

2011

Phenomenotechnique in Historical Perspective: Its Origins and Implications for Philosophy of Science

Teresa Castelao-Lawless
Grand Valley State University

Follow this and additional works at: http://scholarworks.gvsu.edu/philosophy_articles

 Part of the [Philosophy Commons](#)

Recommended Citation

Castelao-Lawless, Teresa, "Phenomenotechnique in Historical Perspective: Its Origins and Implications for Philosophy of Science" (2011). *Articles, Book Chapters, Essays*. 2.
http://scholarworks.gvsu.edu/philosophy_articles/2

This Article is brought to you for free and open access by the Philosophy Department at ScholarWorks@GVSU. It has been accepted for inclusion in Articles, Book Chapters, Essays by an authorized administrator of ScholarWorks@GVSU. For more information, please contact scholarworks@gvsu.edu.

TERESA CASTELÃO-LAWLESS:

**FENOMENOTECHNIKA Z HISTORICKÉHO HĽADISKA:
JEJ PÔVOD A DÔSLEDKY PRE FILOZOFIU VEDY**

CASTELÃO-LAWLESS, T.: Phenomenotechnique in Historical Perspective: Its Origins and Implications for Philosophy of Science
FILOZOFIA 66, 2011, No 2, p. 154

This article provides an overview of the historical and philosophical contexts from which G. Bachelard's concept of "phenomenotechnique" originated. It shows why phenomenotechnique is crucial for science studies. By incorporating the concept of phenomenotechnique into Hacking's and Galison's models of science, I argue that we can avoid the radicalism of both while preventing the analysis of scientific practices from collapsing into the interpretive frames mandated by social constructivists.

Keywords: G. Bachelard – Phenomenotechnique – Philosophy of science – Theory – Experiment – Social constructivism

Teresa Castelão-Lawless je profesorkou filozofie na Grand Valley State University v štáte Michigan (USA). Venuje sa dejinám a filozofii vedy, epistemológii, vzťahu vedy a náboženstva a osobitne filozofii Gastona Bachelarda.

1. Úvod. Epistemologické diela G. Bachelarda (1884 – 1962), napísané a publikované v rokoch 1928 – 1953, sa pokúšajú primäť tradičných filozofov vedy k tomu, aby si uvedomili diskontinuitnú štruktúru vedeckej zmeny a dynamiky vedeckého ducha. Bachelard často tvrdil, že dejinný a technický pokrok fyzikálnych vied ukazuje, že čisto opisné a klasifikačné črty minulej vedy sa skôr či neskôr podriaďujú epistemickým modelom, ktoré sa opierajú najmä o schopnosť vedca technicky konštruovať predmety vedeckého skúmania. Vzťahy, ktoré Bachelard videl medzi vedcami, teóriami, experimentovaním a vedeckými technológiami vo vede, ho viedli k zavedeniu filozofického pojmu „fenomenotechnika“. Tento pojem reflektuje dejinne kontingentný, konštruovaný, sociálny charakter tak vedeckého poznania, ako aj vedeckých entít. Bachelard dal svojmu pojmu ešte väčší rozsah, keď tvrdil, že nástroje sú zhmotnené teórie. Nástroje sú podobne ako matematika produkty techniky. No na druhej strane technika je racionálnym vyjadrením vedcovho obrazu sveta, zatiaľ čo vedecké poznanie sa technicky spredmetňuje vo vedeckom používaní nástrojov. Sociálni konštruktivisti a niektorí ďalší vedci tvrdia, že fenomenotechnika podporuje ich tvrdenia o rétorickej povahe vedeckých výpovedí a vedeckých entít. Podľa Bachelarda si však predpoklady vzniku tohto pojmu zachovávajú charakter racionálnej podstaty vedeckého myslenia, pričom zabezpečujú vede výsadné postavenie v spoločnosti, ktoré konštruktivisti tak zásadne odmietajú.

Fenomenotechnika je azda jedným z najplodnejších pojmov, ktoré môže Bachelard ponúknuť súčasnej filozofii vedy a teórii vedy vôbec. Prvotným zámerom tohto textu je podať dejinný výklad fenomenotechniky a jej dôsledkov v oblasti teórie vedy. Začnem stručným pohľadom na situáciu vo vede vo Francúzsku a v Európe vôbec v prvej polovici 20. storočia, ktorá priviedla Bachelarda k vytvoreniu novej epistemológie pre fyziku. Neskôr vysvetlím, ako možno fenomenotechniku zahrnúť do súčasnej teórie vedy.

2. Situácia vo vede vo Francúzsku v prvej polovici 20. storočia. Na konci 19. a začiatkom 20. storočia sa toho vo Francúzsku udialo veľa: zavedenie republikánskeho vzdelávacieho programu, stúpajúca pragmatická orientácia vedeckých inštitúcií, nové vedecké paradigmy ovplyvnené teóriou relativity a kvantovou fyzikou či intelektuálne horizonty otvorené antiscientizmu, iracionalizmu, fenomenológii a psychoanalýze. Bachelard sumarizoval tento dynamizmus vo vede takto: „Presnú éru nového vedeckého ducha stanovujeme do roku 1905, do obdobia, keď prišla Einsteinova teória relativity, aby zmenila základné pojmy, ktoré sa považovali za navždy nemenné. Od toho času rozum množí námietky, oddeľuje a spája fundamentálne názory, cvičí sa v odvážnych abstrakciách. Myšlienky, z ktorých jediná stačí na to, aby vykreslila celé storočie, sa ukazujú o dvadsať päť rokov ako signály ohromnej duchovnej vyspelosti. To je prípad kvantovej mechaniky Louisa de Broglieho, Heisenbergovej fyziky, Diracovej dynamiky, abstraktnej mechaniky a čoskoro aj abstraktnej fyziky, ktoré usporadúvajú všetky možnosti skúsenosti“ ([5], 7).

Zaiste, neurčitosti, na ktoré poukazovali vedecké objavy, boli dôkazom nevyhnutnosti obnoviť metafyzické postoje vo filozofii vedy. Mali takisto vplyv na prehodnotenie tradičných modelov vedeckého vysvetlenia a vedeckej zmeny, ktoré boli zaťažené „laplaceovskými istotami“. Bežný postoj k vede bol čiastočne výsledkom vplyvu pozitivistického prístupu, ktorý od roku 1870 obhajovali takí filozofi ako E. Mach, ktorý kritizoval „newtonovský absolútny priestor a čas ako jalové metafyzické koncepcie“ (cit. podľa [27], 378). Vo fyzikálnych vedách sa teória relativity a kvantová teória ukazovali ako dominantné faktory, ktoré podnietili nový epistemologický záujem o charakter vedeckého poznania a o jeho súvislosti s fyzikálnou realitou. Paradoxné závery, ku ktorým tento záujem viedol, prinútili vedcov aj filozofov, aby si vybrali medzi klasickou verziou pojmov ako determinizmus a objektivita, ktoré umožňovali predpovedateľnosť, a indeterministickou, pravdepodobnostnou povahou vedeckého poznania.

