



# Filozofické aspekty dejín vedy



Andrej Démuth  
Edícia kognitívne štúdia  
fftu



**Filozofické aspekty  
dejín vedy**



Andrej Démuth  
Edícia kognitívne štúdia  
fftu

## Recenzenti

Prof. Ing. Ján Letz, PhD.,  
Ing. Mgr. Michal Kutáš, PhD.

## Edičná rada

Doc. Andrej Démuth, Trnavská univerzita  
Prof. Josef Dolista, Trnavská univerzita  
Prof. Silvia Gáliková, Trnavská univerzita  
Prof. Peter Gärdenfors, Lunds Universitet  
Dr. Richard Gray, Cardiff University  
Doc. Marek Petrů, Univerzita Palackého, Olomouc  
Dr. Adrián Slavkovský, Trnavská univerzita

Vydanie tejto vysokoškolskej učebnice vzniklo v rámci riešenia projektu *Inovatívne formy vzdelávania v transformujúcom sa univerzitnom vzdelávaní* (ITMS kód projektu 26110230028) – Príprava študijného programu *Kognitívne štúdiá*, ktorý podporila Európska únia prostredníctvom Európskeho sociálneho fondu a MŠVV SR v rámci Operačného programu vzdelávanie. Text vznikol v Centre kognitívnych štúdií na Katedre filozofie Filozofickej fakulty v Trnave.

fftu

© Andrej Démuth, 2013  
© Filozofická fakulta Trnavskej univerzity v Trnave, 2013  
ISBN: 978-80-8082-581-2

## Obsah

<b>1.</b>	<b>Mýtus ako forma protovedeckého poznania</b> .....	13
1.1	Vzťah filozofie, mýtu a vedy .....	13
1.2	Funkčné rámce mýtu .....	14
1.3	Mýtus ako forma myslenia .....	16
1.4	Inštitucionálnosť mýtu .....	17
1.5	Odporúčaná literatúra .....	19
<b>2.</b>	<b>Pytagorejské dedičstvo</b> .....	20
2.1	Číslo – základ všetkého .....	20
2.2	Evidencia a dôkaz .....	22
2.3	Metóda ako cesta .....	22
2.4	Odporúčaná literatúra .....	24
<b>3.</b>	<b>Platónske poslanstvo vedeckého vnímania</b> .....	25
3.1	Nemennosť pravdy .....	25
3.2	Idey a ontologický status predmetov poznania ....	26
3.3	Methexis .....	27
3.4	Veda ako odhaľovanie pravdy .....	28
3.5	Odporúčaná literatúra .....	31
<b>4.</b>	<b>Aristoteles a sila záporných poznatkov</b> .....	32
4.1	Obžaloby súcna .....	32
4.2	Negatívne poznatky .....	33
4.3	Deduktívny úsudok .....	34
4.4	Axiómy, archai a endoxa .....	36

4.5	Vedenie dôkazu – dôkaz vedy .....	37	9.2	Ptolemaiov Almagest .....	64
4.6	Odporúčaná literatúra .....	38	9.3	Kopernikov obrat .....	65
<b>5.</b>	<b>Aristotelovský obraz sveta .....</b>	<b>39</b>	9.4	Hybridné modely .....	66
5.1	Klasifikácia vied alebo vymedzenie predmetu skúmania .....	39	9.5	Presadenie sa heliocentrizmu .....	67
5.2	Teória pohybu .....	39	9.6	Odporúčaná literatúra .....	69
5.3	Predmetom vedy sú príčiny .....	41	<b>10.</b>	<b>Vákuum a newtonovská fyzika .....</b>	<b>70</b>
5.4	Axiomaticko-deduktívny systém – Euklidova geometria .....	43	10.1	Vákuum .....	71
5.5	Odporúčaná literatúra .....	44	10.2	Gravitácia .....	72
<b>6.</b>	<b>Teológia a stredoveký univerzitný kriticizmus ...</b>	<b>45</b>	10.3	Odporúčaná literatúra .....	75
6.1	Teológia – rozšírenie vedy na Boha .....	45	<b>11.</b>	<b>Hmota, Einstein a problém kvantovej mechaniky</b>	<b>76</b>
6.2	Inštitucionálne tradovanie vedy .....	47	11.1	Korpuskulárna teória hmoty .....	76
6.3	<i>Lectio, questio</i> , kritika .....	47	11.2	Modely atómu .....	77
6.4	Protichodné poznatky .....	48	11.3	Hmota ako energia .....	78
6.5	Odporúčaná literatúra .....	50	11.4	Kvantová fyzika .....	79
<b>7.</b>	<b>Francis Bacon a význam indukcie .....</b>	<b>51</b>	11.5	Odporúčaná literatúra .....	80
7.1	Kritika dedukcionizmu .....	51	<b>12.</b>	<b>Dejiny vedy ako zmeny v obraze sveta .....</b>	<b>82</b>
7.2	Empirická metóda .....	52	12.1	Veda ako rast poznania .....	82
7.3	Experiment .....	54	12.2	Veda ako vyvracanie omylov .....	83
7.4	Poznanie pre úžitok .....	55	12.3	Veda ako systém narácie .....	84
7.5	Odporúčaná literatúra .....	56	12.4	Súťaž vedeckých teórií .....	85
<b>8.</b>	<b>Dva základné novoveké spôsoby odhaľovania prírodných zákonov .....</b>	<b>57</b>	12.5	Odporúčaná literatúra .....	87
8.1	Metodická dedukcia .....	57	<b>13.</b>	<b>Bibliografia .....</b>	<b>88</b>
8.2	Myšlienkový experiment .....	60			
8.3	Odporúčaná literatúra .....	62			
<b>9.</b>	<b>Zmena astronomického obrazu sveta .....</b>	<b>63</b>			
9.1	Starovek astronómie .....	63			

## Ospravedlnenie namiesto úvodu

Nebýva zvykom, aby sa učebný text začínal ospravedlnením, ale, sledujúc vzor Kena Binmoreho (1994, 1998), tento text si to vyžaduje. A to hneď z viacerých dôvodov.

Zámerom predkladaného textu nie je poskytnúť úplný prehľad o dejinách a vývoji vedy ani o jej najhlavnejších míľnikoch. Prvé ospravedlnenie preto smeruje k tým, ktorí od uvedenej knihy očakávajú najmä historické dáta a zhodnotenie dejinných súvislostí vedeckých objavov a vynálezov. Nazdávam sa, že vzhľadom na rozsah a subjektívnu relevantnosť jednotlivých udalostí naplniť takéto očakávanie nie je celkom dobre možné a na túto funkciu aspirujú najmä encyklopédie a náučné slovníky.

Druhé ospravedlnenie smeruje k tým, ktorí očakávajú učebný text v zmysle vymenovania a podrobného opísania jednotlivých udalostí či osvojenia si všeobecne prijímaných dejinných konceptov a termínov. Rozmanitosť a širokospektrálnosť vedeckých disciplín (zahŕňajúcu prírodné aj spoločenské a duchovné vedy, nomotetické a idiografické metódy; empirické, exaktné, ba aj mäkké prístupy), povaha dejín ako takých spôsobujú, že medzi historikmi a teoretikmi vedy neexistuje jednotná predstava vedy a najmä dejín ako takých, a preto nechceme čitateľovi poskytnúť nejakú predstavu dejín vedy (comteovskú, popperovskú, lakatošovskú, kuhnovskú, dupréovskú a i.), ale skôr rozmanité pohľady na problematiku jednotlivých autorov.

Predkladaný text sa zameriava skôr na sprístupnenie filozofických aspektov a ideových rezíduí obsiahnutých v niektorých vedeckých prístupoch a problémoch. V tomto zmysle pôjde o analýzu

konceptuálnych schém, ale i toho, čo stojí v ich implicitne prijímanom pozadí. To, čo tematizujem, sú úvahy o vede, o jej koreňoch, podstate, ale aj o vzťahu vedy a filozofie, ako aj o dedičstve, ktoré filozofi vo vede zanechali. Tomu zodpovedá aj forma predkladaného skúmania.

Text *nie* je klasickou učebnicou – výkladom, ale skôr filozofickou esejou (v pôvodnom zmysle tohto slova: skúška, (z)váženie, pokus). Je úsilím uvažovať o povahe vier, metód a postupov, dôkazov, ale aj axióm a explanačných východísk, (ale) i pokusom o ich zhodnotenie. V tomto zmysle je skôr problematizovaním než podávaním odpovedí a práve k tomu smeruje aj intencia autora: primäť študentov nebrať veci ako samozrejmé a pokúšať sa vidieť svet inak, ako sa dosiaľ zvykli. Videnie sveta, evidencia a dívanie sa, tematizovanie toho, čo je samozrejmé (a teda často nevyslovené a nepochybné), všímanie si toho, o čom vedci a filozofi uvažovali, ale i neuvažovali, prečo verili v to, v čo verili, to je hlavným predmetom ponúkaného skúmania.

Primárnym zámerom skúmania je pokúsiť sa ukázať obraz sveta očami vedy v rámci určitej paradigmy. Na prvý pohľad sa to môže zdať byť jednoduché, veď čo už je jednoduchšie ako pozrieť sa na svet napríklad aristotelovskými očami. Zdanie však neraz klame. Vidieť to, čo videl napríklad Aristoteles, znamená zabudnúť na to, čo vieme o svete my, zabudnúť na to, v čo veríme, a pokúsiť sa vidieť to, čo mohol vidieť a v čo veril aristotelik. Až vtedy pochopíme význam jeho viet a presvedčení a až vtedy pochopíme, prečo tvrdil to, čo tvrdil. Možno nás to privedie k hlbšiemu pochopeniu svojich vlastných vedeckých konceptov.

Práve v tomto zmysle je uvedený text učebnicou. Má sa pokúsiť naučiť chápať explanačné východiská a limity filozofického a vedeckého poznania, ale i kreatívne nazerať na veci iným než zaužívaným spôsobom. Má problematizovať východiská a domýšľať hranice, ale i tvorivo nachádzať inšpirácie a nové možné vyústenia.

Nazdávam sa, že problémom dejín je otázka ich odhaľovania a sprístupňovania. Ako vieme, v čo verili naši predchodcovia a ako

to presne chápali? A ako vieme, čo ich priviedlo k ich objavom a vynálezom? Možno s istotou poznať minulosť z prítomných prejavov? (tvar ľadu z tvaru roztopenej mláky – Taleb, 2011, 212 – 213). Odkrývanie dejín predpokladá jednak rekonštrukciu (vychádzajúc z podrobnej analýzy textov a dochovaných materiálov) a jednak konštruovanie možných príčin myšlienkovým experimentom. O obidva tieto prvky sa budeme opierať a predpokladáme, že čitateľ siahne aj po odporúčaných textoch zaradených na koniec jednotlivých kapitol. Ich úlohou je rozšíriť, podrobnejšie alebo ináč objasniť prejednávané témy. Vhodným príkladom takéhoto postupu je edícia *The Cambridge History of Science* alebo dejinám vedy venované časopisy, napríklad *History of Science* vydávaný Science History Publications Ltd. alebo *The British Journal for the History of Science* vydávaný University College London.

Neskrývanou inšpiráciou zvoleného postupu je odkaz trojice mysliteľov, venujúcich sa dejinám vedy a vedeckého myslenia a pôsobiacich v českom a slovenskom jazykovom prostredí. Tým prvým je Ladislav Sabela, ktorý ma ako učiteľ voviedol do problematiky koncepcií vedy, a vplyv jeho postrehov a prednášok nemožno v práci zamlčať. Tým druhým je Petr Vopěnka, matematik a teoretik vedy, pokúšajúci sa o nové reštaurovanie vedy na báze Husserlovej fenomenológie, a najmä jeho dielo *Úhelný kámen evropské moci a vzdělanosti*, ktoré originálne a provokatívne mapuje dejiny európskej vedy prostredníctvom dejín matematiky a jej používanie pre materializované objekty – fyziku. Tretí v poradí je Ladislav Kvasz, historik vedy, ktorý najmä v ostatnom období vychádza tiež z Husserla (tentokrát však najmä z jeho *Krízy európskych vied a transcendentálnej fenomenológie*) a dejinný vývin vníma najmä ako proces zmeny a tvorby jazyka vedy (obzvlášť v novovekej fyzike). A práve videnie sveta a jeho uchopovanie či sprostredkovanie jazykom je to, čo možno tvorí jadro filozofického prístupu ku vede, ktorý chcem tematizovať.

Predkladaný text preto vedome zostáva najmä pri analýze filozofických aspektov dejín vedy a popri dejinnej línii sa pokúša

tematizovať aj hlavné metódy, pojmy a koncepcie vedeckého skúmania. Preto v úvode každej z kapitol možno nájsť kľúčové pojmy a termíny, ktorých objasnenie kapitola ponúka. Tým sa zameriava aj na skúmanie rozmanitých koncepcií vedy a filozofiu vedy samotnej.

Obmedzený rozsah textu autorovi neumožnil podrobnejšie načrtnúť do problematiky, ba dokonca spôsobil, že mnohé problémy sú načrtnuté len vo veľmi neúplných a hrubých kontúrach. Hrubosť argumentačných postupov a línií môžu spôsobiť isté skreslenie a zjednodušenie členitého a v detailoch rozmanitého objektu. Preto čitateľ nech pokladá tento text len za skicu či provokáciu do jeho vlastného budúceho skúmania, na čo by mali slúžiť aj odporúčané texty nachádzajúce sa za každou z kapitol a odkazujúce na iné alebo podrobnejšie preštudovanie problematiky, ktorou sa kapitola zaoberá.

V Trnave 31.7. 2012

A. D.

## 1. Mýtus ako forma protovedeckého poznania

Kľúčové slová: *metodológia, mýtus, explanácia, heuristika, panoramatickosť*

Ak chceme správne porozumieť vede, jedným z kľúčových problémov jej chápania je jej adekvátne odlišenie a vymedzenie voči ostatným historickým, kultúrnym a spoločenským činnostiam človeka. Vedecký prístup k svetu má množstvo špecifik, ktoré ho oddeľujú od iných oblastí bádania a tie sú podmienené historicky, metodologicky i kultúrne. Zároveň je však veľa toho, čo vedu spája s náboženstvom, filozofiou či mýtom. V prvej kapitole sa preto pokúsime zamerať na spojitosti vedy, filozofie a mýtu, ale aj upozorniť na epistemické, ontologické a metodologické spojitosti, ktoré možno v obidvoch nachádzať.

### 1.1 Vzťah filozofie, mýtu a vedy

Klasická predstava o vývoji vied je taká, že veľká časť vied vznikala ich postupným odčleňovaním z filozofie. Filozofia v zmysle tejto predstavy predstavuje akúsi matku vied – studnicu jednotlivých problémov (Grant, 2010, 257). Jej úlohou bolo (či je) čo najjasnejšie sformulovať problém a hľadať cestu (*methodos*) na jeho čo najúspešnejšie riešenie. Keď je problém dostatočne sformulovaný, premyslí sa najvhodnejší prístup k nemu a jeho skúmanie preberá špeciálna disciplína – veda, ktorá tak vytvorí adekvátnu metódu jeho skúmania. Podľa tejto teórie sa z filozofie postupne odčlenili

a sformovali jednotlivé vedy a proces ich ďalšej špecializácie pokračuje až doteraz. Niektoré vedy sa rozvíjajú a prehlbujú svoju špecializáciu, iné zasa ostávajú na okraji a postupom času opúšťajú priestor toho, čo je považované za vedecké (napr. alchymia verzus chémia). Filozofii takto zostali tie problémy, ktoré sa ostatným vedám doteraz nepodarilo osobitne sformulovať alebo nájsť k nim špeciálny prístup, alebo to, čo nie je vedecky zaujímavým (prípadne zmysluplným) problémom. To, čo teda odlišuje vedu od filozofie, je najmä formulácia daných problémov a metóda, ktorou možno k problému pristupovať (Rosenberg, 2000, 2). Podobne je to aj so vzťahom filozofie a mýtu, z ktorého filozofia pochádza.

Učebnice dejín filozofie nás poučajú, že stanovenie presných historických či geografických okolností vzniku filozofie či vedy nie je celkom dobre možné. Jedným z dôvodov je absencia dochovaných listinných či iných dokladov, ale i to, že konkrétne filozofické či vedecké názory sa často navzájom prelínajú a súvisia s náboženským a mýtickým výkladom sveta, z ktorého neraz čerpajú. Schodnejšie ako určovať historické mílniky vedy sa preto zdá byť upozornenie na odlišnosti vedy, mýtu a filozofie, ale aj na ich spoločné východiská.

## 1.2 Funkčné rámce mýtu

Vhodným prostriedkom na preukázanie spoločných koreňov všetkých troch prístupov k svetu je Lévi-Straussova analýza mýtu, publikovaná v jeho *Štruktúrálnej antropológii*. Lévi-Strausse upozorňuje na to, že tradičná štruktúra mýtu nie je len náhodným mýticko-poetickým rozprávaním, ale plní najmä metafyzicko-kultúrno-hospodársko-spoločenskú funkciu. Na príklade mýtu o Asdiwalovi možno pozorovať, že mýty podobne ako rozprávky ponúkajú hneď niekoľko rámcov dôležitých informácií. Popri tom, že sa pokúšajú o zdôvodnenie existencie sveta a organizácie jednotlivých javov v ňom, dôležitou súčasťou týchto príbehov je poskytnutie rôznych modelov úspešného interagovania človeka so svetom.

Jednou z rovín, ktorú mýtus ponúka, je poskytnutie symbolického obrazu o svete, v ktorom sa nachádzame. Mýtus tak môže obsahovať *geografické a topologické* údaje vytvárajúce mapu prostredia, v ktorom sa nachádza. Jej podrobnosť a presnosť závisí od dôležitosti posolstva, ktoré odovzdáva, ako aj od dôležitosti geografického rámca pre ostatné informácie v príbehu. Podobne ako v bežnej mape sveta i mýtická mapa disponuje symbolickými kartografickými údajmi. Mýtická topológia je často spojená s etickou a ekonomickou rovinou výkladu.

Pojem *ekonomickej roviny* chápeme ako technicko-ekonomický rámec pravidiel, ktoré mýtus ponúka. Lévi-Strausse upozornil na prítomnosť technologických praktík obživy, ktoré informujú užívateľov mýtu o vhodnom spôsobe, čase a mieste lovu, spracovaní potravy, úspešných technológiách a stratégiách obživy a pod. Samozrejme, nie každý mýtus je nevyhnutne zameraný na tento aspekt života, ale v princípe možno povedať, že mýtus a mytológia, v ktorej sa nachádza, nabádajú na používanie práve tých technológií a praktík, ktoré nás majú priviesť k úspešnému interagovaniu so svetom a spoločenstvom alebo dokonca k ich náprave (Honko 1984, 49).

Najčastejšiu rovinu mýtického rozprávania tvorí *sociálny rámec*. Ten objasňuje hierarchizáciu a vzťahy v spoločnosti, ale i načrtáva správne vzorce správania. Už deti sa v rozprávkach učia, že dobro víťazí nad zlom a zlo býva potrestané. Zároveň sa učia, čo je to dobro a čo sa od nich očakáva. Mýtická narácia plní axiologickú a axiagonickú úlohu, a to v bežnom živote, ale aj v osobitných životných situáciách. – V predmetnom mýte ide o preferenciu matrilinéarneho a patrilokálneho manželstva (Lévi-Strausse, 2000, 167 – 169). Podobne ako Lévi-Strausse aj Spinoza (Spinoza, 1991, 116) vidí prvenstvo sociálnotvornej funkcie náboženského či mýtického rozprávania. Detailnosť pravidiel sa pritom môže líšiť (od povrchných až k presným praktikám spoločenského a intímneho života), a to do takej miery, že v Tóre, Talmude a najmä v Mišne podobne ako v predpisoch iných náboženstiev nájdeme podrobné pravidlá



zachytávajúce rituály voči Bohu, obci, ba i v manželstve, až po detaily spojené s prípravou a konzumáciou jedla.

Sociálny rámec mýtu súvisí s *metafyzicko-náboženským rámcom*. Mýtus nielenže poskytuje vzorec úspešného správania (Eliade, 1964, 8), ale predovšetkým zdôvodňuje existenciu pravidiel a chodu sveta. Jeho hlavnou funkciou je explanácia toho, čo existuje, a zasaďenie javov do zmysluplných súvislostí (odpoveď na otázku prečo? – Kratochvíl, 1996, 17). Na to často používa metafyzické, náboženské či kozmologické prvky. Podstatnou črtou mýtického rozprávania je odvolávanie sa na entity a fakty, ktoré sa odohrali inde a v minulosti (bohovia, tresty a i.). Hoci sú v odlišnej časopriestorovej dimenzii, predsa ovplyvňujú našu existenciu. Pochopením týchto udalostí možno pochopiť vlastné bytie a jeho zmysel.

### 1.3 Mýtus ako forma myslenia

Niektorí filozofi sa nazdávajú, že mýtus možno z mnohých aspektov chápať ako metaforické, *sedimentované a zakonzervované poznanie* našich predkov. Hoci to často môže vyznievať tak, vysvetľovať mýty a hľadať v nich alegoricky vyjadrené fakty vedy nie je vždy celkom opodstatnené. Ernst Cassirer preto poukazuje na chápanie mýtu ako *formy myslenia* a vedomia života. Spolu so Schellingovou *Philosophie der Mythologie* sa usiluje uchopiť mýtus skôr ako formu života a explanácie sveta.

Mýtus podobne ako filozofia či veda odhaľuje zákonitosti a logos sveta v mnohom podobne ako veda. Jeho bohovia sú filozofickými princípmi a ich logika je logosom či prírodným zákonom. Mýtickí bohovia sú bytosti, ktoré nikto nikdy nevidel. A aj preto oni sú základom akéhokoľvek výkladu. Mýtu sa často vyčítuje nemožnosť dôkazu a slepá viera v božstvá. Základné axiómy vedy sú však rovnako (logicky) nedokázateľné a taktiež často nepochádzajú z „tohto sveta“ (číslo, logické zákony a pod.). A to sa týka aj tých najexaktnejších vied, ako je matematika či fyzika. Príkladom výskytu takýchto entít vo vede môže byť bod alebo struny v teórii strún. Podľa tejto

teórie je základom existencie hmoty to, čo nazývame struny. Problémom ich existencie je však to, že niektoré ich dimenzie, o ktorých veríme, že existujú, nedosahujú veľkosť Planckovej dĺžky. Planckova dĺžka je však najmenší možný rozmer, ktorý môže byť principiálne pozorovateľný, resp. presne vymedziteľný (pri kratších dĺžkach, resp. časových intervaloch menších, ako je čas, ktorý potrebuje svetlo na prekonanie tejto vzdialenosti (Planckov čas) sú klasické predstavy o spojitom priestore a čase neplatné), a preto existencia strún menších ako je táto veľkosť, sa nedá overiť. Napriek tomu práve struny by mali byť základ všetkého toho, čo je pozorovateľné. Podobne v Euklidovej geometrii je bod to, čo nemá veľkosť, ani časť (Eukleides, 2008, 43) a je len mysliteľný. Mnohé vedecké axiómy pochádzajú „zo sveta“, ktorý nie je až taký vzdialený tomu mýtickému.

