

KVALITATÍVNE PREDIKÁTY VERZUS VEDECKÉ ZÁKONY, EXPLANÁCIA A TESTOVANIE¹

IGOR HANZEL, Katedra logiky a metodológie vied FIFUK, Bratislava, SR

HANZEL, I.: Qualitative Predicates versus Scientific Laws, Explanation and Testing
FILOZOFIA, 70, 2015, No. 3, pp. 188-201

The aim of the paper is to show that in the framework of philosophy of science it is possible to choose such an approach to the reconstruction of scientific laws and scientific explanation and also to the testing of scientific theories which enables us to avoid the well-known raven paradox as stated by C. G. Hempel. The paper starts with an analysis of Hempel's approach to the so-called "purely qualitative predicates." Then it shows how this approach, which has its origins in the perceptualist philosophy, led Hempel to a completely distorted view on the structure of scientific laws and scientific explanation, that in turn led him to a distorted view on the testing of scientific theories. As an alternative the paper proposes another view on the structure of scientific laws, scientific explanation and introduction of theoretical magnitudes using the method of definition by abstraction. Consequently, it also proposes an alternative view on the testing of scientific theories which eliminates the raven paradox.

Keywords: Hempel – Paradox of the raven – Structure of scientific law – Explanation by gradual concretization – Definition by abstraction

1. Úvod. Cieľom tejto práce je – nadväzujúc na štúdiu (Bielik 2011a) – ukázať, že je možné v rámci filozofie a metodológie vied zvoliť taký prístup k rekonštrukcii vedeckých zákonov a vedeckej explanácie, ako aj k testovaniu vedeckých teórií, ktorý umožňuje vyhnúť sa Hempelovmu paradoxu havrana a zároveň dôjsť k záverom, ktoré sa zhodujú so závermi v uvedenej štúdií.

Najprv stručne predstavíme názory v štúdií (Bielik 2011a) a potom podrobíme analýze Hempelov prístup k tzv. „kvalitatívnym“ predikátom. Ďalej ukážeme, ako tento prístup, diktovaný perceptualistickou filozofiou, viedol u Hempela k úplne chybnému pohľadu na vedecké zákony, vedeckú explanáciu a testovanie vedeckých teórií. Ako alternatívu Hempelovho prístupu navrhujeme inú rekonštrukciu vedeckých zákonov a vedeckej

¹ Ďakujeme V. Markovi z Katedry logiky a metodológie vied FiF UK, K. Korenej z Katedry filozofie a dejín filozofie FiF UK, ako aj R. Netzovi zo Stanfordskej univerzity za pomoc s prekladom Archimedovho textu *O plávajúcich telesách*. Ďakujeme tiež J. Drobnému a Z. Gažákovej z Katedry klasickej a semitskej filológie FiF UK za pomoc s prekladom arabského textu týkajúceho sa váh. L. Bielik, E. Zeleňák, F. Gahér, V. Marko, J. Halas, M. Zouhar a M. Kosterec, ako aj anonymný oponent nám poskytli cenné pripomienky k tejto štúdií.

explanácie. Na záver ukážeme, ako z tejto rekonštrukcie vyplýva pohľad na testovanie vedeckej teórie, ktorý je totožný so závermi štúdie (Bielik 2011a).

2. L. Bielik o Hempelovom parodoxe havrana. Podľa Bielika má platiť, že „[ú]vaha vedúca k havraniemu paradoxu vychádza z niekoľkých kritérií, ktoré sú samy osebe intuitívne prijateľné. Majú stanoviť, za akých okolností môžeme určitý výrok, ktorý má status hypotézy všeobecnej logickej formy, považovať za potvrdený vo vzťahu k inému singulárnemu výroku či, presnejšie, množine singulárných výrokov“ (Bielik 2011, 213).

Takémuto paradoxu má byť vystavená každá empirická hypotéza, ktorej štruktúru možno vyjadriť nasledujúcou logickou formou

$$(x)[F(x) \rightarrow G(x)] \quad (1)$$

Symbolsy F a G tu zastupujú určité empirické predikáty, napríklad „byť havranom“ a „byť čierny“.

Hempel sa odvoláva na kritérium potvrdenia, ktoré formuloval Jean Nicod nasledujúcim spôsobom: „Uvažujme formulu zákona B vyplýva z A (A *entraîne* B) Ako môže nejaká konkrétna propozícia alebo, stručnejšie povedané, fakt ovplyvniť jeho pravdepodobnosť? Ak tento fakt pozostáva z prítomnosti B v prípade [že nastáva] A , potom je priaznivý pre zákon B vyplýva z A ; a naopak, ak spočíva v neprítomnosti B v prípade [že nastane] A , potom je nepriaznivý pre zákon. Je pochopiteľné, že tu máme k dispozícii len dva priame spôsoby, ktorými nejaký fakt môže ovplyvniť pravdepodobnosť zákona... Každý vplyv individuálnych právd či faktov na pravdepodobnosť univerzálnych propozícií alebo zákonov by teda pôsobil prostredníctvom týchto dvoch elementárnych vzťahov, ktoré budeme nazývať *potvrdenie* a *zneplatnenie* (*infirmination*)“ (Nicod 1924, 23).

Hempel sa tiež odvoláva na podmienku ekvivalentnosti, podľa ktorej je možné formulu (1) nahradiť logicky ekvivalentnou formulou $(x)[\neg G(x) \rightarrow \neg F(x)]$.

Vzhľadom na testovanie hypotézy so štruktúrou (1) pritom platí, že v prípade objektu a , na ktorom sa hypotéza testuje, môžu nastať štyri situácie: po prvé, test ukáže, že objekt a má vlastnosť F a zároveň aj vlastnosť G , a vtedy je hypotéza potvrdená; po druhé, test ukáže, že objekt a má vlastnosť F a zároveň nemá vlastnosť G , a vtedy je hypotéza vyvrátená; po tretie, test ukáže, že objekt a nemá vlastnosť F , avšak má vlastnosť G , a vtedy hypotéza nie je ani potvrdená, ani vyvrátená; po štvrté, test ukáže, že objekt a nemá ani vlastnosť F , ani vlastnosť G , a aj vtedy hypotéza nie je ani potvrdená, ani vyvrátená.

Zdanlivo teda platí, že empirickou identifikáciou individua, napríklad môjho žltého peračníka, sa potvrdzuje výrok „Všetky havrany sú čierne.“ Tento paradox, ak sa spojí s transformáciou formuly (1) do uvedenej logicky ekvivalentnej formuly, sa na prvý pohľad zdá byť prirodzeným dôsledkom inštančného pohľadu na testovanie vedeckých teórií. Tu sa teória má testovať na základe empirickej identifikácie koexistencie alebo nekoexistencie jednotlivých inšancií vlastností označených predikátmi, akými sú napríklad „byť havranom“ a „byť čierny“.

