

VEDECKÝ ZÁKON: K HISTÓRII JEDNÉHO POJMU

IGOR HANZEL, Katedra logiky a metodológie vied FiF UK, Bratislava

HANZEL, I.: Scientific Law: On the History of One Concept
FILOZOFIA 62, 2007, No 9, p. 801

The aim of this paper is to show the incompleteness of the exclusively logico-syntactical and logico-semantic approaches to one of the core issues of philosophy of science, namely, scientific laws and scientific explanation in C. G. Hempel's works. I start with a brief exposition of the main characteristics of Hempel's approach (labeled „the D-N model“) to deductive explanations based on universal scientific laws and then analyze the problems and paradoxes inherent in this approach. Next, I trace these characteristics back to Hempel's and Carnap's attempts to ground the concepts of scientific law and explanation exclusively on logic (i.e. logical syntax and/or logical semantics), which led to a highly normative approach alienated from the practice of real science.

Keywords: D-N model – Scientific law – L-consequence – F/P consequence – Carnap – Hempel – Popper

1. Úvod. Cieľom tejto štúdie je poukázať na zásadnú neúplnosť čisto logicko-syntaktického a logicko-sémantického prístupu k jednej z ústredných problematík filozofie vedy, totiž k problematike vedeckých zákonov a k problematike vedeckej explanácie, ako je daný v prácach C. G. Hempela, R. Carnapa a K. R. Poppera.

Náš výklad začneme stručnou charakterizáciou hlavných črt Hempelovho prístupu (nazvaného „D-N model“) k deduktívnej explanácii založenej na univerzálnych vedeckých zákonoch a potom analyzujeme problémy a paradoxy inherentné tomuto prístupu. Potom sa pokúsime nájsť pôvod týchto črt v pokuse Hempela, Carnapa a Poppera o založenie pojmu vedeckého zákona a pojmu vedeckej explanácie výlučne prostriedkami logiky (logickej syntaxe a/alebo logickej sémantiky), čo vedie k vysoko normatívnemu prístupu k týmto pojmom, ktorý je už do značnej miery odcudzený od praxe reálnej vedy.

Rekonštrukcia tohto historického kontextu pojmu vedeckého zákona ako súčasť „všeobecnej“ filozofie a metodológie vied môže prispieť aj k osvetleniu problematiky vedeckých zákonov v sociálnych vedách, ako sa tematizuje vo filozofii sociálnych vied. Úvahy o povahe vedeckých zákonov a vedeckej explanácie vo „všeobecnej“ filozofii a metodológii vied tvoria totiž podľa nášho názoru východisko a rámec úvah o možnosti formulácie vedeckých zákonov a o povahe explanácie v sociálnych vedách.

2. D-N model. Ak sa obmedzíme na explanácie založené na univerzálnych vedeckých zákonoch, tak môžeme Hempelov prínos k problematike vedeckej explanácie pochopiť udaním hlavných charakteristík jeho deduktívno-nomologického (D-N) modelu. Tvrdí, že „explanácia môže byť pochopená ako úsudok, v ktorom sa explanandum dedukuje z explanansu“ ([18], 299) a poskytuje tomuto modelu zodpovedajúce podmienky adekvátnosti, ktoré nakladá na predkladané vedecké explanácie ([25], 192):

(R1) Explanandum musí byť logickým dôsledkom explanansu.

(R2) Explanans musí obsahovať vedecké zákony.

(R3) Explanans musí mať empirický obsah.

Podmienky (R1), (R2) a (R3) Hempel klasifikuje ako *logické* podmienky adekvátnosti.¹ To znamená, že v Hempelovom prístupe k vedeckej explanácii založenej na univerzálnych zákonoch má logika zohrávať úlohu hlavného nástroja jej filozofickej rekonštrukcie. Jedinou mimologickou podmienkou, ktorú Hempel nakladá na predkladané vedecké explanácie, je nasledujúca podmienka ([25], 193):

(R4) Vety tvoriace explanans musia byť pravdivé.

Je známe, že Hempelov D-N model so svojimi tromi logickými podmienkami adekvátnosti čelí vážnym problémom. Stručne uvedme šesť z nich.

Po prvé, Hempel vo svojej rekonštrukcii v [25] dáva len jeden, a to veľmi povrchný príklad reálnej vedeckej explanácie individuálnej udalosti ([25], 190) a potom, *obchádzajúc akúkoľvek podrobnú analýzu prípadov reálnych explanácií vedeckých zákonov*, tvrdí, že „[v]ysvetlení obecné pravidelnosti... spočíva v tom, že je podřazena jinej souhrnnější pravidelnosti, obecnějšímu zákonu“ ([25], 191).

Po druhé, tento zdanlivo neproblematický posun od rekonštrukcie explanácie individuálnej udalosti k rekonštrukcii explanácie vedeckého zákona v prvej časti štúdie [25] sa dostáva do vážnych problémov, keď Hempel rekonštruuje vedeckú explanáciu prostredníctvom predikátovej logiky prvého rádu v tretej časti tejto štúdie. Tu je nútený, ako uvádza v poznámke 28 ([25], 224), obmedziť svoju rekonštrukciu len na prípad explanácie individuálnej udalosti; D-N model tak zlyháva pri rekonštrukcii prípadu explanácie, keď sa zákon L_{r+1} odvodzuje zo zákonov L_1, \dots, L_r .

Po tretie, aj keď Hempel kladie veľký dôraz na pojem vedeckého zákona, a dokonca uvádza preň špeciálnu logickú podmienku (R2), predsa sa vyhýba akejkoľvek podrobnej analýze reálnych vedeckých zákonov. Namiesto toho, aby využil operacionálne kapacity predikátovej logiky prvého rádu, ktorú sám používa už v tretej časti štúdie [25], *nadmerné zjednodušuje* štruktúru vedeckých zákonov. Tak napríklad uvádza zákon „Všetky plyny sa rozpínajú, keď sa zahrievajú pri konštantnom tlaku“ ([20], 338), a jeho štruktúru udáva nasledovne:²

$$(x)(Fx \rightarrow Gx) \quad /1/$$

Uvádza tiež nasledujúci príklad: „Vždy, keď teleso padá voľne z pokoja vo vákuu v blízkosti Zeme, vzdialenosť, ktorú prekoná za t sekúnd je $16t^2$ stôp“ ([22], 54), ktorý rekonštruuje tým istým spôsobom ako /1/, totiž ako „Vždy a všade tam, kde nastanú podmienky špecifického druhu F , nastanú tam bez výnimky aj určité podmienky iného druhu G “ ([22], 54).

