Feynman R.P.: *Radost z poznání*. Aurora, Praha 2003.
- [19] Galison P.: *Einsteinovy hodiny a Poincarého mapy*. Mladá fronta, Praha 2005.
- [20] Halík T.: *Noc zpovědníka*. Lidové noviny, Praha 2005.
- [21] Hawking S.: *Stručná historie času*. Mladá fronta, Praha 2003.
- [22] Herschbach D.R.: „Imaginární zahrady s reálnými ropuchami“. *Vesmír* **77**(3) 1998, 165–169. URL: <http://www.vesmir.cz/clanek.php3?CID=1335>.
- [23] Herschbach D.R.: „Imaginární zahrady s reálnými ropuchami II.“. *Vesmír* **77**(4) 1998, 225–229. URL: <http://www.vesmir.cz/clanek.php3?CID=1388>.
- [24] Hora-Hořejš P.: *Toulky českou minulostí 11*. Via Factii, Praha 2007.
- [25] Hulse R.A.: „Objev binárního pulzaru“. *Čs. čas. fyz.* **44**(5–6) 1994, 307–322.
- [26] Jan Pavel II.: „Projev o evoluci“. *Universum, revue přírodovědecké a technické sekce České křesťanské akademie* (3) 1997, 2–5.
- [27] Jan XXIII.: *Pacem in terris (O míru mezi všemi národy v pravdě, spravedlnosti, lásce a svobodě)*. Encyklika z roku 1963. URL: http://www.kebrle.cz/katdocs/soc_enc/PacemInTerris.htm.
- [28] Machovec M.: *Smysl lidské existence*. Akropolis, Praha 2004.
- [29] Machovec M.: *Filozofie tváří v tvář zániku*. Akropolis, Praha 2006.
- [30] Malíšek V.: *Co víte o dějinách fyziky*. Horizont, Praha 1986.
- [31] Pascal B.: *Myšlenky*. Odeon, Praha 1973.
- [32] Petrání J.: „Královská česká společnost nauk“. *Vesmír* **74**(11) 1995, 632. URL: <http://www.vesmir.cz/clanek.php3?CID=5208>.
- [33] Popper K.R.: *Život je řešení problémů*. Mladá fronta, Praha 1998.
- [34] Pravda V., Křížek M.: „Citace: dobrý sluha ale zlý pán“. *Pokroky matematiky, fyziky a astronomie* **52** 2007, 28–36.
- [35] Rauner M.: „Potřebujeme revoluci v matematice (rozhovor s Johnem Barrowem)“. *Lidové noviny* 14. 8. 2004, 22.
- [36] Rozental M., Judin P. (editors): *Stručný filozofický slovník*. SNPL, Praha 1955.
- [37] Šesták Z.: *Jak psát a přednášet o vědě*. Academia, Praha 1999.

- [38] Silla E.D.: „Medieval dynamics“. *Physics Today* **61**(4) 2008, 51–56.
- [39] Sokol J.: *Malá filozofie člověka a slovník filozofických pojmů*. Vyšehrad, Praha 2004.
- [40] Vlachová B.: *Filozofické otázky přírodních věd*. MU, Brno 1994.
- [41] Weinberg S.: *Snění o finální teorii*. Hynek, Praha 1996.
- [42] Weinberg S.: *Tváří v tvář*. Aurora, Praha 2004.
- [43] Wigner E.: „The Unreasonable Effectiveness of Mathematics in the Natural Sciences“. *Communications in Pure and Applied Mathematics* **13**(1) 1960. URL: <http://www.dartmouth.edu/~matc/MathDrama/reading/Wigner.html>.
- [44] Wilczek F.: „Reasonably effective: I. Deconstructing a miracle“. *Physics Today* **59**(11) 2006, 8–9.
- [45] Wilczek F.: „Reasonably effective: II. Devil’s advocate“. *Physics Today* **60**(5) 2007, 8–9.

Rejstřík

- abstrakce 55
- agnosticismus 21
- Akvinský Tomáš 13, 111
- analogie 56
- analýza 40, 53
- antropocentrismus 98
- antropomorfismus 98
- Aristotelés ze Stageiry 112
- ateismus 98
- atomismus 98
- Avenarius Richard 23
- axiologie 95

- Bacon Francis 10, 21, 24, 28, 114
- Barrow John David 116
- behaviorismus 99
- Bertalanffy Ludwig von 116
- Born Ignác 10

- Comte August 22
- Condillac Etienne Bonnot 80

- Dawkins Clinton Richard 118
- dedukce 53
- deismus 99
- Descartes René 21, 53, 116
- determinismus 99
- dialektika 99
- dualismus 99

- Einstein Albert 119
- empiriokriticismus 23
- empirismus 21, 100

- enumerace *viz* indukce úplná
- epikureismus 100
- epistemologie 20, 95
- estetika 95
- etika 95
- experiment 40, 43
 - ex post facto 51
 - heuristický 49
 - křížový 66
 - laboratorní 47
 - myšlenkový 57
 - přirozený 47
 - verifikační 49
- extrapolace 53