Žiaden osamelý mýtus nemôže objasniť celý poriadok sveta. Na to slúžia iné mýty a preto sú zakomponované v kontexte ostatných mýtov danej mytológie podobne ako jednotlivá vedecká teória predpokladá iné teórie vedecké disciplíny zasa predpokladajú jednotu vedy ako takej. Napriek istej štrukturálnej invariantnosti mýtov sú jednotlivé mýty v princípe neprenosné. To značí, že platnosť ich predpokladov spočíva v tvrdeniach iných mýtov danej mytológie. Až mytológia sa pokúša o obsiahle *panoramatické* videnie sveta a používanie mýtov z rôznych mytológií naráža na problém nekompatibility jednotlivých narácií.

### 1.4 Inštitucionálnosť mýtu

Ďalšou podobnosťou mýtu s vedou je jeho *pedagogické* (Campbell, 1988, 22 – 23) a *inštitucionálne chápanie*. Mýty nemôže (podobne ako vedu) praktizovať každý – iniciáciu, zasvätenie, vo vede získanie akademických hodností, grantov a ohlasov. Vo väčšine kultúr sú mýty či im podobné rozprávania zverené na tradovanie tým najvýznamnejším a najmúdrejším osobám. Šamani, staršínovia, kňazi či v rodine starí rodičia alebo matky odovzdávajú informácie mýtu ďalším generáciám podobne ako najvýznamnejší vedci vedú

vedecké ustanovizne. Aj vo vede je povinnosťou vedcov tradovať získané poznanie pomocou vytvárania vedeckých škôl – vlastných žiakov. Podobne ako veda i mýtus má svoj vlastný jazyk, ktorý je potrebné naučiť sa, vlastnú heuristiku a metódu, ako pristupuje k realite.

Nie každé rozprávanie sa môže stať mýtom. Ako uvádza Karen Armstrong (2005, 14), pravdivosť mýtu nespočíva vo faktoch, ale v jeho *pôsobivosti*. Mnohé z mýtov strácajú svoju presvedčivosť a mýtus sa už ďalej netraduje a zaniká (Jung, 2001, 52). Ak narácia neposkytuje odpovede a obraz, ktorý vykresľuje, nie je presvedčivý, prestáva byť zaujímavá. Preto sa tie isté mýty časom modifikujú a to i vzhľadom na podmienky, v ktorých sa nachádzajú. Rovnako ako vedecké teórie, ktoré niekedy pretrvávajú (Aristotelova logika), alebo naopak (podobne ako alchýmia, či astrológia) zanikajú, či stávajú sa len historickým materiálom a uvoľňujú miesto novým výkladom.

Napriek tomu, že medzi mýtom a vedou existuje množstvo odlišností, nazdávam sa, že najmä vďaka podobným cieľom, aspektom a pretrvávaniu niektorých mýtických prvkov vo vede (ontologickému statusu mýtických a vedeckých entít) možno mýtus pokladať za akúsi formu protovedeckého poznania (Feyerabend, 2001, 33 – 34). Vede aj mýtu ide najmä o jednotný, presvedčivý výklad fungovania sveta a nášho úspešného pobytu v ňom. Je pravda, že mýtus i veda používajú odlišné metódy, jazyky či východiská a disponujú aj odlišnou inštitucionálnou organizáciou. Korene a funkcie ich úsilia – výklad zákonitostí fungovania sveta a návod na úspešné prežitie – však majú spoločné.

## 1.5 Odporúčaná literatúra

VIGNOLI, T.: *Myth and Science*. The Echo Library, 2007, 71 – 107.

LÉVI-STRAUSSE, C: *Štrukturálna antropológia II*. Bratislava : Kalligram, 2000, 157 – 173.

CASSIRER, E.: *Filosofie symbolických forem II*. Praha : OIKOYMENH, 1996, 16 – 46.

## 2. Pytagorejské dedičstvo

Kľúčové slová: číslo, evidencia, dôkaz, zlatý rez, metóda

Pytagoreizmus predstavuje vzorový príklad prepojenosti mýtu, filozofie, vedy a náboženstva, a to nielen vďaka formálnemu členeniu, ale najmä vzhľadom na neoddeliteľnosť filozofických a vedeckých názorov od ich mýticko-náboženského pozadia. Podobne ako ostatní predsokratovskí myslitelia i pytagorejci hľadali základný princíp výstavby sveta – *arché*, ale na rozdiel od iných ho nachádzali nie v elementoch či silách, ale v ich vzťahoch a pomeroch – v číslach.

### 2.1 Číslo – základ všetkého

Pytagorejci neboli prví, ktorí objavili číslo a základy matematiky – tie možno nájsť už u starých Babylončanov, v Egypte či v Indii. Posunuli však mýtické chápanie čísel na metafyzickú úroveň a ich prístup k poznaniu odčlenil matematiku od mytológie (Whitehead, 1925, 41; Burkert, 1972, 401). Pochopili, že číslami možno vyjadriť takmer akékoľvek vzťahy vo svete. Vieme, že sa venovali vyjadreniu takých problematických javov, ako sú výška tónu či harmónia a krása. Podstatným objavom pytagoreizmu však bolo pochopenie čísla ako princípu a v tomto zmysle má nezastupiteľné postavenie číslo jeden.

Jednotka je najmenší možný objekt. Všetko, čo je, je ako individuum – jednotka. Iste, možno namietat, že i jednotku možno rozdeliť na polovice, ale potom sa práve tie stanú najmenším objektom

sveta – jednotkou – a tak až donekonečna. Všetko, čo je, existuje vďaka tejto zvláštnej a pritom vlastne myslenej jednotke. Akékoľvek iné číslo sa skladá z jednotiek, jednotka predstavuje každé individuum. Najmenší možný priestor je geometrickou jednotkou – bodom. Napokon pre nepytagorejca Demokrita je aj najmenšia možná častica ďalej nedeliteľná – *atomos*. Pre pytagorejcov však jednotka nie je ničím hmotným a konkrétnym, ale skôr naopak – je to číra abstrakcia. Niet preto divu, že sa pre nich stala skutočným princípom, ktorému sa vzdávala až božská úcta. Jasne to dokumentuje jednotka ekonomickej hodnoty (meny), ktorá sama osebe môže byť taká malá, že sa za ňu nedá nič kúpiť, alebo že pre ňu neexistuje žiadne platidlo, no napriek tomu všetko, čo má nejakú hodnotu, ju má vďaka a voči nej. Jej ontologický status je preto značne podobný mýtickým božstvám a táto tradícia pretrváva podnes a jednotka či čísla sú základom akejkolvek vedy vlastne až po súčasnosť.

Pytagorejci stotožňovali jednotku s dokonalosťou a božstvom. Jednotka bola pre nich symbol jednoty a celku, oproti mnohosti a neidentifikovateľnosti (Kahn, 2001, 59). Nebola číslom (číslo predpokladá mnohosť – Fergusson, 2011, 114), ale základom všetkých možných čísel (arché – Diogenes Laertios, 1995, 324). Dvojku (dyas – úsečku) chápali ako spojenie jednotiek. Toto spojenie vyjadrovalo prítomnosť, ale aj odlišnosť jednotiek, a preto dvojka predstavovala ženský a dvojtvarý princíp. Až spojenie ženského a božského vytváralo prvé skutočné číslo, ktorým bola trojka. Tá charakterizovala mužský princíp a vyjadrenie roviny v geometrii, ale aj začiatok, stred a koniec, dušu, hmotu a trojdimenzionalitu (Karamanides, 2006, 63). Mágia a mystika sprevádzala celé pytagorejské chápanie čísel: štvorka ako prvý priestorový objekt – tetraéder ako symbol poriadku, šestka ako symbol dokonalosti a plnosti – obsahuje svojich vlastných deliteľov – a podobne desiatka, ktorá obsahuje posvätný tetraktys (1+2+3+4), ale pytagorejci medzi nimi objavili aj vzťahy, ktoré pozmenili náš prístup k poznaniu z mýtického na vedecký. Najlepšie to možno dokumentovať na samotnom symbole pytagoreizmu – na pentagrame.

## 2.2 Evidencia a dôkaz

Staroveké grécke chápanie čísel bolo vizuálne. Gréci čísla videli a videli ich ako kamene, respektíve ako štvorce či obdĺžniky (Kaplan, 2011, 177 – 178), ako trojuholníky (štvorka je štvorec zložený z jednotky a trojuholníka, ale trojuholník nad štvorkou je 10 a štvorec nad štvorkou je už 16), čísla so stredom (nepárne) alebo bez stredy (párne). Vizualizácia a geometrizácia aritmetiky im tak umožnila významný posun od mýtu k vedeckému poznaniu. Podstatnou črtou takéhoto typu vedenia bola možnosť *evidovať* platnosť daných tvrdení, a to prostredníctvom videnia. Verím, pretože vidím, že je to tak. Pytagorejská veda je založená na evidencii a na *dôkazoch* a to ju zásadne odlišuje od mytológie. O pravde mýtu sa nemožno presvedčiť, tej treba dôverovať. O pravde pytagoreizmu sa presvedčať možno.

Ako uvádza Petr Vopěnka (2000, 38 – 39), niektoré poznatky sú evidentné na prvý pohľad. O ich pravde nepochybujeme, lebo ju máme na očiach (je to samopresvedčivosť skrze priame poznanie, videnie). Na iné je však potrebné naučiť sa dívať a vidieť to, čo na prvý pohľad evidentné nie je, alebo to, čo tam je, no my to nevidíme. Ak teda nechceme byť len mýticky veriaci, platnosť daných poznatkov musíme nachádzať odkrývaním a porozumením videnému. A na to je potrebné vedieť kam a ako sa máme dívať. Problémom aritmetickej či geometrickej evidencie je to, že o jednotlivých poznatkoch nás nemožno presvedčať – ich platnosť musíme sami uzrieť. A to sa dá len tak, že sa vyberieme do sveta, kde poznatky možno nachádzať.

## 2.3 Metóda ako cesta

Pytagorejci obohatili poznanie o dôkazy, ktoré možno vidieť, ak sa vydáme po ceste myslenia. Ísť po tejto ceste (*methodos*)

značí používať istú metódu. Učiteľ nám môže popísať cestu, ale ísť po nej musí každý sám. A práve v tom spočíva čaro pytagorejského vedenia. Je prístupné každému, kto kráča po ceste, a všetci sa o jeho platnosti môžu presvedčať; na rozdiel od mýtu, ktorý je založený na autorite narácie.

Príkladom takýchto evidencií je tajomstvo ukryté v päťuholníku. Pravidelný päťuholník skrýva tajomstvo zlatého rezu a poznatok o nesúmerateľnosti uhlopriečky a strany. Inými slovami: uhlopriečky pravidelného päťuholníka sa navzájom pretínajú v bode, ktorý ich delí v pomere zlatého rezu (Vopěnka, 2000, 65). Pomer zlatého rezu bol nielenže pokladaný za najkrajší, ale zároveň vyjadroval aj vzťah úsečky rozdelenej na dve časti tak, že tá väčšia má vzťah k celku práve tak, ako má menšia vzťah k väčšej (krajný a stredný pomer). Priesečníky uhlopriečok navyše vytvárajú nový pravidelný päťuholník, ktorého strany sú menšie voči stranám pôvodného päťuholníka v pomere zlatého rezu ( $\varphi$ ) a tento proces môže pokračovať až do nekonečna (podobne ako pri fraktáloch). Zvláštnosťou zlatého rezu je jeho aritmetická hodnota. Pytagorejci (Hippasos z Metapontu; Fritz, 1945, 242 – 264) práve na ňom šokujúco objavili, že tá sa nedá racionálnymi číslami vyjadriť, a teda, že pomer strany a uhlopriečky je nesúmerateľný. Toto tajomstvo, ktoré narušilo teóriu o božskej povahe čísel, respektíve odkrylo existenciu aj iných božstiev (iracionálnych čísel), viedlo (potom, čo sa ho nepodarilo naďalej skrývať) k rozpadu pytagoreizmu a k ešte väčšej desakralizácii matematiky. Podobne ako platí, že krása, ktorá sa vystavuje nehanebne a prehliada všetko ostatné, je pýchou (znak pentagramu, vyjadrujúci nesúmerateľnosť strany a uhlopriečky, vznikne po zmazaní päťuholníka, ktorý nás k nemu doviedol – Vopěnka, 2000, 66), platí aj to, že veda používajúca presvedčenie, že kniha prírody je napísaná jazykom matematiky, avšak ktorá neprihliada na korene matematiky, na povahu čísel a ich zákonitostí,

neprejavuje náležitú bázeň a trpí samolúbosťou. Veda potrebuje a žiada dôkaz (logický alebo potvrdzovanie empiriou a faktami), ale potrebuje i vieru (dôveru) v samotné prostriedky vedúce k dôkazu.

## 2.4 Odporučená literatúra

TATON, R.: *Ancient and Medieval Science. From Prehistory to AD 1450*. London : Thames and Hudson, 1957, 199 – 203.

VOPĚNKA, P.: *Úhelný kámen evropské vzdělanosti a moci*. Praha : Práh, 2000, 35 – 65.

LIVIO, M.: *Zlatý řez*. Praha : Argo/dokořán, 2006, 28 – 42.

## 3. Platónske posolstvo vedeckého vnímania

Kľúčové slová: *idea, odkrytosť, pravda, geometria, samopresvedčivosť*

V očiach filozofov i historikov vedy nepredstavuje Platón prototyp vedecky zameraného mysliteľa. Práve naopak. V porovnaní s jeho vedecky fundovaným žiakom Aristotelom je Platón neraz vykreslovaný ako nevedecký, filozoficko-mytologicky zameraný mysliteľ. Dôvodom takéhoto obrazu o ňom je jeho obrazný až mýtický jazyk, čudesná teória ideí, podobenstvá o jaskyni a slnku či vozatajoch, ale tiež istý dešpekt k vede v podobenstve o úsečke. Napriek tomu Platón ovplyvnil európsku vedu omnoho viac, ako si často uvedomujeme, a to hneď vo viacerých oblastiach. Tou prvou je práve jeho gnozeológia a s ňou spätá teória ideí.

### 3.1 Nemennosť pravdy

Platón si uvedomil, že ak poznanie má mať hodnotu, musia byť jeho výroky *trvalo platné*. Čo by to bolo za poznanie, ak by o niečom vypovedalo raz to, inokedy zas iné, ba dokonca ak by vzhľadom na meniacu sa pravdu bola platnosť nejakého tvrdenia pochybná už vo chvíli, keď o nejakej veci niečo vypovedáme? To je dôvod, prečo predmetom vedeckých výpovedí nemôžu byť veci, ktoré sú nestále a podliehajú zmenám. Veď aký by malo zmysel všimnúť si veci, ktoré sa o chvíľu zmenia, a hovoriť niečo, čo za pár chvíľ už nebude pravda? Nazdávam sa, že práve takéto chápanie poznania je hlavným dôvodom postulovania inak mystickej teórie platónskych ideí.

### 3.2 Idey a ontologický status predmetov poznania

Predmetom poznania majú byť večné a nemenné objekty. No ak existujú, odkiaľ sa vzali a aký je ich ontologický status a náš spôsob nazerania na ne? Učebnice filozofie nám hovoria, že ide o idey (z gr. eidolon – obrázok, vidieť) a že sú dostupné len rozumu (*Phaedr.* 247C). Ako však vieme o ich existencii a možno ich skutočne niekde nazerať? Ideálnym príkladom vhodným pre ich pochopenie je geometria.

V reálnom svete sa málokedy (ak vôbec) stretávame s objektmi, ktoré by skutočne nepodliehali zmenám. Príkladom môže byť úsečka narysovaná na hárku papiera. Ak aj odhliadneme od skutočnosti, že akákoľvek narysovaná úsečka nie je celkom priama – dokonala, nestálosť tohto objektu si uvedomíme hneď, keď čo i len mierne pokrčíme papier, na ktorom sa nachádza. Takáto úsečka už nebude časťou priamky, pretože sama nie je celkom priama. Ak chceme teda čo-to vedieť o úsečkách, sme nevyhnutne odkázaní na to, aby sme zabudli na objekty zmyslového sveta a vydali sa za nimi do ideálneho sveta mysliteľných objektov. V tomto svete možno nájsť úsečky, dokonale priame a nekonečné priamky a mnoho ďalších dokonalých a nemenných objektov (*Rep.* 527B).

Zvláštne je to, ako sa nám tieto objekty sprístupňujú. Je evidentné, že ich nenachádzame v zmyslovom svete (Tait, 2002, 16). Aspoň nie bezprostredne. Napriek tomu práve tento zmyslový a nedokonalý svet nám stretnutie s dokonalými objektmi sprostredkúva. Celé poznanie je podľa Platóna spomínaním (anamnesis) a vedenie je nezabudnutosť – a-Léthe, čo výborne vysvetľuje aj *aha efekt* objavov. Ak si spomenieme na naše prvé stretnutia s geometriou, zistíme, že uzretiu skutočného geometrického trojuholníka predchádzalo zoznamovanie sa s nákresmi niekde na tabuli. Učiteľ nám kreslil rôzne objekty a tvrdil, že sú to trojuholníky. Ak sme ich však stotožňovali s nákresmi, trojuholníky sme neregistrovali. To sa udialo až vtedy, keď sme v nákrese a jeho prostredníctvom prenikli do geometrického sveta myslenia. (Zmyslový objekt nám pripomenul ideu, na ktorú

si následne spomenieme (teória anamnézis) a v objekte sme zbadali trojuholník). Geometrické objekty sa nám vynárajú z prázdna onoho podivného mysliteľného sveta, kam následne zasa miznú hneď po tom, čo na ne prestaneme myslieť. Zdá sa však, že v tomto svete naďalej pretrvávajú, pretože kedykoľvek sa k nim možno vrátiť a vďaka svojej nehmotnosti zostávajú nedeformované a nemenné (Vopěnka 2001, 39 – 40). Ba navyše, keď sa naučíme pohybovať v tomto svete, môžeme v ňom nachádzať aj objekty, ktoré v bežnom svete nevidíme, resp. ktoré nám nik neukázal a v zmyslovom svete nám ich nemá čo pripomínať. Takými sú napríklad dokonalé platónske telesá. Pravidelný štvorsten, šesťsten, osemsten, dvanásť- a dvadsaťsten predstavujú objekty, ktoré sú nielenže vytvorené z pravidelných 3-, 4- či päťuholníkov, ale navyše všetky ich vrcholy možno vpísať do gule, ba dokonca spojnice stredov ich strán vytvárajú opäť platónske telesá. Platón si tento vzťah dobre uvedomil a preto ho zakomponoval do svojej teórie prvkov (Zem – kocka, tetraéder – oheň, osemsten – vzduch, voda – dvadsaťsten, dvanásťsten – vesmír; *Tim.* 54d – 55c) a osobitej chémie (voda (20-sten) sa skladá z dvoch častíc vzduchu (2x8 stien) a jednej častice ohňa (4) – *Tim.* 54c-56d), ale aj do výstavby celého vesmíru.

### 3.3 Methexis

Druhým veľkým posolstvom spojeným s platónskymi ideami je jeho teória *parúzie a methexis*. Platón veril, že predmetom skutočného poznania sú idey. To, že takýto prístup možno aplikovať na logiku, aritmetiku a geometriu či na iné exaktné prístupy, je pochopiteľné a veľká časť logikov a matematikov sa skutočne otvorene hlási k platonizmu. Prekvapivé je však to, že platónske dedičstvo objavíme aj v prírodných vedách, napríklad vo fyzike, medicíne (najmä v anatómii), ale aj v humanitných vedách – v psychológii, etike či v práve.

To, čo popisuje fyzik, nie je väčšinou skutočná kvapalina, ale zákonitosti *ideálneho sveta* – ideálny plyn, kvapalina, pohyb vo vákuu a pod., pretože reálna látka pozorovanie často kontaminuje

a znemožňuje, a tak na odhalenie skutočných zákonov treba preniknúť do ideálneho sveta. Podobne ako sa študent anatómie neučí o svojom či susedovom tele, ale predmetom jeho výskumu je akési ideálne ľudské telo pozbavené individuálnych, rasových či neraz i vekových charakteristík. Práve toto telo je vzorom, podľa ktorého analogicky usudzujeme o organizácii akéhokoľvek ľudského tela. Podobne možno skúmať rastliny či zvieratá (tak môže existovať kynológia, odhliadajúca od plemien a individuálnych odlišností jednotlivých psov...), ale i ľudskú psychiku, spoločnosť a v nej platné (platónske) normy a pravidlá. Idealizácia objektov skúmania nie je len snahou o očistenie od nepodstatného, ale naopak, je spôsobom, ako uzrieť najvšeobecnejšie vzorce a zákonitosti výstavby sveta (Penrosov svet č. 1).

### 3.4 Veda ako odhaľovanie pravdy

Tretím a pravdepodobne najvýznamnejším platónskym odkazom je Platónovo ponímanie pravdy. Platón chápe pravdu ako ideu, ktorá je *nezávislá od subjektu* a človek ju môže odhaľovať. Človek teda nie je tvorca sveta a poznania, ale je skôr jeho odkrývač. Platónsky vedec zákony nachádza a nekonštituuje, a práve preto verí, že spoznáva svet (ten večný), aký vskutku je. Z toho vyplýva, že pravdu nemožno vlastniť, ale len nazerať, a aj to len čiastočne z osobitého uhla pohľadu. Celostné nazeranie na pravdu nie je možné, hoci sa implicitne predpokladá, že pravda je len jedna, a jednotlivé parciálne poznatky si nemôžu celkom odporovať. Preto aj vedenie je len *jedno* a špeciálne vedecké disciplíny sprítomňujú tú istú realitu sveta, ale vždy z odlišných aspektov, avšak pozbieraním všetkých platných vedeckých poznatkov dostaneme jednotný a ucelený obraz sveta.

