

Singulárne podmienky, modifikačné podmienky a heuristika vo vedeckom vysvetlení¹

Igor Hanzel —

Filozofická fakulta Univerzity Komenského, Bratislava

1. Úvod

Cieľom tejto štúdie je poskytnúť pojem vedeckého vysvetlenia, ktorý vychádza z prác J. Woodwarda, publikovaných od konca sedemdesiatych rokov minulého storočia.² Tieto práce predstavujú v mnohých ohľadoch prístup k problematike vedeckého vysvetlenia, ktorý by sa mal integrovať do akejkoľvek zmysluplnej filozoficko-metodologickej rekonštrukcie vedeckého vysvetlenia.

Špecifickou črtou Woodwardovho prístupu k problematike vedeckého vysvetlenia je, že na rozdiel od Hemplovho prístupu k tejto problematike, ktorý sa ohraničuje na takzvané kvalitatívne predikáty, zohľadňuje už existenciu premenných vo formulácii vedeckých zákonov. Práve táto skutočnosť bude jedným z východísk nášho pohľadu na povahu vedeckého vysvetlenia.³

Pritom však treba mať na pamäti, že Woodward často predkladá niektoré aspekty svojho prístupu k problematike vedeckého vysvetlenia v dosť nešpecifikovanej podobe a nevypracováva niektoré aspekty tejto problematiky s dostatočnou hĺbkou. Naším cieľom je dosiahnuť nápravu v tomto smere.

Najprv poskytneme stručný prehľad Woodwardovho prístupu k problematike vedeckého vysvetlenia a najmä jeho diferenciáciu medzi (*f*) a (*f'*)

1 Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0149-12. Ďakujeme L. Bielikovi, F. Gahéroví, J. Halasovi, M. Kostercovi, V. Markovi, I. Sedlárovi a M. Zouharovi za cenné pripomienky k tejto štúdii. Anglická verzia tejto štúdie bola podaná do časopisu *International Studies in the Philosophy of Science*.

2 Patria k nim: Scientific Explanation. *British Journal for the Philosophy of Science*, 30, 1979, 1, s. 4167; Developmental Explanation. *Synthese*, 44, 1980, 3, s. 443-466; A Theory of Singular Causal Explanation. *Erkenntnis*, 21, 1984, 3, s. 231-262; Explanation, Invariance and Intervention. *Philosophy of Science*, 64 (Proceedings), 1997, s. S26-S41; Explanation and Invariance in Special Science. *British Journal for the Philosophy of Science*, 51, 2000, 2, s. 197-254; *Making Things Happen*. Oxford, Oxford University Press 2003; a Woodward, J. – Hitchcock. C., *Explanatory Generalizations*, Part I. *Noûs*, 37, 2003, 1, s. 1-24.

3 Ohľadne miesta kvalitatívnych predikátov v Hemplovom pohľade na vedecké zákony, ako aj kritiku tohto pohľadu pozri Hanzel, I., Kvalitatívne predikáty verzus vedecké zákony, explanácia a testovanie. *Filozofia*, 70, 2015, 3, s. 188-201.

požiadavkami pre platné vedecké vysvetlenie, jeho rozlíšenie medzi vysvetlením vedeckého zákona a individuálnej udalosti, ako aj jeho požiadavku rekonštrukcie explananda v priebehu vedeckého vysvetlenia. Potom rozlíšime medzi modifikačnými podmienkami (formulovanými v rámci vedeckého zákona) a individuálnymi podmienkami, ktoré vstupujú do vedeckého vysvetlenia takpovediac zvonka. To nám umožní metodologicky rozlíšiť medzi vysvetlením vedeckého zákona a vysvetlením individuálnej udalosti. Následne ukážeme, že vedecké vysvetlenie obsahuje tak heuristické momenty, ako aj zmenu počiatočného explananda.

Abyste sme predišli možným nedorozumeniam, chceme by sme zdôrazniť, že táto štúdia sa nezaobrá Woodwardovým pohľadom na problematiku kauzality a invariantnosti, ani ich miestom v rekonštrukcii vedeckých zákonov a vedeckého vysvetlenia.⁴

2. James Woodward o vedeckom vysvetlení

Cieľom Woodwarda je poskytnúť pohľad na vedecké vysvetlenie, ktorý je odlišný od pohľadu daného v Hemplovom D-N modeli. Používa na to viaceré príklady. Najprv uvádza nasledujúci úsudok:⁵

Všetky havrany sú čierne
 a je havran (1)
 a je čierne

Potom uvádza príklady vysvetlenia daného v klasickej mechanike,⁶ kde na základe Newtonových pohybových zákonov a zákona gravitácie, ako aj predpokladov, že Zem s hmotnosťou M je guľou s polomerom R , a jedinou silou pôsobiaceou na teleso hmotnosti m padajúce z výšky h na povrch Zeme je gravitácia Zeme, pre silu pôsobiacu na toto teleso platí rovnica

$$F = G \frac{mM}{(R + h)^2} = ma,$$

4 O tomto pozri Woodward, J., *Making Things Happen*, c. d.; ich analýzu pozri v Strevens, M., *Comments on Woodward's „Making Things Happen“*. *Philosophy and Phenomenological Review*, 77, 2008, 1, s. 171-192; Ylikoski, P. – Kuorikoski, J., *Dissecting Explanatory Power*. *Philosophical Studies*, 148, 2010, 2, s. 201-219; Imbert, C., *Relevance, Not Invariance, Explanatoriness, Not Manipulability*. *Philosophy of Science*, 80, 2013, 5, s. 625-636 a Saatsi, J. – Pexton, M., *Reassessing Woodward's Account of Explanation*. *Philosophy of Science*, 80, 2013, 5, s. 613-624.