Po štvrté, tým, že Hempel rekonštruuje štruktúru vedeckých zákonov prostredníctvom formuly /1/, v jeho prístupe k vedeckej explanácii dochádza, aspoň podľa niektorých filozofov vedy,³ k významnému posunu. Explanácia na základe univerzálnych

¹ Pokusy o spresnenie týchto logických podmienok nájde čitateľ napríklad v ([1]; [2]; [28] a [41]).

² Ten istý prístup nájdeme už v jeho štúdií *Le problème de la vérité* ([17], 219) ako aj v jeho štúdií *Funkcia všeobecných zákonov v histórii* ([24], 413 – 415).

³ Pozri o tom ([26]; [27]; a [38]). G. Schurz vyhlasuje, že „nedostatkem Hempelovej analýzy... bola skutočnosť..., že sa nevyjadril k otázke, v akom ohľade vedecké explanácie *prekračujú* jednoduchý model pokrývajúceho zákona“ ([38], 153).

zákonov má mať nielen charakter deduktívnej subsumpcie ([20], 352), ale aj charakter vysvetlenia pokrývajúcim zákonom (*covering law explanation*) ([20], 346 – 347). Na druhej strane sa ale Hempel stavia proti prístupu k problematike explanácie na základe modelu pokrývajúceho zákona, ako ho navrhol W. Dray ([20], 355 – 359).

Po piate, po takmer štvrtstoročí bol Hempel, dokonca aj s logicky transparentnou rekonštrukciou /1/, nútený uznať, že jeho prístup k pojmu vedeckého zákona zlyhal. Podľa tohto prístupu majú vedecké zákony vykazovať charakteristiku *pravdivosti, univerzálnosti* a majú tiež vyjadrovať *všeobecnú pravidelnosť* ([24], 413; [25], 191). Hempel však v dodatku z roku 1964 k štúdiu [25] vyhlasuje, že „zostáva dôležitou požiadavkou nájsť uspokojujúcu verziu požiadavky rozsahu, ktorá požaduje od vety tvaru zákona (*lawlike sentence*) viac ako len to, že má byť podstatne univerzálna“ ([19], 293). Neskôr vyhlasuje, že „vedecký zákon nemôže byť adekvátne definovaný ako pravdivý výrok univerzálnej formy; táto charakterizácia vyjadruje nutnú, ale nie postačujúcu podmienku zákonov“ ([22], 55).

Len čo bolo toto konštatovanie v komunite filozofov vedy prijaté ako fakt, začali sa navrhovať alternatívne prístupy k pojmu vedeckého zákona – či už na základe pojmu vzťahu medzi univerzáliami,⁴ alebo na základe pojmu nevyhnutnosti.⁵

Vzhľadom na tieto postregularistické prístupy k pojmu vedeckého zákona je vhodné spomenúť kritiku Bas van Fraassena v jeho práci [42], kde – aspoň podľa nášho názoru – presvedčivo dokazuje, že tieto prístupy zlyhávajú ako filozofické explikácie pojmu vedeckého zákona.⁶ Zdá sa teda, že dodnes platí to, čo W. Stegmüller vyhlásil už koncom šesťdesiatych rokov minulého storočia, že totiž, „doteraz ešte nie je známa žiadna presná postačujúca podmienka adekvátneho pojmu zákona-podobnosti“ ([39], 460).

Dôvod zlyhania regularistického aj postregularistického prístupu k pojmu vedeckého zákona treba podľa nášho názoru hľadať vo fakte, že tieto prístupy sa zakladajú na *jednostranne normatívnom, od praxe reálnej vedy odcudzenom prístupe k tomuto pojmu*. Tento aspekt vystihla S. D. Mitchellová, ktorá rozlišuje medzi *normatívnym, paradigmatickým* a *pragmatickým* prístupom k pojmu vedeckého zákona: „[V normatívnom prístupe] začíname s normou alebo definíciou zákonitosti a potom sa každé zovšeobecnenie overuje ako kandidát na zákon, aby sa zistilo, či vyhovuje špecifikovaným podmienkam... Paradigmatický prístup začína s množinou *exemplárov* zákonov (charakteristicky vo fyzike) a potom ich porovnáva s generalizáciami... Pragmatický prístup sa sústreďuje na *rolu* zákonov vo vede a skúma... generalizácie, aby zistil, či a do akej miery fungujú v tejto role“ ([30], S469).

Po šieste, okrem zlyhania D-N modelu pri rekonštrukcii explanácie vedeckého zákona na základe iných vedeckých zákonov možno tiež uviesť nasledujúce tri „deficity“ tohto modelu:⁷

(a) „*Kauzálny deficit*“. S. Bromberger v nasledujúcom príklade ukazuje, že D-N model nedokáže rozlíšiť medzi platným kauzálnym vysvetlením a neplatným pseudovysvetlením: „Na 5. ulici v New Yorku existuje bod vzdialený *M* stôp od základu Empire State

⁴ Tento prístup je daný napríklad v ([4]; [5]; [15] a [40]).

⁵ Takýto prístup je daný napríklad v [32].

⁶ Z tohto zlyhania robí Van Fraassen záver, že vo filozofii vedy je nevyhnutné zriecť sa pojmu vedeckého zákona a nahradiť ho pojmom symetrie. Kritiku tohto záveru pozri v [16].

⁷ Podrobný zoznam protipríkladov k D-N modelu je uvedený v ([37], 47 – 49).

Building, kde lúč prichádzajúci z vrcholu tejto budovy zvierá uhol θ stupňov s priamkou vedenou k základu tejto budovy. Zo zákonov geometrickej optiky a „počiatočných“ podmienok, podľa ktorých vzdialenosť je M stôp, uhol je θ stupňov, možno dedukovať, že Empire State Building má výšku H stôp... Tým by sme však nevysvetlili prečo má Empire State Building výšku H stôp“ ([5], 92).