Platón si uvedomil, že vedecké poznanie sa vzťahuje na idey, na ktorých participujú jednotlivé fyzické objekty. Vyplýva z toho, že osobitú vedu je vlastne možné vytvoriť o akomkoľvek druhovom pojme (antropológia, sociológia, ale aj enológia...). No napriek tomu medzi vedami existuje istá hierarchia, ktorá odzrkadľuje mieru

abstraktnosti, resp. účasti konkrétnejších ideí na tých všeobecnejších. Preto sa zdajú byť špeciálne vedy nižším stupňom poznania (bližšie k remeslám než k filozofii), pretože nereflektujú celkové súvislosti ani svoje vlastné princípy. Naopak, vrcholom poznania sú tie najabstraktnejšie a najvšeobecnejšie objekty, ako sú idey krásy, dobra a pravdy.

Remeselník nemusí uvažovať o dôvodoch svojich postupov a hľadať ich pravdivosť a opodstatnenosť v celkovom kontexte výstavby sveta. Podobne ani fyzik, ak skúma predmety, ako predmety, nedospeje k exaktnému uchopeniu pravdy, pokiaľ objekty svojho skúmania neočistí od ich materiálnosti.

Vedec musí preniknúť cez závoj materiálnosti, ktorý zahaľuje pravdu a zakrýva skutočnú povahu objektu – jeho ideálne bytie (napr. telesnosť). Ak chce teda fyzik spoznávať pravdu o objektoch svojho skúmania, musí ich zbaviť všetkého konkrétneho, pretože veda o konkrétnom nie je možná. Každý objekt však participuje nielen na svojej vlastnej idei (lopta na idei gule), ale zároveň i na všeobecnejších ideách (krivosti, konvexnosti, resp. konkávnosti, uzavretosti...) a jeho úplné poznanie je možné až vtedy, keď prenikneme k jeho najvlastnejším a najvšeobecnejším základom. Tie nám umožňujú preniknúť k najvšeobecnejším zákonitostiam až vtedy, keď vlastne už nemajú žiadne materiálne charakteristiky.

Práve to urobil o niekoľko storočí neskôr Newton pri svojich úvahách o hmotných objektoch, ktoré zbavil všetkých materiálnych vlastností a chápal ich len ako podoby hmotných bodov. Ak chce teda fyzik dospieť k všeobecným zákonom, musí sformalizovať svoje skúmanie, napríklad aritmetizovaním a geometrizovaním. Čistou formou takejto formálnej fyziky – statiky či kinematiky – je potom aritmetika a optiky zasa geometria. Nie náhodou sa práve

geometria (zbavená všetkej matérie) stala prototypom dokonalejšej a prvej vedy. Eukleides, ktorý bol žiakom platónskej Akadémie (aj napriek tomu, že jeho geometria je rozvedením axiomaticko-deduktívnej metódy, ktorá je charakteristická pre aristotelovskú predstavu vedy), bol práve jej najvýznamnejším predstaviteľom a jadro (jeho) geometrie nesie najmä platónske rezíduá.

Zvláštnou vlastnosťou geometrie je jej *samopresvedčivosť*. V zmysle platónskeho presvedčenia jas a zreteľnosť poznania pochádzajú z blízkosti všeobecných ideí k idei Dobra (Slnka), čiže najzákladnejšie pravdy sú pre nás vždy evidentnejšie. Geometrické pravdy sú očividné a ich evidencie nepotrebujú žiadne ďalšie dôkazy. Čo už totiž môže byť evidentnejšie ako to, ak nahliadame na ideu v jej úplnej nahote a odkrytosti (pravda ako alétheia) zrakom rozumu? Rozum môže neveriť oči, ale musí veriť sebe samému. Preto racionálne evidencie nevyžadujú žiadne ďalšie dôkazy. Sú to jednoducho pravdy. Vyžadovať dôkaz možno len vtedy, ak sa nazdávame, že to, čo nazeráme, by nemusela byť pravda, a teda, že existujú aj iné možné evidencie. Nazeranie nám však takéto spochybňujúce dôvody zväčša samo neponúka (ambivalentné výklady sú charakteristické pre zmeny nazerania – napr. zmena gešaltu, nie pre samotné jednotlivé nazeranie). Objekt totiž buď na idei participuje alebo nie a tento fakt jednoducho vyjavuje. My naň len nahliadame a nekonštituueme ho. Záleží teda len na nás, či sa dokážeme správne dívať, aby sme niečo videli, alebo nie. Rovnako je len na nás, či sa k nemu vieme postupnosťou krokov priblížiť tak, aby sme na očividné (ale i na tie na prvý pohľad skryté) evidencie nazerali. Ak teda chceme spoznať svet, musíme doň vstúpiť svojím myslením a analogicky (v zmysle Platóna a podľa nápisu nad jeho Akadémiou), ak chceme praktizovať vedu: Nevstupuj, kto nie si geometrický!

### 3.5 Odporúčaná literatúra

- PLATÓN: *Ústava. (Rep. 509D-511E)* In: Platón: Dialógy. Bratislava : Tatran, 1990, 229 – 231.
- LIVIO, M.: *Zlatý řez*. Praha : Argo/dokořán, 2006, 60 – 72.
- FLOSS, P.: *Proměny vědení*. Praha : Mladá fronta, 1987, 35 – 38.



## 4. Aristoteles a sila záporných poznatkov

Kľúčové slová: *kategórie, sylogizmus, záporný poznatok, zákon sporu, kvázinevyhnutnosť*

V učebniciach filozofie a dejín vedy býva práve Aristoteles označovaný ako najvýznamnejší predstaviteľ rozvoja antického myslenia, a to nielen pre jeho systematickú klasifikáciu vied (*Met VI, 1, 1025 b25*), rozvoj najmä fyzikálnych a astronomických poznatkov, ale najmä pre jeho formulovanie osobitého logicko-metodologického inventária, ktoré sa stalo kostrou vedeckého skúmania. Aristotelovi býva pripisovaný najmä vedecký empirizmus (Lewes 1864, 109), ktorý je v kontraste s racionálnou a intuitívne špekulatívnou metódou Platóna. A hoci je príklon k senzualizmu a empiricizmu charakteristickou črtou aristotelizmu, nazdávam sa, že skutočné jadro efektívnosti aristotelovskej vedy spočíva v jeho logickej metóde a v realistickom konštruktivizme.

### 4.1 Obžaloby súcna

Kým Platón veril vo vrodené poznanie formou anamnézis, Aristotelova gnozeológia takúto teóriu odmieta ako neopodstatnenú. Aristoteles verí, že naše poznanie sa začína zmyslovou skúsenosťou a od toho sa odvíja i jeho chápanie reality a vedy. Kým pre Platóna sú skutočné večné idey, Aristoteles pokladá za skutočnú realitu zmyslového sveta. To, ako o nej uvažujeme, je predmetom ideality, ktorá je však konštruovaná tak realitou sveta, ako aj nami samými.

Jasne o tom vypovedá v spise *Kategórie*, kde upozorňuje na to, že vedenie je odkázané na jazyk, ktorým vypovedáme o vonkajšej realite. Samotný pojem *katagorein* (obžaloba) pritom znamená, že neuchopujeme realitu sveta ako takú, ale skôr to, že si k nej utvárame paralelnú mentálnu (jazykovú) štruktúru, ktorej úlohou je vystihovanie a kopírovanie sveta. Naše myslenie je adekvátne vtedy, keď naše pojmy, ktorými vypovedáme o svete, zodpovedajú tomu, ako to vo svete je. Svedčí o tom i aristotelovské chápanie pravdy, ktoré chápe pravdu ako jazykovú entitu (pravda sídli v súdoch, nie vo veciach), čím sa veda stáva aktívnou ľudskou činnosťou – nie rýdzim vyjavovaním, ale aj aktívnym konštruovaním a formulovaním predstáv o svete. Dôležité pritom je, že pri tomto konštituovaní výpovedí o svete sa musíme nechať viesť svetom (zmyslovou skúsenosťou) a *pravidlami správneho myslenia* (*Organon*) tak, aby dochádzalo k zhode veci a nášho premýšľania o nej. Obžaloby (*katagórie*) sú totiž pravdivé len vtedy, ak vypovedajú o skutočnosti to, čo skutočnosť naozaj je. Prvým zásadným obratom v jeho chápaní vedy je teda obrat k zmyslovému svetu a pokus o jeho kopírovanie v ríši myslenia.

### 4.2 Negatívne poznatky

Druhým zásadným pilierom Aristotelovho úspechu bolo objavenie významu *negatívnych poznatkov*. Kým pre Platóna bola pravda charakteristická priamou evidenciou idey (vieme len to, čo pozitívne evidujeme, čo neevidujeme, to pre nás neexistuje), Aristoteles dokázal vyťažiť poznanie aj z toho, o čom vieme, že to nie je pravda. Záporný poznatok (napriek tomu, že priamo nehovorí o tom, ako vec existuje, ale o tom, čo jej nezodpovedá) sa tak mohol stať významným prostriedkom na vyjadrovanie reálneho stavu vecí, avšak za predpokladu, že dodržiavame isté pravidlá správneho myslenia. Príkladom efektívnosti takéhoto postupu môže byť celá jeho *Fyzika*.

Aristoteles sa v tomto (pre vedu) kľúčovom diele zamýšľa nad bytím a počtom princípov. Logicky dedukuje, že princíp môže byť

jeden alebo viac ako jeden. Možnosť, žeby princíp nebol žiaden, ani len netematizuje, pretože skúsenosť ukazuje, že veci existujú, a preto musí existovať aspoň jeden princíp, ktorý je základom existencie vecí (nebytie nie je). Ak ich je viac ako jeden, potom je ich buď konečný alebo nekonečný počet. Jednoduchou úvahou dospieva k záveru, že možnosť hľadania spoločných vecí na veciach (veda môže byť len o spoločnom, to, čo je individuálne, nie je predmetom vedy) dokazuje existenciu konečného počtu princípov. Odhliadnuc od skutočnosti, že Aristoteles napokon dospieva k dvom, resp. trom základným princípom, pozoruhodné je to, že jeho úvahy sa uberajú cestou nepriameho dôkazu – dôkazu sporom.

Podstatnou črtou jeho logiky je *kvázinevyhnutnosť* (len to, čo je nevyhnutné, možno poznať vedecky). Záporný poznatok možno prostredníctvom jeho negácie previesť na pozitívny, z ktorého sa dá ďalej dedukovať. Princíp kvázinevyhnutnosti prepožičiava negácii záporného poznatku istotu platónskej evidencie.

### 4.3 Deduktívny úsudok

Základom aristotelovskej logiky je *dedukcia* čerpajúca zo *sylogizmu* (úsudku – argumentu), pričom úsudok sa skladá z premís a z nich vyplývajúceho záveru. Premisy sú tvrdenia prisudzujúce subjektu isté predikáty. Premisy musia byť pozitívne afirmatívne a ak sú pravdivé, potom je aj záver správne vyvedeného úsudku nevyhnutne pravdivý. Vo vede by mala byť prvá premisa bezprostredná, známejšia a pôvodnejšia ako ostatné a je aj zdrojom platnosti záveru (*Anal.Post. I.2 71b20–72a5*). Podobne aj druhá premisa musí byť pravdivá, jej subjekt (stredný pojem) však v závere úsudku nevystupuje. Práve táto premisa je hlavným skutočným predmetom vedeckého bádania. Záver, ktorý zo sylogizmu získame, je dôsledok dedukcie z obidvoch predchádzajúcich premís.

Podľa typu kvantifikátora (všetci alebo niektorí) a tiež podľa toho, či predikát subjektu prisudzujeme alebo upierame, rozlišujeme

štyri druhy sylogizmov. Schéma úsudku – modus – vznikne vtedy, ak nahradíme konkrétne pojmy v úsudku premennými, vďaka čomu môžeme jedným rozhodnutím o platnosti daného modu rozhodnúť o platnosti neobmedzeného počtu úsudkov, ktoré pod tento modus spadajú.

Dobrym príkladom takéhoto uvažovania je sylogizmus obsahujúci presvedčenie, že 1. „Všetci Gréci sú ľudia.“, 2. „Všetci ľudia sú smrteľní.“ Záverom takéhoto sylogizmu je poznatok, že „všetci Gréci sú smrteľní“, ktorý platí v prípade pravdivosti premisy č. 1 a 2. Otázne však je to, odkiaľ vieme niečo o pravdivosti oboch hlavných premís.

Tvrdenie o príslušnosti Grékov k ľudskej rase je buď rýdzo nominálna definícia alebo induktívno-intuitívne nahliadnutým poznatkom. Aristoteles musel objaviť vlastnosti, ktoré Grékov spájajú s inými príslušníkmi nášho druhu, a to mohol len na základe skúsenosti, ale i s použitím logického chápania významu pojmu človek.

Ešte zaujímavejšie je to však s druhou premisou. Tá totiž tvrdí, že všetci ľudia sú smrteľní a túto skutočnosť nemohol Aristoteles odvodit iba zo skúsenosti. Nemá predsa skúsenosť so všetkými ľuďmi svojej doby ani so všetkými, čo doteraz žili, a už vôbec nemôže mať skúsenosť s tými, ktorí sa ešte nenarodili, hoci aj tým predpovedá smrť. Napriek tomu pokladáme túto premisu za platnú. Odkiaľ to teda vieme? Zdá sa, že opäť len z nejakej *intuitívnej indukcie*.

Aristoteles sám nepovažuje indukciu za vedeckú metódu, keďže nám neposkytuje konečné dôkazy. Napriek tomu neskrýva, že pri každej premise disponujeme istými explanačnými východiskami, ktoré determinujú naše prijímanie alebo neprijímanie daných premís. Takýmto súborom základných epistemických pozícií sú pozorovania, skúsenosť či poznatky predchodcov. Na základe nich, metódy a analýzy faktov sa pokúšame vytvoriť konzistentný explanačný systém – tvrdenia, ktoré nám umožňujú objasniť problémy tak, aby súhlasili s ostatnými doposiaľ akceptovanými tvrdeniami. Úlohou akejkoľvek premisy – tézy – je vysvetliť skúmaný jav tak, aby sme ho mohli začleniť do celku akceptovaného poznania.

#### 4.4 Axiómy, archai a endoxa

Petr Vopěnka v tejto súvislosti hovorí o téze ako o rozšírení výkladu z už zakúseného sveta aj na svet, ktorý sme ešte nezakúsili. Predpokladáme pritom homogénnosť sveta pred a za horizontom zažitej skúsenosti a identickosť jeho výstavby a zákona, ktoré v ňom platia. To nás oprávňuje používať zaužívané vzorce aj na nové skúsenosti. Na rozdiel od toho hypotéza nenachádza oporu svojej platnosti v predchádzajúcej skúsenosti, ale v rýdzo logickej možnosti, ktorá by mohla slúžiť na objasnenie existujúcich javov. Aj hypotéza však čerpá z uvedených explanačných východísk logiky a z predchádzajúcej skúsenosti. To, či nám daná téza alebo hypotéza napadne (v platonizme „ju objavíme“, alebo „nás napadne“ – jestvuje teda nezávisle od nás), alebo to, prečo použiť práve túto, a nie inú, však spočíva viac v intuícii než v deduktívnom usudzovaní.

Kľúčovým bodom Aristotelovej vedeckej metódy (*apodeiktikos syllogismos*, nie sylogistiky (Smith, 2009, 51), Barnes, 1969, 50) sú *axiómy, archai a endoxa*. Práve ony tvoria opornú kostru celého jeho axiomaticko-deduktívneho systému. Axiómy možno pokladať za najvšeobecnejšie základy akéhokoľvek poznania, ale i za premisy (Smith, 2009, 69). Archai sú základné predpoklady jednotlivých vied a endoxa sú prijaté či vedecky nespochybňované tvrdenia (Irwin, 2001, 28). Zdá sa, že Aristotelovi stačilo relatívne malé množstvo observácií (teoreticky aj jedna), aby z nich vedel formulovať tvrdenia, ktoré potom platili ako vzorce použiteľné pre všeobecný výklad. V platónskom chápaní by bolo možné axiómy a archai stotožniť s ideami, no u Aristotela ide o implicitné postuláty či tvrdenia, ktoré intuitívne tvoríme. Nie sú teda od nás nezávislé. Pravdivosť axiém preto nemožno apriórne preukázať – naopak, samy sú podmienkou platnosti všetkých z nich odvodených tvrdení (PA 24b18-20). Pravdivosť axiém sa dokazuje najmä ich úspešným aplikovaním vo výklade problému. Ak je daný výklad objasňujúci, axiéma sa potvrdzuje. Časom sa ale môže stať, že pôvodne presvedčivé axiómy identifikujeme ako nepravdivé. Odstránenie čo i len

jedného z postulátov môže celý výklad zneplatniť, alebo vytvoriť úplne nový rámec výkladu (ako sa to stalo v dejinách neeuklidovských geometrií). Veda v takomto ponímaní nie je objavovaním zákonitostí sveta, lež skôr vysvetľovaním inak známych skutočností (Barnes, 1969, 67). V štruktúre Aristotelovho sylogizmu jej preto prináleží najmä stredný termín odvodzovania.

#### 4.5 Vedenie dôkazu – dôkaz vedy

V *Druhých analytikách* Aristoteles naznačuje, že „vieme len vtedy, keď vieme prečo“ (*Anal. Post. I, 2*). Dôležitou súčasťou aristotelovskej vedy je preto dôkaz. Dôkaz (priamy, nepriamy, vetvený, s myšlienkovou konštrukciou) nemôže byť ľubovoľný, ale musí sa riadiť istými pravidlami – logikou. Rozum nie tajomné orákulum, ale riadi sa zákonmi myslenia. Tým najdôležitejším je zákon sporu – rozum nemôže byť v spore sám so sebou, a zákon vylúčenia tretieho (*exclusi tertii principium*) – vec má vlastnosť, alebo ju nemá – platónska relikvia.

Zvláštne pritom je to, že zásady logiky nemožno dokazovať, lež je nutné akceptovať ich. V dôkaze totiž musí mať každá premisa jasný akceptovaný prvok, ktorý sa nespochybňuje, inak je dôkaz neplatný (inak by išlo o dokazovanie nedokázaným, čo vyvoláva *petitio principii*). Pritom je možné, že isté dôkazy sa dajú použiť len pre isté objekty a dôkaz ako taký nie je prenosný (autonómia špeciálnych disciplín). Na druhej strane vzhľadom na Aristotelovo chápanie dôkazu pravdivosti axiémy z aplikovateľnosti z nej odvodeného výkladu, dôkazy odvodené z identických alebo komplementárnych axiém sa navzájom (psychologicky) podporujú (subalternácia). Práve tento efekt pomohol Aristotelovi vytvoriť vedecký systém sveta, ktorý pretrval takmer dvadsiatku storočí.

## 4.6 Odporúčaná literatúra

- ARISTOTELES: *Druhé analytiky*. Praha : ČSAV, 1961, 29 – 45; 72 – 74.
- EWANS, J. ST. B. T.: The influence of prior belief on scientific thinking. In: CARRUTHERS, P., STICH, S., SIEGAL, M.: *The cognitive basis of science*. Cambridge University Press, 2002, 193 – 210.
- BARNES, J.: Aristotelés. In: HARE, R. M., BARNES, J., CHADWICK, H.: *Zakladatelé myšlení*. Praha : Svoboda, 1994, 122 – 159.

## 5. Aristotelovský obraz sveta

Klíčové slová: *pohyb, peristasis, homocentrické sféry, axiómy a postuláty*

*Induktívno-deduktívny* ráz aristotelovského myslenia a koherencia jednotlivých axióm umožnili výklad sveta vystihujúci všetky dôležité oblasti vedeckého bádania. Základom Aristotelovho vedeckého prístupu bola jeho logika. Jej uplatnenie však možno najlepšie sledovať vo fyzike (ako prototype prvej prírodnej vedy v modernom ponímaní) a v Aristotelovej teórii pohybu.

### 5.1 Klasifikácia vied alebo vymedzenie predmetu skúmania

Na rozdiel od metafyziky (ktorej predmetom sú večné a nehybné súcna) predmetom fyziky sú pominuteľné súcna. Podobne ako matematik, astronóm a hudobník (predmetom ich záujmu sú večné a pohyblivé súcna) aj fyzik zameriava svoju pozornosť na pohyb a teda na zmenu. Fyzika sa však zaoberá všetkým, čoho príčina pochádza výlučne z prírody (Fyz II, 192b 8-23), a teda tým, čo je pohyblivé a premenlivé.

### 5.2 Teória pohybu

Aristoteles pritom veril, že *pohyb je každá zmena*, a to tak zmena polohy, ako aj spôsobov bytia vecí. Takéto široké chápanie pohybu mu umožnilo skúmať akékoľvek zmeny, nerozlišujúc medzi

organickými a anorganickými súcami. Na druhej strane ho to primälo k úvahe o možnosti a uskutočnení. Pohyb chápal uskutočňovanie toho, čo je v možnosti telesa (*Fyz III*, 201a 9-15). V princípe preto možno rozlišovať medzi dvomi základnými druhmi pohybu. Prvým je prirodzený pohyb, ktorého príčina sa ukrýva v samotnom objekte, čo sa pohybuje. Druhým je násilný pohyb, pri ktorom je príčina pohybu telesa mimo telesa. Existencia násilného pohybu dokazuje nevyhnutnosť a primárnosť existencie prirodzeného pohybu, ktorému venuje svoju hlavnú pozornosť.