Prísna newtonovská kauzalita presadzovala názor, že „[ak je daná] presná poloha a rýchlosť častice v danom okamihu a ak poznáme všetky sily, ktoré na ňu pôsobia, tak môžeme podľa Newtonových zákonov predpovedať presnú polohu a rýchlosť častice aj v neskoršom čase“ ([28], 15). Názor, že takýto princíp kauzality je podmienkou možnosti koincidencie medzi vedeckým poznaním a realitou, zastávali ešte roku 1920 vedci ako M. Planck či M. Schlick ([22], 43 – 44). Už roku 1900 sa však Planck nechtiac staval proti kauzálnemu determinizmu, keď jeho práca o žiarení absolútne čierneho telesa uvádzala hypotézu, že „fyzikálna aktivita má diskontinuitnú štruktúru“ ([22], 138).

Aj keď triumfom vedy 20. storočia bolo formulovanie námietok proti princípu prísnej kauzality zastávanej klasickými fyzikmi, zrejme aj tvorivosť preukázaná matematikou 19. storočia pripravila pôdu pre to, čo sa stalo neskôr známe ako vedecká revolúcia vo

fyzike. V skutočnosti tak teória relativity, ako aj kvantová teória majú do veľkej miery charakter neeuklidovských geometrií, ktoré objavili Gauss, Riemann, Lobačevskij a Bolyai v rokoch 1878 – 1880, a sú jej aplikovateľnými dôsledkami. Frege a Renouvier okrem iného považovali tieto nepravidelné geometrie za produkt pluralistickej filozofie ([31], 263), ktoré boli neprijateľné z niekoľkých dôvodov: pre ich antiintuitívnu povahu, pre zjavnú nemožnosť prijať dva opačné systémy tvrdení ako súčasne pravdivé a pre absenciu vedeckej funkčnosti mimo oblasti čistej matematiky. Pýtať sa na základy tradičnej matematiky a prijať rozdielne axiómy požadované novými geometriami znamenalo prijať nielen to, že vedecké poznanie je protiintuitívne približovanie sa k realite, ale aj to, že povaha tohto približovania je kontingentná skôr historicky než epistemicky. Odmietnutie zjednoteného obrazu vedy teda znamenalo prijať to, čo J. Benda [6] referujúc na Bergsonovu, Brunschvicgovu či Bachelardovu filozofiu vedy nazýval učením o neustálej premenlivosti vedeckých záverov a vedeckého myslenia.

Popretie nemenných kantovských mentálnych štruktúr teraz viedlo k názoru, že ani o racionalite, ani o vedeckom poznaní nemožno uvažovať v absolútnom zmysle. Euklidovská geometria sa stala geometriou každodenného života; dalo sa jej rozumieť intuitívne, no zjavne nepostačovala ako ideál axiomatického systému, ktorý by držal krok s pochopením skutočnosti na aktuálne objavenej mikroúrovni. Nové objavy v oblasti teoretickej fyziky poskytli ontologický status neeuklidovským geometriám a ukázali sa ako odmietnutie filozofie vedy predstavovanej Comtovým a Machovým pozitivizmom. O rozšírenej schopnosti abstrakcie, ktorej sa dožadovala nová fyzika, hovoril už Planck [29]. Avšak posun vo filozofických postojoch, ktoré sa zaoberali vedou, nebol len dôsledkom nových úrovní abstrakcie, aké poskytovala matematika, ale súvisel aj so zavedením vedeckej technológie schopnej vytvárať tak účinky, ako aj entity, ktoré postulovala teoretická fyzika. Bachelarda privedla k vytvoreniu pojmu fenomenotechniky okrem iného aj vzájomná závislosť týchto dvoch faktorov.

Potreba pojmovej rekonštrukcie vo vede a epistemológii mala svoje korene na prelome 19. a 20. storočia, keď „sa v niektorých oblastiach, v ktorých dovtedy prevládala teória kontinuity hmoty a kontinuity zmeny, objavili teórie zaoberajúce sa časticami a diskontinuitnou zmenou“ ([25], 549). Aj keď sa vplyvní filozofi, napríklad H. Bergson, pokúšali v biológii a fyzikálnych vedách presadiť kontinuitivizmus, autori ako Bachelard naopak zdôrazňovali dôležitosť pojmu diskontinuitivizmu ako súčasť epistemológie nových vied, napríklad kvantovej fyziky, a upozorňovali na ich spojitosť s antiintuitívnou, konštruovanou a paradoxnou povahou. Kým vedec-filozof É. Meyerson [26] spolu s Einsteinom tvrdil, že teória relativity nadväzovala na newtonovskú mechaniku, podľa Bachelarda nové vedy predstavovali ruptúru v štruktúre poznania, ku ktorej patrila klasická fyzika. Newtonizmus bol preňho len jedným z rovnako koherentných explanačných systémov myslenia.

3. Vplyv teórie relativity a kvantovej teórie vo Francúzsku a v Nemecku. Roku 1905 vyšiel v *Annalen der Physik* Einsteinov článok *K elektrodynamike pohybujúcich sa telies*, a tým vstúpili svetelné kvantá do fyzikálnej teórie (podľa [21], 183). Hoci Bachelard chápal rok 1905 ako revolučný medzník vo filozofii vedy, francúzska vedecká komunita ani zďaleka neprijala teóriu relativity ani kvantovú teóriu okamžite. Ani špeciálnu

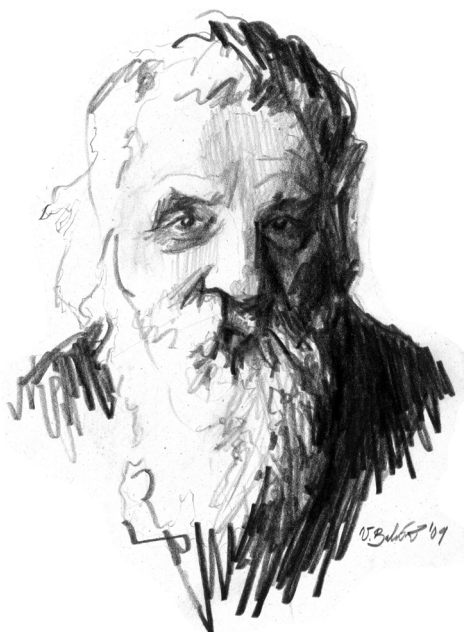
teóriu relativity, ani kvantovú teóriu – ktoré viseli vo vzduchu už od Planckových prác o vyžarovaní absolútne čierneho telesa z roku 1900 a v prípade teórie relativity už od Poincarého článku *Sur la dynamique de l'électron* (v [27], 30) – neprijala vedecká komunita ako teórie otvárajúce novú éru vo fyzike ([28], 27). Demarkačná čiara medzi Lorentzovými a Einsteinovými názormi sa v skutočnosti na scéne vedy objavila až po Ehrenfestovej fundamentálnej analýze pevného telesa ([27], 238).