(b) „Deficit dedukcie“. Keďže Hempel považuje vedeckú explanáciu založenú na univerzálnych zákonoch za *logické vyplývanie*, tento názor znova vedie k nemožnosti rozlíšiť skutočné vedecké explanácie od pseudovysvetlení; nasledujúci príklad vychádzajúci z [29], to jasne ukazuje: „Na otázku Prečo sa tento kus kuchynskej soli potom, ako sa vložil do vody, rozpustil?“ môžeme odpovedať nasledujúcim spôsobom: „Všetky kúsky kuchynskej soli sa potom, ako sa vložia do vody, rozpustia“ (pokrývajúci zákon) spolu s udaním podmienky: „Tento kus kuchynskej soli sa vložil do vody.“

Avšak nasledujúce „vysvetlenie“, prečo sa tento kus kuchynskej soli rozpúšťa, takisto vyhovuje D-N modelu: „Všetky kúsky kuchynskej soli, potom čo sa vložia do vody a vyriekne sa nad nimi magická formula, sa rozpustia“ a „Tento kus kuchynskej soli sa vložil do vody a vyriekla sa nad ním magická formula“.

Len čo považujeme vedeckú explanáciu založenú na univerzálnych zákonoch za logické vyplývanie, sme konfrontovaní s jednou jej charakteristikou, ktorá je z pohľadu rekonštrukcie vedeckej explanácie veľmi neprijemná. Ak totiž do premís logického vyplývania vložíme pravdivý výrok, ktorý je z pohľadu samotnej explanácie irelevantný, či dokonca úplne nezmyselný, tak sa síce platnosť logického vyplývania nenarušuje, dochádza ale k deštrukcii koherentnosti vedeckej explanácie. Náš záver znie: Existujú vedecké explanácie, ktoré, i keď sú založené na univerzálnych zákonoch, predsa *nemajú povahu logického vyplývania*.

(c) *(f)-deficit*. Ako sme už ukázali, Hempel pre povrchnosť svojej analýzy vedeckých zákonov dospeje k rekonštrukcii ich štruktúry, ako je daná v /1/. To má za následok, na prvý pohľad neškodný, že tvrdí: „... výpoveď ‚Všetchny vrany jsou černé‘, je výpovědí přísně univerzální formy; stejně tak Newtonův prvý zákon pohybu, že totiž jakékoliv hmotné těleso, na které nepůsobí vnější síla, setrvává ve svem stavu klidu nebo přímočarého rovnoměrného pohybu“ ([23], 88).

To ale potom vedie k filozoficko-metodologickému pohľadu na vedeckú explanáciu, ktorý nedokáže odlišiť vysvetlenie

Všetky vrany sú čierne.

Toto je a vrana. /2/

Toto je čierne.

napríklad od vysvetlenia zrýchlenia voľného pádu telesa, ktoré padá na Zem. Na základe Newtonových zákonov pohybu a jeho zákona gravitácie môžeme pre toto zrýchlenie odvodiť 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 o mnoho menšia ako polomer Zeme, tak platí

$$a = G \cdot M / R^2 \quad /3/$$

kde G vyjadruje konštantu gravitácie a M hmotnosť Zeme.

Podľa J. Woodwarda však existuje zásadný rozdiel medzi explanáciou /2/ a explanáciou, ktorá vedie k /3/. Tá druhá totiž obsahuje zovšeobecnenia „s premennými alebo parametrami (hmotnosť, vzdialenosť, zrýchlenie...), ktoré sú také, že celý rozsah odlišných stavov alebo podmienok môže byť charakterizovaný prostredníctvom variácie ich

hodnôt... [a formulujú] systematický vzťah medzi týmito premennými... [Ukazujú], ako rozsah odlišných zmien niektorých týchto premenných bude spojený so zmenami iných premenných. V dôsledku toho tieto generalizácie sú také, že keď premenné v nich nadobudnú jednu množinu hodnôt (ak urobíme určité predpoklady o počiatkových a hraničných podmienkach), sú odvoditeľné určité explananda..., a ak premenné nadobudnú inú množinu hodnôt, tak sú odvoditeľné iné explananda. Napríklad druhý pohybový zákon a zákon gravitácie, ktoré vystupujú pri vysvetlení... [vzťahu /3/], sú také, že keď premenné nadobudnú vhodné hodnoty (hodnoty pre hmotnosť a polomer Zeme), tak je odvoditeľný Galileov zákon. Tieto generalizácie sú však také, že keď v nich premenné nadobudnú iné hodnoty (prostredníctvom kombinácie týchto generalizácií s odlišnou množinou počiatkových a hraničných podmienok), tak sú odvoditeľné iné explananda“ ([43], 46).

J. Woodward preto nakladá na predkladané vedecké explanácie požiadavku tzv. *vzájomnej funkcionálnej závislosti* (*the requirement of functional interdependence*), ktorá nie je splnená ani Hempelovou rekonštrukciou deduktívnej explanácie na báze univerzálnych zákonov, ani uvedeným príkladom /2/; jej znenie je nasledujúce: „(f) Zákon vystupujúci v explananse vedeckej explanácie nejakého explananda *E* musí byť formulovaný v termínoch premenných alebo parametroch, ktorých variácia hodnôt umožní odvodenie iných explanand, ktoré sú primerane odlišné od *E*“ ([43], 46).

3. R. Carnap. Skutočnosť, že sa D-N model opiera o vysoko normatívny prístup k pojmu vedeckého zákona a že sa logické vyplývanie považuje za jeden z jeho ústredných pojmov, nie je náhodná a má svoj pôvod v tých základoch, na ktorých Hempel buduje svoj prístup k zákonom a k explanácii. Na ich osvetlenie je nevyhnutné všimnúť si práce R. Carnapa.