Základom Aristotelovho prirodzeného pohybu je jeho *teória prirodzeného miesta*. Podobne ako mnohí jeho predchodcovia veril v to, že správne porozumenie prirodzeného pohybu predmetov sa odvíja najmä od porozumenia tomu, z čoho sú predmety zložené. Antická veda a filozofia uznávala štvoricu základných elementov (zem, voda, vzduch a oheň), ktoré sa ako také v čistej miere nikde nevyskytujú. To, s čím sa v bežnej skúsenosti stretávame, sú ich zmesi a telesá sa odlišujú najmä od pomerov, v ktorých sú elementy zastúpené. Odlišnosť jednotlivých pomerov spôsobuje odlišnosť primárnych kvalít jednotlivých telies. Zem je studená a suchá, voda – studená a vlhká, vzduch – horúci a vlhký a oheň – horúci a suchý. Preto aj telesá majú vlastnosti podľa miery zastúpenia prvkov, z ktorých sa skladajú (matematika nie je podľa Aristotela prírodná veda, lebo odhliada práve od materiálnej stavby vecí). Podstatné je pritom to, že Aristoteles svojou intuíciou odvodil, že každý z uvedených prvkov má svoje prirodzené miesto vo svete, a preto telesá, ak nie sú ničím iným nútené, smerujú k prirodzenému miestu, ktoré je výslednicou pôsobenia týchto elementov v predmete. Ťažké (zem, voda) smerujú nadol a ľahké (vzduch, oheň) smerom hore. Ak teda hodíme kameň do vody, klesne na dno, pretože je v ňom viac zeme ako vody, ale neprepadne cez dno, pretože voči tomu je v ňom menej elementu zeme. Podobne papier bude plávať na hladine, až kým vzduch v ňom nevytláči voda, až postupne klesne až na dno. Aristoteles veril, že v centre vesmíru je prirodzené miesto zeme a keďže aj naša planéta je zložená v prevažnej miere z nej, Zem sa nachádza

v centre univerza. Vôkol nej je voda (*moria*), potom vzduch a najvyššie je oheň. Tieto štyri prvky zodpovedajú aj štyrom základným pohybom (hore, dolu, dopredu, dozadu), ktoré charakterizujú lineárny pohyb. Ten však nemôže byť nekonečný, pretože niekde musí naraziť na hranicu, ktorou je klenba nebeská. Navyše, dokonalý priamočiary pohyb v sublunárnom svete nejestvuje.

Celkom ináč je to v supralunárnej sfére. V priestore nad Mesiacom možno pozorovať dokonalé cyklické pohyby. Existencia týchto pohybov, ktoré sú pozorovateľné i zo Zeme, musí v sebe skrývať iné príčiny, ako sú prirodzené pohyby sublunárnych telies. Preto antickej mysliteľia uvažujú o piatom elemente, ktorým je *aether (quintessentia)*. V existenciu tohto média veril ešte na začiatku 20. storočia aj Einstein. Éter vzhľadom na svoju extrémne jemnú povahu spôsobuje absenciu negatívnych vplyvov ostatných elementov na pohyb nebeských telies a tie sa preto môžu pohybovať po dokonalých kružniciach.

### 5.3 Predmetom vedy sú príčiny

Aristoteles si uvedomil, že každý pohyb musí mať svoju vlastnú príčinu. Práve učenie o príčinách (v jeho ponímaní materiálnej, formálnej, činnej a účelovej príčine) je základom nášho moderného chápania fyziky. Príčina pohybu nejakej veci pritom musí byť v nej samej alebo v niečom inom, čo vecou pohybuje. A práve pôsobenie príčiny na veci tvorí základ jeho teórie kontaktného pôsobenia a teórie *peristasis*.

Aristoteles veril, že na to, aby mohla vonkajšia príčina pôsobiť na teleso, musí sa ho nejako dotýkať. A to možno len bezprostredným kontaktom alebo sprostredkovaním kontaktu celým reťazcom iných kontaktov. Z tohto dôvodu (ale aj z ďalších – porov. *Fyz IV* 6-9) Aristoteles nepripúšťa možnosť existencie prázdna, pretože prázdno by neumožnilo existenciu pohybu rovnako ako jeho výklad. Kontaktné mechanické pôsobenie je intuitívne pochopiteľné. Ako však vysvetliť pohyb telesa, ktoré napríklad vymrštím z ruky?

Aristotelovou odpoveďou je sprostredkovanie kontaktu prostredníctvom premiestnenia častíc vzduchu, ktoré obklopujú moju pažu a ktoré musia uvoľniť miesto kameňu vyhodenej z mojej ruky tak, že častice pred kameňom vytláčajú častice vedľa neho a tie zasa tie vytláčajú častice za ním tak, že v konečnom dôsledku je kameň tlačný časticami vzduchu medzi mnou a ním a preto letí i po opustení mojej ruky. Vzhľadom na pôsobenie jednotlivých elementov v kameni je však jeho celkový pohyb zložený z násilného pohybu vyvolaného sprostredkovaným kontaktným pôsobením mojej ruky a hľadaním si prirodzeného miesta elementov, čo (vzhľadom na rozloženie mechanického pôsobenia častíc vzduchu na všetky smery) napokon spôsobí jeho zastatie. Aristoteles teda chápe lokomočný pohyb mechanicky a odkazuje na potrebu existencie hýbateľa. Toho potrebujeme nielen v prípade zdôvodňovania mechanického pohybu (potreba prvého hýbateľa), ale aj pre zdôvodnenie pohybu entít schopných samopohybu. Tie sú síce zdrojom svojho vlastného pohybu, ale nie sú príčinou svojej vlastnej existencie. V konečnom dôsledku teda aj bytosť nadaná entelecheou potrebuje svoju príčinu (rodiča), ktorá má tiež svoju príčinu, až kým nenarazíme na prvého nepodmieneného hýbateľa.

Aristotelovská koncepcia vesmíru podobne ako Homérova a iné: predpokladala okrem dômyselnej organizácie (Zem, voda, vzduch, oheň, Mesiak, Merkúr, Venuša, Slnko, Mars, Jupiter, Saturn, ôsma sféra stálic – hviezd, 9. krištálová guľa, 10. nebeská klenba) aj metafyzický základ existencie telies a ich pohybu. Tými mohli byť osobití hýbatelia jednotlivých telies (bohovia, anjeli, ktorých bolo 47, resp. 54 (North, 1995, s. 84), alebo v konečnom dôsledku prvý hýbateľ, ktorý sa nachádzal za nebeskou klenbou. Tak postupne skúmanie fyzikálnych a astronomických axiém priviedlo ich užívateľov k potrebe presvedčenia o existencii a pôsobení Boha ako ďalšej axiomy vedeckého výkladu sveta. Jasne to možno vidieť i v tretej relatívne ucelenej oblasti klasickej vedy – v euklidovskej geometrii.

## 5.4 Axiomaticko-deduktívny systém – Euklidova geometria

Euklidova geometria vyjadrená v trinástich knihách jeho *Elementa* predstavuje uholný kameň európskej vedy. Svojou metódou a výstavbou spisu dokonale vyhovuje Aristotelovým požiadavkám na jasnosť, demonštratívnosť a najmä deduktívnosť vedeckého poznania. Euklides začína svoje úvahy 23 nominálnymi definíciami, po ktorých nasleduje päť postulátov – požiadaviek. Prvý z nich hovorí, že máme mať dva dané body a tie možno spojiť jedinou úsečkou. Druhý, že úsečku možno na danej strane predĺžiť o rôzne dĺžky, avšak žiadne dve takéto predĺženia nebudú rôznobežné. Tretí postulát vyjadruje skutočnosť, že okolo stredu možno opísať jedinú kružnicu prechádzajúcu daným bodom, a štvrtý, že všetky pravé uhly sú si rovné. Päťicu postulátov dopĺňa tvrdenie, že ak máme priamku a bod, ktorý nie je jej súčasťou, možno ním viesť len jednu priamku, ktorá je rovnobežná s danou priamkou. Zvláštnosťou Euklidovej geometrie je to, že, ak akceptujeme daných päť postulátov, vďaka nim a z nich vieme skonštruovať všetko, čo sa v Euklidovej geometrii skonštruovať dá. A to je v podstate všetko, čo sa v klasickej geometrickom svete nachádza. Výnimku tvoria len ojedinelé problémy, ktoré sa klasickej euklidovskou geometriou nedajú vytvoriť (trisekcia uhla, délsky problém – zdvojenie kocky – úmera so štyrmi neznámymi, kvadratura kruhu a skonštruovanie niektorých pravidelných n-uholníkov), no na ich existenciu a neriešiteľnosť učitelia prichádzali až postupne. Je preto úžasné, že z takého malého počtu základných východísk možno utvoriť takú obrovskú plejádu tvrdení, ktoré nielenže sú pravdivé, ale o ich pravdivosti sa možno presvedčiť ich skonštruovaním.

Ak však v geometrii hovoríme o skonštruovaní, platí to len čiastočne. Veľká časť geometrických objektov (priamky, polpriamky, rovnobežky) patria do kategórie entít, ktoré nikdy nenahliadame celé a preto ich ani nikdy nevieme celé skonštruovať. Priamka je nekonečná podobne ako aj jej polovica (paradox). Jeden z hlavných poznatkov vyvedený z postulátov naznačuje, že dve rovnobežky

sa nemôžu nikde pretínať. A to ani v nekonečne. Na to, aby sme si overili tento fakt, potrebujeme dovidieť (aspoň v myšli) až do nekonečna. To však nedokážeme. Preto potrebujeme nejakého iného garanta, ktorý si môže overiť a preukázať platnosť našich presvedčení za nás. A takouto bytosťou musí byť nejaký nadčlovek, teda v konečnom dôsledku Boh. To je dôvod, prečo podľa Petra Vopěnku i ten najosvietenejší antický učenec veril v olympských bohov. (Vopěnka, 2000, 183).

Axiómy z jednej oblasti vytvárajú relatívne autonómny celok tvrdení, ale čo je zvláštne, zároveň podporujú platnosť tvrdení z inej oblasti a to tým, že dotvárajú jednotný celok navzájom si (aspoň na prvý pohľad) neodporujúcich vysvetlení sveta. Logika, Euklidova geometria, Archimedova statika a Ptolemaiova astronómia nás tak privádzajú k skupine teologicko-metafyzických axiém, ktoré sa stali základom teológie, neskoršej centrálnej disciplíny klasickej aristotelesovej vedy. A práve vnútorná konzistentnosť a vzájomná podpora jednotlivých oblastí umožnili utvoriť systém, ktorý s malými modifikáciami pretrval tisícročia.

## 5.5 Odporúčaná literatúra

- ARISTOTELES: *Fyzika*. (I. kniha: Kap. 1, II. kniha: Kap.: 7 – 9, III. kniha: Kap. I) Praha : Petr Řezek, 1996, 19 – 20, 60 – 67, 68 – 71.
- HAKINSON, R. I.: Science In: BARNES, J. (ed): *The Cambridge Companion to Aristotle*. Cambridge : Cambridge University Press, 1995, 140 – 168.
- EUKLEIDES: *Základy. Knihy I-IV*. Nymburk : Otevřeně prospěšná společnost, 2007, 15 – 55.

## 6. Teológia a stredoveký univerzitný kriticizmus

Kľúčové slová: *lectio, komentáre, kritika, quodlibetné dišputy, anti-peristasis*

Zaužívané klišé charakterizuje vedu v stredovekom období ako obdobie temna (Grant, 1974, 3). Dôvodom je najmä preferencia špekulácie pred experimentom a empirickým výskumom a najmä domýšľanie, doplňovanie a precizovanie jednotlivých prvkov aristotelesovej vedy, čo upriamovalo pozornosť na metafyzické a teologické momenty vedy, a preto niet divu, že postupom času sa práve teológia stala kráľovskou disciplínou vedeckého myslenia. Teológ nielenže zdôvodňoval existenciu jednotlivých entít a javov (*causa efficiens*), ale aj ich zmysel a účel (*causa finalis*). Vychádzal pritom z presvedčenia, že poznanie obidvoch druhov príčin nielenže je (pre pochopenie celkového významu faktov) potrebné, ale aj možné (Leinsle, 2010, 131 – 133).

### 6.1 Teológia – rozšírenie vedy na Boha

Opodstatnenosť názoru o poznateľnosti zásvetných zákonitostí pochádzala z dvojice odlišných typov argumentov. Tým prvým bola *teória homogénosti* a identickosti zákonitostí sveta, a to v zakúšanom svete aj za jeho horizontom. Antickí myslitelia verili, že princípy, ktorými sa riadi príroda v ich svete, sú univerzálne, a preto budú platiť aj v oblastiach, ktoré doteraz nepoznali. Skúsenosť s prírodou im v tomto dávala často za pravdu, a preto sa odvažovali aplikovať svoje poznanie i na ríšu za horizontom možnej skúsenosti, a teda aj na božstvá. Predpokladali, že svet je taký, ako sa nám

javí, práve preto, že vyjadruje samotné charakteristiky jeho tvorca/ov, ba dokonca, že z neho možno vyčítať i jeho účely. Základnou metódou poznania bola *analógia* a teória odrazu. Tá, obzvlášť s nástupom kresťanstva vychádzajúceho z premisy, že Boh stvoril prírodu a človeka na vlastný obraz, pochopila, že Boha možno vysvetľovať z jeho stvorenstva, a teda že Boh je nielenže spoznatelný cez svoje výtvary, ale že aj jeho výtvary sú mu do určitej miery podobné. Príkladom dôsledného aplikovania teórie odrazu môže byť Lullova teológia, ktorá predpokladá identickosť štruktúr sveta na všetkých jeho úrovniach so vzťahom Božích vlastností charakterizujúcich jeho podstatu. Podobne aj Tomáš Akvinský aplikuje Aristotelove „dôkazy“ existencie Boha, využívajúc pritom analógiu medzi naším uvažovaním o veciach a nevyhnutnosťou existencie „Prvého hýbateľa“.

Druhým dôvodom v dôveru poznateľnosti Boha bola Aristotelova logika. Ukázalo sa, že logika nám dáva silný nástroj nielen na poznanie toho, čo je pravdivé, resp. nepravdivé, ale zároveň je prostriedkom, ako zistiť to, či je niečo skutočné, alebo či je *vôbec možné*. Entity, ktoré sú logicky rozporuplné, sú aj neuskutočniteľné. Preto vieme s logickou istotou vylúčiť fakty a vlastnosti, ktoré sú protirečivé a týmto spôsobom možno uvažovať aj o vlastnostiach Boha. Je nemožné, aby bola príčina úplne odlišná od toho, aký nastal účinok. To viedlo teológov k tomu, že z logiky veci usudzovali na logiku a charakteristiku Boha, ba dokonca, že ho v mnohých prípadoch podriadili samotnému rozumu. Na základe logiky a sily negatívnych dôkazov tak mohli scholastickí učitelia uvažovať nielen o Božej existencii (Anzelm), ale aj o jeho atribútoch. Dobrým, i keď historicky novším príkladom je Brunova či Leibnizova analýza sveta, vychádzajúca z akceptácie Božích vlastností (všemohúcnosť, dobrota...), ktoré ani Bohu neumožnia stvoriť svet inak, ako mu to káže naša logika.

## 6.2 Inštitucionálne tradovanie vedy

So vznikom univerzít sa teológia dostáva do samotného stredu vedeckého poznania a stáva sa i jeho vrcholom (Leinsle, 2010, 120). Túto skutočnosť dokumentuje štruktúra univerzitného vzdelania, ktorá predpokladala, že základom jednotného výkladu má byť aristotika (filozofia), ktorá slúžila ako všeobecná propedeutika ďalšieho vzdelávania s praktickým uplatnením buď v medicíne, alebo v práve. Vrcholom štúdia mala byť práve teológia, ktorá završovala univerzitné štúdiá a ktorá si vyžadovala i najdlhšie obdobie príprav a samostatného štúdia. Podstatnou črtou stredovekého univerzitného štúdia bolo chápanie univerzity ako jednej vedeckej komunity a jednotného vedeckého výkladu sveta. Študentov spolu s učiteľmi spájala tento spoločný svet a predpokladali konzistentnosť a spätosť konkrétnych poznatkov a disciplín, čo dokumentovali i otvorené a kvodlibetné dišputácie. A práve metóda vzdelávania predstavuje kľúčový moment stredovekej vzdelanosti.

## 6.3 *Lectio, questio, kritika*

Ako uvádza Jacques Le Goff (1999, 84), stredoveké štúdium pozostávalo najmä z dôsledného čítania relevantných textov (*lectio*) a ich následného komentovania. *Lectio* nemalo za úlohu len oboznámenie sa s textom a jeho následné porozumenie, ale najmä odkrytie jeho hlbšieho zmyslu a dôsledkov. Stredovekí intelektuáli dôsledne spoznávali Aristotela, aby sa stal podkladom pre ich samostatné myslenie, a preto nezostávali len pri výklade Aristotelovho myslenia, ale pokúšali sa ho i problematizovať a domýšľať. Tak sa z *lectio* vyvinulo *quaestio*, v ktorom žiak v texte neskúma len dôsledky majstrovho myslenia, ale aj problematizuje jeho samotné východiská. Vďaka tomu vidí i to, čo jeho majster nedoviedel, respektíve domýšľa konzekvencie, ktoré zostali autorovi zastreté a prináša vlastné závery (*determinatio*) a riešenia. Práve kritika textov sa napokon stala najsilnejším nástrojom ich porozumenia a následného pokroku



vo vede. Neskôr, v 13. storočí, sa kvescie od textovej predlohy úplne odpútali a stali sa samostatným myšlienkovým „podnikom“ a ich majstrovstvo vyvrcholilo v realizácii quodlibetných dišputácií. Ich účelom bolo pokúsiť sa domýšľať a obhájiť prijaté tézy voči komukoľvek a voči ľubovoľným námietkam.

Podstata stredovekého univerzitného systému vzdelávania poukazuje na to, že práve kritické domýšľanie a problematizovanie prijatých predpokladov (napr. metódou dedukcie či metódou *pro et contra*) umožnila ich používateľom narúšať a testovať platnosť jednotlivých vedeckých tvrdení. Vo všeobecnosti platí, že samopresvedčivosť aristotelovských záverov vyplýva z pohltenia javu jeho výkladom – výklad dajakého javu nás upozorňuje práve na to, čo v jave možno vidieť a čo mu vyhovuje, a nie na to, čo výkladu odporuje, alebo čo nevystihuje (Vopěnka, 2000, 240). Preto výklad umožňuje vysvetlovanému porozumieť, ale na druhej strane iné aspekty zároveň zakrýva. Napriek tomu, s postupom času sa predsa len začínajú objavovať vážne argumenty upozorňujúce na logické či faktické trhliny a potrebu prehodnotenia jednotlivých stanovísk či úsilie o ich modifikáciu. Výborným príkladom takéhoto procesu je séria námietok smerujúcich proti aristotelizmu z kruhov samotných aristotelovských mysliteľov.

#### 6.4 Protichodné poznatky

Medzi prvé vážne námietky voči Aristotelovej fyzike možno zaradiť Aristarchovo presvedčenie o heliocentrickej vesmíru. Aristarchos veril, že stredobodom vesmíru je Slnko, avšak jeho názor odporoval všeobecnej fyzikálnej teórii, a preto bol vytlačený na okraj ako rýdza špekulácia. Jediný, kto sa pokúsil jeho názor dokázať, bol Seleucus zo Seleuceie (North, 1995, 86). Podobne aj Philoponus v *Komentároch k Aristotelovej Fyzike* z piateho storočia n. l. upozorňoval nielen na faktické, ale aj na logické nedostatky Aristotelovej teórie peristasis, opisujúcej pohybu nebeských (Wildberg, 1988, 237) i vrhnutých telies. Tá predpokladala trojaký pohyb častíc

vzduchu pred telesom a jeho následné tlačenie, čo však nevysvetľovalo, prečo na začiatku celého procesu musí byť človek v kontakte s predmetom. Philoponus si uvedomil, že ak má byť príčinou pokračovania pohybu vrhnutého telesa len tlačiaci vzduch, prečo potom nedokážeme pohnúť telesom aj bez kontaktu, a len prostredníctvom rozhýbania vzduchu? Navyše, podľa teórie *antiperistasis* je evidentné, že prostredie (vzduch v ňom) je skôr prekážkou než zdrojom pohybu a pohyb by pokojne (ešte lepšie) mohol existovať i vo vzduchoprázdnosti (Piaget, Garcia, 1989, 15). Philoponove myšlienky neskôr rozpracovali Avicena, Jean Buridan (Buridan, 1974, 276) a Nicolo Oresme. Stredovekí mechanici si všimli, že zotrvačnosť pohybu vodného či mlynského náhona odporuje Aristotelovej teórii preto, že koleso sa pohybuje aj po ukončení pôsobenia vody či vzduchu, ktorý ho poháňal. Podobne tvar či ostrosť šípky neovplyvňuje jeho pohyb, loď sa istý čas zotrvačne pohybuje proti prúdu aj po vytiahnutí vesiel z vody, no najmä ako je možné, že vzduch, ktorý dokáže pohnúť celou loďou (plachetnicou), nezmieta človeka z jej paluby napriek tomu, že je podstatne ľahší. Navyše, skúsenosť pri skoku do diaľky nám skôr hovorí, že vzduch nám kladie odpor, a nie že by nás zozadu poháňal (Piaget, Garcia, 1989, 18).

Napriek tomu, že dnes dôverujeme skôr Aristotelovým kritikom, v čase ich námietok nebola ich argumentácia akceptovaná. Jedným z dôvodov bolo to, že Aristarchove názory sa nám zachovali len nepriamo a okrajovo alebo v zjednodušenej a deformovanej podobe. (O Aristarchovi vieme najmä od Archimeda a Philoponove názory boli známe najmä prostredníctvom ich kritiky Simpliciom.) Okrem toho však odporovali explanačným východiskám ostatnej fyziky a sami pritom neumožňovali lepší a širší výklad fyzikálnych javov. I vzhľadom na to a na spomínané „pohltenie“ javu výkladom boli aristotelovskí oponenti vnímaní ako tí, čo sa mýlia, alebo ako tí, čo prinášajú anomálne skúsenosti. Tie sa však neskôr mohli stať produktívnymi tak ako Buridanova a Oresmeho teória impetu, ktorá okrem kritiky teórie peristasis (konceptia antiperistasis) priniesla tiež istú platformu umožňujúcu nový výklad pohybu.

Postupné objavovanie sa *protichodných poznatkov* a skúseností sa čiastočne odohrávalo aj v iných oblastiach poznania, avšak skutočne prvým závažným impulzom na revidovanie či odmietnutie aristotelizmu bolo vyhlásenie parížskeho a neskôr cantenburského biskupa (1277) kritizujúceho smrteľnosť individuálnej duše a najmä problematickú existenciu slobody v kauzálne determinovanom chápaní pohybu. Preto asi neprekvapuje, že najzávažnejšie revízie a modifikácie aristotelizmu pochádzajú najmä z teologického a univerzitného prostredia. Príkladom môžu byť františkánski scholastici, empirici, ale i Mikuláš Kuzánsky, radikálne revidujúci naše poznanie Boha (obmedzujúci schopnosti človeka spoznať Boha), ale zachovávajúci základnú výstavbu sveta, ale aj Giordano Bruno, ktorý, naopak, dôsledne verí v atribúty Božej existencie, a práve na základe nich je nútený zásadne prebudovať obraz výstavby sveta, v ktorý veríme.