Ako východisko z uvedeného paradoxu navrhuje Bielik tézu, podľa ktorej testovanie

empirickej hypotézy znamená v skutočnosti „[i]dentifikovať určité *empirické vlastnosti* na objektoch, ktoré testujeme. Zároveň, táto *identifikácia by mala* určitú *postupnosť*: Najskôr by sme teoreticky jednoznačným spôsobom museli vymedziť objekty, ktoré sú predmetom testovania – to znamená, že by sme si museli zvoliť určité vlastnosti, na ktorých základe by sme vedeli určiť, ktoré objekty máme testovať a ktoré testovať nemáme; následne by sme na týchto objektoch testovali, či na nich možno v daných testovaných okolnostiach identifikovať aj ďalšie predmetné vlastnosti“ (Bielik 2011a, 219).

Na tomto základe potom formuluje nasledujúce *kritérium testovania vlastností vyjadrených empirickou hypotézou*: „Empirické vlastnosti, ktoré sú vyjadrené v testovanej hypotéze, musia byť totožné s tými vlastnosťami, ktoré sa pokúšame empiricky identifikovať na objektoch testovania v rámci relevantnej testovacej procedúry v stanovenom poradí“ (Bielik 2011a, 222). Tento metodologický princíp si vyžaduje, aby „empirické vlastnosti vyjadrené v testovanej hypotéze boli totožné s tými vlastnosťami, ktoré sa pokúšame empiricky identifikovať na objektoch testovania v rámci relevantnej testovacej procedúry v stanovenom poradí. Inými slovami, toto kritérium má zabezpečiť koreláciu medzi vlastnosťami zmieňovanými v testovanej hypotéze a vlastnosťami obsiahnutými vo výrokoch o konkrétnej empirickej evidencii“ (Bielik 2011b, 753; 2011a, 222).

3. Hempelove kvalitatívne predikáty verzus veličiny empirických vied. Pre predikáty, ktoré Hempel považoval za prípustné pri formulácii testovateľných empirických hypotéz, sa ustálil názov „rýdzo kvalitatívne predikáty“ v tom zmysle, že neodkazujú na konkrétne okamihy či intervaly času (ako je to napríklad v prípade predikátu „zedrý“) ani na konkrétne miesto v priestore.

Hempel sa orientoval už v štúdiu z roku 1943 práve na tento druh predikátov, keď vyhlásil: „Predikáty majú označovať určité atribúty, t. j. vlastnosti alebo vzťahy týchto vecí. Tieto predikáty chápeme ako zvolené takým spôsobom, že metódy pozorovania alebo experimentálne metódy použité vo výskume umožňujú zistiť prítomnosť alebo neprítomnosť týchto vlastností a vzťahov u individua alebo u skupiny individuí. Inými slovami, predpokladáme, že akýkoľvek protokol testu, t. j. akýkoľvek celok ‚dát‘, ktorý možno získať uvedenými testovacími procedúrami, môže byť formulovaný prostredníctvom úplných viet s predikátmi [jazyka] L“ (Hempel 1943, 126).

Podobne v ďalšej štúdiu (Hempel 1948) sa Hempel opiera o tento druh predikátov. Hempelova orientácia na rýdzo kvalitatívne predikáty ho potom vedie k voľbe takého modelového jazyka – predikátovej logiky prvého rádu –, „ktorého primitívne termíny sa predpokladajú ako kvalitatívne v práve uvedenom zmysle“ (Hempel, Oppenheim 1948, 157) a ktorý mu má slúžiť na logickú analýzu vedeckých zákonov a vedeckej explanácie. Hempel si pritom uvedomoval, že takýto modelový jazyk má veľmi jednoduchú logickú štruktúru (Hempel 1943, 123; 1948, 157), ale napriek tomu sa ho pridržiaval ešte aj takmer o štvrté storočie neskôr (Hempel 1966).

Ako hodnotiť Hempelovu orientáciu na rýdzo kvalitatívne predikáty, a teda aj jeho voľbu uvedeného jednoduchého modelového jazyka? Proti voľbe konkrétneho modelového jazyka ako *jazyka* nie je možné vzniesť žiadne námietky. Problematickou sa ale táto

voľba stáva z hľadiska účelu, na ktorý má tento jazyk slúžiť, totiž na modelovanie postupov empirických vied. O jazyku týchto vied totiž platí, že v nich vystupujú nielen rýdzo kvalitatívne predikáty, ale aj výrazy pre veličiny, ktoré v sebe zjednocujú poznanie *kvalitatívnych* a *kvantitatívnych* určení skúmaných entít.² Hempel však namiesto logickej rekonštrukcie veličín uvažuje len o rýdzo kvalitatívnych predikátoch, ktoré majú vystupovať vo vedeckých zákonoch.

To, že Hempel nezohľadnil použitie veličín v empirických vedách, vedie u neho k absencii analýzy štruktúry rovníc, do ktorých sú začlenené tieto veličiny. Táto absencia sa prejavuje v jeho voľbe modelového jazyka L, ktorým má byť predikátová logika prvého rádu, a to tak, že v jeho syntaxi nemá vystupovať znak identity (Hempel 1943, 123; 1948, 157).

4. Hempel verzus vedecké zákony v empirických vedách. Hempel pri rekonštrukcii štruktúry vedeckých zákonov postupuje podobným spôsobom ako v prípade veličín empirických vied a rovníc, v ktorých sú zjednotené. Na jednej strane síce uvádza mnohé príklady vedeckých zákonov, ako sú formulované v empirických vedách, ale na strane druhej sa snaží túto ich štruktúru rekonštruovať takým spôsobom, aby zodpovedala štruktúre uvedenej formuly (1).

Tak napríklad vyhlasuje: „Vždy, keď sa pri konštantnom tlaku teplota plynu zvyšuje, jeho objem rastie“ (Hempel 1966, 54). A ďalej: „Vždy, keď teleso voľne padá z pokoja vo vákuu v blízkosti povrchu Zeme, prekoná v čase t dráhu $16t^2$ stôp“ (Hempel 1966, 54). Zároveň však tieto príklady interpretuje takým spôsobom, že majú vyjadrovať „uniformné spojenie medzi odlišnými empirickými fenoménmi alebo medzi odlišnými aspektmi jedného a toho istého fenoménu“ (Hempel 1966, p. 54), pričom ich štruktúra má byť nasledujúca: „Vždy a všade tam, kde nastanú podmienky špecifického typu F , nastanú vždy a bez výnimky aj určité podmienky iného typu G “ (Hempel 1966, 54). Táto štruktúra má teda zodpovedať štruktúre uvedenej formuly (1).