V prípade špeciálnej teórie relativity tak Lorentz, ako aj Poincaré „s ťažkosťami rozoznávali, že tu šlo skôr o novú teóriu kinetického princípu než o konštruktívnu dynamickú teóriu“ ([28], 27). Napriek pozitívnemu postoju k teórii relativity, napríklad aj u Plancka, špeciálna teória relativity bola „celkom všeobecne prijatá v Nemecku“ ([21], 248) až okolo roku 1910, resp. 1911. Mimo nemecky hovoriacich krajín sa stal Einstein populárny až po roku 1919 ([28], 308). Túto popularitu bolo možné vysvetliť záujmom anglických vedcov o fenomén lomu svetla. Podľa Paisa sa tento záujem „rozvinul krátko po tom, čo Holland poslal kópie Einsteinovho príspevku o všeobecnej teórii relativity prostredníctvom De Sittera Arthurovi Stanleyemu Eddingtonovi do Cambridgeu (boli to pravdepodobne prvé poznámky o tejto teórii, ktoré dorazili do Anglicka)“ ([28], 304). Eddingtonova experimentálna verifikácia lomu svetla, ktorý predpovedal Einstein (expedíciou vyslanou na portugalský ostrov Príncipe a inde), ukazovala, že Einsteinov gravitačný zákon bolo treba brať vážne. No v iných krajinách, napr. vo Francúzsku sa akademici stále ťažko zmierovali s filozofickými dôsledkami nových vied, najmä s odmietnutím prísnej kauzality. Až do roku 1922 boli francúzske filozofické kruhy dôsledkami teórie relativity zmätené, ako to vidno napríklad na Bergsonových prácach [7]. Poincaré naopak Einsteinovu formuláciu nikdy neprijal. Bergson, Brunschvicg a Bachelard boli azda jediní francúzski filozofi vedy, ktorí pochopili, že teória relativity vedie k redefinovaniu comtovského a neskôr machovského zmyslu vedeckej objektivity. Bachelardov postoj k niektorým filozofickým dôsledkom teórie relativity sa zhodoval s Einsteinovým neskorším vytyčením hraníc medzi Machovým pozitivizmom a Einsteinovým presadzovaním vedeckého realizmu.

Skepticismus francúzskej vedeckej komunity mal najmä pred rokom 1916 čiastočne politický a kultúrny charakter. Jedným z problémov bola Einsteinova nemecká národnosť a polemiky týkajúce sa kompatibility Einsteinovej teórie s charakterom francúzskej vedeckej praxe. P. Langevin bol jedným z mála vedcov, ktorí sa postavili za teóriu relativity od jej začiatku, argumentujúc tým, že „ju v základoch podporujú idey Henriho Poincarého“ ([9], 274). Langevinov entuziazmus, s akým chcel zosúladiť Einsteinovu teóriu s vlastným výskumom, ho od roku 1906 viedol k prednáškam o princípoch špeciálnej teórie relativity na kurzoch na Collège de France. No v rokoch 1919 – 1921 bola francúzska Akadémia vied napriek Einsteinovmu obrovskému úspechu v iných krajinách stále rozdelená na priekopníkov vedeckej hodnoty teórie relativity a na tých, ktorí uprednostňovali názor, že „všetky principiálne zákony vedy [už] boli objavené“ ([9], 272).

Negatívny postoj k nemeckej vede, aký prejavovala veľká časť francúzskej akadémie, viedol najplyvnejších vedcov-filozofov k odmietnutiu teórie relativity. P. Duhem napríklad chápal teóriu relativity ako neprijateľnú pre jej diskontinuitu so starými newto-

novskými kategóriami absolútneho času a priestoru.¹ Iní francúzski filozofi vedy, napríklad Meyerson, teóriu relativity prijímali, no len pod podmienkou, že sa bude chápať v nadväznosti na newtonovskú vedu, a teda ako pokračujúca v newtonovských deterministických a kauzálnych kategóriách. Obrovský vplyv týchto filozofov vedy na francúzske modely vedeckej zmeny spôsobil, že Brunschvicgove a neskôr Bachelardove tvrdenia o tom, že teória relativity a kvantová teória tvoria epistemologickú ruptúru v starých spôsoboch vedeckého myslenia, zostali takmer nepovšimnuté.



Gaston Bachelard

209). Zistenie, že na úrovni atómových experimentov prístroj interaguje, a teda sa aj mení spolu s predmetom pozorovania, vedie k otázke objektivity vedeckého experimentu. Zavedenie kvantovej neurčitosti nepochybne viedlo k redefinovaniu predošlých filozofických pojmov súvisiacich s vedou. Spochybnilo sa rozlišovanie medzi meracími nástrojmi a meranými predmetmi. Najdôležitejšie však bolo to, že sa spochybnilo aj karteziánske rozlišovanie medzi subjektom a objektom, teda medzi „obsahom nášho vedomia a pozadím, ktoré sa voľne vzťahuje na „nás samých““ ([11], 12). Ako uvádza Bohr, „bohatstvo vedomého života si vyžaduje..., aby bol rez medzi subjektom a objektom vedený inak“ ([11], 13).

4. Bachelard a kvantová teória.

Vedecke a filozofické novinky, ktoré priniesla kvantová teória, nemali jasných dejinných predchodcov. Ak bolo aj naďalej rozumné tvrdiť spolu s Einsteinom a Bohrom ([11], 12), že teória relativity neodmieta determinizmus ([11], 13), v prípade kvantovej teórie to tak nebolo. Heisenbergov princíp neurčitosti, najcharakteristickejší aspekt metodológie kvantovej teórie, v skutočnosti ponúkal „presné vymedzenie meraní na atómovej úrovni“ ([8], 193). Na tejto úrovni vedeckého pozorovania nebolo už možné používať pojmy prísnej kauzality, ale len pojmy pravdepodobnosti očakávania pozorovaného výskytu. Pozorovateľ preto nemôže nikdy presne predpovedať alebo objaviť presné kauzálne reťazce medzi atómovými fenoménmi, lebo podľa tejto teórie „nemožno stanoviť nijakú ostrú hranicu medzi správaním atómových objektov a interakciou meracích nástrojov, ktoré slúžia na určenie podmienok, v rámci ktorých sa fenomény vyskytujú“ ([10],

¹ Duhem bol antinemecký propagandista. Obviňoval nemeckých vedcov z posadnutosti detailom a z toho, že nevenovali záujem škole, ktorú vo fyzikálnych vedách spôsobilo neprimerané používanie matematických modelov [13]. Ignorovanie zdravého rozumu bolo podľa Duhema hlavnou príčinou nemeckého smerovania ku skepticizmu a idealizmu.