5 Woodward, J., *Scientific Explanation*, c. d., s. 41; Woodward, J., *Making Things Happen*, c. d., s. 187.

6 Woodward, J., *Scientific Explanation*, c. d., s. 42.

kde G je gravitačná konštanta a a predstavuje zrýchlenie padajúceho telesa. Za dodatočného predpokladu, že výška, z ktorej teleso padá, je o mnoho menšia ako polomer zeme ($h \ll R$), je možné odvodiť nasledujúci vzťah pre zrýchlenie padajúceho telesa:

$$a = G \frac{M}{R^2} \quad (2)$$

Na základe (2) je potom možné (dosadením aktuálnych číselných hodnôt pre G , M a R) vysvetliť aktuálne zrýchlenie telesa voľne padajúceho na povrch Zeme.

Woodward považuje odvodenie vzťahu (2), ako aj odvodenie aktuálnej hodnoty zrýchlenia a , v protiklade s (1), za prípad vedeckého vysvetlenia, ktoré charakterizuje nasledovne:

„Tieto generalizácie obsahujú premenné alebo parametre (hmotnosť, vzdialenosť, zrýchlenie... atď.), ktoré sú také, že je možné prostredníctvom variácie ich hodnôt charakterizovať celý rozsah odlišných stavov a podmienok. Zákony formulujú systematické vzťahy medzi premennými. Ukazujú nám, ako celý rad zmien niektorých týchto premenných bude spojený so zmenami v iných z týchto premenných. V dôsledku toho sú tieto zovšeobecnenia také, že keď premenné v nich nadobudnú jednu množinu hodnôt (ak robíme určité predpoklady o počiatočných a hraničných podmienkach), sú z nich odvoditeľné explanandá v hore uvedených vysvetleniach, a ak premenné v nich nadobudnú iné množiny hodnôt, sú z nich odvoditeľné iné explanandá. Napríklad, druhý dynamický zákon a zákon gravitácie, ktoré vystupujú vo vysvetlení [vzťahu (2)] sú také, že za predpokladu, že hmotnosť a polomer Zeme by nadobudli odlišné hodnoty, bolo by možné odvodiť odlišné hodnoty pre zrýchlenie padajúceho telesa. Tieto zovšeobecnenia sú tiež také, že by sme ich mohli použiť na odvodenie rýchlosti pádu zo vzdialenosti, ktorá už nie je zanedbateľná v porovnaní s polomerom Zeme. Tieto generalizácie sú dokonca také, že by sme ich mohli použiť dokonca na odvodenie ešte viac odlišných explanand. Napríklad by sme ich mohli použiť spolu s inými informáciami na odvodenie Keplerových zákonov a mnohých iných odvodených zákonov v Newtonovej mechanike.“⁷

Na základe tejto charakterizácie kladie Woodward na vedecké vysvetlenie tak zákonov, ako aj individuálnych udalostí požiadavku *vzájomnej funkčnej závislosti* (*requirement of functional interdependence*), ktorá znie nasledovne: „(f) Zákon vystupujúci v explananse vedeckého vysvetlenia nejakého explananda E musí byť formulovaný prostredníctvom premenných alebo para-

7 Tamže, s. 47.

metro, variácia ktorých umožní odvodenie iných explanánd, ktoré sú zodpovedajúcim spôsobom odlišné od E .⁸

Zároveň sa pokúša špecifikovať význam výrazu „variácia hodnôt premennej“, a to prostredníctvom modifikovanej požiadavky funkčnej závislosti, ktorú ale *odmieta*: „(f) Zákon vystupujúci v explananse vedeckého vysvetlenia nejakého explananda E musí byť taký, že v spojení s nejakou vhodnou množinou počiatočných a hraničných podmienok je možné ho použiť na odvodenie explananda, ktoré je zodpovedajúcim spôsobom odlišné od E .“⁹

Pre potreby našej štúdie je vhodné spomenúť nasledujúce aspekty Woodwardovho pohľadu na problematiku vedeckého vysvetlenia.

Po prvé: podľa jeho názoru „vedecké vysvetlenie ukazuje explanandum v novom svetle, umožňujúc tak vidieť relevantnosť určitých úvah, ktoré neboli zjavné z pôvodnej charakterizácie explananda... Toto vyjadrujem tak, že vedecké vysvetlenie obvykle obsahuje ‚rekonštrukciu‘ explananda“¹⁰

Po druhé: i keď na vedecké vysvetlenie tak vedeckého zákona, ako aj individuálnej udalosti kladie požiadavku (f), zdôrazňuje, že „explanandami vedeckého vysvetlenia sú zvyčajne skôr generalizácie, ako singulárne vety ... vedecké vysvetlenie individuálnych faktov je aktivita, ktorá je odvodená z vedeckého vysvetlenia generalizácií, alebo na ňom parazituje“¹¹

Z tejto našej charakterizácie názorov Woodwarda je možné urobiť nasledujúce závery. Po prvé: i keď sa Woodward pokúša – ako vidno z jeho rozlíšenia medzi požiadavkami (f) a (f') – rozlíšiť na jednej strane medzi počiatočnými a hraničnými podmienkami a na strane druhej medzi podmienkami, ktoré sú relevantné pre vysvetlenie, predsa tieto druhé podmienky necharakterizuje. Namiesto toho hovorí len veľmi nešpecificky o „podmienkach ... uvedených v explananse“¹² Keď uvádza príklad vysvetlenia v klasickej mechanike, upadá späť do úvah o „určitých predpokladoch ohľadne hraničných a počiatočných podmienok“¹³