Stredoveká univerzita naučila mysliteľov dôslednosť a cibriť sa v argumentačných postupoch. Tým vychovala kritikov aristotelizmu, ktorí mohli domyslieť konzekvencie jednotlivých myšlienok a pripraviť prostredie na revidovanie potrebného a odmietnutie chybného. Paradoxne práve tak aristotelici vychovali tých, ktorí aristotelizmus vyvrátili.

## 6.5 Odporúčaná literatúra

FLOSS, P.: *Proměny vědení*. Praha : Mladá fronta, 1987, 69 – 85.

SPENGER, I., INSTITORIS, H.: *Malleus Maleficarum/Kladivo na čarodejnice*. (preklad: Jitka Lenková) Praha : Michal Zítka – Otakar II, 2000, (q I , XII – XVIII), 27 –37, 161 – 209.

LE GOFF: *Intelektuálové ve středověku*. Praha : Karolinum 1999, 79 – 87.

## 7. Francis Bacon a význam indukcie

Kľúčové slová: *kritika sylogizmu, observácia, experiment, indukcia, generalizácia*

Výhodou axiomaticko-deduktívneho systému vied je to, že pri obmedzenom a známom počte axiém a základných postulátov potrebujeme len relatívne málo času na to, aby sme mohli odvodíť všetky relevantné (alebo aspoň tie najpodstatnejšie) poznatky, ktoré systém ponúka. Aristotelovská veda veľmi rýchlo rozvinula svoje poznanie, ale potom prestala prinášať nové poznatky a začala stagnovať. Okrem jej mierneho rozšírenia najmä v stoickej logike, rozpracovania v teológii a v astronómii neprinášala v ostatných oblastiach takmer žiadne nové poznatky. To bol dôvod, prečo už na sklonku scholastiky (františkánski empirici) a najmä s príchodom renesancie dochádza ku kritike stagnácie vedy, ktorá, vychádzajúc z dedukcie, narazila na vlastné limity a hranice.

### 7.1 Kritika dedukcionizmu

Francis Bacon v *Instauratio Magna* kritizuje špekulatívnosť vedy a jej sterilnosť oproti obchodu a remeslám. Jadrom jeho kritiky sa však nestáva len nedostatok nových poznatkov, ale najmä deduktívna metóda jeho predchodcov (Bacon, 1974, 116 – 128). Nevýhodou dedukcionizmu je to, že vychádza z nejasných a neistých axiém či prvých poznatkov. Záver (*determinatio*) nielenže neprináša zásadne nové poznanie, ale len to, čo je v prvej či druhej premise

obsiahnuté, ale problematickým sa stáva aj sama pravdivosť premís. Chybou je pritom to, ak naše poznanie vychádza z nepravdivých východísk. Potom aj závery nemusia byť (a väčšinou ani nie sú) platné. Odkiaľ ale vieme, či sú východiská pravdivé?

Bacon si (podobne ako Aristoteles) uvedomuje, že platnosť axióm nemožno *apriórne* dokázať. Ich opodstatnenosť sa preukazuje až zo záverov odvodených z nich a v kontexte ostatných tvrdení, ktoré podporujú platnosť daných východísk. Veda tak predstavuje akúsi sieť navzájom poprepájaných tvrdení, ktoré vedia vyselektovať chybné premisy vďaka ich protirečeniu, avšak nevedia poskytnúť dôkaz o tom, že východiská sú skutočne platné. Ak teda dôjde k rozporu medzi východiskami a dajakou skúsenosťou, skúsenosť býva označovaná za neplatnú alebo anomálnu voči váhe celej siete tvrdení, ktoré sa nám podarilo z východiska odvodiť a ktoré si inými skúsenosťami neprotirečia. Prípadne hľadáme ďalšie dodatočné axiómy alebo podporné teórie, ktoré protirečenie odstránia alebo vysvetlia (v astronómii diferenty, n-cykly, epicykly). Rovnako problematické sa zdajú byť aj všetky tvrdenia, na ktorých pravdivosť nazeráme taktiež intuitívne. Intuícia sa v značnej miere vyhýba kontrole, ba dokonca, ako naznačuje vo svojom učení o idoloch, nezriedka býva značne deformovaná (idola tribus, specus, fori).

## 7.2 Empirická metóda

Kým pre scholastickú vedu plní skúsenosť najmä úlohu dôkazu, Bacon navrhuje, aby bola východiskom poznania (Bacon, 1990, 136). Len tak sa možno vyhnúť koncipovaniu (síce logicky konzistentných) vied o zmätočných objektoch, ktoré reálne neexistujú (napr. „jednorožcológia“). *Pozorovanie* nám umožní kontakt s realitou a práve z neho pochádzajú naše poznatky. Bacon si však uvedomuje, že poznanie nie je len zbierkou pozorovaní. Dôležitú úlohu pri poznaní zohráva racionálna analýza. Preto musia byť observácie vyhodnocované a pravdu treba z nich induktívne „vydestilovať“. Úlohou indukcie je nájsť všeobecné zákonitosti nachádzajúce sa

v prírode prostredníctvom racionálnej analýzy pozorovaní. Na to nám má slúžiť *tabuľková metóda*.

Baconova veda narába s niekoľkými typmi tabuliek, avšak najdôležitejšie sú tie, ktoré nám umožňujú spoznať, alebo vylúčiť chybné princípy. Takými sú najmä tabuľka pozitívnych inštancií (Bacon, 1990, 181) a tabuľka negatívnych prípadov (Bacon, 1990, 182). Bacon vie, že odhaliť podstatné črty alebo súvislosti nemožno na základe jediného pozorovania. To by bolo rýdzo intuitívne. Preto je potrebné dosiahnuť dostatočnú (reprezentatívnu) množinu pozorovaných prípadov, aby sme z nich mohli odvodiť invarianty a následne formy – všeobecné zákonitosti (Bacon, 1990, 159). Prvým problémom indukcie je teda početnosť pozorovaní. Zdá sa, že čím je pozorovaní viac, tým zreteľnejšie stúpa istota, že naše generalizácie nebudú založené na náhodných a anomálnych pozorovaniach. Optimálne je preto dosiahnuť pozorovanie všetkých možných prípadov. To však až na malé výnimky nie je (celkom dobre) možné, pretože množina predmetov pozorovania môže byť buď neobmedzená, alebo natoľko veľká, že nie je v silách nijakého človeka uskutočniť všetky relevantné pozorovania. Problémom pozorovania jednotlivých predmetov môže byť napríklad to, že sa nenachádzajú len na jednom obmedzenom mieste (napr. v Británii), ale kdekoľvek na svete a navyše to, že ich výskyt nie je časovo obmedzený, a teda ide napriek časom (labute v minulosti, prítomnosti i všetky budúce labute). To Bacona núti uvažovať o nadnárodnom inštitucionálnom chápaní vedy, pretože len úzkou špecializáciou a spoluprácou je možné systematicky pokryť čo najväčšiu oblasť predmetného výskumu. Vážnym problémom neobmedzenej početnosti predmetov výskumu však je to (ako upozornil D. Hume), že vzhľadom na neúplnosť vzorky nikdy nemôžeme mať úplnú istotu, či sa nevyskytuje dajaký prvok z predmetnej množiny, ktorý zatiaľ nebol pozorovaný a ktorý odporuje doteraz získanej skúsenosti. Preto možno ešte dôležitejšia ako tabuľka pozitívnych inštancií môže byť tabuľka negatívnych prípadov. V nej stačí nájsť čo i len jeden prípad, ktorý odporuje doteraz získaným skúsenostiam, a máme

istotu, že pozorovaný jav, vlastnosť či prvok sa neviaže s množinou predmetov nevyhnutne, ale len náhodne. Tabuľka negatívnych prípadov teda slúži ako kontrola a obmedzenie prípadnej generalizácie vychádzajúcej z tabuľky pozitívnych inštancií a je jej súčasťou. Podobne ako tabuľka prerogatívnych inštancií (Bacon, 1900, 238) je akýmsi selekčným a vzorovým príkladom na riešenie vedeckých problémov (Fischer, 1983, 150).

Iným príkladom je tabuľka stupňa (Bacon, 1900, 198). Tam, kde nemožno jednoznačne určiť kauzálnu spätosť medzi dvomi premennými, možno pozorovať isté korelácie medzi ich výskytom a predpokladať mieru vzájomnej spätosti medzi dvomi či viacerými faktormi. Bacon neuvažuje o korelačnej analýze, ale uvedomuje si zložitost a nejednoznačnosť vzťahu, ktorý označuje mierou. Preto, aby sme mohli čo najlepšie odhaľovať presné vzťahy medzi jednotlivými skúmanými javmi, je nutné nájsť prenikavejší spôsob výskumu, ako je len rýdze pozorovanie, a tým je najmä experiment.

### 7.3 Experiment

*Experiment* nám umožňuje prenikať k samotným zákonitostiam prírody, nakoľko postupným vylučovaním vplyvu jednotlivých faktorov vieme spresňovať a cielene zameriavať pozornosť na skúmanie konkrétnych spätostí medzi pozorovanými vecami. Kontrolovaním premenných nútime prírodu odpovedať na stanovené otázky odpoveďou „áno“, alebo „nie“. Bacon chápe experiment ako výsluch prírody, kde je príroda akoby „natiehnutá na škripec“ a preto nám pod tlakom skúmania prezradí aj tie najtajnejšie tajomstvá. Ak vieme, ako a na čo sa máme pýtať, príroda nám tajomstvá prezradí.

Podstatnou črtou experimentu aj *indukcie* je potreba vedieť to, kam sa máme dívať, resp. čo hľadať. Samotné disponovanie observáciou nestačí, ak nevieme, čo v nej možno vidieť. (Kolumbus nevidel Ameriku, ale západnú cestu do Indie). Preto rovnako dôležitým ako je vyplňovanie riadkov početnosti observácií je aj vyplňovanie stĺpcov jednotlivých črt či vlastností. Ak Bacon kritizoval Aristotelovo

intuitívne odhaľovanie axióm, treba skonštatovať, že pri generalizácii alebo hľadaní potenciálne relevantných invariantov je myseľ vedca – výskumníka odkázaná práve na tento nejasný a takmer neuchopiteľný intuitívny moment objavu a invencie. Na rozdiel od aristotelizmu tu je však tabuľkovou metódou čiastočne kontrolovateľná platnosť či neplatnosť vedeckých intuícii. Podstata problému však zostáva – intuitívna povaha induktívnych generalizácií a probabilizmus poznania, vyplývajúci z neúplnej početnosti, ale aj z potenciálne nesprávne predpokladaných súvislostí (neskôr sa môže ukázať, že skutočnou príčinou vzťahu je iná (hlbšia/odlišná) súvislosť, ako sme predpokladali.). Ďalším problémom je spätosť observácie s explanačným východiskom, a teda iluzórnosť imania „surových“ či na teórii nezávislých pozorovaní.

### 7.4 Poznanie pre úžitok

Podstatnou črtou Baconovho prístupu je radikálna zmena chápania vzťahu poznania k praxi. Kým antická veda je poznaním pre poznanie, Bacon hlása tézu „*Knowledge is a power*“ a zdôrazňuje najmä vedenie v zmysle manažmentu prírody.

Odhalením prírodných zákonov sa môžeme brániť nežiadúcemu prírodnému pôsobeniu alebo vyvolávať žiadané účinky tým, že vytvoríme podmienky, v ktorých príroda vytvorí to, čo potrebujeme (Bacon, 1900, 67). Úlohou vedy je napomôcť človeku pretvárať svoje prostredie podľa svojich potrieb. Vzťah človeka a prírody sa tak zmenil na pragmatický súboj o nadvládu, kde najdôležitejšou zbraňou sa stávajú vedomosti a informácie.

Bacon si uvedomil mocenský ráz poznania a preto vo svojej *Novej Atlantide* otvára otázku možných technologických dôsledkov, ale i otázku verejnosti a privátnosti poznatkov. Z platonicko-povahy nezávislosti zákonov od nášho poznania by

sa mohlo zdať, že poznatky by mali byť univerzálne dostupné bez možnosti ich vlastnenia. Z investigatívnej povahy získavania poznatkov však vyplýva, že ich poznanie nie je zadarmo a ich vlastnenie dáva ich držiteľom obrovskú mocenskú výhodu, ktorú budú mať len dovtedy, kým dané poznatky nebudú všeobecne dostupné.

To otvára nielen otázku mzdy, resp. benefícia, ktorá začala byť charakteristická už pre univerzity, ale najmä otázku neobmedzenej a spoľatnej či nespoľatnej prístupnosti poznatkov a vynálezov.

### 7.5 Odporúčaná literatúra

BACON, F.: *Nové Organon*. Praha : Svoboda 1974, 74 – 86.

DEAR, P.: The Meaning of Experience. In: LINDBERG, D. C., NUMBERS, R. L. (eds): *The Cambridge History of Science*. Vol. 3. Cambridge University Press 2008, 106 – 132.

BOORSTIN, D., J.: *The Discoverers*. New York : Random house, 1983, 147 – 174.

## 8. Dva základné novoveké spôsoby odhaľovania prírodných zákonov

Kľúčové slová: *objav, dedukcia, myšlienkový experiment, matematizácia, spätosť skúsenosti a explanácie*

Novovekí vedci si uvedomili silu a význam empirie, ale aj to, že samo hromadenie pozorovaní ešte nevyhnutne nevedie k odhaľovaniu všeobecne platných zákonov. Na to, aby sme v pozorovaniach uzreli zákonitosť, nepotrebujeme skúsenosť len organizovať, ale aj nejakú schopnosť, ktorá upriami našu pozornosť na podstatné aspekty problému. Niektoré objavy môžu vzniknúť omylom či náhodou, systematický výskum však potrebuje pravidlá. Tie nám dáva rozum. Bez neho by bola empiria len akousi rapsódiou vnemov, ktorým chýba akýkoľvek poriadok a základ.

Raná novoveká veda nám ponúka dva príklady, ako môže rozum nachádzať a získavať základné zákonitosti výstavby sveta. Prvým z nich je Descartovo vyhľadávanie zákonov (*metodickou dedukciou* a čistým rozumom (Murray, 2011, 152).

### 8.1 Metodická dedukcia

Descartes (najmä po spolupráci s Isaacom Beeckmanom) vnímal problémy spojené s aristotelovským výkladom sveta, ale predpokladal, že stačí pôvodný výklad upraviť a pojmy *redefinovať*. Základným východiskom jeho úvah bolo modifikované, ale metafyzické vnímanie priestoru a miesta. Kým aristotelovský svet bol konečný, guľového tvaru a bez nejakej možnosti presnejšej orientácie v ňom

(členenie na sublunárnu a supralunárnu časť a sféry podľa prítomnosti elementov), Descartov priestor ponúka veľmi presnú orientáciu v ňom pomocou matematicky vyjadriteľných súradníc jednotlivých bodov. Zavedením karteziánskych súradníc nielenže umožnil analytický popis miesta, ale najmä si uvedomil, že každý jeden bod v priestore má svoje jedinečné miesto a teda to, že nekonečne deliteľný priestor nemožno oddeliť od telesnosti, s ktorou sa spája, pretože priestor chápe ako hranicu vymedzenú *res extensa*. Na rozdiel od atomistov (najmä od Gassendiho) teda neakceptuje existenciu atómov a vákua, ale priestor si predstavuje ako hmotnú plnosť, ktorá je vyplňaná rôznymi typmi a veľkosťami hmoty. Niektoré z častíc sú makroskopické a veľké – ako vesmírne telesá, iné zasa jemnejšie ako kvapaliny (vyplňajúce nebo) a ďalšie predstavujú tú najjemnejšiu hmotu, akú si naša myseľ vôbec dokáže predstaviť – svetlo (Gaukroger, 2002, 12 – 13). Descartovo chápanie hmotnej plnosti možno pripodobniť prímerom obrusovania kameňov v kúpeli. Postupným trením sa kameňov vzniká jemnejšia hmota (piesok), ktorá sa oddeľuje a vyplňa okolitý priestor. Vokolo piesku aj kameňov však musí existovať ešte jemnejšie prostredie, ktoré obteká a dokonale vyplňa každé jedno miesto v kúpeli. Pri bežnom chápaní atómov ako najmenších častí hmoty si zväčša predstavujeme malé guľovité objekty, avšak prehliadame, že medzi jednotlivými guľovými plochami zostáva priestor, ktorý musí byť opäť niečím vyplnený. Ak by v ňom alebo celkom nič – vákuum – odporovalo by to možnosti pohybu, ale i metafyzickému chápaniu priestoru ako rozľahlého bytia. Descartes preto predpokladá, že aj tento priestor musí byť vyplnený ešte jemnejšou hmotou – elementmi prvého stupňa, ktoré sú také jemné, že umožňujú úplné a dokonalé vyplnenie všetkých možných neobsadených miest. Descartovo ponímanie priestoru predstavuje akési kvázi teleso, ktoré je charakteristické nehomogénnosťou a možnosťou reorganizácie jednotlivých častí. Tým vlastne stanovuje základy pre neskoršie formulovanie zákona zachovania hmoty.

Podstatnou črtou karteziánskej fyziky je *mechanistické chápanie pohybu*. Descartes chápe, že príčina pohybu pochádza od prvého

hýbateľa. Telesá zotrúvajú na svojom mieste, kým nie sú niečím nútené svoje miesto opustiť (prvý pohybový zákon).

Na rozdiel od Aristotela Descartes akceptuje len priamočiary pohyb (2. PZ – Descartes 1987, 101 – 102), pokiaľ nie je teleso nútené takýto pohyb zmeniť. Zrážkami telies dochádza k zmene pohybu, a to hneď v dvojakom zmysle. Tým prvým je zmena smeru pohybu, pokiaľ teleso naráža na iné objekty, ktoré sú hmotnejšie ako ono samo. V tomto zmysle sa pohyb šíri cestou najmenšieho odporu, ktorý (zdá sa) je menší v prostredí vyplnenom najjemnejšími časticami hmoty. Tie – na rozdiel od hmotnejších objektov, ktorými nevieme pohnúť, ale sa od nich odrážame – svojou silou vieme posunúť. Zároveň je jasné, že pohyb makroskopických telies bude vždy sprevádzať pohyb najjemnejšej hmoty, ktorá vyplňa ich pôvodné miesto. Ak chce teda nejaké teleso zmeniť svoju polohu, môže to urobiť iba vtedy, ak mu iné teleso uvoľní svoje miesto, čo je však možné iba vtedy, ak aj tomuto telesu iné telesá uvoľnia miesto. Z toho vyplýva a) možnosť pohybu všetkých častí (znemožňujúce relatívny pohyb) alebo b) potreba pripustiť vírivý (relatívny) pohyb.

Druhým aspektom descartovského chápania pohybu je odovzdávanie pohybu pri zrážkach telies. To spôsobuje, že pohybujúce sa teleso postupne odovzdá svoj pohyb všetkým časticam, s ktorými sa zrazí. Jednotlivé častice síce napokon zastanú, ale celková suma pohybu sa vo vesmíre nestráca (3. PZ – zákon zachovania pohybu), avšak iba za predpokladu, že vesmír je uzavretý a konečný a do posledného miesta zaplnený. Descartes chápe hmotu ako pasívnu, hoci uznáva, že druhotne jej môže byť udelený pohyb, ale len od entity, ktorá ho má od Boha. Keďže pohyb v úplne zaplnenom priestore je vždy len kontaktný, je evidentné, že celková suma pohybu bude v danom systéme konštantná. Descartes tak vytvoril predpoklady na chápanie vesmíru ako dokonalého *perpetua mobile*, do ktorého Boh na počiatku vložil impulz a následne pohyb prebieha sám.

Descartov zákon zachovania pohybu spolu so zákonom zachovania hmoty nám otvára cestu k pozoruhodnému chápaniu spätosti

hmotnosti a rýchlosti pohybu. Descartovi táto súvislosť unikla a veril, že menej hmotné teleso nemôže pohnúť hmotnejším (4. PZ). Uvedomil si však, že rozhodujúcim činiteľom pohybu je suma hmoty, ktorou mám či nemám pohybovať, čo mu umožnilo výklad fyzikálnych javov bez gravitácie. Nedokážeme odtlačiť hmotnejšie objekty, ale otázne je to, prečo nedokážeme vyskočiť napr. štyri metre do výšky. Descartes predpokladá, že neobmedzený pohyb nahor nie je možný preto, že okrem častíc vzduchu v našom okolí narážame na celú hmotu vzduchu nad nami. Zemou nie sme priťahovaní, ale sme tlačení celou hmotou nad nami, čo spôsobuje, že nemôžeme (podobne ako Mesiaca) od Zeme uletieť. Ak by nebolo v okolí Mesiaca či iných planét nič, vzdialili by sa podobne ako kameň z vymršteného praku. Na orbitáloch ich núti zotrvať hmoty nad i pod nimi.

## 8.2 Myšlienkový experiment

Druhým príkladom nachádzania zákonov prírody je Galileovo použitie *myšlienkového experimentu*. Jedným z hlavných princípov novovekej vedy je pochopenie voľného pádu a objavenie konštantného zrýchlenia. Povráva sa, že Galileo ho objavil po početných experimentoch s hádzaním predmetov zo šikmej veži v Pise. Na tieto princípy však nemohol prísť zo skúsenosti, pretože skúsenosť ich neodhaľuje, ba priam im odporuje. Pád rôzne veľkých telies z tej istej výšky totiž nenasvedčuje ich rovnakému zrýchleniu. Na to možno prísť až v ideálnom prostredí – teda v prostredí prístupnom len rozumu.