Jeden z inšpiračných zdrojov Bachelardovho pojmu fenomenotechniky súvisí s objavmi, s ktorými prišla kvantová teória, a s ich epistemologickými dôsledkami, ako im rozumeli vedci. Fenomenotechnika nás upozorňuje na dôležitosť nemožnosti rozviazať vedecký vzťah teórie-a-verifikácie v rámci experimentu, na moc technológie, na zistenie, že „vedecký predmet“ je v zásadnom protiklade k predmetom každodennej skúsenosti, a na sociálne konštruovaný charakter nových vied. Bachelardovo tvrdenie, že nástroje sú rektifikované teórie, sa tu ukazuje ako dôležité, pretože, ako hovorí, niekedy je rozlišovanie medzi tým, čo je prísne teoretické (ako napríklad matematický model), a tým, čo je vedeckým nástrojom, nezmyselné. Obidvoje bolo podľa neho rozmerom vedeckého ducha.

Bachelardov postoj, samozrejme, radikálne protirečil mainstreamovej filozofii vedy daného obdobia, ktorá obhajovala nezávislosť teórie a experimentu. Bachelardova epistemológia sa líšila od pozitivizmu Viedenského krúžku a neskôr aj od pozitivizmu K. Poppera ([30], 252). Napriek dôležitosti, akú Popper pripisoval omylom vo vede, čo sa podobalo Bachelardovmu názoru, sa Popper nazdával, že experiment možno použiť na falzifikovanie teórií. Takže experiment a pozorovanie nie sú podľa neho zaťažené teóriou. Bachelard na druhej strane neodlišuje teóriu od testovania teórie, naopak tvrdí, že interferencia medzi pozorovateľom a pozorovaným má byť zahrnutá do procesu vedeckej explanačie. Túto interferenciu v epistemológii znázorňuje jeho pojem fenomenotechniky.

Fenomenotechnika je priamym produktom vedeckých názorov ovplyvnených kvantovou teóriou a filozofickými požiadavkami zástancov kodanskej interpretácie kvantovej teórie, ktorá bola oficiálnym názorom profesionálnych fyzikov na kvantovú mechaniku ([12], 26). Nápadnú podobnosť možno vidieť medzi kodanským pohľadom na skutočnosť, podľa ktorého „o atóme alebo elektróne ako takých či o čomkoľvek inom nemožno povedať, že ‚existuje‘ vo vnímaní, v chápaní sveta zdravým rozumom“ ([12], 24), a niektorými z Bachelardových tvrdení o sociálnom charaktere niektorých entít vytvorených fyzikou 20. storočia. To isté sa stalo s Bachelardovým pojmom „technického materializmu“, pod ktorým mal na mysli rektifikovanie vedeckých predmetov prostredníctvom využívania technológie.

5. Fenomenotechnika v Bachelardových epistemologických dielach. Pojem fenomenotechniky sa prvýkrát objavil v krátkom článku z roku 1931. V tom čase ním chcel Bachelard predovšetkým ilustrovať indukčnú čiže tvorivú silu matematickej fyziky, ako aj niektorých metodologických a epistemologických dôsledkov mikrofyziky. Bachelardov záujem o metodológiu postupne prerastal do záujmu o analýzu vedeckých entít, napríklad tých, ktoré sa tvorili spolu s nástrojmi teoretickej fyziky. Námietka, že tieto predmety sa chápu z hľadiska ich antiintuitívnej povahy, pripomínala námietku vytvorenú aplikáciou neeuklidovských geometrií na teóriu relativity. Bachelard si uvedomil, že niektoré tvrdenia, ktoré vyslovil, keď sa zaoberal teóriou relativity, teda že táto teória predstavuje ruptúru v kategóriách zdravého rozumu a v klasickej fyzike, sa mohli rozšíriť aj na entity ako protón či spin elektrónu. Od roku 1940 sa fenomenotechnika stala obsiahlejším pojmom, ktorý zahŕňal mikrofyzikálne entity vytvárané v laboratóriu. Bachelard teda tvrdil, že vedecká aktivita zahŕňa tvorbu a vynaliezavosť a že fenomény sú vyvolávané inštrumentálnymi technológiami. Používal tak fenomenotechniku v súvislosti s vedeckou technológiou

a s jej mocou vyhodnocovať vedecké teórie. Ani fyzika, ani chémia už nepracujú s prirodzenou povahou vecí, ale s technickým produktom.

Matematika je technika, no aj nástroje sú stelesnením techniky. Štúdium reality sa stáva technicky riadeným štúdiom. To, že matematika je skôr teoretická než inštrumentálna, nie je problém; nemá zmysel pokračovať „v radikálnom rozlišovaní medzi vedeckým duchom formovaným matematikou a vedeckým duchom formovaným fyzikálnym experimentom“ ([4], 133; slov. prekl. 126). Od tohto okamihu sú nástroje zhmotnenými teóriami, neexistuje nijaká kvalitatívna diferenciacia medzi produktmi matematickej fyziky alebo chémie a produktmi vedeckej technológie. Takto chápaný technický realizmus vedie Bachelarda k tvrdeniu, že využitie technológie je uholným kameňom objektivity vo vede. Navyše, technické spredmetnenie súvisí tak s podmienkou dokonalejšej presnosti pri používaní nástrojov, ako aj s pokusom odlišiť univerzum subjektu ako pozorovateľa od univerza vedca ako konštruktéra. Tvrdenie, že vedci konštruujú svoje vlastné predmety a že tieto predmety strácajú svoj význam, ak nie sú súčasťou teoretického systému, vyvoláva úvahy o vlastnostiach experimentu a o vzťahoch medzi teóriami a vedeckou technológiou.