Po druhé: i keď kladie dôraz na prioritu vysvetlenia zákonov v porovnaní s vysvetlením singulárnych faktov, predsa neposkytuje žiadne východiská, na základe ktorých by mohol metodologicky rozlíšiť medzi týmito dvoma typmi vedeckého vysvetlenia. Táto skutočnosť bola zdôraznená napríklad M. Strevensom v jeho recenzii Woodwardovej knihy *Making Things Happen*

8 Tamže, s. 46.

9 Tamže, s. 48.

10 Tamže, s. 61-62.

11 Tamže, s. 63.

12 Tamže, s. 25.

13 Tamže, s. 47.

nasledovne: „čitateľovi je prenechané odvodiť z príkladov pravidiel vysvetlenia generalizácií“.¹⁴

Nakoniec: Woodward považuje inováciu ako integrálnu súčasť vedeckého vysvetlenia, napriek tomu ale nedáva podrobné objasnenie, v čom táto inovácia pozostáva.

Požiadavku, aby filozofia vedy poskytla takéto objasnenie, formulovala B. Tuchańska prostredníctvom porovnania tejto požiadavky s Hemplovým pohľadom na vedecké vysvetlenie nasledovne: „Hemplovské modely vysvetlenia sú ... ohraničené na aplikáciu poznania. Vysvetliť znamená aplikovať univerzálne (teoretické) poznania na pochopenie (empirických) fenoménov, ktoré boli zaznamenané. Hempel predpokladá, že zákony, ktoré je možné použiť za účelom vysvetlenia už boli formulované predtým, ako vysvetlenie začína... To znamená, že vysvetlenie je oddelené od vytvorenia teoretického poznania... *Vysvetlenie nie je súčasťou tvorby poznania.* Čo je zachytené hemplovskými modelmi je *logická štruktúra aplikácie vedeckého poznania* na pochopenie faktov (jednotlivých inštancií fenoménov).“¹⁵

To, čo by filozofia vedy mala navyše a *predovšetkým* poskytnúť, je podľa Tuchańskiej: „... epistemologický a metodologický pohľad, z ktorého je možné uvažovať o vysvetlení ako určitej aktivite, ktorá operuje na vedeckom poznaní... Akt vysvetlenia pozostáva z dvoch kľúčových zložiek: (1) z existujúceho poznania, ktoré sa modifikuje, a (2) z epistemického kontextu, ktorý z niektorých modifikácií poznania robí akty vysvetlenia.“¹⁶

3. Podmienky vo vedeckých zákonoch a vedeckom vysvetlení

V našom pohľade na podmienky, ktoré vystupujú tak v explanans-zákone, ako aj v explananse vedeckého vysvetlenia, vychádzame čiastočne z prístupu L. Nowaka¹⁷ na vedecké zákony a vedecké vysvetlenie. Svoje názory Nowak formuloval v rámci filozofie vedy, ktorá sa sústredila predovšetkým na problematiku idealizácie. Jednako však, ako sa pokúsime ukázať, metodologický potenciál jeho prístupu ide poza problematiku idealizácie, ktorou sa tu nezaobráame.¹⁸

14 Strevens, M., Review of Woodward, „Making Things Happen“. *Philosophy and Phenomenological Review*, 74, 2007, 1, s. 236.

15 Tuchańska, B., What is Explained in Science? *Philosophy of Science*, 59, 1992, 1, s. 105.

16 Tamže, s. 105-107.

17 Nowak, L., Laws of Science, Theories, Measurement. *Philosophy of Science*, 39, 1972, 4, s. 533-548; Nowak, L., *The Structure of Idealization*. Dordrecht, Reidel 1980.

18 Ohľadne problematiky idealizácie pozri Batterman, R. W., Idealization and Modeling. *Synthese* 169, 2009, 3, s. 427-446; Batterman, R. W. – Rice, C. C., Minimal Model Explanation. *Philosophy of Science*, 81, 2014, 3, s. 349-376; Halas, J., Abstrakcia a idealizácia ako metóda spoločensko-humanitných disciplín. *Organon F*, 22, 2015, 1, s. 71-89; Hanzel, I., Kvalitatívne predikáty verzus

Zohľadnením praxe empirických vied (napríklad fyziky) je možné rekonštruovať štruktúru vedeckého zákona, L , nasledovne:

$$L^{(k)}: (x)[Ux \& Cmod_1x = d_1 \& Cmod_2x = d_2 \& \dots Cmod_kx = d_k \rightarrow F^{(k)}x = f_k(H_1x, H_2x, \dots, H_r x)] \quad (3)$$

„ U “ predstavuje univerzum diskurzu, t. j. vymedzenie typu entít, pre ktorý je zákon formulovaný, „ $F^{(k)} = f_k(H_1, H_2, \dots, H_r)$ “ vyjadruje funkčnú závislosť medzi fenoménom F a H_1, H_2, \dots, H_r ($r \geq 1$), ktoré sú najdôležitejšie faktory pre tento fenomén – tzv. *hlavné faktory*, „ $Cmod_i$ “ ($i \geq 1$) je faktor, ktorý vzhľadom na H_1, H_2, \dots, H_r má sekundárnu relevanciu pre F a ktorý v prípade, že pôsobí, modifikuje F (nazývame ho preto *modifikačnou podmienkou*), „ d_i “ označuje nulovú hodnotu, prípadne nenulovú konštantnú hodnotu, alebo interval hodnôt, ktorý modifikačná podmienka nadobúda, k vyjadruje počet idealizačných predpokladov, zatiaľ čo „ $F^{(k)}$ “ a „ $L^{(k)}$ “ predstavujú fenomén a vedecký zákon pri k idealizačných predpokladoch.