Galileo uvažoval o páde gule a súbežnom páde jej polovic (Settle, 1967, 319 – 334). Zo skúsenosti vieme, že ťažšie telesá padajú rýchlejšie, preto je zmysluplné predpokladať menšie rýchlosti oboch polovic voči rýchlosti celku. Čo sa však stane, ak polovice k sebe tesne priblížime? Mali by padať stále pomalšie, pretože netvorí celok. Až vo chvíli, keď ich pevne spojíme (napr. dlhým natiahnutým vlasom), vytvoria celok a ten by mal padať rýchlejšie. Ak sa vlas počas pádu pretrhne, pád by sa mal opäť spomaliť. Predpokladať odlišnú rýchlosť pádu tesne priblížených polovic od rýchlosti pádu celku

je však čudné, preto Galileo usúdil, že ich zrýchlenia sú identické a na rýchlosť má vplyv len odpor prostredia, závislý od tvaru predmetu. Novoveká veda nehľadá zákonitosti priamo medzi reálnymi telesami, ale objavuje ríšu ideálnych objektov a ideálneho prostredia, prostredníctvom ktorého skúma to reálne. Idealizácia nie je len predpoklad umožňujúci objavy (zrýchlenie padajúceho telesa je univerzálne a konštantné, nezávislé od hmotnosti), ale aj dôsledok ich objavenia a vysvetlenia, prečo sa reálne telesá nesprávajú len podľa odhalených zákonov (vplyv odporu prostredia). Práve idealizácia (plynov, kvapalín, prostredia, ale i hmotných objektov) a používanie myšlienkových experimentov umožnilo objavenie väčšiny novovekých fyzikálnych zákonov.

Významným prvkom Descartovho i Galileovho chápania vedy bolo presvedčenie, že kniha prírody je napísaná matematickým (geometrickým) jazykom (Galileo 1623, 237 – 238)). Matematizácia fyziky (optika, mechanika) stojí za úspechmi mechanistickej vedy (Husserl, 1972, 43 – 49). Galileo pochopil, že matematika poskytuje možnosti opísať zákonitosti funkcionálnymi rovnicami (Černík et al, 1997, 101), čo vyzbrojilo vedu novým typom skúmania, ale aj dôkazu.

Galileo podobne ako Bacon veril v spätosť pozorovania s teóriou. Legitimita vedy spočíva v tejto spätosti a vedecký dôkaz sa má preto opierať o obidva piliere poznania. Teória tak vysvetľuje observácie a observácie spätne potvrdzuje (alebo vyvracia) platnosť teórie.

Zatiaľ čo Bacon veril v prvotnosť a intaktnosť skúsenosti, Galileo zdôraznil primárnosť explanačných východísk. Bez geometrických a matematických intuícií nemožno v observáciách zbrať žiadne zákonitosti (Agassi, 2008, 447). Keďže matematika je axiomatická disciplína, aj veda má byť vystavaná na axiomatických základoch. To, v čo veríme, nám umožňuje vidieť to, čo vidíme.

### 8.3 Odporúčaná literatúra

DESCARTES, R.: *Princípy filozofie*. Bratislava : Pravda, 1987, 47 – 79.

MELI, D. B.: Mechanics. In: LINDBERG, D. C., NUMBERS, R. L. (eds): *The Cambridge History of Science*. Vol. 3. Cambridge University Press 2008, 634 – 672.

KVAZS, L.: Galileovská fyzika vo svetle Husserlovej fenomenológie. *Filosofický časopis*, 2000/3 s. 373 – 399.

## 9. Zmena astronomického obrazu sveta

Kľúčové slová: *geocentrizmus, heliocentrizmus, hybridy, mágia, ontologický status objektov*

### 9.1 Starovek astronómie

Vhodným príkladom spätosti teórie s pozorovaním sú dejiny astronómie. Prvé záznamy o pozorovaní astronomických telies možno nájsť už okolo roku 5000 p. n. l. (Sumeri – zvieratá zverokruhu, pozorovanie hviezd, lunárny kalendár; 4000 – Egypt – pozorovania Síría, 2782 – solárny kalendár; 2500 – objav svetových strán; 2.400 – Čína – konjunkcie planét; 2300 – Babylon – 5 planét (Merkúr, Venuša, Mars, Jupiter, Saturn), bludičky a Slnko a Mesiac; 2000 – Čína – predpoveď zatmení; 1900 – Stonehange; - 1300 – záznamy z pozorovaní zatmení; 1000 Čína – stanovenie dĺžky roku na 365,25 dňa; 700 Babylon – čas meraný s  $\Delta t < 1$ ; 600 – Táles – vesmírne telesá; 500 – Pytagoras – Zem ako guľa; 400 – Demokritos – nekonečno a prázdno). Ale k systematickému výkladu astronomických javov dochádza až s Eudoxovým homocentrickým systémom (384 – 322 – Aristoteles – experimentálny dôkaz guľatosti Zeme zo zatmenia; 388 – 315 – Heraklietos – otáčanie Zeme okolo osi; 320 – 250 – Aristarchos zo Samu – heliocentrický názor – spomenutý; 240 – Erastoténes – experimentálne overenie polomeru Zeme; 150 – Hipparchos – excentrickosť pohybu planét + katalóg asi 850 stálic + epicykly; 46 pr. n. l. – Ceasar – juliánsky kalendár).



## 9.2 Ptolemaiov Almagest

Filozofickým základom pre výklad poznatkov starovekej astronómie bola najmä Aristotelova teória prirodzených miest a na nej vystavaná Ptolemaiova teória. Claudius Ptolemaios okolo roku 150 n. l. v knihe Almagest (Veľká kniha) predstavil model, ktorý nielenže sumarizoval poznatky svojich predchodcov, ale najmä vytvoril systém umožňujúci presvedčivý výklad výstavby vesmíru a najmä relatívne presné predikcie pohybov jednotlivých planét a nebeských telies pomocou geometricky opísateľných mechanizmov. Napriek tomu, že s pribúdajúcimi pozorovaniami bolo potrebné Ptolemaiov geocentrický systém dopĺňať a mierne modifikovať (Alfonz X. Múdry – 50 ptolemaiovských modelov vesmíru), jeho predikčná sila zostala nezmenená takmer poldruha tisícročia. V čom teda spočívala sila Ptolemaiovho systému?

Základom Ptolemaiovej úspešnosti bola vysoká konzistentnosť, širokospektrálnosť a presvedčivosť celého systému.

Ptolemaios veril, že v centre vesmíru sa nachádza naša Zem, pretože je v nej najviac zastúpeného elementu zeme. Vôkol nej je voda, vzduch a oheň práve tak, ako to predpokladal Aristoteles a okrem geocentrického systému sa prikláňal aj ku konečnosti a guľatosti vesmíru. Jeho planetárny model predpokladal centrálnu postavu guľatej a nehybnej Zeme s obežnicami Mesiaca, Merkúra, Venuša, Slnka, Marsu, Jupitera a Saturnu. Vesmír bol ukončený sférou stálic a nebeskou klenbou.

V druhej knihe 13-zväzkového Almagestu analyzuje pohyby telies v súvislosti s ich východom a západom na oblohe, zemepisnou dĺžkou, ale i rovníkovoú šírkou a v tretej knihe odkrýva mechanizmus pohybu Slnka, Hipparchov problém precesie a teóriu epicyklov. Následne vysvetľuje pohyby Mesiaca (III. kniha), Merkúra (IX.), Venuše a Marsu (X.), Jupitera a Saturnu (XI.). Osobitnú pozornosť venoval analýze zdanlivých retrográdnych pohybov nebeských telies, ktoré vysvetľoval pomocou epicyklov – kruhovej trajektórie planét so stredom na ďalšej kruhovej trajektórii

(deferent), ktorej stred predstavovala Zem. Vhodnou voľbou polomerov deferentu a epicyklu bolo možné pomerne presne stanoviť polohu planét tak, aby teoretický model súhlasil s pozorovaniami. S pribúdajúcimi pozorovaniami sa polomery spresňovali a pokiaľ sa nedarilo určiť vyhovujúci polomer, jedným z neskorších riešení bolo určiť stred deferentu mimo Zeme, čo vytvorilo excentrický deferent (excenter), prípadne uvažovať o ďalšom kruhu so zrkadlovým obrazom polohy Zeme (ekvant) so stredom symetricky vzdialeným od stredu excentra o vzdialenosť Zeme.

Obrovskou výhodou Ptolemaiovej teórie bolo to, že ponúkala vysvetlenia, ktoré *korešpondovali* s pozorovaniami, a tie zasa s *predikciami*; dokonale zapadali do depozita aristotelovského vedeckého poznania, navyše súhlasili s prirodzenou skúsenosťou jednotlivca a nachádzali odôvodnenie i v sebacentrickej teológii. A to i napriek tomu, že už v Aristotelových časoch existovali koncepty odmietajúce geocentrickosť (Philolaos, Heraclides Ponticus, Aristarchos zo Samu) a aj v kruhoch Cirkvi sa objavovali autority, ktoré neverili v nehybnosť a centricosť postavenia Zeme (Kuzánsky – nekonečný vesmír, relatívna pohybu, otáčanie sa Zeme).

S pribúdajúcimi pozorovaniami a spresňovaním polohy planét Ptolemaiov systém vyžadoval nové a nové korekcie a ďalšie dopĺňajúce konštrukty a teórie (medzi významných astronómov korigujúcich Ptolemaia zaraďujeme aj G. Peurbacha a Regiomontana, ktorý pôsobil na Akademii Istropolitana – 1470). To však systém skomplikovalo až do takej miery, že sa postupne stával neudržateľným. Hlavným prínosom Kopernikovej teórie bolo úsilie o zjednotenie princípu explanácie sveta.

## 9.3 Kopernikov obrat

Kopernik vo svojom *De revolutionibus orbium coelestium libri* (zv. VI.) predpokladal, že je jednoduchšie hýbať Zemou ako celým vesmírom a kinematickosť a *necentricosť* Zeme umožní vysvetliť viditeľnosť vnútorných planét len na ranej a večernej oblohe. Jeho

systém reorganizuje postavenie planét (centrálne Slnko, Merkúr, Venuša, Zem (Mesiac), Mars, Jupiter, Saturn, stálice), ponecháva kruhovosť orbitov a konečnosť vesmíru (nebeská klenba). Vzdialenosti planét určuje pomocou uhlov vzdialených od seba o dvojnásobok vzdialenosti Zeme od Slnka. Okrem radikálneho novátorstva bola problémom jeho systému aj skutočnosť, že nekorešponduje s pozorovaniami postavenia nebeských objektov, odporuje bežnej skúsenosti a svojou podstatou je špekulatívny (problém dokázania relatívnosti pohybu). Preto bol dlho neprijímaný a nahradzovaný inými (*kompromisnými*) variantmi.

#### 9.4 Hybridné modely

Jedným z nich bol koncept Tycha de Brahe. Brahe, ktorý disponoval výbornými a početnými pozorovaniami (Braheho kvadrant), predpokladal, že centrom univerza je Zem, okolo ktorej sa pohybujú Slnko aj Mesiac. Všetky ostatné planéty však obiehajú okolo Slnka. Na základe pozorovaní komét Tadeášom Hájkom z Hájku odstránil pevné krištálové orbity planét, ponechal však stálice a nebeskú klenbu.

Iný variant predstavuje Giovanni Riccioli, ktorý predpokladal, že Zem je v strede univerza, obežnice Zeme sú Mesiac, Slnko, Jupiter a Saturn; Merkúr, Venuša a Mars sú obežnice Slnka. Jeho priradenie Jupitera a Saturnu k obežniciam Zeme bolo spôsobené relatívne malou vzdialenosťou Zeme od Slnka.

Napriek postupnému presadzovaniu sa *heliocentrizmu*, Kopernikova teória nenachádzala všeobecnú podporu vedcov, a to z niekoľkých príčin. Prvým dôvodom bolo to, že jej predikčná sila bola omnoho slabšia ako u Ptolemaia. Druhým dôvodom bola nemožnosť dôkazu pozorovaním. Samo zrušenie geocentrizmu a jeho nahradenie heliocentrizmom nemuselo byť pre bystrého teológa problémom (heliocentrizmus totiž dobre vystihuje teocentrickú povahu teologického výkladu a dôkazy pre centrálne či nehybné postavenie Zeme, okrem Lutherom zdôrazňovaného zastavenia

Slnka Jozuem (Joz. 10,13), v Biblii nie sú), ale ako kľúčové sa zdá byť jeho rozídenie sa s prirodzeným, dennodenne zakúšaným svetom. Lipnutie na prirodzenom svete koreluje so sebastrednosťou usudzovania o priestore, ale i s presvedčením, že javy sveta sú také, ako sa nám zdajú byť, a bežná skúsenosť nás nezavádza. Možno práve preto dodnes v bežnom jazyku veríme na „vychádzania“ Slnka, na ptolemaiovské dni v kalendári (Monday, Sunday...) a pod.

#### 9.5 Presadenie sa heliocentrizmu

Za to, že sa kopernikovský obraz sveta sa vyhol Aristarchovmu osudu, vďačíme najmä Johanovi Keplerovi a Galileovi Galileimu.

Kepler vo svojom *Kozmografickom mystériu* (1595), v ktorom sa zaoberal okrem iného aj astrológiou, objavil v Kopernikovej teórii dokonale vyvážený systém vzťahov s harmóniou sveta, pravidelnosťou a dokonalosťou geometrických entít mikrokozmu (plásky, vločky, kvety), ale i makrosвета (planét ako dní), zohľadňujúci vzdialenosti, veľkosti a rozostupy planét s teóriou platónskych dokonalých mnohostenov. Pri vysvetľovaní astrologickej teórie veľkej konjunkcie Jupitera a Saturnu si uvedomil, že pri spojení miest, kde sa objavuje konjunkcia vo zverokruhu, vzniká ešte jeden vnútorný kruh a pomery medzi obidvomi kruhmi sú veľmi blízke vzdialenostiam medzi Jupiterom a Saturnom v Kopernikovom systéme (North, 1955, 314). Zároveň, ak vpíšeme do orbitu Saturnu kocku, dostaneme orbit Jupitera. Podobne môžeme vpísať medzi guľovú plochu trajektórie Jupitera a Marsu štvorsten, Marsu a Zeme dvanásťsten, Zeme a Venuše dvadsaťsten a medzi Venušu a Merkúr osemsten.

Kepler po nútenom opustení Grazu prijal Tychovo pozvanie do Prahy, kde svoje pytagorejské nadšenie konfrontoval s pozorovaniami. Tu pod vplyvom množstva empirických poznatkov (*Tabulae Rudolphinae*) sa rozchádza s alchymistickým a astrologickým ponímaním astronómie a na precizovanie svojho geometrického modelu pohybu planét používa fyzikálne princípy. Rozdiely medzi geometrickým modelom a pozorovaním ho prinútili revidovať

geometrický model a zosúladiť ho s fyzikou (Donahue, 2008, 582 – 583). Tým založil novú tradíciu astronómie ako fyzikálnej vedy (*Astronomia nova* – 1609).

Kepler objavil, že:

1) dráhy planét sú elipsy, a nie kružnice (šlo o intuitívny vzhľad nakoľko nebolo možné zohľadniť vplyv Jupitera – v skutočnosti neexistuje geometricky jasná orbita, len mechanizmus jej tvorby),

2) že rýchlosť planéty sa mení tak, že spojnice planéty a Slnka opisuje za rovnaký čas rovnakú plochu a

3) že druhé mocniny obežných časov planét sú v rovnakom pomere ako tretie mocniny veľkých poloosí príslušných elíps.

Fyzikálnou modifikáciou Kopernikovho modelu tak vytvoril systém, ktorý sa stal predikčne veľmi účinný a nielenže objasnil zákony pohybu planét, ale poukázal na to, čo za nimi stojí. Orbyty a zákony nie sú jednoduché, ale sú tvorené ešte jednoduchšími zákonitosťami, čím pootvoril dvere Newtonovi a ponewtonovskému matematicko-fyzikálnemu skúmaniu vesmíru. Zároveň však oddelil bežnú skúsenosť od reálneho sveta.

Za necelé tri mesiace používania Galileovho ďalekohľadu (pozorovanie škvŕn na Slnku, mesiace Jupitera, fázy prechodov slnečným diskom, „Eppur si muove“) sa empirické poznanie nebeských telies zmenilo viac ako za celé stáročia predtým. Matematika a fyzika umožnili vedcom uvažovať o pôsobení jednotlivých telies (*Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo; Nuncius siderius*) a objavovať ich tam, ale aj vedecky uvažovať o histórii a budúcnosti telies. Predstava o našej sústave sa začala meniť, objavili sme nové planéty (Urán – Herschel, 1781; Neptún – Gall, 1846, Pluto – Tombaugh, 1930), ale aj menili ich status (Pluto bolo vylúčené z radu planét Slnčnej sústavy na 26. valnom zhromaždení Medzinárodnej astronomickej únie v Prahe 24.6.2006). Mimo chodom dejiny astronómie sú významne späté práve s Prahou. Podľa povesti práve v tu na základe skúsenosti s pôdorysom veží kostola Sv. Anežky Kepler objavil 1. pohybový zákon a práve v Prahe pôsobil Tycho de Brahe.

Dôležitou črtou astronómie je to, že síce vypovedá o reálnych telesách, ale to, čo prezentuje, je však len ich *model*. Ptolemaiovský model sveta bol pokladaný za správny, hoci takým nebol. Objavením Kopernikovej koncepcie sa vesmír nezmenil, no zásadne sa zmenilo celé naše chápanie vesmíru. Tým sa však s novou nástojčivosťou otvorila otázka *ontologickej povahy* predmetu samotnej vedy (Bednáriková, 2013, ). Existovalo „Pluto“ aj predtým, ako bolo objavené, alebo prestalo byť planétou až potom, čo sa tak uzniesli astronómovia? Je veda len *objavovaním* chýb a dopĺňaním neznámeho, alebo je priamo *konštruovaním* reality, v ktorej sa pohybujeme? Čo je kritériom pravdivosti poznania, ak v neho veria všetci vedci, no neskôr sa ukáže ako chybné?

## 9.6 Odporúčaná literatúra

- NORTH, J.: The Norton History of Astronomy and Cosmology. New York : 1995, 104 – 124.
- DONAHUE, W.: Astronomy. In: LINDBERG, D. C., NUMBERS, R. L. (eds): *The Cambridge History of Science*. Vol. 3. Cambridge University Press, 2008, 562 – 599.
- SENTIVÁNI, M.: Sústava sveta. Kozmologická štúdia. In: *Slavica Slovaca*. Roč. 46, rok 2011, č. 3. Supplementum, 154. Dostupné na [http://slavu.sav.sk/casopisy/slavica/2011\\_03/2011\\_3.pdf](http://slavu.sav.sk/casopisy/slavica/2011_03/2011_3.pdf)

## 10. Vákuum a newtonovská fyzika

Kľúčové slová: *vákuum, tlak, gravitácia, rovnováha, hypotéza*

Podobný osud ako odmietaný a zabudnutý Aristarchov koncept heliocentrizmu sprevádzal mnoho vedeckých myšlienok. Jednou z nich bola predstava prázdna a vákua.

Napriek tomu, že filozofom bolo *prázdno* známe už od čias Leukippa a Demokrita, aplikovanie tejto predstavy do fyziky bolo pre väčšinu učencov nepredstaviteľné. Platón odmietal prázdno z teologických dôvodov, Aristoteles v absencii možnosti odporu prostredia vidí nekonečnú rýchlosť, prázdno podľa neho znemožňuje prirodzený i nútený pohyb, pretože neumožňuje kontaktné pôsobenie a pod. (Westwick, 2003, 817). Prázdno predstavovalo logický i metafyzický problém (čo je „nič“?), ale i hrozby z teologického pozadia (Prázdno ako prejav nedokonalosti Boha? jeho limitovanosti? a pod.) Nedá sa preto čudovať, že bolo odmietané a v prírodovede nastal *horror vacui*. A to aj napriek tomu, že niektoré iné aspekty atomizmu sa i vďaka Epikurovi a Lucrétiovi v novovekej vede zachovali. Descartes akceptuje niektoré premisy Gassendiho atomárneho chápania hmoty, ale podobne ako Aristoteles (pre nemožnosť pohybu) zavrhuje predstavu vákua a priestor vyplnía do posledného možného miesta hmotou tých najmenších rozmerov. Návrat vákua na scénu prichádza až v sedemnástom storočí.

### 10.1 Vákuum

Galilei si všimol, že roľníci na vidieku podobne ako robotníci v baniach nevedia sacími pumpami vytiahnuť vodu z väčšej hĺbky ako je 18 kubitov (cca 10,5 m; Barrow, 2004, 90 – 111). Problém nespočíval v zariadení, keďže ani po použití tých najvýkonnejších sa to nedarilo, ale vo vode, pretože tá nie je dostatočne súdržná a vodný stĺpec sa pretrhne. Čo však spôsobuje, že vodný stĺpec sa pretrhne?

Zdá sa, že príčina spočíva v nemožnosti vysať všetok vzduch či vodu z uzatvoreného stĺpca. Podľa aristotelikov vyprázdnením priestoru by voda mala stúpať a vyplniť vyprázdnený priestor, pretože príroda prázdno neumožňuje. V skutočnosti však voda priestor nezaplní (je príliš ťažká?) a sacia pumpa prestane fungovať. Žeby teda skutočne vákuum nebolo možné? Prečo však daný jav nastáva práve pri výške vodného stĺpca 10,5 metrov, a nie nejakej inej?

Galileiho žiak Evangelista Torricelli si uvedomil, že dôvodom relatívnej nefunkčnosti sacích púmp je tlak vzduchu, respektíve *rozdiel tlakov* v stĺpci a jeho okolí. Záujem o skúmanie (hmotnosti) vzduchu je renesančným prejavom a svoju pozornosť mu venoval aj Kuzánsky. Torricelli si však uvedomil, že okolitý vzduch má nejakú hmotnosť, ktorá pôsobí na celkový povrch Zeme. Hmotnosť vzduchu vyvoláva tlak, a ten je príčinou, prečo nemožno vysať vodu z uzatvoreného priestoru. Svoju úvahu Torricelli dokumentoval experimentom, pri ktorom nahradil vodu (10-metrový stĺpec) 40-krát ťažšou ortuťou. Sklenenú skúmavku naplnil ortuťou a jej koniec uzatvoril prstom. Potom skúmavku prevrátil a ponoril jej ústie do vopred pripraveného bazéna (misky) s ortuťou. Keď následne uvoľnil ústie skúmavky, všimol si, že stĺpec ortuti v nej poklesol, ale zostal vo výške približne 76 cm. Dôvod, prečo nevytiekla všetka ortuť a jej stĺpec zostal stáť práve v tejto výške voči hladine ortuti v nádobe, spočíval v tlaku vzduchu na hladinu kvapaliny. Pokles stĺpca v skúmavke pritom sprevádzal vznik prázdneho miesta v jej hornej časti, v ktorej sa nenachádzala žiadna látka ani vzduch. Torricelli tak dokázal vytvoriť vákuum, ktoré nielenže nemalo byť možné, ale navyše bolo aj trvalo udržateľné.