3.1 Carnap (a Popper) o vedeckých zákonoch

Ako vhodné východisko sa nám javí Carnapova *Logische Syntax der Sprache* (ďalej ako *LSL*).⁸ Carnap v nej charakterizuje tzv. *Wissenschaftslogik* ako logické skúmanie vedy, totiž ako „doménu všetkých otázok, ktoré sa zvyčajne označujú ako čistá a aplikovaná logika, ako logická analýza špeciálnych vied“ ([8], §72, 280), a stotožňuje ju s logickou syntaxou jazyka, napríklad: „Logická analýza fyziky – ako súčasť logiky vedy – je syntaxou jazyka fyziky“ ([8], §82, 315). Na základe takéhoto chápania logiky vedy Carnap pristupuje k pojmu vedeckého zákona vo fyzike a vyhlasuje: „Najvšeobecnejšie zákony budú formulované ako P-základné vety; tie nazveme *základnými zákonmi*... Vo väčšine prípadov budú mať základné zákony formu univerzálnych viet implikácie alebo ekvivalencie“ ([8], §82, 316), kde „P“ zastupuje predikát „fyzikálny“, ktorý Carnap chápe ako komplement k „L“, zastupujúcemu predikát *logický*.⁹

Na základe tohto prístupu a opierajúc sa o Einsteinovu prácu *Zur Elektrodynamik bewegter Körper* z roku 1905 Carnap uvádza nasledujúce príklady vedeckých zákonov ([8], §85, 328 – 330):

- (1) Ak sa magnet hýbe, vzniká elektrické pole.
- (2) Ak vzniká elektrické pole, vzniká elektrický prúd.

⁸ V našej štúdii citujeme z anglického prekladu tejto práce, ktorý bol uverejnený v roku 1937.

⁹ Pozri o tom aj [7].

(3) Ak sa magnet nehýbe, nevzniká žiadne pole, ale vzniká elektromagnetická sila vo vodiči, čo zapríčiňuje vznik elektrického prúdu.

Už v týchto príkladoch možno identifikovať jednostranný postup pri rekonštrukcii logiky vedeckých zákonov: *od apriórne vysloveného názoru na štruktúru zákonov* – tie majú mať povahu univerzálnej implikácie alebo ekvivalencie – *ku konkrétnym príkladom*, ale nikdy nie opačným smerom – *od konkrétnych príkladov*, napríklad (1), (2) a (3), *k ich logickej rekonštrukcii, čo by umožnilo prispôsobiť tento názor, pôvodne sformulovaný normatívne, reálnej praxi vo vede.*

Rudolf Carnap



V *LSL* sa Carnap zaoberá problematikou vedeckých zákonov len veľmi stručne. Situácia sa mení, keď sa Carnap vo svojej analýze jazyka posúva od syntaxe k sémantike a logickú analýzu vedy chápe ako zacielenú na logickú syntax a logickú sémantiku ([9], §39, 250). Najpodrobnejšiu analýzu problematiky zákona-podobnosti podáva Carnap v [11].¹⁰ Pre účely našej analýzy je vhodné citovať jeho názory v úplnosti. Opierajúc sa o svoj vlastný prístup k logickým modalitám v práci *Význam a nevyhnutnosť*, ako aj o Burksovu logiku kauzálnych propozícií v [6] Carnap tvrdí:

„Som naklonený si myslieť, že by bolo sľubné použiť analogickú procedúru pri explikácii kauzálnych modalít... Prvý pojem, ktorý by som sa pokúsil explikovať, je sémantický pojem kauzálnej platnosti vety, korešpondujúci s modálnym pojmom kauzálnej nevyhnutnosti propozície, inými slo-

vami, rozdiel medzi skutočnými kauzálnymi univerzáliami (zákonmi) a náhodnými univerzáliami. Pokúsil by som sa o takúto explikáciu najprv vzhľadom na extenzionálny jazyk *L*, dostatočne obsiahly pre účely empirickej vedy, a obzvlášť fyziky. Pre tieto účely sa zdá ako podstatné rozlíšiť medzi fundamentálnymi a odvodenými zákonmi. *Odvodené zákony* môžu mať sémantickú povahu náhodných univerzálií; preto ich nemôžeme priamo odlíšiť na základe čisto sémantickej analýzy ich formy. Na druhej strane si myslím..., že možno explikovať rozdiel medzi fundamentálnymi zákonmi a náhodnými univerzáliami prostredníctvom čisto sémantických termínov.

Ústredným a doteraz nevyriešeným problémom je explikácia pojmu vety nomickéj formy, t. j. vety, ktorá má formu možného fundamentálneho zákona bez ohľadu na pravdu. Ak by tento problém bol vyriešený, potom by som postupoval nasledujúcimi definíciami:

¹⁰ Pozri o tom aj ([12], 208 – 215).

(2) Veta S v L je *fundamentálnym zákonom* v $L =_{\text{Df}} S$ má nomickú formu a je pravdivé v L .

(3) Veta S v L je *kauzálnne platná* v $L =_{\text{Df}} S$ je L-implikované... triedou fundamentálnych zákonov v L .

Všimnime si, že pojmy definované v (2) a (3) sú sémantické pojmy, ktoré musia byť jasné odlišené od zodpovedajúcich... induktívnych a epistemologických pojmov... Na explikáciu kauzálnych modalít musíme použiť prvé z nich a nie druhé... Nech S je vetou v jazyku fyziky s časopriestorovými súradnicami. Zdá sa byť jasné, že nasledujúca podmienka je nevyhnutná, ale nie postačujúca na to, aby S malo nomickú formu: S nesmie obsahovať konštanty časopriestorových súradníc, ale len premenné, ako to po prvý raz zdôraznil J. C. Maxwell“ ([11], 951 – 952).

Dva aspekty týchto názorov hodno zdôrazniť. *Po prvé*, aj keď Carnap tvrdí, že by bolo treba definovať pojem fundamentálneho zákona opierajúc sa najprv *výlučne o sémantiku* pri súčasnom *obídení* epistemológie, jeho definícia (2) v práve uvedenej citácii predpokladá schopnosť najprv definovať samotný pojem vety nomickej formy, t. j. *znova* pojem vedeckého zákona.

Po druhé, aj keď Carnapovým cieľom je definovať pojem vety nomickej formy úplne v rámci sémantiky, keď sa zaoberá týmto typom viet, nakladá na neho tzv. Maxwellovu podmienku, ktorá má ale úplne *nesémantickú* povahu. Požiadavka, aby fundamentálny vedecký zákon platil vo všetkých oblastiach času a priestoru, má svoj pôvod *úplne mimo rámca logickej sémantiky*. Táto požiadavka má svoj pôvod v názore, ktorý môžeme predbežne charakterizovať ako určitý typ *ontológie* či *metafyziky*, ktorá sa nakladá na filozofickú rekonštrukciu vedeckých zákonov, ale keďže sa nakladá skrytým spôsobom, *nemá žiadnu kontrolnú spätnú väzbu zo strany špeciálnych vied*, totiž, *nevie sa, či sú tieto zákony formulované v špeciálnych vedách skutočne formulované tak, že majú platiť pre všetky oblasti času a priestoru*.