Ako príklad vedeckého zákona, ktorého štruktúra zodpovedá (3), možno považovať zákon pre jednoduché (matematické) kyvadlo. Z pohľadu súčasnej fyziky je formulované pre konjunkciu ôsmych idealizácií – $Cmod_{1-8} = d_{1-8}$ – a jeho štruktúru možno vyjadriť nasledovne („ P “ tu označuje kyvadlo):

$$(x)[Px \& Cmod_{1-8}x = d_{1-8} \rightarrow T^{(8)}x = 2\pi \sqrt{l x / g x}] \quad (4)$$

Idealizácie, ktoré sú tu dané, sú nasledujúce:

1. Sila trenia v závese kyvadla sa rovná nule – $Cmod_1 = d_1$
2. Hmotnosť závesu kyvadla je rovná nule – $Cmod_2 = d_2$.
3. Negravitačné sily nepôsobia, t. j. sú rovné nule – $Cmod_3 = d_3$.
4. Uhol odchýlky kyvadla je z intervalu $<0^\circ, 3^\circ>$ – $Cmod_4 = d_4$.
5. Zmena dĺžky kyvadla pôsobením gravitačnej sily je rovná nule – $Cmod_5 = d_5$.
6. Objem telesa na závese je rovný nule – $Cmod_6 = d_6$.

(Pokrač. pozn. č. 18) vedecké zákony, explanácia a testovanie. *Filozofia*, 70, 2015, 3, s. 188-201; Hindriks, F., Explanation, Understanding, and Unrealistic Models. *Studies in the History and Philosophy of Science*, 44, 2013, 3, s. 523-531; Jones, N., Don't Blame Idealizations. *Journal for the General Philosophy of Science*, 44, 2013, 1, s. 85-100; McMullin E., Galilean Idealization. *Studies in the History and Philosophy of Science*, 16, 1985, 3, s. 247-273; Rohwer, Y. – Rice, C., Hypothetical Pattern Idealization and Explanatory Models. *Philosophy of Science*, 80, 2013, 3, s. 334-355; Wayne, A., Expanding the Scope of Explanatory Idealization. *Philosophy of Science*, 78, 2011, 5, s. 830-841; Weatherson, B., Explanation, Idealisation and the Goldilocks Problem. *Philosophy and Phenomenological Research*, 84, 2012, 2, s. 461-473; Weisberg, M., Three Kinds of Idealization. *Journal of Philosophy*, 104, 2007, 12, s. 639-659.

7. Trenie prostredia vyvolané pohybom telesa na závесе je rovné nule – $Cmod_7 = d_7$.

8. Sily pôsobiace na fyzikálny systém, v ktorom sa nachádza kyvadlo, sú rovné nule – $Cmod_8 = d_8$.

Proces explanácie založený na vedeckých zákonoch, ktorých štruktúra korešponduje so štruktúrou danou v (3), sa zakladá na postupnom rušení idealizácií. V terminológii L. Nowaka je toto rušenie nazvané *stupňovitou konkretizáciou*, ktorá je spojená s postupnou modifikáciou funkčnej závislosti fenoménu F .

V procese stupňovitej konkretizácie zohrávajú modifikačné podmienky významnú úlohu. Keď tieto podmienky už pôsobia, čo symbolicky vyjadríme ako „ $Cmod_1 \neq d_1$ “, postupne modifikujú fenomén F , ako je vyjadrený v $L^{(k)}$, čím sa odvodí postupnosť fenoménov, symbolicky „ $F^{(k-1)}$ “, ..., „ $F^{(0)}$ “. Celá postupnosť vedeckých zákonov získaných vysvetlením stupňovitou konkretizáciou je nasledujúca:¹⁹

$$\left. \begin{aligned} L^{(k-1)}: (X)[UX \ \& \ Cmod_{1,X} \neq d_1 \ \& \ Cmod_{2,k,X} = d_{2,k} \ \rightarrow F^{(k-1)}X = \\ &= f_{k-1}(H_{1,X}, \dots, H_{r,X}, Cmod_{1,X}) \\ \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ L^{(0)}: (X)[UX \ \& \ Cmod_{1,k,X} \neq d_{1,k} \ \rightarrow F^{(0)}X = \\ &= f_0(H_{1,X}, \dots, H_{r,X}, Cmod_{1,X}, \dots, Cmod_{k,X}) \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Na základe zákona typu $L^{(0)}$ je potom možné vysvetliť individuálny fenomén *Fin* zavedením individuálnych podmienok Cin_{1-5} . Postupnosť vysvetlení, ktorá vychádza zo zákona typu $L^{(k)}$, znázorňujeme nasledovne („|“ označuje stupňovitú konkretizáciu a „-|“ označuje dedukciu):

$$L^{(k)} \text{ -| } L^{(k-1)} \ \dots \ \text{-| } L^{(0)} \ \& \ Cin_{1-5} \ \text{-| } Fin \quad (6)$$