- fakta 29
- falzifikovatelnost 62
- fatalismus 100
- Feyerabend Paul Karl 121
- Feynman Richard Phillips 120
- filozofie 6
 - jazyka 95
 - mysli 95
 - náboženství 95
 - politická 96
 - praktická 95
 - teoretická 95
- filozofie práva 95
- filozofie výchovy 96

- Gödel Kurt 33, 125
- Galileo Galilei 14, 122
- generalizace 56

gnoseologie 17, 20, 95
 gnosticismus 101
 gnozeologie *viz* gnoseologie

 Hegel Georg Wilhelm Friedrich
 22, 126
 Hilbert David 33, 127
 Hlávka Josef 11
 Hobbes Thomas 21
 holismus 101
 humanismus 102
 – renesanční 102
 Hume David 21, 128
 Husserl Edmund 129
 hypotéza 60, 61
 – globální 67
 – pracovní 66

 idealismus 102
 ideologie 80
 individualismus 103
 indukce 52
 – neúplná 53
 – pravidla 22
 – úplná 53
 induktivismus 103
 interpolace 53
 iracionalismus 21, 103

 Kant Immanuel 21, 130
 klasifikace 59
 – etiologická 60
 – genetická 60
 – přirozená 59
 – smíšená 60
 – umělá 59
 konkluze 58
 konvencionalismus 104

 Kotarbiński Tadeusz 29, 32, 39,
 131
 kreacionismus 104
 Kuhn Thomas Samuel 131

 latinský čtverec 47
 Leibniz Gottfried Wilhelm 21, 133
 Locke John 21
 logika 95
 Lovelock James Ephraim 134

 Mach Ernst 23, 135
 materialismus 104
 mechanismus 104
 metaetika 95
 metafyzika 95
 metoda
 – hermeneutická 7
 – kombinace shody a rozdílu 22
 – rozdílu 22
 – sdružených změn 22
 – shody 22
 – zbytků 22
 metodika 30
 metodologie vědy 17
 metody
 – empirické 29
 – logické 29
 Mill John Stuart 22, 137
 modelování 56
 modus
 – ponendo tollens 59
 – ponens 58
 – tollendo ponens 58
 – tollens 58
 monismus 104

 naturalismus 105
 naturfilozofie 105

nihilismus 105
 noetika 20
 nominalismus 105
 novoplatonismus 105
 novopozitivismus 23, 106

 Occam William 138
 Occamova břitva 138
 ontologie 95
 osvícenství 106

 pantheismus 107
 Pasteur Louis 9
 Petrasch Josefem von 9
 Platón 139
 platonismus 105
 pluralismus 99
 pokus *viz* experiment
 Popper Karl Raimund 140
 pozitivismus 22, 107
 – logický 23
 poznatky 29
 pozorování 40
 – nepřímé 41
 – prosté 41
 – přímé 41
 – zprostředkované 41
 pragmatika 32
 pragmatismus 108
 pravidla indukce *viz* indukce
 pravidla
 pravidlo
 – odloučení *viz* modus ponens
 premise 58
 prověřitelnost 62

 racionalismus 21, 108
 realismus 108
 – naivní 20

 redukcionismus 54
 relativismus 21
 Russell Bertrand 33, 142

 scientismus 109
 scientometrie 91
 sémantika 32
 senzualismus *viz* empirismus
 scholastika 13, 109
 skepticizmus 109
 Spencer Herbert 22, 143
 Spinoza Baruch 21, 144
 srovnání 55
 srovnatelnost pokusů 51
 srovnávání 40
 stoicismus 110
 sv. Augustin 113
 sylogismus 58
 sylogistika 58
 syntaxe logická 33
 syntéza 54

 teorie 67
 – poznání 95
 – sémantických stupňů 32
 – vědy 95
 tvrzení hypotézy 64

 úsudek hypotézy 64

 Vídeňský kruh 23
 vitalismus 110

 Weinberg Steven 145

 zákon 68
 – dynamický 69
 – statistický 69
 zásah
 – endogenní

- – aditivní 45
- – eliminační 45
- exogenní
 - – aditivní 45
 - – eliminační 45
- zobecnování 56

Lukáš Richterek

Filozofické problémy přírodních věd

Výkonný redaktor: prof. RNDr. Tomáš Opatrný, Dr.

Odpovědná redaktorka: Mgr. Lucie Loutocká

Technické zpracování systémem L^AT_EX: Mgr. Lukáš Richterek, Ph.D.

Návrh obálky: Mgr. Petr Jančík

Publikace neprošla ve vydavatelství redakční ani jazykovou úpravou.

Vydala a vytiskla Univerzita Palackého v Olomouci

Křížkovského 8, 771 47 Olomouc

www.upol.cz/vup

e-mail: vup@upol.cz

Olomouc 2008

1. vydání

Neprodejné

ISBN 978-80-244-2009-7