Možnosť vytvorenia váku a presvedčenie, že príroda sa ho nebojí, ale naopak, vyžaduje ho, sa stala predmetom slávneho verejného experimentu s magdeburskými pologulami. Otto von Guericke (1654) ním dokazoval, že ak spojíme dve veľké bronzové pologule, nepriedušne ich uzavrieme a odsajeme z nich vzduch, primknú sa k sebe s takou silou, že ich nebude možné oddeliť ani pomocou dvojice proti sebe ťahajúcich konských osemzáprahov. Po uvoľnení ventilu však vákuum odstránime a pologule sa samé oddelia.

Aristotelici sa usilovali dokázať, že dôvod nepoklesnutia výšky stĺpca ortuti či neoddelenia pologúl spočíva v sacom efekte váku. To bráni tiaži ortuti klesnúť a prostredníctvom akýchsi neviditeľných *funiculus* ju udržiava v istej výške. Vákuum teda nie je úplné, odsatím látky v ňom ešte zostáva priestor, zákony a podobné štruktúry a tie zabraňujú zmene stĺpca. Robert Boyle sériou experimentov sa pokúšal preukázať, že výška stĺpca sa mení v závislosti od zmien tlaku okolitého prostredia (súčin tlaku a objemu daného látkového množstva ideálneho plynu je pri konštantnej teplote nemenný – Boyle-Mariottov zákon), definitívny dôkaz však poskytol Blaise Pascal s Florinom Périerom. Périer zrealizoval Pascalov návrh odmerať hladinu ortuťového stĺpca pri hladine mora a vo veľkej nadmorskej výške. Prostredníctvom dvoch identických a rovnako naplnených trubíc (jedna v základnom tábore, druhá vynesená na vrchol hory) Périer dokázal, že výška ortuťového stĺpca sa mení s nadmorskou výškou, a teda s tlakom vzduchu, ktorý pôsobí na okolie. S narastajúcim tlakom (klesajúcou nadmorskou výškou) výška stĺpca klesá. Tento celkom dobre merateľný proces je závislý nielen od nadmorskej výšky, ale aj od poveternostných podmienok (tlaku vzduchu), o čom nás presvedčajú meteorologické pozorovania.

## 10.2 Gravitácia

Aristotelovské úvahy o súdržnosti a *sacom efekte* váku upozorňujú na druhý dôležitý moment novovekej vedy, a to na ideu príťažlivosti a gravitácie. Staroveká (aj descartovská) veda chápala pohyb

ako kontaktné pôsobenie v hmotnej plnosti. Nasávanie a gravitácia však predpokladajú istú mieru prázdna a pôsobenie na diaľku bez kontaktu.

Objavenie princípov *gravitácie* sa pripisuje Isaacovi Newtonovi. Newton však netvoril vo vzduchoprázdne, poznal Galileove pokusy, Ballialdusove či Borelliove práce a čulo konverzoval s Robertom Hookom, ktorý túto myšlienku formuloval už v roku 1660, na základe čoho ho Edmond Haylle obvinil z plagiátorstva (Turnbull, 1960, 431). Základom Newtonovej úvahy boli prvky obsiahnuté v Keplerovej astronomickej koncepcii, z ktorej Newton vychádzal. Newton si uvedomil, že nebeské telesá sa pohybujú po keplerovských elipsoidoch, pretože ich tam udržuje dvojica základných síl: odstredivá a dostredivá. Z odstredivej sily odvodil už Descartom naznačený prvý pohybový zákon o zotrúvaní telesa v pokoji či priamočiarom pohybe, kým nie je teleso nútené svoj stav zmeniť. Na rozdiel od Keplera si však položil aj otázku o príčinách, pre ktoré sa telesá zo svojej obežnice nevzdialia, čo ho priviedlo k formulovaniu tézy o dostredivej sily. Podstata príťažlivosti dostredivej sily spočíva v príťažlivosti Zeme a práve koncept všeobecnej príťažlivosti sa stal kľúčový pre jeho fyzikálne chápanie.

Filozofi vedy viedli a vedú polemiku o inšpiráciách, ktoré priviedli Newtona k idei všeobecnej gravitácie (Harper, 2002, 174). Nech už to bolo čokoľvek, práve idea gravitácie umožnila Newtonovi vytvoriť výnimočný obraz sveta, v ktorom platia tie isté princípy pre sublunárny i supralunárny svet. To opäť otvorilo otázku jeho organizácie. Newton si uvedomil, že svet, v ktorom na seba príťažlivo pôsobia hmotné objekty na diaľku, by mal skolabovať do jedného miesta, ktoré bude výslednicou ich gravitačných síl. To, že k tomu nedochádza, je možné len vďaka presnej rovnováhe rozmiestnenia telies vo vesmíre. Tie totiž na seba pôsobia tak, že sa navzájom vyvažujú, a preto žiadna z planét našej sústavy nespadne na Slnko, pretože je zároveň priťahovaná aj všetkými ostatnými telesami, nepriamo úmerne druhej mocniny ich vzdialeností. Ak by sme do vesmíru vhodili čo i len zrníčko piesku, táto rovnováha by sa

narušila a vesmír by skolaboval. V liste Richardovi Bentleymu uvádza, že k takémuto kolapsu by nevyhnutne malo dôjsť v akomkoľvek konečnom stochastickom vesmíre a preto naznačuje potrebu nekonečného, respektíve dynamického ponímania vesmíru. Práve odstredivé sily napomáhajú tej jemnej rovnováhe, vďaka ktorej sa znásobuje harmónia, ktorú vo vesmíre nachádzame.

Newton si nevedel predstaviť dosiahnutie dokonalej rovnováhy náhodne alebo postupným vývojom (Kant-Laplaceho teória), ale o zdrojoch tejto rovnováhy nešpekuloval, hoci je jasné, že za príčinu považoval Boha (Meli, 2008, 668). Podobne nepátral po určení zdroja a príčin existencie prítlačivosti a obmedzil sa len na konštatovanie, že pre všetky hmotné telesá platí, že tiaž (a teda i prítlačivosť) je proporcionálna k hmote. Nazdával sa, že konštruovanie úvah o tom, čo všetko stojí v pozadí javov, nemá čo robiť v experimentálnej filozofii (Newton, 1995, 342).

Newtonovo *Hypothesis non fingo* sa stalo mottom newtonovskej predstavy vedy. Je to však skutočne tak? Nie je podstatou vedeckého prístupu utváranie hypotéz, ktorých platnosť alebo neplatnosť možno overiť alebo vyvrátiť? Nie je charakteristickou črtou vedy konštruovanie modelov, ideácií a teórií, ktoré uplatňujeme na opisovanie stavu sveta? Je veda skutočne baconovským umením odhalovania zákonov prírody z prírody samej? Ak je to tak, prečo potom nevieme formulovať otázku, ktorá nás priviedla k danému poznaniu?

Newtonovo metodologické očistenie vedy od metafyzických nánosov, vysoká presnosť predpovedí vytvorených na základe jeho troch pohybových zákonov, ale i dôsledná matematizácia prírodovedy slávila úspech svojou jasnosťou i efektívnosťou. Newtonovo zabudnutie na metafyzické otázky však len dočasne oddialilo

návrat k otázkam o podstate hmoty a jej vlastností, a to práve prostredníctvom Newtonom zavedeného pojmu sily.

### 10.3 Odporúčaná literatúra

- ILIFFE, R.: Philosophy of science. In: PORTER, R. (ed.): *The Cambridge History of Science: Volume 4, Eighteenth-Century Science*. Cambridge, New York : Cambridge University Press 2003, 267 – 284.
- SCHAFFER, S.: Natural Philosophy. In: ROUSSEAU, G. S., PORTER, R. (eds.): *The Ferment of Knowledge. Studies in the historiography of eighteenth-century science*. Cambridge : Cambridge University Press, 2008, 55 – 92.
- WESTWICK, P.J.: Heslo „Vacuum“. In: HEILBRON, J. L. (ed.): *The Oxford Companion to the History of Modern Science*. Oxford : Oxford University Press 2003, 817 – 819.

## 1.1. Hmota, Einstein a problém kvantovej mechaniky

Kľúčové slová: *korpuskulárnosť, model atómu, energia, kvantová fyzika, Kodanská interpretácia*

### 1.1.1 Korpuskulárna teória hmoty

Newtonova teória všeobecnej gravitácie oživila otázku o podstate hmoty a látky, z ktorej sa skladá svet. Leukippove a Demokritove názory, predpokladajúce, že základom hmoty sú ďalej nedeliteľné atómy, boli síce známe, ale zároveň boli celé stáročia vnímané len ako hypotéza odporujúca aristotelovskému ponímaniu hmoty, a to i napriek tomu, že boli pravidelne oživované a modifikované filozofmi (Epikuros, Lucrétius, Gassendi). Záujem o podstatu hmoty možno pozorovať u alchymistov (Paracelsus, Helmont), skeptických chemikov, ale aj u Descarta a iných mysliteľov. Leeuwenhoekovým a Hookovým objavením mikroskopu sa tento záujem ešte zväčšil, ale až Robert Boyle sa pokúša o formulovanie prvej fyzikálno-chemickej teórie hmoty založenej na empirickom výskume.

Boyle predpokladal, že základné častice hmoty sú schopné zmeny objemu v súvislosti so zmenou teploty telesa. Tento svoj záver odvodil z poznania základných vlastností plynov (hoci prvú kinetickú teóriu plynov, v ktorej teplota súvisí priamo s energiou postupného pohybu molekúl, vypracoval v roku 1738 Daniel Bernoulli – Pišút, Zajac, 2010, 10), čím sformuloval novovekú teóriu *korpuskularizmu*. Podľa nej sa hmota sa skladá z malých častíc, ktoré sa „vyznačujú rozpriestranenosťou, tvrdosťou, nepreniknuteľnosťou,

pohyblivosťou a silou tiaže“ a tento názor zastával aj Newton (Newton, London, 1686).

Korpuskulárny výklad hmoty bol nepochybne najobvyklejší, napriek tomu už krátko po Newtonovej smrti sa objavuje odlišná koncepcia, s ktorou prichádzajú Rudjero Josip Boškovič, M. Michell a napokon i Joseph Priestly (Schaffer, 2008, 64). Všetci predpokladali, že korpuskulárnosť hmoty nie je podstatný dôvod jej pevnosti. Ním sú práve príťažlivé a odpudivé sily. Podobne ako Leibniz a Kant tak otvárajú cestu k počiatkom nekorpuskulárneho chápania hmoty. Táto cesta výkladu hmoty však zostala v pozadí.

Hlavný prúd teórií hmoty bol na korpuskulárnom základe. Po objavení zákona zachovania hmoty (Antoine Lavoisière) a zákona stálych pomerov (John Dalton, Joseph Luis Proust) prichádza John Dalton s prvou teóriou hmoty zloženej z odlišných typov atómov (*A New System of Chemical Philosophy*, 1808). Dalton dokázal odlišnú atomovú hmotnosť šiestich typov atómov (H, C, O, S, N) a veril, že všetky vlastnosti jednotlivých látok možno vysvetliť pomocou vlastností ich základných prvkov – všetky atómy toho istého prvku sú identické. Atómy odlišných prvkov sú odlišné. Podstatnou črtou Daltonovej teórie bolo presvedčenie, že jednotlivé látky sú zložené z odlišných typov atómov. Zlúčeniny sú jednoduchými a matematicky vyjadriteľnými kombináciami atómov a preto je potrebné analyzovať vlastnosti samotných prvkov. Pokračovaním Daltonovho prístupu je Mendelejevova tabuľka prvkov mapujúca charakteristiky atómov jednotlivých prvkov.

### 1.1.2 Modely atómu

Daltonova teória zmatematizovala chémiu, ale priniesla aj množstvo kontroverzií čiastočne aj kvôli nesprávnym Daltonovým predpokladom (voda ako HO). Sir Benjamin Collin Brodie preto formuloval neatomistickú matematickú teóriu (*Calculus of Chemical Operations*, 1866) a proti atomistickému chápaniu hmoty vystupoval na začiatku 20. storočia ešte aj Ernst Mach. Významným

prelomom v teórii výkladu hmoty bolo objavenie subelementárnych častíc. V roku 1897 J. J. Thomson objavil, že počas experimentov s katiódovým lúčom sa objavujú extrémne malé negatívne častice, ktoré boli neskôr pomenované ako elektróny. Thomson pochopil, že vzhľadom na ich malú hmotnosť a negatívny náboj musí ísť o častice atómu, čo ho viedlo k postulovaniu modelu atómu nazývaného *Plum pudding model*. Thomson predpokladal, že v relatívne kladne nabitej mase sa nachádzajú negatívne častice, čím myslene rozbil (údajnú) nedeliteľnosť Demokritovho atómu.

Po objavení jadra atómu Ernst Rutherford prichádza s iným – *planetárnym modelom atómu*, ktorý predpokladá existenciu kladne nabitej časti v samom centre atómu a obiehajúce elektróny po vonkajších orbitách. Niels Bohr tento model upravuje a formuluje model s odlišnými valenčnými vrstvami, ktorý je predchodcom kvantového modelu atómu.

Na prvý pohľad by sa mohlo zdať, že dejiny atómu sú len dejinami objavovania jednotlivých subelementárnych častíc, ktoré plnia funkcie pôvodného Leukippovho atómu. Neutrón, bozón, gravitón akoby mali nahradiť ďalej nedeliteľné štruktúry. Skutočnosť je však zložitejšia.

### 1.1.3 Hmota ako energia

Albert Einstein, ktorý svojou štúdiou o Brownovom pohybe potvrdil Daltonovu atomárnu teóriu, dokázal, že svetlo vhodnej vlnovej dĺžky emituje (vyráža) elektróny z povrchu kovu či polovodiča, na ktorý dopadá. Tým vysvetlil fotoelektrický jav (za čo mu bola v roku 1921 udelená Nobelová cena za fyziku), ale upozornil aj na spätosť energie s hmotnosťou, pretože energia dopadajúceho žiarenia sa mení na kinetickú energiu elektrónu a tou následne prekonáva sily, ktoré ho viažu k hmote. Pri vyrážaní týchto elektrónov sa zároveň uvoľňuje energia, ktorá zodpovedá rozdielu hmotnosti pred a po rozpade atómu.

Einstein zjednotil už Leibnizom tušený princíp zachovania energie so zákonom zachovania hmotnosti (Lomonosov, Lavoisier)

a preukázal, že hmota môže byť redukovateľná na energiu. Einstein dokázal, že pri optimálnych podmienkach (podľa neho) možno z ľubovoľného množstva hmoty uvoľniť energiu, ktorá sa rovná súčinu hmotnosti premenenej hmoty a druhej mocniny rýchlosti svetla. Tým sa (opäť) vynorila predstava, že hmota je tvorená extrémne kumulovanou energiou a preto ju možno na ňu redukovať.

Iným príkladom einsteinovského „odporovania“ Newtonovej fyziky je jeho chápanie času a priestoru. Einstein preukázal, že newtonovský homogénny a všade prítomný priestor a čas nie sú inertným dejiskom sveta, ale prejavom hmoty a energie, a sú podľa miery ich prítomnosti aj zakrivené. Navyše, nie sú absolútnymi, ale skôr relatívnymi voči vzťažnej sústave a jej rýchlosti. Špeciálna teória relativity tak mení pohľad na absolútnosť udalostí vo svete (popis všetkých udalostí je relatívny vzhľadom na referenčný rámec, voči ktorému sa popisuje), hoci zákony fyziky platia v systéme absolútne. Jedným z dôvodov je konštantná rýchlosť svetla vo vákuu, ktorá podľa Einsteina nepodlieha newtonovskému skladaniu rýchlostí a tvorí limit akejkoľvek možnej rýchlosti kauzálnych súvislostí. A práve povaha svetla spája Einsteina s iným fyzikálnym prístupom – kvantovou mechanikou.

### 1.1.4 Kvantová fyzika

Vychádzajúc z Planckovej hypotézy, Einstein vo svojich úvahách o fotoelektrickom jave postuloval predstavu, že elektromagnetické žiarenie sa šíri po kvantách (Einstein, 1905, 132 – 148). Tieto kvantá sa nazývajú fotóny. Na základe tohto poznatku Niels Bohr vytvoril svoj kvantový model atómu a spolu s Wernerom Heisenbergom odvodili poznatok, ktorý tvrdí, že svetlo má časticovú i vlnovú povahu – Luis de Broglie formuloval vlnové vlastnosti pre všetky hmotné častice (Broglie, 1925). *Komplementarita* – dôsledok tohto poznatku korešponduje so špeciálnou teóriou relativity, avšak spôsobuje problémy pre klasické chápanie vzťahu fyzikálneho javu a jeho nezávislosť od pozorovania.



Podľa Kodanskej interpretácie totiž povaha toho, čo pozorujeme, závisí od spôsobu, ktorým daný jav pozorujeme. Objekt je tvorený aj metódou pozorovania (sústavou prístrojov), čo vedie k viacerým logickým paradoxom (Schrödingera mačka, Wignerovi priatelia, Einstein-Podolsky-Rosenov paradox). Navyše, naše poznanie je v princípe pravdepodobnostné, pretože nie je možné poznať hodnotu všetkých vlastností systému v rovnakom čase (Laplaceho démon), a vlastnosti, ktoré nie sú presne známe, musia byť popísané pravdepodobnostne (Heisenbergov princíp neurčitosti).

Teórie kvantovej fyziky umožnili relatívne presne vysvetliť mnohé javy fyzikálnej reality, no nie vždy ich možno použiť aj na výklad makroskopických javov. Navyše, niektoré princípy kvantovej mechaniky nemožno zosúladiť so všeobecnou teóriou relativity. To je dôvod, prečo fyzici očakávajú formulovanie všeobecnejšej a zjednocujúcej teórie všetkého. Jedným z možných adeptov takejto teórie je teória strún. Tá predpokladá, že základom hmoty nie sú nerozmerné častice, ale jednorozmerné vibrujúce struny. Správanie sa častíc tak možno vysvetliť spájaním sa rozpájaním strún a ich osciláciou. Problém tejto teórie spočíva v tom, že struny, ale aj dodatočné dimenzie 11-dimenzionálneho vesmíru v M-teórii strún sú také malé, že sú (niektoré dimenzie už principiálne) nepozorovateľné. To nás (spolu s kodanskou interpretáciou) prinavracia k otázke epistemických nárokov a ontologického statusu vedeckého objektu.

### 11.5 Odporúčaná literatúra

DARRIGOL, O.: Quantum Theory and Atomic Structure, 1900 – 1927. In: NYE, M. J. (ed.): *The Cambridge History of Science: Volume 5, The Modern Physical and*

*Mathematical Sciences*. Cambridge, New York : Cambridge university Press 2003, 331 – 349.

EINSTEIN, A.: *Z mých pozdějších let*. Praha: Lidové noviny 1995, 27 – 66.

HAWKING, S.: *Vesmír v orechovej škrupinke*, Bratislava : Slovart, 2002, 29 – 65.

## 12. Dejiny vedy ako zmeny v obraze sveta

Kľúčové slová: *kumulativizmus, antikumulativizmus, paradigma, (ne)súmerateľnosť, metodologický anarchizmus*

### 12.1 Veda ako rast poznania

Diskusia fyzikov o kompatibilite newtonovskej fyziky a Einsteinovho obrazu sveta (platí klasická mechanika len ako obmedzený príklad (pre nízke rýchlosti) teórie relativity, alebo je to úplne odlišný koncept?) otvára principiálnu otázku o povahe vedy a vedeckého poznania.

Mnohí filozofi boli presvedčení o postupnom prečisťovaní a spresňovaní vedeckého poznania, a to tak voči náboženskému a filozofickému obrazu sveta (Comte), ako i v procese vývoja vedeckého poznania ako takého. Pozitivisty sa nazdávali, že s postupom času sa nám podarí sformulovať o svete presné a výstižné tvrdenia, ktoré budú zodpovedať faktom pozorovateľným vedeckými metódami. Tým, že sa rozširujú a vylepšujú metódy, takýchto tvrdení bude neustále pribúdať podobne ako pribúda množstvo vedeckých špecializácií a ich oblastí. Vedu si teda predstavovali najmä ako neustále narastajúce poznanie (podobne ako kruhy na hladine po vrhnutí kameňa do vody) a našou úlohou je nájsť univerzálny jazyk, ktorým dokážeme všetky princípy sformulovať a poznatky syntetizovať.

Problémom novopozitivistického pohľadu na vedu nebola len metóda *verifikácie*, ale aj sám ontologický status faktov ako vedeckých poznatkov. Predstavitelia Viedenského krúžku boli

presvedčení o tom, že to, o čom vypovedajú vedecké tvrdenia, sú fakty nezávislé od subjektu a metódy pozorovania. Verili, že predmetom vedy sú len pravdivé výroky, ktorých pravdivosť je odvodená zo samotnej formálnej štruktúry výroku (vety matematiky, logiky a pod.), alebo atomárne výroky (logický atomizmus) korešpondujúce s realitou ako takou, so surovými observáciami – protokolárne výroky. Predmetom vedeckého poznania sveta majú byť holé observácie faktov – získavanie zmyslových dát a exaktné výpovede o nich. Tým dospeli k metóde verifikácie (dôkaz ukázaním na skutočnosť) ako na jediné skutočné kritérium preukazujúce pravdivosť vedeckých výpovedí. Karl Raimund Popper však ukázal, že požiadavka verifikácie je v princípe nesplniteľná.

### 12.2 Veda ako vyvracanie omylov

Z povahy induktívneho poznania vyplýva, že platnosť generalizácií odvodených z empirickej skúsenosti nie je možné dokázať, ale iba empiricky testovať. Dôvod spočíva najmä v neúplnosti všetkých možných pozorovaní (v budúcnosti sa môže objaviť pozorovanie odporujúce generalizácii), ale i v možnosti principiálnej omylnosti nášho poznania (Duhem-Quinovova téza o nedourčenosti teórie empirickou evidenciou konštatuje, že z observácií nemožno jednoznačne dospieť len k jednej platnej generalizácii) – vo falibilizme. Popper preto navrhuje nahradiť verifikáciu *falzifikáciou* – vyvrátením evidentne chybných tvrdení. Preferencia baconovskej tabuľky negatívnych inštancií odкрýva zmenu chápania ontologickej povahy vedeckého objektu i vedy samej.