Treba mať na pamäti, že než fenomenotechnika dosiahla svoj plný konceptuálny rozvoj, jej fenomenotechniky boli stále prítomné v Bachelardových epistemologických textoch, najmä v tých, ktoré presadzovali tento pojem. Bachelard zjavne hľadal pojem, ktorým by bolo možné vystihnúť konštruktivistické črty vedy. Tento pojem teda stelesňuje názor, že pravidlá objektivity a hodnotenia súdov zahrnujú normatívnu aktivitu a cenzúru pôsobiacu v rámci „vedeckého spoločenstva“. Vedecké poznanie sa stáva kontingentným tak na základe inštrumentálnych podmienok, ako aj v závislosti vedeckej kultúry od okolností v určitom štádiu jej progresívneho vývinu („častice sú naozaj produktom dvadsiateho storočia“). Keďže v Bachelardovom opise vedeckej zmeny nemožno oddeliť poznanie od techniky, rozvoj technologických podmienok patrí k základom rozvoja vedy. Napríklad výroba umelých látok v organickej chémii je takýmto dôkazom fenomenotechnickej povahy súčasnej vedy. Technológia sa stáva fundamentálnou tak z hľadiska konštrukcie vedeckej reality, ako aj z hľadiska rektifikovania vedeckého poznania, ktoré sú nevyhnutne len približné a závislé od okolností.

6. Fenomenotechnika a štúdium vedy. Začlenenie fenomenotechniky do jadra diskusií o konštrukcii vedeckého poznania je dôležité pre rozvoj modelov vedy, ktoré zdôrazňujú dialektické súvislosti medzi vedeckými teóriami a experimentom. Dialekticky orientované modely možno bežne nájsť v dielach súčasných filozofov a historikov vedy, nehovoriac už o sociológoch vedy alebo o nejakej kombinácii týchto prístupov. I. Hacking a P. Galison napríklad zdôrazňujú vzájomný vzťah medzi vedou, technológiou, sociálnou štruktúrou vedeckej komunity a dôležitosťou prijateľnej vedeckej politiky. Nespomínajú však významné otázky špeciálnych vzťahov medzi teóriou a praxou, ktoré, ako uvidíme, Bachelard vo svojich dielach rozoberal najmä prostredníctvom pojmu fenomenotechniky. V krátkosti rozoberiem Hackingove a Galisonove primárne záujmy a ich silné pozitívne momenty, ako aj slabé miesta ich argumentov týkajúcich sa spôsobov, akými sa vedecké teórie vzťahujú na vedeckú prax.

Polovica Hackingovej knihy [16] sa zaoberá kritikou tradičných modelov vedeckej

explanácie a zmeny, ktoré značne stavajú na úlohe teórií vo vede. Logickí pozitivistí, no aj iní filozofi vedy, ktorí sa zameriavajú na teóriu, napríklad van Fraassen [32] či Hempel [18], chápu vedu predovšetkým ako prísne teoretickú záležitosť a prekvapivo zabúdajú na úlohu experimentu v konštituovaní poznania. Pozorovanie a experiment zohrávajú len vedľajšiu úlohu, pretože sa vždy budujú v rámci konkrétnej teoretickej situácie, a sú teda vždy zaťažené teóriou. Hacking predkladá novú formu vedeckého realizmu. Kritérium prijatia existencie entít je určené spôsobom, akým s nimi možno manipulovať, spôsobom, akým vedú k zmenám v pozorovateľných fenoménoch, a prostredníctvom ich vplyvu na inštrumentálne systémy, ktoré sú usmerňované rôznymi fyzikálnymi vlastnosťami. Hacking ([16], 130) si ďalej myslí, že tradičná dichotómia medzi myslením a konaním nie je správna. Táto dichotómia je dôsledkom „tvrdohlavej posadnutosti reprezentáciou, myslením a teóriou na úkor výkonu a... experimentu“ ([16], 131). Hacking tvrdí, že výkon a moc vedeckej technológie v rámci vedeckej konštrukcie dosahuje také rozmery, že už to samo osebe môže potvrdzovať ontologické tvrdenia vedcov o teoretických entitách. Takže v hre je redefinovanie tradičných pojmov ako napríklad reprezentácia, teória atď.

Podľa Hackinga má dôraz na experiment rozhodne prednosť pri riešení problémov súvisiacich s vedeckým realizmom. To, čo je vo vede skutočné, nie je výsledkom racionálnej voľby medzi rovnako dobrými explanačnými teóriami, ale je to naopak to, čo možno inštrumentálne preukázať.² Namiesto teórií predstavuje konečný test existencie vedeckých entít spoliehanie sa na nástroje s rôznymi fyzikálnymi vlastnosťami a stupňami premyslenosti. Tieto Hackingove názory – napriek svojej dôležitosti – nechránia jeho nový model pred upadnutím do tej istej pozície, ktorú kritizuje. Tvrdenie, že konanie sa stáva dôležitejším než teória, je sčasti redukcionistické a je jediným kritériom vedeckej plauzibility. Na rozdiel od Bachelardovej epistemológie a v dôsledku oslobodenia experimentu od podriadenosti teórii Hackingov pohľad nemyslí na to, že experimentálna kontrola je často interpretáciou údajov čiže množiny tvrdení, ktoré sa stávajú platnými vďaka experimentálnym i teoretickým predpokladom. Protipríklady uprednostňovania teórií pred empirickými pozorovaniami naozaj nepreukazujú, že „experiment žije svojím vlastným životom,“ ako tvrdí Hacking ([16], 150). Naopak preukazujú, že otázku vedeckého realizmu nemožno vyriešiť, kým neprijmeme fakt, že vzťah medzi teóriou a praxou má dialektickú povahu (pozri [1]; [20]). Navyše, nie je to dialektika medzi rôznymi vecami, ale, ako tvrdí Bachelard, medzi rôznymi aspektmi tej istej veci. V dôsledku Hackingovho úsilia „zachrániť experiment“ sa jeho model stáva protirečivým. Hacking [16] hovorí, že a) je neodôvodniteľné oddeľovať myslenie od konania; b) experiment žije svojím vlastným životom; a c) experimentálna práca nemôže existovať nezávisle od teórie. Keby pochopil zvláštnu dialektickú povahu teórie a pozorovania (alebo myslenia a konania), nedošlo by k protirečeniu, pretože ani experiment, ani teória tu nemajú nijaké zvláštne prvenstvo. Vedecký realizmus sa tak stáva vecou fenomenotechniky, čiže berie do úvahy

² Pojem „inštrumentálna epistemológia“, ktorý navrhol Bachelard, dobre zapadá do Hackingovho názoru, že inštrumentalizácia vo vede je mierou objektivity vedeckých entít, ktoré neexistujú v prirodzenom svete, ale iba v rámci vedeckého experimentu.

tak teoretické, ako aj praktické predpoklady vedeckej konštrukcie, a to bez toho, aby zdádal k extrémnemu postoju, ktorý tvrdí, že teória (alebo konanie) prichádza ako prvá. Iba revizionistické dejiny predpokladajú, že ak sa raz vyskytnú prípady jedného postoja, tak opačný názor už neplatí.