Dominantná pozícia logiky pri pokuse vymedziť pojem vedeckého zákona je badaateľná aj v Popperovej práci *Logik der Forschung* z roku 1935. Popper najprv formuluje všeobecné tvrdenie: „[M]ŕj návrh je založený na asymetrii medzi verifikovateľnosťou a falsifikovateľnosťou; asymetrii, ktorá je dôsledkom logickej formy univerzálnych tvrzení“ ([34]; 20), bez toho, aby bližšie špecifikoval, čo rozumie pod týmito „univerzálnymi tvrzeniami“. Až keď sa zaoberá problematikou explanácie a predikcie, charakterizuje tieto univerzálne výpovede ako „hypotézy, mající povahu prírodných zákonů“ ([34], 42). Nakoniec, keď sa zaoberá samotnou povahou týchto univerzálnych výpovedí, t. j. hypotéz, t. j. vedeckých zákonov, charakterizuje ich ako *striktne univerzálne výpovede*, keďže majú platiť pre všetky oblasti času a priestoru, a odlišuje ich od *numericke univerzálnych výpovedí*, ktoré platia len pre konečnú individuálnu (alebo partikulárnu) časopriestorovú oblasť ([34], 45). No aj keď Popper začína tvrdením, že asymetria medzi verifikovateľnosťou a falsifikovateľnosťou univerzálnych syntetických výpovedí má svoj pôvod v *logike*, keď rozdeľuje triedu univerzálnych syntetických výpovedí na dve podtriedy, triedu striktne univerzálnych výpovedí a triedu numericke univerzálnych výpovedí, náhle tvrdí, že sa diferencujú na základe kritéria, ktoré *nepatrí do logiky*: „Formální logika (včetně logiky symbolické), zabývající se pouze teorií dedukce, zachází s oběma těmito... [triedami výpovedí – I. H.] podobně, jako s tvrzeními universálními („formálními“ nebo „obecnými“ implikacemi)“ ([34], 45). To ale znamená, že – v protiklade k jeho počiatočnému tvrdeniu

– charakterizácia pojmu vedeckého zákona sa musí opierať o kritérium, ktoré *nepochádza z logiky*. Preto aj toto kritérium možno a treba testovať v konfrontácii s vedeckými zákonmi, ako sú dané v praxi reálnych vied. Práve táto konfrontácia, ktorá – tak ako v Hempelovom a Carnapovom prístupe – v Popperovej práci *Logik der Forschung* z roku 1935 však úplne absentuje.

Zdá sa, že Popper si plne neuvedomoval tento posun od *deklarovanej logickej diferenciácie* k *de facto mimologickej diferenciácii*, keďže sa vo svojom diele *Postscript to the Logic of Scientific Discovery* k tejto „logickej“ diferenciácii vracia a znova k nej pristupuje tak, ako keby bola súčasťou výlučne deduktívnej logiky ([33], 181–184).

Aký záver môžeme vyvodiť z Carnapovho a Popperovho pokusu uchopiť pojem vedeckého zákona na základe prístupu založeného *výlučne na logike* a z Hempelovej klasifikácie podmienky adekvátnosti (R2) ako *logickej* podmienky? Vývin Popperovho prístupu k pojmu vedeckého zákona je symptomatický pre osud tohto pokusu a pre túto klasifikáciu. Koncom päťdesiatych rokov sa Popper po dlhšej diskusii s W. Knealem vzdal názoru, že vedecké zákony sa dajú charakterizovať ako striktné univerzálne výpovede, vyhlasujúc, že „[ch]arakterizace přírodních zákonů jakožto striktně universálních tvrzení je logicky nedostačující a intuitivně neadekvátní“ ([34], 502). Nakoniec v roku 1968 sa vzdal akýchkoľvek pokusov o vymedzenie pojmu vedeckého zákona ([34], 518 – 519). Uvedené Stegmüllerovo konštatovanie preto môžeme a musíme spresniť nasledovne: Všetky pokusy o vymedzenie pojmu zákona prostredníctvom *logickej syntaxe a/alebo logickej sémantiky* boli doteraz neúspešné.¹¹ Na základe toho preto tvrdíme, že Hempelova podmienka (R2) je *mimo-logickou* podmienkou.

Skúmajme teraz ešte stručne Hempelovu klasifikáciu podmienky (R3) ako *logickej* podmienky. Je táto klasifikácia správna? Môžeme ju považovať za záver nasledujúceho úsudku:

1. Všetky výpovede logiky ako vedy o jazyku sa dajú konštruovať nezávisle od akýchkoľvek výpovedí, ktoré sú čo do svojej povahy empirické (syntetické).

2. Všetky výpovede mimo sféry analytického vymedzenej pravidlami logiky (a matematiky odvodenej z logiky), kde táto je vybudovaná v zhode s premisou 1., sa považujú za empirické (syntetické) čo do svojej povahy.

3. Podmienka (R1): Explanans má mať empirický obsah.

4. (Záver) Podmienka (R1) je logickou podmienkou.

Avšak bližší pohľad na premisu 2¹² nám odhalí ako skrytú premisu nasledujúci predpoklad:¹³

2*. Všetky výpovede jazyka sa dajú vyčerpávajúcim spôsobom rozdeliť na dve vzájomne sa vylučujúce triedy: na triedu všetkých analytických výpovedí a triedu všetkých empirických (syntetických) výpovedí.

¹¹ Toto zovšeobecnenie bolo prvý raz podľa nášho názoru sformulované v [35]. Z tohto pohľadu je zaujímavé, že už v polovici päťdesiatych rokov J. J. C. McKinsey a P. Suppes sformulovali nasledujúcu námietku proti pokusom založiť nielen pojem vedeckého zákona a pojem vedeckej explanácie, ale vôbec filozofiu vedy na logickej sémantike: „Podľa nášho názoru dôraz súčasných filozofov na lingvistický alebo sémantický prístup je vo všeobecnosti zodpovedný za absenciu zásadného pokroku vo filozofii vedy. Väčšina exaktných diskusií sa obmedzuje na jazyky obsahujúce len kvalitatívne predikáty, teda na jazyky, ktoré sú úplne neadekvátne pre akékoľvek zložitejšie odvetvie vedy“ ([33], 292).