Tak napríklad jeden zo štandardných procesov vysvetlenia, ktorý vychádza zo zákona (4) pre ideálne kyvadlo, sa zakladá na predpoklade, že sa jeho pohyb uskutočňuje v médiu, ktoré kladie odpor tomuto pohybu. V tomto prípade je nutné zohľadniť silu trenia F_f pôsobiacu proti sile gravitácie, a teda je nutné zrušiť idealizáciu $Cmod_7 = d_7$. Keďže ale pre túto silu platí $F_f = Vdg$, kde V je objem telesa na závесе a d je hustota prostredia na jednotku objemu, je nutné zrušiť aj idealizáciu $Cmod_6 = d_6$. Zo zákona (6) sa potom odvodí zákon

¹⁹ „ $Cmod_{2,k} = d_{2,k}$ “ tu predstavuje konjunkciu „ $Cmod_2 = d_2$ & ... & $Cmod_k = d_k$ “. Z dôvodu jednoduchosť predpokladáme, že je možné postupne zrušiť všetky idealizácie.

s nasledujúcou štruktúrou („ m “ označuje hmotnosť telesa na závese, „ m' “ je tu dané súčinom V a d):

$$\begin{aligned} L^{(6)}: (X)[Px \ \& \ Cmod_{1,5,8} X = d_{1,5,8} \ \& \ Cmod_{6,7} X \neq d_{6,7} \rightarrow T^{(6)} X = \\ = 2\pi \sqrt{mXl/gX(mX - m')} \end{aligned} \quad (7)$$

Na základe tohto zákona je potom možné vypočítať periódu určitého konkrétneho kyvadla, ktoré spĺňa idealizácie $Cmod_{1,5,8} = d_{1,5,8}$, a to dosadením konkrétnych hodnôt pre veličiny m , l , g a m' .

Z postupnosti vysvetlení, ako je vyjadrená v (6), je zrejmé, že obsahuje dve prepojené, ale pritom odlišné metódy vysvetlenia. Jedna predstavuje postupnosť odvodení zákonov typu $L^{(k-1)}$, $L^{(k-2)}$, ..., $L^{(j)}$, zatiaľ čo druhá predstavuje odvodenie individuálneho fenoménu *Fin*. Tieto dva druhy vysvetlenia sa zakladajú na zohľadnení dvoch odlišných druhov podmienok. Prvý z nich sa zakladá na zohľadnení pôsobenia *modifikačných podmienok*, ktoré sú formulované v rámci zákonov typu $L^{(k)}$, ..., $L^{(j)}$, zatiaľ čo druhý z nich sa zakladá na zohľadnení *individuálnych podmienok*, ktoré vstupujú do explanansu – vzhľadom na zákon typu $L^{(j)}$ – zvonka, v tom zmysle, že nie sú dané v zákone tohto typu.

Výraz „hraničné a počiatkové podmienky“, ktorý sa štandardne používa vo filozofii vedy pri analýze vedeckého vysvetlenia, sa tak musí diferencovať podľa druhu podmienok, ktoré vystupujú v príslušnom type vysvetlenia. V prípade vysvetlenia stupňovitou konkretizáciou treba hovoriť o *modifikačných podmienkach*, zatiaľ čo v prípade vysvetlenia individuálnej udalosti o *individuálnych podmienkach*.

V našej rekonštrukcii vysvetlenia, ako je vyjadrené v (6), sme zohľadnili (z dôvodu jednoduchosti) len jednu postupnosť rušenia idealizácií, totiž, $Cmod_1 \neq d_1$, $Cmod_2 \neq d_2$, ..., $Cmod_k \neq d_k$, a teda len odvodenie jednej postupnosti vedeckých zákonov. V skutočnosti je ale možné prostredníctvom metódy stupňovitej konkretizácie odvodiť viaceré postupnosti zákonov v závislosti od toho, ktorú idealizáciu zrušíme ako prvú, ktorú ako druhú, atď. Takýmto spôsobom môžeme získať nasledujúcu sieť zákonov (dolný index naznačuje, ktorá z k idealizácií už bola zrušená; „ \perp “ označuje stupňovitou konkretizáciu).²⁰

20 Predpokladáme tu, že je možné zrušiť jednu idealizáciu po druhej, a teda nie je nutné rušiť viaceré idealizácie súčasne. Znova predpokladáme, že je možné postupne zrušiť všetky idealizácie.