Fenomenotechnika rieši tieto protirečenia. Bráni sa redukcionizmu akéhokoľvek druhu vedeckého realizmu, ktorý sa spolieha iba na inštrumentálne overovanie teoretických reprezentácií. Zahŕňa Hackingov dôraz na experiment a názor, že vedecká technológia dokáže s presnosťou určiť, či konkrétne teoretické entity existujú. No v protiklade k Hackingovmu modelu fenomenotechnika nezabúda na myšlienku, že teoretické systémy zohrávajú podstatnú rolu pri konštrukcii a overovaní tých istých entít. Bachelardov pojem fenomenotechniky pripúšťa, že aj technickejšie aspekty vedeckej tvorby vznikajú v rámci kontextu teoretizovania. V Hackingovom modeli sa vedecká prax redukuje na inžinierstvo čiže na súbor zručností s rozličným stupňom komplexnosti, čo umožňuje vedcovi ako experimentátorovi produkovať vedu. Premena vedcov na inžinierov prináša, pochopiteľne, problémy. Opätovne sa tu zdôrazňuje hodnota konania ako protikladu teórie, čo vyžaduje od Hackinga, aby redefinoval pojmy ako vedecká činnosť, fenomén a teória. Napríklad z teórie sa podľa Hackinga stáva zvláštna forma konania. Keďže Hacking považuje nástroj za neutrálny a nezaťažený teóriou, opiera sa o technológiu len preto, aby vedecké tvrdenia potvrdil ontologicky, ako to robia aj tí, ktorí vytvárajú vedecké objekty (nezávisle od teoretických rámcov). Aj to je však problematické, pretože to upiera vedcovi schopnosť rozlišovať medzi umelými a prirodzenými fenoménmi (čo technológia robí). Výhodou Bachelardovho pojmu fenomenotechniky v porovnaní s Hackingovým pragmatickým realizmom je to, že pripúšťa, že vedecké činnosti – či už teoretické, alebo inštrumentálne – sú vždy vyjadreniami racionality a vzájomnej závislosti myslenia a konania.

Názor, že kontext experimentovania si zasluhuje osobitnú pozornosť, už nie je ničím novým. Galisonova [15] originálnosť však spočíva v začlenení teoretických a praktických predpokladov nielen do interpretácie vedeckých údajov, ale aj do samotnej vedeckej technológie. Zatiaľ čo Hacking tvrdil, že experiment žije svojím vlastným životom a že technológia „rozhoduje“ o tom, ktoré entity sú reálne, Galison hlbkovo analyzuje vrstvy teórie, ktoré vymedzujú výsledky experimentov a určujú ich záver. Inými slovami, Galison na začiatku svojho diela hovorí o tom, že filozofi, ktorí sa orientujú na teóriu, najmä pozitivistí, sa mýlia, keď si nevšímajú úlohu experimentu pri formovaní vedeckých pojmov. Galisona možno považovať za predstaviteľa nového spôsobu zdôrazňovania dôležitosť teórie pri konštruovaní vedy, ktorý neodčleňuje teóriu od experimentu, ale chápe ich naopak ako súčasť toho istého procesu dokazovania.

Úroveň teórie a druhy experimentálnych a inštrumentálnych predpokladov, ktoré Galison nachádza, sú v skutočnosti premyslenejšie než Bachelardove. Galison uzatvára svoje názory o ukončení experimentu takto: „Experimenty sa začínajú a končia presvedčeniami. Niektoré sú metafyzické, iné programové a ďalšie zas nie sú všeobecnejšie než formálny alebo vizualizovateľný model. No laboratórna práca sa odohráva za praktických obmedzení, ktoré môžu mať iba málo spoločné s teóriou, ktorá ich podporuje: viera v inštru-

mentálne modely, v programy experimentálneho skúmania, v cvičné, individuálne úsudky o skutočne lokálnom správaní častí prístroja alebo dráh, o pulzoch a impulzoch, ktoré sa každodenne zaznamenávajú“ ([15], 277).

Vzhľadom na to nie je základný rozdiel medzi Bachelardom a Galisonom len v tom, že prvý tvorí normatívne súdy a druhý súdy opisné. Galison [15] podobne ako Duhem [14] a Kuhn [23] ukazuje, že voľba teórie a rozhodnutie ukončiť experiment sú vecou metafyziky a presvedčenia: viery v technológiu, v metodológiu a podobne. Galisonov model je dobre prepracovaný. Ukazuje, ako možno vyradiť z hry tak fundamentalistický relativizmus sociálnych konštruktivistov, ako aj pozitivistický názor, že hranice sú stanovené logicky. Žiaľ, robí tak na úkor racionality. Bachelardov prístup je v čomsi odlišný. Často hovorieval, že epistemologické prekážky sú súčasťou vedy. Jeho pojem fenomenotechniky vyjadruje názor, že vedecká technológia je zhmotnením teórií a že akceptovanie technologicky vytvorených entít je vecou súmerateľnosti inštrumentalizácie, teoretických predpokladov a konsenzu „vedeckého mesta“, ako Bachelard nazýval komunitu vedcov. Nikdy však netvrdil tak dôrazne ako Galison, že technológia vyjadruje teoretické a experimentálne obmedzenia. Bachelard sa nazdával, že štúdium vedy vedie k analýzam vedeckých praktík a že na najzákladnejšej úrovni subjektivita a objektivita navzájom interferujú. Táto interferencia však nevedie len k strate kontroly alebo k iracionalite či k tomu, že racionalita vo vede už nie je dôležitým kritériom pri voľbe teórie a experimentu.

Neprekvapuje, že mnohé z Galisonových tvrdení o vývoji fyziky vysokých energií a fyziky častíc sa podobajú tým Bachelardovým o kvantovej teórii, teórii relativity a modernej chémii. Predpokladom fenomenotechniky je, že vedecké entity sa tvoria v laboratórnom prostredí a že tieto entity sú dôsledkom materiálneho stelesnenia teórií prostredníctvom vedeckej technológie. Takže „objektivita vo vede sa stáva objektivitou toho, čo je abstraktné“ ([2], 79). Technika určuje to, čo treba hľadať, no verifikačné techniky konštruje racionalita. Na rozdiel od názoru sociálnych konštruktivistov to neznamená, že všetky racionálne konštrukty môžu byť rektifikované technológiou. Bachelard si podobne ako Hacking a Galison myslel, že technológie rôznych stupňov citlivosti môžu odhaliť vedľajšie účinky a že vedecké techniky umožňujú vedcovi rozlišovať medzi zostrojenými výtvarmi a predmetmi pozorovania: „Kultúra objektivitu postupnými krokmi determinuje objektivný subjektivismus. Subjekt uvažujúci o predmete eliminuje nielen neusporiadané stopy predmetu, ale aj neusporiadané postoje svojho vlastného intelektuálneho správania“ ([3], 93).