¹² Neskúmame tu platnosť premisy 1.

¹³ Carnapove názory na vzťah logického, analytického a syntetického pozri v ([7]; [10]).

Tento predpoklad ako klasifikácia všetkých výpovedí jazyka však *nie je súčasťou samotnej logiky*. Záver uvedeného úsudku tak závisí aspoň od jednej *mimologickej* premisy; (R3) preto nie je *logickou* podmienkou.

3.2 Carnap a deduktívna povaha vedeckej explanácie

V *LSL* Carnap tvrdí, že „... pre dedukciu môžu byť určené exaktné pravidlá, L-pravidlá fyzikálneho jazyka. Zákony tak majú charakter hypotéz vo vzťahu k protokolárnym vetám; vety s formou protokolárných viet môžu byť L-dôsledkom zákonov... *Explanácia* jedného známeho fyzikálneho procesu, *dedukcia* neznámeho procesu v minulosti alebo v prítomnosti a *predikcia* budúcej udalosti, to všetko sú operácie toho istého logického charakteru. Vo všetkých troch prípadoch ide totiž o dedukciu konkrétnej vety, ktorá opisuje proces na základe platných zákonov a iných konkrétnych viet. Vysvetliť zákon... znamená dedukovať ho zo všeobecnejších zákonov“ ([8], §82, 318 – 320).

Skutočnosť, že v Carnapovom a neskôr v Hempelovom prístupe sa vedecká explanácia založená na univerzálnych zákonoch chápe ako logické vyplývanie, možno pochopiť, aspoň podľa nášho názoru, prostredníctvom jednej špecifickej črty Carnapovho syntaktického a sémantického prístupu k jazyku. Máme tu na mysli Carnapovu rekonštrukciu logického (*L*) a fyzikálneho/faktuálneho (*P/F*) rozmeru jazyka vedy.

V „syntaktickom“ období Carnap rozlišuje medzi „všetkými logicko-matematickými transformačnými pravidlami [jazyka] *S*... alebo *L*-pravidlami a všetkými ostatnými, fyzikálnymi alebo *P*-pravidlami“ ([8], §51, 180), pričom ako príklad mimologických pravidiel uvádza univerzálne zákony fyziky ([8], §51, 180). Analyzujúc jednotlivé prípady vzťahov medzi triedou výrazov \mathfrak{R}_1 a vetou \mathfrak{S}_2 , kde druhá je dôsledkom prvej ([8], §51, 181), klasifikuje tento vzťah dôsledku buď ako *L*-dôsledok, alebo ako *P*-dôsledok. Ak sa bližšie pozrieme na spôsob, akým zavádza pojem *P*-dôsledku, zistíme, že najprv zavádza pojem *L*-dôsledku a potom považuje *P*-dôsledok za jeho doplnok. To je vidno v §52 *LSL*, kde vyhlasuje: „ \mathfrak{S}_2 sa nazýva *P*-dôsledkom \mathfrak{R}_1 vtedy, ak \mathfrak{S}_2 je dôsledkom, ale nie *L*-dôsledkom \mathfrak{R}_1 “ ([8], §52, 184).

Carnap sa pridrižiava tohto „komplementového“ prístupu k *P*-sfére aj vo svojom „sémantickom“ období; teraz už používa symbol *F* pre sféru empirického (syntetického). Tak napríklad v *Základoch logiky a matematiky* vyhlasuje: „Je li veta buď *L*-pravdivá, alebo *L*-nepravdivá, nazývame ji *L*-determinovanou, není li tomu tak, říkáme, že je (*L*-indeterminovaná alebo) *faktová*“ ([13], §7, 104). V *Introduction to Semantics* (ďalej ako *IS*) používa ten istý prístup. Najprv definuje pojem pravdy a nepravdy pre \mathfrak{T}_i a \mathfrak{T}_j , kde \mathfrak{T}_i a \mathfrak{T}_j sú znakmi metajazyka, označujúcimi vety a triedy viet, a potom definuje pojem implikácie, symbolizovaný ako „ \rightarrow “, a pojem *L*-implikácie, symbolizovaný ako „ \rightarrow_L “, pre vzťah medzi \mathfrak{T}_i a \mathfrak{T}_j . Prostredníctvom týchto pojmov potom vyhlási „ \mathfrak{T}_j je **F-implikátom** \mathfrak{T}_i (\mathfrak{T}_i *F*-implikuje \mathfrak{T}_j ; $\mathfrak{T}_i \text{ “} \rightarrow_F \text{“} \mathfrak{T}_j$) (v *S*) =_{Df} $\mathfrak{T}_i \rightarrow \mathfrak{T}_j$, ale nie “ $\mathfrak{T}_i \rightarrow_L \mathfrak{T}_j$ ” ([9], §21, 143).

V práci *Význam a nevyhnutnosť* (ďalej ako *M&N*) ([14], §2, 28 – 31) Carnap postupuje podobným spôsobom. Najprv prostredníctvom konvencie zavedie pojem *L*-pravdy a potom pomocou neho definuje pojem *L*-implikovania nasledovne: \mathfrak{S}_i ***L*-implikuje** \mathfrak{S}_j

(v S_1) \equiv_{Df} veta $\mathfrak{S}_i \supset \mathfrak{S}_j$ je L-pravdivá. Potom – ako komplement k pojmu L-pravdy – definuje pojem F-pravdy, že platí \mathfrak{S}_i je **F-pravdivá** (v S_1) \equiv_{Df} \mathfrak{S}_j je pravdivá, ale nie L-pravdivá. Nakoniec formuluje nasledujúcu definíciu: \mathfrak{S}_i **F-implikuje** \mathfrak{S}_j (v S_1) \equiv_{Df} $\mathfrak{S}_i \supset \mathfrak{S}_j$ je F-pravdivá. Vzhľadom na túto reťaz definícií je pojem F-implikuje definovaný nasledujúcim spôsobom: \mathfrak{S}_i **F-implikuje** \mathfrak{S}_j (v S_1) \equiv_{Df} $\mathfrak{S}_i \supset \mathfrak{S}_j$ je pravdivé, ale nie L-pravdivé, a čo teda môžeme vyjadriť nasledovne: \mathfrak{S}_i **F-implikuje** \mathfrak{S}_j (v S_1) \equiv_{Df} \mathfrak{S}_i implikuje \mathfrak{S}_j , ale ne-L-implikuje \mathfrak{S}_j .