Porovnanie uvedených príkladov so štruktúrou tejto formuly tak umožňuje identifikovať v Hempelovom prístupe k vedeckým zákonom nasledujúce tri extrémne zjednodušenia:

1. Hempel nezohľadňuje, že vedecké zákony sú vždy formulované len pre univerzum entít určitého typu. V prvom z práve uvedených príkladov sa uvažuje o entitách, ktoré sú plynmi, a v druhom o padajúcich telesách.

Ako príklad Hempel uvádza hypotézu, v ktorej vystupujú len kvalitatívne predikáty, totiž „Všetky soli nátria horia žltou farbou“ (Hempel 1945, 15), čo možno *podľa neho* stručne zapísať nasledovne:

$$(x) [\text{Sol} \text{ nátria}(x) \rightarrow \text{Horí žltó}(x)] \quad (2)$$

Ak ale zohľadníme skutočnosť, že vedecké zákony sú vždy formulované pre entity určitého typu, tak tento zápis treba upraviť tak, aby vyjadroval túto skutočnosť spolu s faktom,

² Vychádzam tu z práce (Berka 1977).

že v spektrálnej analýze sa nehovorí o tom, že ľubovoľná entita horí žltá, ale že *ak niečo je soľ nátria, tak po rozžeravení horí žltá*. (2) preto prepisujeme nasledovne:³

$$(x)\{\text{Soľ nátria}(x) \rightarrow [\text{Rozžeravené}(x) \rightarrow \text{Horí žltá}(x)]\} \quad (3)$$

Týmto spôsobom sa vlastne limituje obor premennosti individuovej premennej x .⁴

2. Vedecké zákony, v ktorých vystupujú veličiny, obsahujú *rovnice*; tie ale Hempel vo svojej rekonštrukcii vedeckých zákonov nemohol zohľadniť, keďže si zvolil modelový jazyk bez znaku identity.

3. To potom vedie k tomu, že pri rekonštrukcii vedeckých zákonov nevie zohľadniť, že tieto zákony obsahujú idealizácie; napríklad pri páde telesa sú prítomné tri idealizácie: počiatočná rýchlosť tohto telesa sa *rovná* nule; teleso sa pohybuje vo vákuu, t. j. trenie, ktorému je vystavené pri páde, sa *rovné* nule; a teleso sa pohybuje v blízkosti povrchu Zeme, t. j. pád prebieha v takom gravitačnom poli, že zmena jeho intenzity v priestore sa *rovná* nule.

Všeobecnú štruktúru vedeckého zákona obsahujúceho k idealizácií, ako aj rovnicu pre veličiny možno zapísať nasledovne (L tu označuje zákon):⁵

$$L^{(k)} : (x)\{[U(x) \ \& \ Cmod_{1-k}(x) = 0] \rightarrow [E^{(k)}(x) = f_k(H(x))]\} \quad (4)$$

U označuje univerzum entít, pre ktoré sa zákon formuluje; $Cmod_{1-k} = 0$ označuje konjunkciu prvej až k -tej idealizácie; $E^{(k)}$ označuje veličinu pre skúmaný fenomén v k -tom stupni idealizácie, t. j. fenomén, keď sú platné tieto idealizácie; H označuje veličinu vyjadrujúcu *základ* fenoménu a celý výraz napravo od symbolu pre výrokovú spojku implikácie vyjadruje funkčnú závislosť medzi veličinami týkajúcimi sa fenoménu a jeho základu.

5. Hempel verus explanácia v empirických vedách. Hempelova rekonštrukcia štruktúry vedeckých zákonov do podoby uvedenej formuly (1) vedie k takej charakterizácii vedeckej explanácie, ktorá je v skutočnosti v rozpore s praxou explanácie v empirických vedách.

Tento rozpor je badateľný už v jeho klasickej štúdií (Hempel 1948). Na jej začiatku síce vyhlasuje, že explanandum, ktoré má byť logickým dôsledkom explanansu, môže byť opisom nielen individuálnej udalosti, ktorá nastala v konkrétnom mieste a čase, ale aj vedeckým zákonom (Hempel 1948, 136). Keď ale aplikuje svoj modelový jazyk L na rekonštrukciu vedeckej explanácie, je nútený ohraničiť túto rekonštrukciu „na explanáciu jednotlivých udalostí, t. j. na prípad, keď explanandum E je singulárna veta“ (Hempel 1948, 159), pričom zdôrazňuje, že toto ohraničenie „nie je vec slobodnej voľby. Precízna racionálna rekonštrukcia explanácie všeobecných pravidelností predstavuje špecifický problém, ktorého riešenie v súčasnosti nepoznáme“ (Hempel 1948, 159).

³ Vychádzam tu z práce (Will 1984).

⁴ Z tohto pohľadu by potom bolo možné (3) prepísať do podoby $(x)[\text{Rozžeravené}(x) \rightarrow \text{Horí žltá}(x)]$.

⁵ Vychádzam tu z práce (Nowak 1980).

Dôvody, prečo Hempel zlyháva pri rekonštrukcii explanácie vedeckých zákonov, naznačil J. Woodward v jednej zo svojich štúdií (Woodward 1979). Voľba modelového jazyka L vedie Hempela k tvrdeniu, že „[v]ýrok ‚Všetky havrany sú čierne‘ je vetou striktnie všeobecnej formy; a takou je aj Newtonov prvý zákon pohybu, podľa ktorého akékoľvek hmotné teleso, na ktoré nepôsobí vonkajšia sila, zotrúva vo svojom stave alebo priamočiarom pohybe pri konštantnej rýchlosti“ (Hempel 1958, 39).

To ale, ako ukazuje Woodward, vedie k pohľadu na vedeckú explanáciu, ktorý už nedokáže rozlíšiť medzi odvodením

Všetky havrany sú čierne.

$$\frac{\text{Toto je havran.}}{\text{Toto je čierne.}} \quad (5)$$

a vysvetlením napríklad zrýchlenia telesa voľne padajúceho na Zemi. Na základe Newtonových pohybových zákonov a jeho gravitačného zákona je možné odvodiť pre toto zrýchlenie vzťah $a = G \cdot M / (R + h)^2$. A ak predpokladáme, že platí $R \gg h$, t. j. že teleso padá na Zem z výšky h , ktorá je omnoho menšia, ako je polomer Zeme R , tak platí

$$a = G \cdot M / R^2, \quad (6)$$

kde G označuje gravitačnú konštantu a M hmotnosť Zeme.