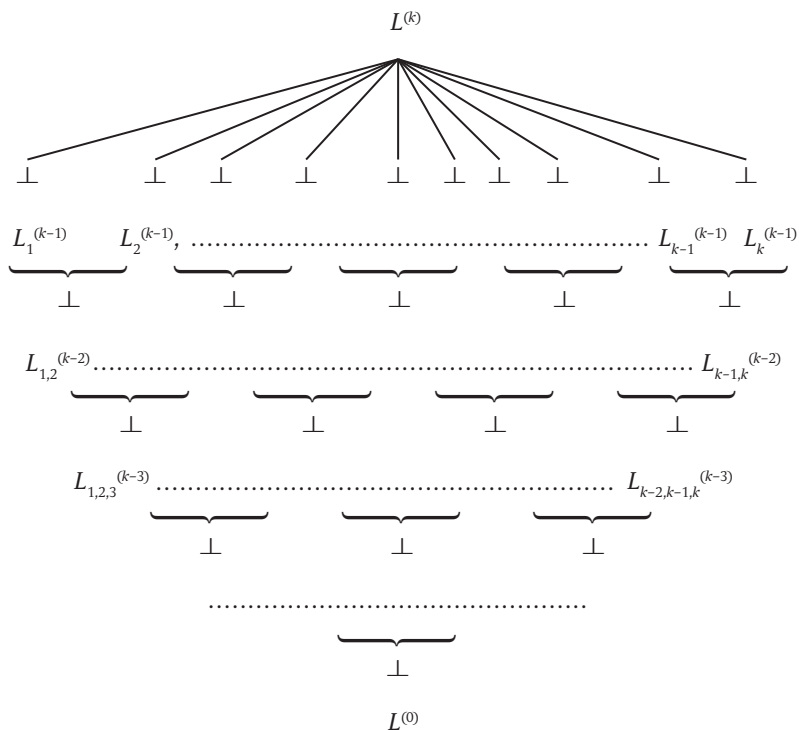


Schéma 1: Sieť vedeckých zákonov odvodených stupňovitou konkretizáciou

Rozlíšením medzi modifikačnými podmienkami, ktoré sú relevantné pre vysvetlenie zákonov, a individuálnymi podmienkami, ktoré sú relevantné pre vysvetlenie individuálnych fenoménov, je možné nasledujúcim spôsobom preformulovať Woodwardovu podmienku (f) pre prípad vysvetlenia vedeckých zákonov stupňovitou konkretizáciou:

(f^*) Zákon L_1 vystupujúci v explananse vysvetlenia stupňovitou konkretizáciou nejakého explanandum-zákona L_2 musí byť formulovaný prostredníctvom modifikačných podmienok, ktorých variácia hodnôt umožní odvodiť stupňovitou konkretizáciou explanandá-zákony, ktoré sú primerane odlišné od L_2 .

Z takto rekonštruovanej metódy vysvetlenia stupňovitou konkretizáciou je zjavné, že *o čo viac obsahuje zákon typu $L^{(k)}$ modifikačných podmienok, o to viac explanand-zákonov je potenciálne možné z neho odvodiť touto metódou.* Zdôrazňujeme tu *potenciálne*, keďže táto metóda – ako sa teraz pokúsime ukázať – obsahuje niekoľko neeliminovateľných heuristických momentov.

4. Heuristika vo vedeckom vysvetlení

Predpokladajme, že cieľom vysvetlenia je odvodenie už známeho vedeckého zákona. Takéto vysvetlenie zahŕňa dva kroky. Po prvé: subsumpciu univerza diskurzu vysvetľovaného zákona pod univerzum diskurzu explanans-zákona na typu $L^{(6)}$, a po druhé: postupnosť stupňovitých konkretizácií, ktorá by nakoniec mala viesť k odvodeniu už predtým známeho zákona. Veľmi často sú však tieto dve univerzá na prvý pohľad nesúmerateľné.

Ako príklad takejto dvojkrokovej procedúry uvažujme vysvetlenie zákona, majúceho podobu pravidelnosti, že telesá na naklonenej rovine, kľžuc po nej, prekonajú dráhu, ktorá je úmerná uhlu sklonu tejto roviny.

Východiskom vysvetlenia je druhý dynamický zákon newtonovskej mechaniky, ktorý pri aplikácii na sily gravitácie zahŕňa dve idealizácie: (1) teleso s hmotnosťou m a zrýchlením g v dôsledku pôsobenia gravitačnej sily F má nulový objem a (2) teleso sa pohybuje v nerezistentnom prostredí. Na tomto základe sa uskutočňuje *myšlienková rekonštrukcia*, prostredníctvom ktorej sa teleso mení na hmotný bod kľžuci sa na povrchu ideálnej naklonenej roviny, t. j. takej, ktorá nevykazuje žiadne trenie. Potom pre takto charakterizovanú fyzikálnu situáciu sa aplikuje rovnica $mdv/dt = mgsina$, kde výraz na pravej strane vyjadruje zložku gravitačnej sily pôsobiacej na teleso na rovine s uhlom sklonu α . Z tejto rovnice spolu s uvedenými idealizáciami a takto konštruovaným univerzom diskurzu je potom možné odvodiť nasledujúci zákon pre vzdialenosť, prekonanú hmotným bodom na povrchu, ktorý nekladie žiadny odpor:

$$L^{(4)}: (x)[Ox \ \& \ Cmod_{1,2,3,4}x = d_{1,2,3,4} \rightarrow s^{(4)}x = gxt^2xsin\alpha x] \quad (8)$$

„ O “ označuje hmotný bod pohybujúci sa po naklonenej rovine, „ $Cmod_{1,2} = d_{1,2}$ “ označuje idealizácie dané už v druhom dynamickom zákone, „ $Cmod_3 = d_3$ “ označuje, že hmotný bod začína pohyb z pokoja (t. j., že jeho počiatočná rýchlosť je rovná nule) a „ $Cmod_4 = d_4$ “ označuje, že niet sily trenia, ktorá by spomaľovala pohyb hmotného bodu.

Na základe (8) je možné zrušením idealizácie $Cmod_4 = d_4$ vysvetliť, ako sa prekonaná vzdialenosť modifikuje pôsobením trenia (trenie je úmerné $g\cos\alpha$):

$$L^{(3)}: (x)[Ox \ \& \ Cmod_{1,2,3}x = d_{1,2,3} \ \& \ Cmod_4x \neq d_4 \rightarrow s^{(3)}x = gxt^2x(sin\alpha x - \cos\alpha x)] \quad (9)$$

Tento príklad ukazuje, že proces vysvetlenia zjednocujúci subsumpciu a stupňovitú konkretizáciu, obsahuje neeliminovateľným spôsobom heuris-

tické zložky. Prvou je transformácia univerza diskurzu, pre ktorý sa vysvetľovaný zákon pôvodne formuloval. Druhou zložkou je teoretické uchopenie pôsobenia modifikačnej podmienky na vzťah daný medzi vysvetľovaným fenoménom a jeho hlavnými faktormi. Len keď je toto pôsobenie pochopené, je možné ho vyjadriť vo forme funkčnej závislosti.