V akom ohľade je dôležitá Carnapova metóda zavedenia tak L-termínov, ako aj P/F-termínov? Táto metóda slúži *primárne* potrebe konštruovať jazyk logiky a matematiky. Len čo tieto dve vedy nadobudnú ústredné miesto v našom úsilí o rekonštrukciu, musíme definovať príslušné L-termíny a *potom* môžeme prípadne postupovať ďalej a definovať príslušné P/F termíny. *Z pohľadu logiky a matematiky* je celá P/F sféra skutočne len „vonkajším“ doplnkom L-sféry. Situácia sa ale zásadne mení, len čo sa cieľom nášho úsilia stane filozofia *empirických* vied, a v nej obzvlášť problematika vedeckej explanácie na základe univerzálnych zákonov. Aby sme pochopili zásadnú povahu tejto zmeny, vráťme sa k §52 v *LSL*, kde Carnap uvádza nasledujúce príklady viet z P-jazyka:

\mathfrak{S}_1 : „toto teleso *a* je zo železa“;

\mathfrak{S}_2 : „*a* je z kovu“;

\mathfrak{S}_3 : „*a* nemôže plávať na vode“ ([8], §52, 185).

Podľa Carnapa „ \mathfrak{S}_2 a \mathfrak{S}_3 sú dôsledkami \mathfrak{S}_1 , konkrétne \mathfrak{S}_2 je L-dôsledkom, ale \mathfrak{S}_3 ním nie je, preto je P-dôsledkom“ vety \mathfrak{S}_1 ([8], §52, 185). Ak považujeme vzťah medzi \mathfrak{S}_1 a \mathfrak{S}_3 za predmet skúmania filozofie vedy a za týkajúci sa problematiky vedeckej explanácie, tak začína byť zjavné, že Carnapov prístup k ich vzájomnému vzťahu je nepostačujúci. Carnapovi jeho vlastná logická syntax a logická sémantika umožňujú vyhlásiť, že „ \mathfrak{S}_1 P/F-implikuje \mathfrak{S}_3 “, ale to, čo môže potom povedať o tomto vzťahu, je – z pohľadu filozofie vedy – sotva postačujúce, totiž, že „ \mathfrak{S}_1 implikuje \mathfrak{S}_3 , ale non-L-implikuje \mathfrak{S}_3 “.

To, že z pohľadu filozofie empirickej vedy máme v prípade Carnapovej logickej syntaxe a logickej sémantiky výrazný deficit, možno tiež vidieť vo svetle nasledujúcich troch „faktov“. *Po prvé*, Carnapov projekt syntaxe a (neskôr) sémantiky mal za cieľ rekonštruovať jazyk vedy vrátane empirickej vedy. Len čo však máme do činenia s empirickou vedou, tak Carnapov prístup k L-termínom a k P/F-termínom už nemôže slúžiť cieľu, ktorý si sám kladie, totiž analýze jazyka *empirických* vied.

Po druhé, začína byť jasné, prečo sa Hempel pokúšal rekonštruovať vedeckú explanáciu na báze univerzálnych zákonov práve ako *logické vyplývanie*. Logická syntax a logická sémantika, o ktorú sa opiera pri svojej rekonštrukcii vedeckej explanácie, mu poskytuje *len* L-termíny ako dostatočne bohaté na to, aby sa mohli aplikovať na filozofickú rekonštrukciu explanácie v empirickej vede. Carnap pristupuje vo svojich prácach

LSL, *IS* a *M & N* k P/F-termínom ako k púhému „zvyšku“; preto už v *LSL* vyhlasuje: „Ďalej už nebudeme P-termíny používať tak často“ ([8], §52, 185).

Po tretie, nedostatočnosť Carnapovho prístupu k P/F-termínom sa ukazuje aj vo svetle nášho záveru v prvej časti tejto štúdie, totiž, že musíme revidovať Hempelovo kritérium adekvátnosti (R1), podľa ktorého akákoľvek explanácia na báze univerzálnych zákonov má mať charakter logického vyplývania úsudku. Ak prijmeme túto revíziu a spojíme ju s Carnapovým spôsobom definovania termínu „P/F implikuje“, dospejeme k záveru, že existujú explanácie na základe univerzálnych zákonov, kde *explanandum* je P/F implikované *explanansom*. Z pohľadu filozofie empirickej vedy je však toto tvrdenie prázdne, keďže v rámci Carnapovej logickej syntaxe a logickej sémantiky nemôžeme o P/F implikovaní povedať nič iné ako, že je to implikovanie, ktoré nie je L-implikovaním.

4. Záver. Na základe našej analýzy D-N modelu môžeme formulovať nasledujúce závery. Po prvé, podmienku adekvátnosti (R1) treba zmeniť v tom zmysle, že existujú vedecké explanácie založené na univerzálnych zákonoch, ktoré nemajú povahu logického vyplývania. Ak by sa podarilo v rámci logiky bližšie určiť pojem „P/F-implikuje“, takto rozšírená podmienka (R1) by sa mohla i naďalej považovať za *logickú* podmienku adekvátnosti. Po druhé, podmienky (R2) a (R3) sú platnými podmienkami, *nemajú* však povahu *logických* podmienok adekvátnosti. Po tretie, analyzované problémy a deficity D-N modelu naznačujú, že predovšetkým je potrebná rekonštrukcia štruktúry vedeckých zákonov, ktorá by sa viac približovala štruktúre vedeckých zákonov používaných v špeciálnych vedách a ktorá by súčasne prekonala Hempelovu nadmerne zjednodušujúcu rekonštrukciu, ako je vyjadrená vo formule /1/. Po štvrté, rekonštrukcia vedeckej explanácie by mala v porovnaní s D-N modelom poskytnúť adekvátnejší model explanácie a mala by prekonať jeho deficity a problémy, ktoré sme uviedli.