Woodward kladie na vedecké explanácie tzv. *požiadavku vzájomnej funkčnej závislosti*, ktorá nie je splnená odvodením (5). Znie nasledovne: „Zákon vystupujúci v explananse vedeckej explanácie nejakého explananda E musí byť formulovaný prostredníctvom premenných alebo parametrov tak, že variácia ich hodnôt umožní odvodenie iných explanand, ktoré sú primerane odlišné od E “ (Woodward 1979, 46).

Dôvod, prečo sa v Hempelovej rekonštrukcii vedeckej explanácie v (Hempel 1948; 1958; 1965; 1966) táto požiadavka nemohla vôbec formulovať, sa teraz už stáva zjavný. Jeho voľba jazyka L , ktorým chce modelovať vedeckú explanáciu, mu totiž zabránila zohľadniť skutočnosť, že vedecké explanácie sa zakladajú na zákonoch, v ktorých vystupujú okrem rýdzo kvalitatívnych predikátov aj veličiny, ktorých hodnoty sa menia, a že tieto zákony obsahujú aj idealizácie, ktoré majú povahu rovníc, prostredníctvom ktorých sa veličinám (prípadne ich pomerom) priradujú nulové hodnoty.

Explanácie založené na zákonoch so štruktúrou (4) teda majú nasledujúcu štruktúru: (i) rušia sa v nich príslušné idealizácie, čo označujeme ako $Cmod_i \neq 0$, a teda sa predpokladá, že príslušná modifikačná podmienka už pôsobí, a (ii) je potrebné zohľadniť pôsobenie tejto podmienky s cieľom odvodiť príslušný fenomén E . Ak sa postupne zrušia všetky idealizácie, dostaneme postupnosť vedeckých zákonov s nasledujúcou štruktúrou:

$$\begin{aligned} L^{(k-1)}: (x) \{ U(x) \ \& \ Cmod_{1-(k-1)}(x) = 0 \ \& \ Cmod_k(x) \neq 0 \ \rightarrow \ E^{(k-1)}(x) = f_{k-1}[H(x), \\ Cmod_k(x)] \} \quad (7) \\ L^{(0)}: (x) \{ Ux \ \& \ Cmod_{1-k}(x) \neq 0 \ \rightarrow \ E^{(0)}(x) = f_0[H(x), Cmod_k(x), \dots, Cmod_1(x)] \} \end{aligned}$$

Výraz $Cmod_{1-(k-1)} = 0$ v antecedente $L^{(k-1)}$ vyjadruje, že prvá až $(k-1)$ -a idealizácia sú stále platné, zatiaľ čo začlenenie modifikačnej podmienky označenej ako $Cmod_k$ na pravej

strane vyjadruje pôsobenie tejto podmienky, ktoré sa zohľadňuje prechodom od funkčného vzťahu f_k k funkčným vzťahom f_{k-1}, \dots, f_0 . Typ explanácie, ktorý vedie k zákonom so štruktúrou $L^{(k-1)}, \dots, L^{(0)}$, možno nazvať, nadväzujúc na prácu (Nowak 1980), *explanácia metódou stupňovitej konkretizácie*.

Rekonštrukcia tejto metódy vrhá nové svetlo na proces explanácie. Tá nemá povahu subsumpcie vysvetľovaného vedeckého zákona alebo opisu individuálnej udalosti pod pokrývajúci zákon v explananse – ako to tvrdil Hempel, ale len subsumpcie pod univerzum entít, pre ktorý je zákon v explananse formulovaný, a súčasne jeho stupňovité približovanie sa k modifikačným podmienkam, za ktorých je daný zákon alebo udalosť vyjadrená v explanande.⁶ To ale znamená, že uvedené Hempelove tvrdenia o tom, že „v teoretických procedúrach vedy... sú hypotézy vystavené rôznym druhom logickej transformácie a odvodeniu bez akéhokoľvek uvažovania o niečom, čo by sa mohlo považovať za odkazovanie na zmeny v aplikačnej oblasti“ (Hempel 1945, 18), sú chybné. Pri procese explanácie stupňovitou konkretizáciou od zákona typu $L^{(k)}$ k zákonom typu $L^{(k-1)}, \dots, L^{(0)}$ sa aplikačná oblasť, ako je vyjadrená celým antecedentom zákonov typu $L^{(k)}, L^{(k-1)}, \dots, L^{(1)}$, postupne mení.

6. Hempelov „perceptualizmus“ verzus testovanie v empirických vedách. Doteraz sme sa nezaoberali otázkou, prečo sa Hempel pri formulácii svojho modelového jazyka L pridrižiava práve kvalitatívnych predikátov. Odpoveď na túto otázku možno nájsť v jeho štúdiu z roku 1945, ktorá si kladie za cieľ skúmať logický aspekt potvrdenia empirických hypotéz. S prihliadnutím na tento logický aspekt má byť podľa Hempela možné „chápať potvrdenie ... ako vzťah medzi dvoma vetami, jednou opisujúcou danú evidenciu a druhou vyjadrujúcou hypotézu. Tak, napríklad... môžeme povedať, že veta evidencie ‚ a je havran a a je čierne‘ potvrdzuje vetu-hypotézu (stručne, hypotézu) ‚Všetky havrany sú čierne‘“ (Hempel 1945, 22).

Evidencia, na základe ktorej sa má uskutočniť potvrdenie hypotézy, je podľa neho „vždy vyjadrená vetami, ktoré majú často povahu správ o pozorovaní... Táto referencia na správy o pozorovaní naznačuje určité obmedzenie, ktoré možno vytknúť vetám o evidencii. Skutočne, evidencia uvedená na podporu určitej vedeckej teórie alebo hypotézy, pozostáva koniec koncov z dát, ktoré sú prístupné tomu, čo možno voľne nazvať ‚priame pozorovanie‘, a takéto dáta sú vyjadriteľné vo forme ‚správ o pozorovaní‘“ (Hempel 1945, 22-23).

Hempel pritom najprv vychádza z predpokladu, že „hypotézy a teórie vedy sú koniec koncov podporované ‚evidenciou zmyslov‘“ (Hempel 1945, 23), a teda že „správy o pozorovaní referujú výlučne na priamo pozorovateľné atribúty“ (Hempel 1945, 23), napríklad „čierny“, „tvrdý“, „tekutý“ atď., pričom pod priamym pozorovaním rozumie také po-

⁶ Vzniká pochopiteľne otázka, ako táto subsumpcia „len“ pod univerzum entít, pre ktoré je zákon formulovaný, v skutočnosti prebieha. Platí totiž, že keďže sa pred formulou idealizovaného zákona nachádza univerzálny kvantifikátor, vysvetľovaná udalosť by sa automaticky mala subsumovať pod celý zákon. Vyriešenie tohto problému je úlohou budúcnosti.

zorovanie, ktoré nepoužíva žiadne podporné prostriedky. Hempel sa síce potom pokúša rozšíriť empirickú evidenciu hypotézy za hranice priamej pozorovateľnosti, stále ale požaduje, aby jej výrazy boli súčasťou jazyka pozorovania, t. j. jazyka, ktorý by neobsahoval žiadne teoretické termíny.