Čo sa taktiež zmenilo, je vedenie, ktoré je vyjadrené explanandom. Pred vykonaním procedúry vysvetlenia sa vedelo len to, že teleso sa posúva po naklonenej rovine takým spôsobom, že ním prekonaná dráha je úmerná uhlu sklonu roviny. Čo sa potom odvodilo, je zákon so štruktúrou (11). Došlo teda k zásadnej zmene explananda, alebo aby sme použili terminológiu Woodwarda, k jeho *rekonštrukcii* v procese vysvetlenia. Základom tejto rekonštrukcie je presun veličín, ktoré boli pôvodne dané v explanans-zákone do zákona, ktorý sa odvodil prostredníctvom stupňovitej konkretizácie a ktoré neboli dané v tej jeho forme, ktorú mal skôr, ako bol odvodený.

Transformáciu univerza diskurzu vysvetľovaného zákona, postupnú zmenu funkčného vzťahu daného v pôvodnom zákone a nakoniec úplnú rekonštrukciu celého explanandum-zákona možno považovať za objasnenie toho, čo B. Tuchańska nazvala „modifikáciou existujúceho poznania“, ktoré sa uskutočňuje v procese vedeckého vysvetlenia.

Heuristický aspekt vysvetlenia sa stáva zjavný aj vtedy, keď sa v jeho priebehu objavujú dovedy neznáme modifikačné podmienky. Doteraz sme predpokladali, že vysvetlenie stupňovitou konkretizáciou vychádza zo zákona, v ktorom sú už formulované všetky modifikačné podmienky potrebné pre toto vysvetlenie skôr, ako toto vysvetlenie začalo. Jedinú úlohu, ktorú treba ešte urobiť, je uskutočniť stupňovité konkretizácie vedúce na zákony typu $L^{(k-1)}, L^{(k-2)}, \dots, L^{(0)}$.

Táto úloha však môže zlyhať, ak známe modifikačné podmienky neumožňujú uskutočniť konkretizácie, ktoré by mali viesť k zákonu typu $L^{(0)}$, ktorý by mal byť vysvetlením už predtým známeho zákona. Dôvodom tohto zlyhania je veľmi často to, že niektoré modifikačné podmienky, potrebné pre uskutočnenie tejto konkretizácie, nie sú vopred známe. Rekonštrukciu takéhoto zlyhania a jeho možných náprav vyjadruje nasledujúca schéma.²¹

21 Vychádzame tu čiastočne z Nowak, L. – Nowakowa, I., *Idealization X*. Amsterdam, Rodopi 2000.

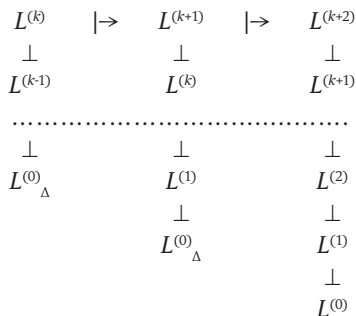


Schéma 2: Zlyhanie vysvetlenia vedúce k objaveniu predtým neznámych modifikačných podmienok

Schéma vyjadruje myšlienka, že keď sa zistí zlyhanie (označené ako „ Δ “) vysvetlenia v „koncovom“ bode konkretizačnej postupnosti, potom primárnym zdrojom tohto zlyhania je zákon typu $L^{(k)}$ vyjadrený v prvom člene ľavého stĺpca (to isté platí pre $L^{(k+1)}$ v strednom stĺpci). Potom sa zistí, že tento zákon nie je možné použiť na vysvetlenie, keďže v ňom nie je vyjadrená určitá modifikačná podmienka. Keď sa táto podmienka nájde, potom sa integruje (označené ako „ \mapsto “) do zákona typu $L^{(k)}$ ($L^{(k+1)}$), čím sa mení na zákony typu $L^{(k+1)}$ ($L^{(k+2)}$), z ktorého procedúra vysvetlenia môže začať znova.

Veľmi často vedenie o predtým neznámych modifikačných podmienkach sa integruje do vedeckého zákona z vedeckých teórií, ktoré sa vo filozofii vedy nazývajú „teórie v pozadí“ (*background theories*). Tak napríklad v hore uvedenej rekonštrukcii zákona pre ideálne kyvadlo pochádza vedenie o existencii negravitačných síl z teórií odlišných od klasickej mechaniky, kde bol tento zákon pôvodne formulovaný. Christian Huygens v roku 1673²² nemal takéto vedenie o týchto silách; jeho definícia jednoduchého kyvadla bola preto nasledujúca: „Jednoduchým kyvadlom sa nazve neohybná niť alebo priamka bez akejkoľvek váhy a so závažím, pripevneným k jeho najnižšej časti, ktorého váha sa chápe ako sústredená v jednom bode“.²³

5. Otvorené problémy

Na záver ešte vymedzíme niektoré problémy, ktoré vyplývajú z hore uvedeného prístupu k vedeckému vysvetleniu a ktoré by sa mali vyriešiť v budúcnosti.