Podľa Bachelarda vedecká práca predstavuje narastajúcu racionalitu. Zodpovednosť za experimentálny kontext, konštruktívny aspekt technologických systémov, epistemologické prekážky, ktoré existujú v mysli vedca, a strata technickej premyslenosti neznamenajú obmedzujúci faktor, ktorý existuje nezávisle od vedca. Keďže technológia je zhmotnením teórií a teórie tvorí vedec, stratu racionality možno priznať iba vedcovi.

Technologické testovanie teórií je vždy testovaním teórií, a nie fyzikálnej reality. Podľa teórie záujmu opisy vedy dostatočne nevysvetľujú, prečo a kedy sa dosahuje konsenzus alebo ako môže technológia redefinovať význam objektivitu. Hackingov pragmatický realizmus neberie v experimentálnom kontexte do úvahy previaanosť vrstiev teore-

tických a technických obmedzení. Galisonovi sa na druhej strane darí dosahovať symetriu v teóriách vedy tým, že do svojho modelu zahŕňa vrstvy teórie, inštrumentálne väzby, sociológiu a politiku. Jeho tvrdenia o spúšťaní a opúšťaní experimentov sú však stále blízke Kuhnovým a Duhemovým metafyzickým predpokladom. Vo svojom opise vedy ich preto môžu úspešne používať zástancovia teórie záujmu. Na druhej strane pojem fenomenotechniky zavedený do Galisonovho modelu pomáha oslabiť tvrdenie, že začiatok a ukončenie experimentu je výslovne záležitosťou presvedčenia. Zachováva sa pritom aj historická racionalita vedeckých systémov.

7. Bachelard a sociálni konštruktivisti. Problém súvislosti medzi fenomenotechnikou a tvrdeniami o sociálne určenej povahe vedeckých praktík, ktorý rozpracovali sociálni konštruktivisti, sa nerieši ľahko (k interpretácii fenomenotechniky z hľadiska sociálnych konštruktivistov (pozri [24])). V skutočnosti je takmer nemožné vytýčiť hranicu medzi konštruktivistickým tvrdením, že vedecké opisy nie sú kvalitatívne odlišné od literárnych, a Bachelardovou myšlienkou, že „niektoré človekom vytvorené látky nie sú o nič reálnejšie než *Eneida* či *Božská komédia*“ ([3], 83). Navyše, Bachelardovo nahradenie pojmu objektivity intersubjektivitou sa ukazuje ako ďalšie zdôraznenie prísneho sociálneho charakteru vedy. Husserl [19] použil pojem „intersubjektivita“ na to, aby ním vysvetlil druh konsenzu medzi ľuďmi v súvislosti s fenoménmi sveta, ale takisto pripúšťal, že tento konsenzus nedokazuje, že svet existuje nezávisle od subjektov. Ak prenesieme túto myšlienku do Bachelardových tvrdení o intersubjektívnom konsenze vo vedeckej komunite v súvislosti s existenciou vedeckých entít, takisto musíme pripustiť, že konsenzus sám osebe nezaručuje, že veci, na ktorých sme sa dohodli, aj reálne existujú. Z týchto úvah vyplýva, že fenomenotechniku použili konštruktivisti korektne a že Bachelard zrejme uvažoval ako nejaký konštruktivista *avant la lettre*. No takéto označenie je anachronické. Bachelardov typ intersubjektivitu približuje jeho filozofiu vedy istému druhu transcendentálneho idealizmu. Aj tu sa vynárajú problémy, lebo otázka, ako možno transcendentálny idealizmus použiť ako model na analýzu a opis vedeckých praktík, je komplikovaná. Paradoxne je Bachelardov model vedeckej zmeny modelom racionality a obnovennej objektivity. V tomto zmysle stojí na Heisenbergovej strane, ktorý tvrdil, že „vstup pozorovateľa sa nesmie chápať tak, aby z neho vyplývalo, že istý druh subjektívnych čŕt sa prenáša do opisu prírody“ ([17], 137).

Navyše, teórie a technológia kolidujú s realitou. Pružnosť teórií nemožno preceňovať, ako vravel Galison, keď kritizoval zástancov teórie záujmu. Nie všetky teórie možno stelesniť v nástrojoch, lebo nástroje sa podriaďujú zákonom fyzikálneho sveta. Súčasťou kritéria rozlišovania artefaktov od skutočných charakteristík pozorovateľného je, ako na to upozornil Hacking, použitie technológie, ktorá sa spolieha na rozličné typy fyzikálnych systémov. Upozorňoval na to aj Bachelard v súvislosti s dôležitosťou inštrumentálneho skúmania (na to, aby si vedecký pozorovateľ neustále uvedomoval prítomnosť parazitov a iných vedľajších účinkov, ktoré zápasia s hľadanými teoretickými výsledkami). Inštrumentálne testovanie je súčasťou stratégie, ktorá má určiť, či vedecké hypotézy sú, ako hovorí Bachelard, len snami v mysli vedca, alebo majú naopak epistemickú a explanačnú hodnotu.

Bachelardov relativistický postoj, čiže tak jeho tvrdenia, že vedecké entity sú skôr výtvyry než reprezentácie skutočných vecí, ako aj jeho názor, že nástroje sú zhmotnené teórie, je protíváhou realizmu konštruovaného jeho metafyzikou. No v protiklade k sociálnym konštruktivistom, ako aj k Heisenbergovi tvrdí, že nevyhnutné mechanizmy interferencie meracích zariadení pri pozorovaní mikroentít nerobia z vedy čisto subjektívnu záležitosť.

Je zaujímavé, že Hackingov pragmatický realizmus vo vzťahu k entitám a aj Galisonov názor, že experimentálne výstupy sú výsledkami vrstiev presvedčení, metafyzických stanovísk a minulých inštrumentálnych väzieb, sú si podobné, hoci sa celkom nezhodujú s Bachelardovým názorom na dialektiku vzťahov medzi vedeckými teóriami a vedeckými praktikami. Ako sme videli, Hacking upadá do krajne protirečivej pozície, proti ktorej vystupoval, pretože zanedbáva spoločnú heuristickú úlohu teórií. V dôsledku toho sa veda stáva akýmsi inžinierstvom, pretože ontologický status teoretických entít sa meria vedcovou schopnosťou manipulovať s nimi. Galisonov postoj je rovnovážnejší. Ponúka obraz teoretickej fyziky, v ktorej je úloha teórií v experimentálnom kontexte fundamentálna. Poskytuje dôležitý pohľad na politické témy, ktoré sú súčasťou rozhodovacieho procesu vo vede. Avšak jeho tvrdenie, že presvedčenia a metafyzika sú súčasťou vrstiev teórie stelesnenej v nástrojoch, sa ukazuje ako postulát istého druhu technologického determinizmu, ktorý oslabuje racionálne princípy vedeckých praktík. Bachelardove názory na druhej strane prispievajú k vyjasneniu oboch postojov – tak symetrickej požiadavky postulovanej Galisonom, ako aj Hackingovho pragmatického realizmu – bez toho, aby podkopávali podmienky vedeckej racionality.