Aké sú dôsledky takéhoto pohľadu na testovanie hypotézy, ktorá má obsahovať teoretické termíny, vetami empirickej evidencie, ktorá nemá obsahovať teoretické termíny?

Prvým a podľa nášho názoru aj negatívnym dôsledkom je to, že sa udržiava ilúzia, že procesy explanácie/predikcie vychádzajúce z testovanej hypotézy formulovanej v teoretickom jazyku vedú k získaniu výrokov, ktoré sú zbavené tých teoretických termínov, ktoré boli dané v hypotéze ako explananse/predikanse, t. j. že tieto procesy predstavujú *návrat* (mali by sme skôr povedať *retardáciu*) k *predteoretickým* formám poznania. Inými slovami, tieto procesy by podľa Hempela mali fungovať ako *Occamova britva*, ktorá dokáže *takpovediac čistým chirurgickým rezom oddeliť neteoretický slovník pozorovania od slovníka teórie*.

Skutočnosť je ale opačná. Poznanie, ktoré už dosiahlo teoretickú povahu, si túto povahu v procesoch explanácie/predikcie zachováva, keďže sa v nich teoretické termíny presúvajú z explanansu/predikansu do explanandov/predikandov.⁷

Druhým a takisto negatívnym dôsledkom Hempelovho pohľadu na proces testovania teoretických hypotéz je to, že vo filozofickej reflexii empirických vied sa týmto vedám podsúvajú ciele, ktoré sú im v skutočnosti úplne cudzie. To vidno napríklad v štúdiu (Hempel 1958). Tá začína tvrdením, ktoré možno prijať, totiž, že „vedecký výskum v jeho rozličných odvetviach sa snaží nielen zachytiť jednotlivé udalosti vo svete našej skúsenosti: pokúša sa aj objaviť pravidelnosti v toku udalostí, a tak formulovať všeobecné zákony, ktoré možno použiť na predikciu, postdikciu a explanáciu“ (Hempel 1958, 36).

Tieto tri procedúry označuje spoločným termínom „vedecká systematizácia“ a o jej cieľoch vyhlasuje: „Vedeká systematizácia je koniec koncov zacielená na ustanovenie explanačného a predikčného poriadku medzi značne komplexnými ‚dátami‘ našej skúsenosti, fenoménmi, ktoré môžu byť nami priamo ‚pozorované‘“ (Hempel 1958, 41). Zaujímavé pritom je to, že podľa Hempela tu má ísť o *konštatovanie stavu vecí vo sfére empirických vied*. V nasledujúcej vete sa však táto zdanlivo deskriptívna veta ukazuje ako vyvrátená praxou *reálnej vedy*: „Je preto obdivuhodným faktom, že najväčšie pokroky vo vedeckej systematizácii neboli uskutočnené prostredníctvom zákonov referujúcich na pozorovateľné veci (*observables*), na veci a udalosti, o ktorých sa môžeme uistiť priamym pozorovaním, ale skôr prostredníctvom zákonov, ktoré hovoria o rozmanitých *hypotetických* alebo *teoretických entitách*, t. j. o predpokladaných objektoch, ktoré nemôžeme vnímať ani inak priamo pozorovať“ (Hempel 1958, 41).

Týmto vyvrátením sa ukazuje, že uvedená, zdanlivo deskriptívna veta o cieľoch empirických vied je v skutočnosti maskovaným normatívnym tvrdením, vyjadrujúcim konkrétne filozofické – fenomenalistické – stanovisko týkajúce sa cieľov, ktoré by podľa tejto filozofie mali empirické vedy sledovať, ale ktoré v skutočnosti nesledujú.

⁷ Podrobný rozbor pozri v práci (Hanzel 2008).

Ukazuje tiež, že naša charakterizácia Hempelovho pohľadu na proces potvrdenia empirických hypotéz ako predstavy o *retardácii* k predteoretickým formám, ku ktorej vraj dochádza v tomto procese, nebola ani trochu nadsadená. To znamená, že ak podľa Hempela procesy explanácie, ktoré majú ako explanans/predikans teórie a hypotézy vyjadrené v teoretickom jazyku, vedú k výrokom o pozorovateľnom, tak tieto procesy by mali viesť empirické vedy späť na rovinu empirických generalizácií, teda na predteoretickú rovinu.

7. Hempelov „perceptualizmus“ verus zavádzanie veličín empirických vied metódou definovania abstrakciou. Rozborom jedného príkladu, ktorý uvádza Hempel (Hempel 1958), teraz ukážeme, že dokonca aj jeho charakterizácia predteoretického štádia vývinu empirických vied, kde sa majú ustanoviť vzťahy medzi „priamo pozorovateľnými aspektmi skúmaného predmetu“ (Hempel 1958, 41), je chybná.

Hempel sa pokúša demonštrovať možnosť eliminácie teoretických termínov na príklade fungovania veličiny *špecifická váha* pri vysvetlení konkrétnej časopriestorovej udalosti vyjadrenej výrokom „Tuhé teleso *b* pláva v danej tekutine *l*“ (Hempel 1958, 43-46). Keďže podľa jeho názoru cieľom explanácie/predikcie má byť vysvetlenie/predpovedanie pozorovateľného stavu vecí, ako je vyjadrený napríklad uvedeným výrokom, malo by byť možné v jeho explanácii, opierajúcej sa pôvodne o teoretickú veličinu *špecifická váha* – označme ju ako „*sw*“ – aplikovať stratégiu eliminovania tejto veličiny. Toto eliminovanie by sa podľa Hempela mohlo uskutočniť takým spôsobom, že ju nahradíme pomerom veličín *váha* a *objem* – označme ich ako „*w*“ a „*V*“, pomocou ktorých sa veličina *špecifická váha* definične zaviedla nasledovne: $sw =_{df} w/V$. Hempel pritom predpokladá, že tieto dve veličiny „boli charakterizované operacionálne, t. j. v termínoch priamo pozorovateľných výsledkov špecifikovaných procedúr merania, a preto patria medzi pozorovateľné“ (Hempel 1958, 43-44).