22 Huygens, C., *Horologium Oscillatorium*. Parisiis, F. Muguet 1673.

23 Tamže, s. 92.

Po prvé: Keď sme uvažovali o sieti vedeckých zákonov (Schéma 1), ktorá môže byť odvodená stupňovitou konkretizáciou, predpokladali sme, že poradie, v akom sa postupne rušia idealizácie, nie je dôležité pre konečný výsledok konkretizácie. Toto však nemusí platiť v prípade, že skúmaný objekt, ktorý sa má opísať postupnosťou odvodených zákonov, vykazuje určitý druh „pamäte“, ako je tomu napríklad v prípade ľudského konania v sociálnych systémoch. Ako zohľadniť túto skutočnosť pri rekonštrukcii metódy vysvetlenia stupňovitou konkretizáciou zostáva otvoreným problémom.

Po druhé: Hore uvedené rozlíšenie medzi modifikačnými a individuálnymi podmienkami bolo založené predovšetkým na metodologickej analýze zákonov a procedúr vysvetlenia daných vo fyzike. Je úlohou budúcnosti spresniť toto rozlíšenie použitím aparátu modernej logickej sémantiky.

Po tretie: Keď sme uvažovali o heuristickom aspekte vysvetlenia, uvažovali sme vlastne len o jednom type heuristiky, ktorý bol daný v hľadaní odpovede na nasledujúcu otázku: *Aké modifikačné podmienky pôsobili a aké nie, že určitý zákon, o ktorom sa vedelo, že je platný, bol produkovaný?* Túto situáciu vyjadríme nasledujúcou schémou („????????“ označuje ešte neznáme modifikačné podmienky):²⁴

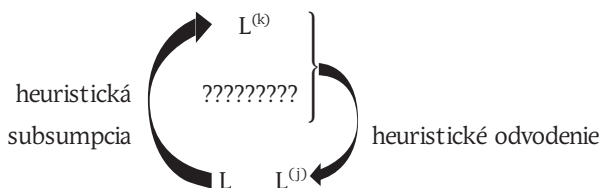


Schéma 3: Heuristika pri hľadaní ešte neznámych modifikačných podmienok

Iný druh heuristiky hodný metodologickeho skúmania v rámci filozofie vedy je daný, keď vedci formulujú a hľadajú odpoveď na nasledujúcu otázku: *Aký zákon bol (v prípade vysvetlenia) alebo bude (v prípade predvídania) produkovaný, ak vieme, že pôsobil alebo bude pôsobiť určitý zákon spolu s určitými modifikačnými podmienkami $C_{mod_{1j}}$, a ak vieme, že súčasne iné modifikačné podmienky nepôsobili alebo nebudú v budúcnosti pôsobiť, t. j. $C_{mod_{kp}} = 0$?* Túto situáciu vyjadrujeme nasledujúcou schémou (“ $L^{(j)}$ ” označuje ešte neznáme zákony, o ktorých sa predpokladá, že už boli produkované v minulosti alebo budú produkované v budúcnosti):

24 Vychádzame tu z Sintonen, M., *Scientific Explanation. Synthese*, 143, 2005, 1-2, s. 179-205. Z dôvodu jednoduchosti predpokladáme, že zákon L , ktorý sa subsumuje heuristickým spôsobom pod explanans-zákon typu $L^{(k)}$, neobsahuje žiadne idealizácie.

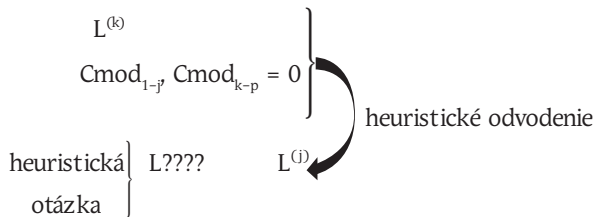


Schéma 4: Heuristika pri hľadaní ešte neznámeho explanandum-zákona

Odlíšny typ heuristiky, takisto hodný metodologickej analýzy, je daný, ak vedci formulujú nasledujúci typ otázky: *Ak vieme, že zákon L platí, potom aký zákon spolu s akými modifikačnými podmienkami pôsobil, že L bol produkovaný?* Zodpovedajúca schéma je nasledujúca („????L^(j)“ označuje ešte neznámy explanans-zákon s ešte neznámym počtom idealizácií a „????????“ označuje ešte neznáme modifikačné podmienky):

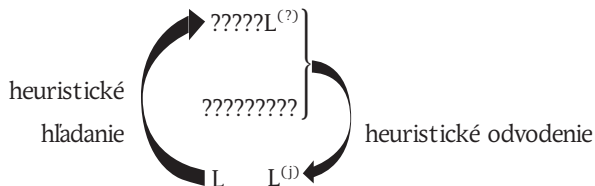


Schéma 5: Heuristika pri hľadaní ešte neznámeho explanans-zákona a ešte neznámych modifikačných podmienok

SUMMARY

Singular conditions, modification conditions and heuristics in scientific explanation

The aim of this contribution is to offer a possible interpretation of scientific explanation which draws on the work of J. Woodward. The study begins with an overview of Woodward’s approach to scientific explanation: that is, his distinguishing between (*f*) and (*f*′) demands for valid explanation, his distinguishing between the explanation of a law and the explanation of a unique phenomenon and his demand on the reconstruction of explananda in the course of scientific explanation. There is then a further distinction made between the modificational condition introduced into scientific laws and singular conditions, which are in the course of scientific explanation added from without to scientific laws. This differentiation then enables one to distinguish between the explanation of a law and the explanation of a singular phenomenon. The study ends by showing how explanation comprises heuristic aspects and a

change in the original explananda, and delineates several open problems which it is necessary to resolve in the future.

Keywords: Woodward, singular conditions, modification conditions, reconstruction of explananda, heuristics