Umiernený postoj, aký sprostredkúva pojem fenomenotechniky, zdôrazňuje to, čo sociálni konštruktivisti nepochopili, totiž rozdiel medzi vedou a inými formami sociálneho poznania. Spája dohromady vedu a technológiu, pričom popiera, že by aproximatívny charakter vedy, daný rozvojom vedeckej inštrumentalizácie, znamenal absenciu objektívnej pravdy. Napokon, keďže akceptuje tak skúmanie každej vedy, ako aj skúmanie každého stupňa v rozvoji vedy, aké si vyžadujú rozličné druhy filozofických a dejinných analýz, otvára cestu pluralistickým modelom vedeckej explanácie.

LITERATÚRA

- [1] ACKERMANN, R.: *Data, Instruments and Theory: A Dialectical Approach to Understanding Science*. Princeton: Princeton University Press 1985.
- [2] BACHELARD, G.: *L'activité rationaliste de la physique contemporaine*. Paris: Presses universitaires de France 1951.
- [3] BACHELARD, G.: *Études*. Paris: J. Vrin 1970.
- [4] BACHELARD, G.: *Le nouvel esprit scientifique*. Paris: Alcan [1934] 1978. (Slovenský preklad: *Nový duch vedy*. Preložila Kristína Korená. Bratislava: Pravda 1981.)
- [5] BACHELARD, G.: *La formation de l'esprit scientifique: contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*. Paris: J. Vrin [1938] 1986.
- [6] BENDA, J.: *De quelques constantes de l'esprit humain: critique du mobilisme contemporaine (Bergson, Brunschvicg, Boutroux, Le Roy, Bachelard, Rougier)*. Paris: Gallimard 1950.

- [7] BERGSON, H.: *Duration and Simultaneity: With Reference to Einstein's Theory*. Transl. L. Jacobson. New York: Anchor Books 1965.
- [8] BERNSTEIN, J.: *Einstein*. New York: The Viking Press 1973.
- [9] BIEZUNSKI, M.: Einstein à Paris. In : THUILLIER, P. et al. (eds.): *La recherche en histoire des sciences*. Paris: Seuil 1982, 267 – 293.
- [10] BOHR, N.: Discussion with Einstein on Epistemological Problems in Atomic Physics. In: SCHILPP, P. A. (ed.): *Albert Einstein Philosopher-Scientist*. 1. ed. Evanston, IL: The Library of Living Philosophers 1949, pp. 201 – 241.
- [11] BOHR, N.: The Unity of Human Knowledge. In: *Essays 1958 – 1962 on Atomic Physics and Human Knowledge*. New York: Interscience Publishers [1960] 1963, pp. 8 – 16.
- [12] DAVIES, P. C. W. – BROWN, J. R.: *The Ghost in the Atom: A Discussion of the Mysteries of Quantum Physics*. New York: Cambridge University Press 1986.
- [13] DUHEM, P.: *La science allemande*. Paris: Hermann & Fils 1915.
- [14] DUHEM, P.: *The Aim and Structure of Physical Theory*. Reprint. Transl. P. P. Wiener. (Orig. *La théorie physique, son objet, et sa structure*. (Paris: Marcel Rivière & Cie 1906). Princeton: Princeton University Press 1954.
- [15] GALISON, P.: *How Experiments End*. Chicago: University of Chicago Press 1987.
- [16] HACKING, I.: *Representing and Intervening: Introductory Topics in the Philosophy of Natural Science*. Cambridge, England: Cambridge University Press 1983.
- [17] HEISENBERG, W.: *Physics and Philosophy: The Revolution in Modern Science*. 1. vyd. New York: Harper & Brothers Publishers 1958.
- [18] HEMPEL, C.: *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in Philosophy of Science*. New York: The Free Press 1965.
- [19] HUSSERL, E.: *The Idea of Phenomenology*. The Hague: Martinus Nijhoff 1964.
- [20] IDHE, D.: *Instrumental Realism: The Interface between Philosophy of Science and Philosophy of Technology*. Bloomington, IN: Indiana University Press 1991.
- [21] JUNGnickel, C. – MCCORMMACH, R.: *Intellectual Mastery of Nature: Theoretical Physics from Ohm to Einstein*, Vol. 2. Cambridge, MA: MIT Press 1986.
- [22] KOJÈVE, A.: *L'idée du déterminisme dans la physique classique et dans la physique moderne*. Paris: Le livre de poche 1990.
- [23] KUHN, Th.: *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press 1970.
- [24] LATOUR, B., WOOLGAR, S.: *Laboratory Life: The Social Construction of Scientific Facts*. Beverly Hills: Sage Publications 1979.
- [25] MASON, S.: *Main Currents of Scientific Thoughts: A History of Sciences*. New York: Collier Books 1962.
- [26] MEYERSON, É.: *Identity and Reality*. London: Allen & Unwin [1908] 1930.
- [27] MILLER, A. I.: *Frontiers of Physics: 1900 – 1911*. Boston: Birkhauser 1986.
- [28] PAIS, A.: „Subtle is the Lord...“: *The Science and the Life of Albert Einstein*. New York: Oxford University Press 1982.
- [29] PLANCK, M.: *A Survey of Physical Theory*. Transl. R. Jones a D. H. Williams. New York: Dover 1960.
- [30] POPPER, K.: *The Logic of Scientific Discovery*. New York: Routledge 1992.
- [31] TOTH, I.: La révolution non-euclidienne. In: THUILLIER, P. et al. (eds.): *La recherche en histoire des sciences*. Paris: Seuil 1983, 241 – 264.
- [32] VAN FRAASSEN, B.: *The Scientific Image*. Oxford: Clarendon Press 1980.

Z anglického originálu CASTELÃO-LAWLESS, T.: *Phenomenotechnique in Historical Perspective: Its Origins and Implications for Philosophy of Science* preložil Anton Vydra. Text vyšiel pôvodne v časopise *Philosophy of Science* (1995, č. 62, s. 44 – 59). Preklad vychádza s láskavým dovolením autorky a je súčasťou riešenia grantovej úlohy VEGA č. 2/0201/11.