Popper si uvedomil, že predmetom vedy sú nielen pozorovania, ale najmä naše hypotézy o faktoch. Hypotézy sú našim produktom a preto nie je možné preukázať ich zhodu so svetom nezávislým od nás. Navyše, jednotlivé pozorovania nemôžu dokazovať nevyhnutnú platnosť všeobecných tvrdení (problém indukcie), ale naopak, len ich prípadnú neplatnosť. Pre Poppera je preto vedecké len také tvrdenie, ktorého neplatnosť možno principiálne overovať

(falzifikovať), a ktoré nie je samopotvrdzujúce (psychoanalýza, teória triedneho nepriateľa...). Tvrdenia, ktoré v procese falzifikácie podnes obstáli, nie sú nevyhnutne pravdivé, ale sú zatiaľ nefalzifikované, čo môže značiť, že v budúcnosti môžu byť vyvrátené. Čím však existuje viacero spôsobov principiálnej falzifikácie, tým lepšie, pokiaľ v nich tvrdenie odoláva – existuje možnosť, že je pravdivé. Popperov koncept vedy je teda opačný. Predmetom vedy je postupné vylučovanie nesprávnych a chybných presvedčení – eliminovaním chýb sa približovať k pravde.

### 12.3 Veda ako systém narácie

Členovia Viedenského krúžku aj Popper predpokladajú viac-menej ahistorické *kumulativistické* alebo *antikumulativistické* chápanie vedy. Thomas Samuel Kuhn redefinuje toto poňatie a predpokladá, že predmetom vedeckého skúmania nie je od pozorovania nezávislý fakt, ale produkt konkrétnej vedeckej paradigmy. Kuhn si uvedomil neodlučiteľnosť pozorovania od interpretácie a v *Štruktúre vedeckých revolúcií* upozorňuje na moment konštruovania objektu jeho explanačnými východiskami. Vníma tak vedu ako zmenu geštaltnu, kde to, čo vidíme, je determinované celkovým vedeckým výkladom a sumou akceptovaných vzorcov riešenia – paradigmou – hoci samotný pojem paradigmy je veľmi nejednotný (len v *Štruktúre vedeckých revolúcií* ho Kuhn používa v 22 významoch a preto ho neskôr modifikuje na pojem disciplinárna matica. (Kvasz, 1997, 32 – 37). Z toho vyplýva, že Aristoteles nevnímal rovnaké javy ako Galileo či Einstein, ale každý z nich sa pozeral na odlišné javy v odlišných kontextoch. Kuhново holistické chápanie predpokladá istú *nesúmerateľnosť* vedeckých paradigiem ako odlišných spôsobov videnia a výkladu sveta. To, čo možno porovnávať, je len schopnosť novej paradigmy vystihnúť problémy staršieho výkladu a zakomponovať ich do nového výkladu. Podstatnú úlohu v tom zohrávajú anomálne skúsenosti. Tie v starej paradigme vystupujú ako observácie odporujúce všeobecne zaužívanému vzorcu riešenia. Pokiaľ ich je málo,

alebo nie sú podstatné, vedecké spoločenstvo ich spochybňuje a odsúva na okraj. Ak sa ich však nahromadí veľa, alebo sa dotýkajú podstatnej časti vedeckého výkladu, motivujú k hľadaniu nového prístupu, zahrnujúceho anomálne skúsenosti do normálnej vedy. V novej paradigme sa tak stará anomálna skúsenosť stáva jadrovým výkladom. Nová paradigma preto vysvetľuje viac, ale iným spôsobom. Kuhna pritom zaujímalo najmä to, ako dochádza k zmene paradigmy (k objavu), k zmene názorov vo vedeckom spoločenstve, a poukazoval na principiálnu interpretatívnosť vedeckých teórií.

### 12.4 Súťaž vedeckých teórií

Imre Lakatos – ďalší z Popperových žiakov – si uvedomil, že to, čo sa vo vede plynulo mení, sú najmä epifenomenálne tvrdenia. Vo svojom diachronickom prístupe k vede rozlišuje jednotlivé paradigmy ako vedecko-výskumné programy (VVP) a to, čo ich odlišuje, je najmä sieť ich jadrových propozícií. Tú tvorí súbor pevných jadrových predpokladov a tvrdení – „tvrdé jadro“ – a z nich vychádzajú všetky empirické tvrdenia a pozorované fakty. Tie sa vyskytujú na okraji a vychádzajú z tvrdého jadra, podporujú ho a dopĺňajú správnosť jeho predpovedí. Empirický okraj tak plní funkciu negatívnej a pozitívnej heuristiky. Negatívna heuristika nám neumožňuje falzifikovať jadrové výroky programu (to, čím by sme chceli falzifikovať, je v danom vedeckom programe neprípustné) a pozitívna heuristika umožňuje systému predvídať to, čo je vo vedecko-výskumnom programe možné pozorovať.

Zaujímavou témou dejín vedy je sledovanie prenosnosti algoritmov riešenia z jednej vednej disciplíny, resp. VVP do inej. Výborným príkladom takéhoto využitia pozitívneho heuristického potenciálu je použitie fyzikalistických pojmov, teórií a postupov v ostatných disciplínach, napríklad v chémii či psychológii. Mechanistické chápanie sveta možno pozorovať v novovekom mechanistickom chápaní človeka napríklad u francúzskych osvietenecov, ale i vo Freudovej psychoanalýze. Ten využil potenciál Pascalovho

chápania hydrostatiky a uplatnil ho na svoju teóriu nevedomia. Emočne nabitá skúsenosť pôsobí na vedomie, ak jej pôsobenie je pre jednotlivca neprijateľné, usiluje sa potlačiť ju do nevedomia. Vzhľadom na zákony hydrostatiky však nevedomý mentálny objekt opätovne pôsobí späť na vedomie jedinca, čo sa neraz prejavuje v neurózach a obsesiách. Hydrostatickú terminológiu dokumentuje „odpor“ a viacero ďalších Freudových pomov. Podobným príkladom je využitie biologizmu v 19. storočí – Darwinovho evolučného výkladu v nebiologických oblastiach – napríklad v sociálnej oblasti (alebo vplyv Herberta Spencera na Darwina; porov.: Sedláček, 2012, 275) alebo na výklade vývinu poznania samého (evolučná epistemológia, Popperova teória vedy, sociálny neodarvinizmus – teória memu). Iným príkladom je využitie teórie hier, ktorá bola pôvodne ekonomickým modelom. V ekonómii sa síce celkom neosvedčila, ale v sociálnom neodarvinizme účinne vysvetľuje také komplikované javy, ako sú altruizmus, prosociálne správanie či vysvetľovanie atraktivity (Démuth, 2013). Tvrdé jadro VVP tak môže byť veľmi produktívne aj v inej disciplíne vedy a po využití v domovskej disciplíne (dokonca i pri neúspechu) môže spôsobiť významný rozvoj iných vedeckých disciplín.

Lakatos upozornil na súťaž VVP prostredníctvom ich pozitívnych heuristik. Keďže jadrá sú nesúmerateľné, porovnávať môžeme len to, čo nám VVP umožní pozorovať. Pokiaľ program prestáva predvídať fakty, asi bude potrebné rekonštruovať celé jadro – dejiny vedy ako proces racionálnej rekonštrukcie VVP. Paul Karl Feyerabend preto dospel k záveru, že najprogressívnejšou metódou, ako dospieť k čo najväčšiemu množstvu nových poznatkov, je neriadiť sa len jedným metodickým postupom, ale otestovať ich čo najviac, a to aj tie, ktoré daný VVP neponúka. Výrok „Anything goes“ – všetko je dovolené (Feyerabend, 2001, 34) síce vedie k metodologickému

anarchizmu (*Rozprava proti metóde*), ale zároveň naznačuje, že žiaden VVP nie je apriórne správnejší od iného, ak nezohľadňujeme to, čo nám umožňuje vysvetliť a prakticky realizovať.

To však platí aj pre vedu. Feyerabend nechápe vedu ako jediný správny prístup k objasneniu povahy sveta, ale ako jeden z mnohých, hoci nepochybne veľmi efektívnych. Poznanie (a teda i vedecké) nie je nič iné ako úsilie nájsť a nachádzať čo najlepšie interpretácie faktov, ktoré nám observácia ponúka.

### 12.5 Odporúčaná literatúra

POPPER, K. R.: *Hľadanie lepšieho sveta*. Bratislava : Archa, 37 – 66.

KUHN, T. S.: *Struktura vedeckých revolúcií*. Praha : OYKOIMENH, 115 – 136.

FEYERABEND, P.: *Rozprava proti metodě*. Praha : Aurora, 2001, 21 – 39.

LAKATOS, I.: *History of Science and Its Rational Reconstruction. Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association, Vol. 1970 (1970)*, 91 – 136.

### 13. Bibliografia

- AGASSI, J. *Science and its History*. Boston: Springer, 2008.
- ARISTOTELES: *Druhé analytiky*. Praha : ČSAV, 1961.
- ARISTOTELES: *Fyzika*. Praha: Petr Rezek, 1996.
- ARMSTRONG, K.: *Dejiny mýtov*. Bratislava : Slovart, 2005.
- BACON, F.: *Nové Organon*. Praha : Svoboda 1974.
- BACON, F.: *Novum Organon*. In: SPEDDING, J., ELLIS, R. L., HEATH, D. D. (eds.): *The Works of Francis Bacon by Francis Bacon..* Vol. VIII. Boston : Houghton, Mifflin and company, 1900.
- BARNES, J.: *Aristotelés*. In: HARE, R. M. - BARNES, J. - CHADWICK, H.: *Zakladatelé myšlení*. Praha : Svoboda, 1994.
- BARNES, J.: *Aristotle's theory of demonstration*, in *Phronesis* 14, 1969, 123 – 152.
- BARROW, J. D.: *Teorie ničeho*. Praha: Mladá fronta, 2004.
- BEDNÁRIKOVÁ, M.: *Úvod do metodologie vied*. Trnava : FF TU, 2013.
- BINMORE, K.: *Game Theory and the Social Contract I*. Cambridge : MIT Press, 1994.
- BINMORE, K.: *Game Theory and the Social Contract II*. Cambridge : MIT Press, 1998.
- BOORSTIN, D., J.: *The Discoverers. A History of Man's Search to Know His World and Himself*. New York : Random house, 1983.
- BURIDAN, J.: *The Impetus Theory of Projectile Motion*. In: GRANT, R. (ed.): *A source book in medieval science*. Harvard University Press, 1974, s. 275-279.
- BURKERT, W.: *Lore and Science in Ancient Pythagoreanism*. Harvard University Press, 1972.
- CAMPBELL, J.: *The Power of Myth*. New York : Doubleday, 1988.
- CASSIRER, E.: *Esej o člověku*. Bratislava: Pravda, 1977.
- ČERNÍK, V., VICENÍK, J., VIŠŇOVSKÝ, E.: *Historické typy racionality*. Bratislava : Iris, 1997.
- DARRIGOL, O.: *Quantum Theory and Atomic Structure, 1900 – 1927*. In: NYE, M. J. (ed.): *The Cambridge History of Science: Volume 5, The Modern Physical and Mathematical Sciences*. Cambridge, New York : Cambridge university Press, 2003, 331 – 349.
- DE BROGLIE, L.: *Ann. Phys. (Paris)* 3, 22 (1925).
- DE BROGLIE, L.: *Recherches sur la théorie des quanta*, Thesis (Paris), 1924;
- DEAR, P.: *The Meaning of Experience*. In: LINDBERG, D.C., NUMBERS, R.L. (eds): *The Cambridge History of Science*. Vol. 3. Cambridge University Press, 2008, 106 – 132.
- DESCARTES, R.: *Princípy filozofie*, Bratislava : Pravda, 1987.
- DIOGENÉS LAERTIOS: *Životy, názory a výroky proslulých filosofů*. Pelhřimov : Nová tiskárna, 1995.
- DONAHUE, W.: *Astronomy*. In: LINDBERG, D. C., NUMBERS, R. L. (eds): *The Cambridge History of Science*. Vol. 3. Cambridge University Press, 2008, 562 – 599.
- EINSTEIN, A.: *Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt*, *Annalen der Physik* 17 (1905) 132 – 148.
- EINSTEIN, A.: *Z mých pozdějších let*. Praha : Lidové noviny, 1995.
- ELIADE, M.: *Myth and Reality*. New York : Harper & Row, 1963.
- EUKLEIDES: *Základy. Knihy I-IV*. Nymburk : Otevřeně prospěšná společnost, 2007.
- EWANS, J. ST. B. T.: *The influence of prior belief on scientific thinking*. In: CARRUTHERS, P., STICH, S., SIEGAL, M.: *The cognitive basis of science*. Cambridge University Press, 2002, 193 – 210.
- FERGUSON, K.: *Pythagoras: His Lives and the Legacy of a Rational Universe*. London : Icon Books, 2011.
- FEYERABEND, P.: *Rozprava proti metodě*. Praha : Aurora, 2001.
- FLOSS, P.: *Proměny vědení*. Praha : Mladá fronta, 1987.
- GALILEI, G.: *The Assayer*. In: DRAKE, S.: *Discoveries and opinions of Galileo.*, New York : Doubleday Company, 1957, 229 – 280.
- GAUKROGER, S.: *Descartes' System of Natural Philosophy*. Cambridge : Cambridge University Press, 2002.
- GRANT, E.: *The Nature of Natural Philosophy in the Late Middle Ages (Studies in Philosophy and the History of Philosophy, Volume 52)*, CAU Press, 2010.
- GRANT, R.: *Isidore of Seville: On the Quadrivium, or Four Mathematical Sciences*. In: GRANT, R. (ed.): *A source book in medieval science*. Harvard University Press, 1974, 3 – 16.
- HAKINSON, R.I.: *Science*. In: Barnes, J. (ed): *The Cambridge Companion to Aristotle*. Cambridge: Cambridge University Press, 1995, 140 – 168.
- HARPER, W.: *Newton's argument for universal gravitation*. In: COHEN, I. B., SMITH, G. E. (eds.): *The Cambridge Compagnion to Newton*. Cambridge University Press, 2002.
- HAWKING, S.: *Vesmír v orechovej škrupinke*, Bratislava : Slovart, 2002.
- HONKO, L.: *The Problem of Defining Myth*. In: DUNDES. A. (ed.): *Sacred Narrative: Readings in the Theory of Myth*. Berkeley : University of California Press, 1984, 41 – 52.
- HUSSERL, E.: *Krize evropských věd a transcendentální fenomenologie*. Praha : Akademie, 1972.

- ILIFFE, R.: Philosophy of science. In: PORTER, R. (ed.): *The Cambridge History of Science: Volume 4, Eighteenth-Century Science*. Cambridge, New York : Cambridge University Press, 2003, 267 – 284.
- IRWIN, T.: *Aristotle's First Principles*. Oxford : Clarendon Press, 1988.
- JUNG, C. G.: *Výbor z díla IV – Obraz člověka a obraz Boha*. Praha : Nakladatelství Tomáše Janečka, 2001.
- KAHN, CH. H.: *Pythagoras and the Pythagoreans: A Brief History*. Indianapolis : Hackett, 2001.
- KAPLAN, R., KAPLAN, E.: *Hidden Harmonies: The Lives and Times of the Pythagorean Theorem*. New York : Bloomsbury Publishing USA, 2011.
- KARAMANIDES, D.: *Pythagoras: Pioneering Mathematician And Musical Theorist of Ancient Greece*. New York : The Rosen Publishing Group, 2006.
- KRATOCHVÍL, Z.: *Mýtus, filosofie a věda I a II*. Praha : Michal Jůza & Eva Jůzová, 1996.
- KUHN, T.S.: *Struktura vědeckých revolucí*. Praha : OYKOIMENH, 1997.
- KVASZ, L.: Kuhnova štruktúra vedeckých revolúcií – ako ďalej. In: *Kritika a kontext*. 1997/4, 32 – 37.
- KVAZS, L.: Galileovská fyzika vo svetle Husserlovej fenomenológie. *Filosofický časopis*, 2000/3 s. 373 – 399.
- LAKATOS, I.: History of Science and Its Rational Reconstruction. *Proceedings of the Biennal Meeting of the Philosophy of Science Association*, Vol. 1970 (1970), 91 – 136.
- LE GOFF: *Intelektuálové ve středověku*. Praha: Karolinum, 1999.
- LEINSLE, G.U.: *Introduction to Scholastic Theology*. Catholic University of America Press, 2010.
- LÉVI-STRAUSSE, C.: Asdiwalov príbeh. In: *Štruktúrna antropológia II*. Bratislava : Kalligram, 2000.
- LEWES, G.M.: *Aristotle: Chapter from the History of Philosophy*. London: 1864.
- LIVIO, M.: *Zlatý řez*. Praha: Argo/dokořán, 2006.
- MELI, D. B.: Mechanics. In: LINDBERG, D. C., NUMBERS, R. L. (eds): *The Cambridge History of Science*. Vol. 3. Cambridge University Press, 2008, 634 – 672.
- MURRAY, M.: Descartes' Method. In: BROUGHTON, J., CARRIERO, J. (eds.): *A Companion to Descartes*. Oxford : John Wiley & Sons 2011, 145 – 163.
- NEWTON, I.: General Scholium. In: COHEN, I.B., WESTFALL, R. (eds.): *Newton: Texts, Background and Commentaries*. New York : WW. Norton 1995, 339 – 342.
- NEWTON, I.: *Philosophiae naturalis principia mathematica*, London, 1686. Citované podľa nemeckého vydania „*Sir Isaac Newton's Mathematische Principien der Naturlehre*“, ed. J. Wolfers, Verlag R. von Oppenheim, Berlin 1872.
- NORTH, J.: *The Norton History of Astronomy and Cosmology*. New York : 1995.
- PIAGET, J., GARCIA, R.: *Psychogenesis and History of Science*. New York : 1989.
- PIŠŮT, J. ZAJAC, R.: *Kniha o atómech a kvantovaní*. Bratislava : Knižničné a edičné centrum FMFI UK, 2010.
- PLATÓN: *Dialógy\*\**, \*\*\* Bratislava : Tatran, 1990.
- POPPER, K.R.: *Hľadanie lepšieho sveta*. Bratislava : Archa, 1995.
- ROSENBERG, A.: *Philosophy of Science. A Contemporary Introduction*. London – New York : Routledge, 2000.
- SCHAFFER, S.: Natural Philosophy. In: ROUSSEAU, G. S., PORTER, R. (eds.): *The Ferment of Knowledge. Studies in the historiography of eighteen-century science*. Cambridge : Cambridge University Press, 2008, 55 – 92.
- SEDLÁČEK, T.: *Ekonomie dobra a zla*. Praha : 65. pole, 2012.
- SENTIVÁNI, M.: Sústava sveta. Kozmologická štúdia. In: *Slavica Slovaca*. Roč. 46, rok 2011, č. 3. Supplementum. Dostupné na [http://slavu.sav.sk/casopisy/slavica/2011\\_03/2011\\_3.pdf](http://slavu.sav.sk/casopisy/slavica/2011_03/2011_3.pdf)
- SETTLE, T.: Galileo's use of experiment as a tool of investigation. In: MCMULLIN, E. (ed.): *Galileo, Man of Science*, New York : Basic Books Publishers, 1967, 315 - 337.
- SMITH, R.: Aristotle's Theory of demonstration. In: ANAGNOSTOPOULOS, G. (ed.): *A Companion To Aristotle*. Willey-Blackwell, 2009, 51 – 65.
- SPENGER, I., INSTITORIS, H.: *Malleus Maleficarum/Kladivo na čarodejnice*. (preklad: Jitka Lenková) Praha : Michal Zitko – Otakar II, 2000.
- SPINOZA, B.: *Tractatus theologico-politicus*. Leiden : Brill Paperbacks, 1991.
- TAIT, WW.: Noesis: Plato on exact science. In: MALAMENT, D.: (ed.) *Reading Natural Philosophy: Essays in the History and Philosophy of Science and Mathematics to Honor Howard Stein on His 70th Birthday*. Chicago and La Salle : Open Court, 2002.
- TALEB, N.N.: *Černá labuť*. Praha : Paseka, 2011.
- TATON, R.: *Ancient and Medieval Science. From Prehistory to AD 1450*, London : Thames and Hudson, 1957.
- TURNBULL, H.W. (ed.): *Correspondence of Isaac Newton*, Vol. 2 (1676-1687), Cambridge University Press, 1960.
- VIGNOLI, T.: *Myth and Science*. The Echo Library, 2007.
- VON FRITZ, K.: The Discovery of Incommensurability of Hippasus of Metapontum, *Annals of Mathematics*, 1945, 46, 242 – 264.
- VOPĚNKA, P.: *Meditace o základech vědy*. Praha : Práh, 2001.
- VOPĚNKA, P.: *Úhelný kámen evropské vzdělanosti a moci*. Praha: Práh, 2000.
- WESTWICK, P.J.: Heslo „Vacuum“. In: Heilbron, J.L. (ed.): *The Oxford Companion to the History of Modern Science*. Oxford: Oxford University Press 2003.
- WHITEHEAD, A.N.: *Science and the Modern World*. New York : The MacMillan Company, 1925.
- WILDBERG, CH.: *John Philoponus' Criticism of Aristotle's Theory of Aether*. Berlin : Walter Gruyter, 1988.



doc. Mgr. et Mgr. Andrej Démuth, PhD.

### **Filozofické aspekty dejín vedy**

Vysokoškolský učebný text  
Vydanie prvé

Recenzenti

Prof. Ing. Ján Letz, PhD.,

Ing. Mgr. Michal Kutáš, PhD.

Jazyková korektúra: Doc. PhDr. Juraj Hladký, PhD.

Grafická úprava a sadzba © Ladislav Tkáčik

**fftu**

Vydavateľ

Filozofická fakulta Trnavskej univerzity v Trnave

Hornopotočná 23, 918 43 Trnava

filozofia@truni.sk, fff.truni.sk

© Andrej Démuth, 2013

© Filozofická fakulta Trnavskej univerzity v Trnave, 2013

ISBN: 978-80-8082-581-2