To ale znamená, aspoň podľa nášho názoru, že u Hempela dochádza k *redukcii prakticko-percepčnej činnosti, ktorou ľudia vrátane fyzikov aktívne intervenujú do sveta, na pasívnu percepciu*. V skutočnosti však veličina *váha* nemá pôvod v pasívnej percepcii, ale v praktickom narábaní s vecami, pri ktorom našimi zmyslami zisťujeme, že veci sú ťažké, pričom spresnenie a kvantifikáciu tejto vlastnosti uskutočňujeme znova prakticky, totiž praktickým konštruovaním zariadenia, akým je dvojramenná váha, umožňujúca porovnávať a následne aj merať túto vlastnosť. Tento praktický pôvod veličiny *váha* je vyjadrený v arabskom preklade starogréckeho textu nasledujúcim spôsobom: *Váha niečoho je mierou jeho vlastnosti byť ťažkým alebo ľahkým, určenou porovnaním s niečím iným za pomoci váh*.⁸

Ak prijmeme rozlíšenie medzi *prakticko-percepčným* pôvodom poznania určitých vlastností, ako aj premenou tohto vedenia na vedenie o veličinách na jednej strane a poznaním veličín, ktoré už nemá priamy prakticko-percepčný, ale *teoretický pôvod* na

⁸ Pôvodný grécky text sa nepodarilo doteraz nájsť. Anglický preklad znie takto: „*Weight is a measure of the heaviness and lightness of one thing, compared to another by means of a balance*“ (Euclid 1959, 24) a francúzsky nasledovne: „*Le poids est la mesure de la pesanteur et de la légèreté, le une à l'autre, déterminée au moyens de la balance*“ (Euclide 1851, 225).

strane druhej, tak stojíme pred otázkou: Ako sa uskutočňuje prechod medzi týmito dvoma spôsobmi poznania? Významnú úlohu tu zohráva podľa môjho názoru metóda tzv. *definovania abstrakciou*, prostredníctvom ktorej, vychádzajúc z prakticko-percepčného vedenia o konkrétnom, sa zavádzajú abstraktné entity ako súčasť *teoretického* vedenia.⁹ Pre lepšie pochopenie definovania abstrakciou uvediem príklady jej aplikácie pri zavedení veličín *rýchlosť* a *špecifická váha* v Aristotelových a Archimedových prácach.

Aristoteles vyhlasuje: „Rýchlejšia [z dvoch vecí] prekonáva v rovnakom čase väčšiu dráhu, v kratšom čase rovnakú dráhu a v kratšom čase väčšiu dráhu“ (VI.2.232a25). Tento výrok symbolicky prepíšem nasledovne:

$$t_A = t_B \rightarrow v_A : v_B :: s_A : s_B \quad (8)$$

$$s_A = s_B \rightarrow v_A : v_B :: t_B : t_A \quad (9)$$

(t , s a v označujú veličiny *čas*, *dráha* a *rýchlosť*, A a B pohybujúce sa telesá, $:$ označuje vzťah *pomer* a $::$ označuje pomer medzi pomermi veličín).

Pre (8) a (9) platí, že umožňujú kvantifikovať pomer $v_A : v_B$ na základe kvantifikácie pomerov $s_A : s_B$ a $t_A : t_B$ za súčasného zavedenia podmienok $t_A = t_B$, prípadne $s_A = s_B$, za ktorých je možné tieto kvantifikácie uskutočniť. Na (8) a (9) sa môžeme pozeráť aj ako na dva spôsoby, ako definovať veličinu *rýchlosť*, totiž ako niečo, čo je spoločné dvom entitám v určitom pomere, ak majú v určitom pomere spoločnú charakteristiku vyjadrenú veličinou *dráha*, prípadne *čas*, a ak majú spoločnú aj vlastnosť vyjadrenú v antecedente:

$$t_A = t_B \rightarrow v_A : v_B =_{df} s_A : s_B \quad (10)$$

$$s_A = s_B \rightarrow v_A : v_B =_{df} t_B : t_A \quad (11)$$

Existuje ešte aj iný spôsob zavedenia veličiny *rýchlosť*. V Archimedovom spise *O špirálach* sa vymedzuje rovnosť rýchlosti dvoch pohybov nasledovne: „Ak sa bod pohybuje rovnomerným spôsobom pozdĺž nejakej priamky a ak uvažujeme na nej dva úseky, tak tieto úseky budú v takom vzájomnom vzťahu, v akom budú časy, za ktoré tento bod prekoná tieto úseky“ (Archimedes 1971a, 13). Definičnú povahu tohto tvrdenia možno vyjadriť nasledovne:

$$T_A = T_B \ \& \ V_A = 0 \ \& \ V_B = 0 \rightarrow (v_A = v_B) =_{df} (s_A/s_B = t_A/t_B) \quad (12)$$

(T označuje vlastnosť *byť telesom*; $T_A = T_B$ označuje, že A a B zdieľajú túto vlastnosť; $V_A = 0$ a $V_B = 0$ označujú, že obidve telesá majú objem rovný nule, t. j. že ich možno považovať za body).

Vo všetkých troch definíciách vystupujú ako východiskové veličiny *dráha* a *čas*. Obidve majú prakticko-zmyslový pôvod v tom zmysle, že konštrukcia identifikujúca príslušnú veličinu je takpovediac zhrnutím určitej praktickej operácie. Veličina *dráha* má

⁹ Za objaviteľa tejto metódy sa považuje Frege. Jej explikácia pre matematiku predložil Peano (Peano 1894, §38, 45); o jej aplikáciách v empirických vedách pozri (Schludt 2009), z ktorého tu čiastočne vychádzame. Pre nedostatok priestoru sa nezaobráme podmienkami reflexívnosti, symetricnosti a tranzitivnosti; Peano ich spája s vlastnosťami, ktoré sú východiskom zavedenia abstraktných vlastností.

pôvod v praxi merania *dĺžky* kladením konca jedného telesa ku koncu druhého telesa a zisťovaním, či sa tieto konce navzájom prekrývajú.¹⁰ Veličina *čas* má svoj pôvod v praxi merania trvania určitého procesu jeho porovnaním s trvaním nejakého iného procesu, napríklad doby pohybu telesa s dobou, počas ktorej vyteká tekutina z nejakej nádoby.

V našej kritike Hempelovej úvahy o rýdzo perцепčnom pôvode definiensa v definícii veličiny *špecifická váha* sme sa zaoberali pôvodom veličiny *váha*, ktorý sme charakterizoval ako prakticko-perceptný. Nezaoberali sme sa ale pôvodom veličiny *objem*, ktorá tiež vystupuje v tomto definiense. Táto veličina sa môže zaviesť definične, t. j. ako odvodená veličina použitím vzťahov známych z geometrie, a to ich aplikáciou na základnú veličinu, akou je *dĺžka*, ktorá – ako sme už ukázali – má prakticko-perceptný pôvod.