LITERATÚRA

- [1] ACKERMANN, R.: Discussion. In: *Philosophy of Science*, 1965, vol. 32, pp. 155 – 167.
- [2] ACKERMANN, R. – STENNER, A.: A Correct Model of Explanation. In: *Philosophy of Science*, 1966, vol. 33, pp. 168 – 171.
- [3] ARMSTRONG, D. M.: *Universals and Scientific Realism*. Cambridge: Cambridge University Press 1978.
- [4] ARMSTRONG, D. M.: *What is a Law of Nature?* Cambridge: Cambridge University Press 1983.
- [5] BROMBERGER, S.: Why-Questions. In: R. Colodny (ed.): *Mind and Cosmos*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press 1966, pp. 86 – 111.
- [6] BURKS, A. W.: The Logic of Causal Propositions. In: *Mind*, 1951, vol. 60, pp. 363 – 382.
- [7] CARNAP, R.: Formalwissenschaft und Realwissenschaft. In: *Erkenntnis*, 1934, 5, S. 30 – 37.
- [8] CARNAP, R.: *The Logical Syntax of Language*. London: Routledge and Kegan Paul 1937.
- [9] CARNAP, R.: *Introduction to Semantics*. Cambridge (MA): Harvard University Press 1942.
- [10] CARNAP, R.: Beobachtungssprache und theoretische Sprache. In: *Dialectica*, 1958, 12, s. 236 – 248.
- [11] CARNAP, R.: Replies and Systematic Expositions. In: P. A. Schilpp (ed.): *The Philosophy of Rudolf Carnap*. La Salle (IL): Open Court 1964, pp. 859 – 1013.
- [12] CARNAP, R.: *Philosophical Foundations of Physics*. New York: Basic Books 1966.
- [13] CARNAP, R.: Základy logiky a matematiky. In: R. Carnap: *Problémy jazyka vedy*. Praha: Svoboda 1968, s. 92 – 165.

- [14] CARNAP, R.: *Význam a nevyhnutnosť*. Bratislava: Kalligram 2005.
- [15] DRETSKE, F.: Laws of Nature. In: *Philosophy of Science*, 1977, vol. 44, pp. 248 – 268.
- [16] EARMAN, J.: Defense of Laws. In: *Philosophy and Phenomenological Research*, 1993, vol. 53, pp. 413 – 419.
- [17] HEMPEL, C. G.: Le problème de la vérité. In: *Theoria*, 1937, 3, s. 206 – 246.
- [18] HEMPEL, C. G.: The Logic of Functional Analysis. In: L. Gross (ed.): *Symposium on Sociological Theory*. Evanston: Row 1959, pp. 271 – 307. Reprint in [21], pp. 297 – 330.
- [19] HEMPEL, C. G.: *Postscript (1964) to Studies in the Logic of Explanation*. In: ([21], 291 – 295.
- [20] HEMPEL, C. G.: Aspects of Scientific Explanation. In: ([21], 331 – 496).
- [21] HEMPEL, C. G.: *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science*. New York: The Free Press 1965.
- [22] HEMPEL, C. G.: *The Philosophy of Natural Sciences*. Englewood Cliffs (NJ): Prentice Hall 1966.
- [23] HEMPEL, C. G.: Teoretikovo dilema. In: *Filosofie vědy*. Praha: Svoboda 1968, s. 86 – 160.
- [24] HEMPEL, C. G.: Funkcia všeobecných zákonov v histórii. In: *Logický pozitivizmus*. Bratislava: IRIS 2006, s. 413 – 426.
- [25] HEMPEL, C. G. – OPPENHEIM, P.: Studie z logiky vysvětlení. In: *Filosofie vědy*. Praha: Svoboda 1968, s. 189 – 247.
- [26] HITCHCOCK, C.:... and Away from a Theory of Explanation Itself. In: *Synthese*, 2005, vol. 143, pp. 109 – 124.
- [27] KERÄNEN, J. – SALMON, W. C.: Explanatoriness. In: *Synthese*, 2005, vol. 143, pp. 125 – 148.
- [28] KIM, J.: Discussion. In: *Philosophy of Science*, 1963, vol. 30, pp. 286 – 291.
- [29] KYBURG, H.: Comments. In: *Philosophy of Science*, 1965, vol. 32, pp. 147 – 151.
- [30] MITCHELL, S.: Pragmatic Laws. In: *Philosophy of Science*, 1997, vol. 64, pp. S466 – S479.
- [31] MCKINSEY, J. C. C. – SUPPES, P.: On the Notion of Invariance in Classical Mechanics. In: *British Journal for the Philosophy of Science*, 1955, vol. 5, pp. 290 – 302.
- [32] PARGETTER, R.: Laws and Modal Realism. In: *Philosophical Studies*, 1984, vol. 46, pp. 335 – 347.
- [33] POPPER, K. R.: *Realism and the Aim of Science*. Totowa (NJ): Rowman and Littlefield 1983.
- [34] POPPER, K. R.: *Logika vědeckého zkoumání*. Praha: Oikumene 1997.
- [35] RUGE, R.: *Zur Logik wissenschaftlicher Erklärung*. Frankfurt am Main: J. W. Goethe Universität 1976.
- [36] SALMON, W. C.: A Third Dogma of Empiricism. In: R. E. Butts – J. Hintikka (eds.): *Basic Problems in Methodology and Linguistics*. Dordrecht: Reidel 1977, pp. 149 – 166.
- [37] SALMON, W. C.: *Four Decades of Scientific Explanation*. Minneapolis: University of Minnesota Press 1990.
- [38] SCHURZ, G.: Explanation in Science and the Logic of Why-Questions. In: *Synthese*, 2005, vol. 143, pp. 149 – 178.
- [39] STEGMÜLLER, W.: *Wissenschaftliche Erklärung und Begründung*. Berlin: Springer 1969.
- [40] TOOLEY, M.: The Nature of Laws. In: *Canadian Journal of Philosophy*, 1977, vol. 7, pp. 667 – 698.
- [41] TUOMELA, R.: Deductive Explanation of Scientific Laws. In: *Journal of Philosophical Logic*, 1972, vol. 1, pp. 369 – 382.
- [42] VAN FRAASSEN, B. C.: *Laws and Symmetry*. Oxford: Clarendon 1989.
- [43] WOODWARD, J.: Scientific Explanation. In: *British Journal for the Philosophy of Science*, 1979, vol. 30, pp. 41 – 67.

doc. PhDr. Igor Hanzel, CSc.
 Katedra logiky a metodológie vied FiF UK
 Gondova 2
 818 01 Bratislava 1
 e-mail: hanzel@fphil.uniba.sk