K objemu však môžeme pristupovať aj ako k takej charakteristike telies, ktorá je tiež prakticky zistiteľná prostredníctvom objemu tekutiny, ktorú tieto vytlačia z určitej nádoby. Objem vytlačenej tekutiny sa zisťuje prostredníctvom doliatia chýbajúcej tekutiny do nádoby, a to pomocou odmerky s určitým plošným základom a výškou, ktorá sa kalibruje stupnicou dĺžky. Tento prakticko-perceptný pôvod geometrických veličín kombinovaný s uvedeným prakticko-perceptným pôvodom veličiny *váha* je východiskom zavedenia veličiny *špecifická váha* metódou definovania abstrakciou, o ktorú sa, aspoň podľa nášho názoru, opieral Archimedes v spise *O plávajúcich telesách*.

V 3. – 7. časti prvej knihy tohto spisu (Archimède 1971b, 9-16; 1897, 255-259) uvažuje o správaní pevných telies v tekutine v troch rôznych situáciách: a) ich váha sa rovná váhe tekutiny pri *rovnakom objeme* – vtedy sa vznášajú v tekutine; b) ich váha je menšia ako váha tekutiny pri *rovnakom objeme* – vtedy telesá plávajú na hladine tekutiny; c) ich váha je väčšia ako váha tekutiny pri *rovnakom objeme* – vtedy sa telesá úplne ponárajú do tekutiny.¹¹ Veličinu *špecifická váha* možno u Archimeda predpokladať ako zavedenú nasledujúcou definíciou:

$$V_b = V_l \rightarrow sw_b : sw_l =_{\text{df}} w_b : w_l \quad (13)$$

(*sw* označuje špecifickú váhu, index *b* označuje tuhú látku a *l* tekutinu, *w* ich váhu a *V* ich objem).

Z tejto rekonštrukcie štruktúry metódy definovania abstrakciou, ktorou sa zavádzajú teoretické veličiny v empirických vedách, možno vyvodit' nasledujúce závery:

Po prvé, východiskom tohto zavedenia nie sú perцепčne dané entity, ale vedenie, ktoré má prakticko-perceptný pôvod.

Po druhé, táto rekonštrukcia ukazuje, že vedecké teórie budované použitím metódy definovania abstrakciou sa budujú postupne. Najprv sa vymedzí množina objektov – jej univerzum diskurzu. V prípade zavedenia veličiny *rýchlosť* to bolo v (10) univerzum

¹⁰ Bližšie pozri (Ellis 1960).

¹¹ Vychádzame tu z francúzskeho prekladu tohto spisu od C. Muglera, ktorý používa v týchto častiach termíny „le même poids“, „légère“ a „lourde“ t. j. „s tou istou váhou“, „ľahší“ a „ťažší“ vždy s klauzulami „sc. sous un même volume“ a „sc. de même volume“ t. j. „totiž, pri tom istom objeme“ a „totiž, s tým istým objemom“ (Archimède 1971b, 9-16).

dvojíc telies pohybujúcich sa v rovnakom čase, v (11) pohybujúcich sa po rovnakej dráhe a v (12) univerzum dvojíc telies s nulovým objemom; v prípade veličiny *špecifická váha* to bolo univerzum dvojíc <pevné teleso, tekutina>, ktoré majú ten istý objem. V ďalšom kroku sa volí ďalšia veličina prislúchajúca entitám z tohto univerza v určitom pomere, ktorá nakoniec umožňuje zaviesť ďalšiu veličinu ako teoretické abstraktum, takisto spoločne týmto entitám v určitom pomere.

Špecifickým znakom takéhoto postupného budovania vedeckej teórie je to, že veličiny, ktoré sú dané na začiatku tohto budovania, sú odlišné od tých, ktoré sa zavedú na jej konci. Metóda definovania abstrakciou sa teda zásadne odlišuje od metódy budovania teórie (hypotézy *H*) enumeratívnou indukciou, pre ktorú platí nasledujúca nevyhnutná podmienka realizovateľnosti indukcie: „*Empirické vlastnosti, ktoré sú vyjadrené v závere (H) enumeratívnej indukcie, musia byť totožné s vlastnosťami, ktoré sú vyjadrené v premisách tejto indukcie, t. j. vo výrokoch o empirickej evidencii*“ (Bielik 2011b, 753). Vzniká tu pochopiteľne otázka relevantnosti metódy enumeratívnej indukcie pre reálnu konceptuálnu prax empirických vied. Podľa tejto metódy by totiž v závere získanom jej aplikáciou mali byť výrazy označujúce presne tie isté vlastnosti, aké sú označené výrazmi v premisách, na ktoré sa aplikuje.

7. Záver. Pokúsili sme sa ukázať, že východiskom formovania postupného budovania teórie je prakticko-percepčná činnosť, a tiež – v protiklade k Hempelovi – štruktúru vedeckých zákonov, ako aj štruktúru explanácie, ktorá sa na nich zakladá. Pokúsili sme sa tiež ukázať, že testovanie teórie nepredstavuje – ako to tvrdil Hempel – návrat k predteoretickým formám vedenia. Toto vymedzenie je len negatívne, nehovorí nič o tom, ako prebieha toto testovanie. Podľa nášho názoru sa testovanie zakladá na premene teoretického vedenia na *post*-teoretické vedenie, v ktorom sa stáva návodom na praktické narábanie s vecami prostredníctvom iných vecí.

Pokúsime sa teraz stručne ukázať, že ak prijmeme uvedenú rekonštrukciu metódy výstavby vedeckej teórie, ako aj štruktúry vedeckých zákonov, tak nám to umožní v rámci metodológie vied pochopiť, ako sa testujú vedecké teórie, keď sa najprv premienia na návod praktickej činnosti a potom aj otestujú praktickou činnosťou, ktorá sa riadi týmto návodom. V prípade testovania Hempelovej hypotézy „Všetky soli nátria horia žltou“ (ak sa preformuluje do podoby (3), ktorá je bližšia praxi fyzikálnej chémie ako Hempelov zápis (2)), sa vypracujú návody na minimálne tri dôkazové experimentálne fyzikálne, chemické a fyzikálno-chemické testy, ktoré majú zistiť, či vzorka vybraná na testovanie je naozaj soľ nátria (napríklad chlorid sodný, NaCl, fosforečnan sodný, Na₂PO₄ atď.) a súčasne sa vypracuje návod na experimentálne rozžeravenie látok. V praktickej činnosti, ktorá sa riadi týmito návodmi, sa potom postupuje tak, že sa zvolené exempláre látky otestujú na svoje chemické zloženie *byť soľou nátria*; a ak je výsledok testovania kladný, tak sa rozžeravia a následne sa zistí, či skutočne horia žltou farbou.

Takýto pohľad umožňuje sformulovať model praktického testovania vedeckých teórií, ktorý považujeme za alternatívu Hempelovho chápania inštančného testovania vedeckých teórií. Teória sa má testovať tak, že sa najprv vyhľadajú inštancie univerza, pre ktoré

je teória formulovaná, potom sa tieto inštancie experimentálne vystavia zmene, ktorá je vyjadrená v antecedente formulácie teórie, a nakoniec sa zisťuje, či tieto inštancie v dôsledku tejto zmeny skutočne vykazujú vlastnosť vyjadrenú v konzekvente formulácie teórie.

Hoci formula (5) má podobu implikácie, a teda zdanlivo platí, že na overenie pravdivosti nejakého vedeckého zákona, ktorého štruktúra zodpovedá tejto formule, postačuje aj evidencia ukazujúca, že nejaký objekt nespĺňa ani antecedent, ani konzekvent tejto implikácie, v skutočnosti má overenie platnosti vedeckých zákonov inú podobu. Potvrdenie sa vždy od samého počiatku orientuje výlučne len na takú evidenciu, v ktorej objekty spĺňajú antecedent daného vedeckého zákona, a potom sa zisťuje, či spĺňajú aj jeho konzekvent.

Táto rekonštrukcia štruktúry experimentálneho testovania zákonov so štruktúrou podobnou štruktúre (3) korešponduje s uvedeným *kritériom testovania vlastností vyjadrených empirickou hypotézou*, ako ho formuloval Bielik (Bielik 2011a, 222). Tým sa aj *eliminuje* Hempelov paradox havrana; v testoch neoverujeme teóriu so štruktúrou podobnou štruktúre (3) tak, že nájdeme niečo, čo nehorí žltá a nie je soľou nátria.

Proces praktického testovania teórie so štruktúrou (4) má v porovnaní s praktickým testovaním teórie so štruktúrou podobnou štruktúre (3) zložitejšiu štruktúru. Podľa nášho názoru zahŕňa sekvenciu minimálne nasledujúcich piatich krokov:

1. Musí sa uskutočniť stupňovitá konkretizácia tejto teórie na podmienky, za ktorých sú dané inštancie, na ktorých sa má uskutočniť toto testovanie. Zákon, ktorý sa takto odvodí, má štruktúru uvedenú v jednom zo zákonov v postupnosti (7) – nech je to $L^{(k-j)}$ ($k \geq j \geq 1$).

2. Musia sa vypracovať inštrukcie na praktickú činnosť, v ktorej sa zistí, či zvolené entity sú skutočne inštanciami entít z univerza, pre ktoré je teória formulovaná.

3. Musia sa vytvoriť inštrukcie na praktické narábanie s týmito inštanciami za týchto podmienok, pričom tieto podmienky sú uvedené v antecedente zákona typu $L^{(k-j)}$.

4. Musia sa vytvoriť inštrukcie na praktické overenie danosti veličiny E na daných inštanciách, ako aj inštrukcie na zistenie danosti aktuálnych hodnôt týchto veličín, už predtým vypočítaných na základe $E^{(k-j)}$ (kde $E^{(k-j)}$ je uvedené v konzekvente (9)) na týchto inštanciách za týchto podmienok.

5. Tieto inštancie sú prakticko-experimentálne testované za týchto podmienok s cieľom zistiť, či vykazujú príslušnú veličinu, ako aj jej aktuálne hodnoty, ktoré sa zhodujú s hodnotami predpovedanými na základe výpočtov.

Literatúra

- ARCHIMÈDE (1971a): Des Spirales. In: *Archimède, Tome II*. Paris: Société d'Édition «Les Belles Lettres», 9-74.
- ARCHIMÈDE (1971b): Des Corps Flottants I. In: *Archimède, Tome III*. Paris: Société d'Édition «Les Belles Lettres», 5-22.
- BERKA, K. (1977): *Měření*. Praha: Academia.
- BIELIK, L. (2011a): Havraní paradox, logika a metódy testovania. *Organon F*, 18 (2), 213-225.
- BIELIK, L. (2011b): „Nová záhada indukcie“ a testovanie vlastností. *Filozofia*, 66 (8), 746-754.
- ELLIS, B. (1960): Some Fundamental Problems of Direct Measurement. *Australasian Journal of Philo-*

- sophy*, 38 (1), 37-47.
- EUCLID (1851): Sur la balance. *Journal asiatique*, IV (18), 225-232.
- EUCLID (1959): *The Book of Balance*. In: Clagett, M. (ed.): *The Science of Mechanics in the Middle Ages*. Madison: University of Wisconsin Press, 24-30.
- HANZEL, I. (2008): Idealizations and Concretizations in Laws and Explanations in Physics. *Journal for the General Philosophy of Science*, 39 (2), 273-301.
- HEMPEL, C. G. (1943): A Purely Syntactical Definition of Confirmation. *Journal of Symbolic Logic*, 8 (4), 122-143.
- HEMPEL, C. G. (1945): Studies in the Logic of Confirmation I. *Mind*, 54 (213), 1-26.
- HEMPEL, C. G. (1958): Theoretician's Dilemma. In: Herbert Feigl – Michael Scriven (eds.): *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, Vol. II. Minneapolis: University of Minnesota Press, 173-226.
- HEMPEL, C. G. (1966): *The Philosophy of Natural Science*. Upper Saddle River (NJ): Prentice Hall.
- HEMPEL, C. G., Oppenheim, P. (1948): Studies in the Logic of Explanation. *Philosophy of Science*, 15 (2), 135-175.
- NICOD, J. (1924): *Le problème logique de l'induction*. Paris: Alcan.
- NOWAK, L. (1980): *The Structure of Idealisation*. Dordrecht: Reidel.
- PEANO, G. (1894): *Notations de logique mathématique*. Turin: Charles Guadagnini.
- SCHLAUDT, O. (2009): *Messung als konkrete Handlung*. Würzburg: Königshausen und Neumann.
- SUCH, J. (1978): Idealization and Concretization in the Natural Sciences. In: Krajewski, W. (ed.): *Aspects of the Growth of Science*. Amsterdam: Grüner, 49-73.
- WILL, U. (1984): Nomische Notwendigkeit. *Zeitschrift für philosophische Forschung*, 38, 582-592.
- WOODWARD, J. (1979): Scientific Explanation. *British Journal for the Philosophy of Science*, 30 (1), 41-67.

Táto práca bola podporovaná grantom VEGA č. 1/0221/14.

Igor Hanzel
Katedra logiky a metodológie vied
Filozofická fakulta UK
Gondova 2
814 99 Bratislava 1
Slovak republic
e-mail: hanzel999@hotmail.com