

JAMES WOODWARD O VEDECKOM VYSVETLENÍ A KAUZÁLNYCH KAPACITÁCH

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

HANZEL, I.: James Woodward on Scientific Explanation and Causal Capacities
FILOZOFIA 55, 2000, No 7, p. 521

The aim of the paper is to present James Woodward's conception of the philosophy of science as it has been developed during last two decades in his essays. Compared with B. van Fraassen, N. Cartwright or W. C. Salmon the views of J. Woodward are not so popular. According to the author, however, they represent an important contribution to the contemporary philosophy of science. In the first two parts of the paper the differences between Woodward's and Hempel's views of scientific explanation are shown. The third part shows Woodward's approach to the problems of the causal analysis and to the philosophical problems of the so called "regression equations". In conclusion the author makes some critical commentaries and remarks on Woodward's views.

Cieľom tejto štúdie je predstaviť slovenskej filozofickej komunite názory Jamesa Woodwarda z oblasti filozofie vedy - tak, ako sa formovali za posledných dvadsať rokov v jeho štúdiách ([12]-[29]). Názory J. Woodwarda nie sú sice také známe ako názory napr. B. van Fraassena, N. Cartwrightovej či W. C. Salmona, predstavujú však podľa môjho názoru zaujímavý príspevok do súčasnej filozofie vedy.

V prvej a druhej časti štúdie ukážeme, čím sa odlišujú Woodwardove a Hempelove názory na vedeckú explanáciu. V tretej časti analyzujeme Woodwardov prístup k problému kauzálnej analýzy a k filozofickým problémom tzv. rovníc regresie. V závere podávame niektoré komentáre a pripomienky k názorom J. Woodwarda.

1. J. Woodward verus C. G. Hempel I: Teória explanácie. Ako štandardný príklad vedeckej explanácie zodpovedajúci Hempelovým predstavám o tejto explanácii¹ sa často uvádza nasledujúci príklad:

Každé železo sa zahriatím roztáhuje.

Toto je železo, ktoré bolo zahriate.

Toto železo sa roztáhuje.

(1)

Prvý výrok má mať charakter vedeckého zákona, druhý charakter výpovede o individuálnych charakteristikách (podmienkach) určitého konkrétneho objektu a tretí výrok (tzv. explanandum), logicky vyplývajúci z prvých dvoch (tvoriacich spolu tzv. explanans), je výpoveďou o charakteristike konkrétneho objektu, ktorú vysvetľujeme, a predstavuje podľa Hempela odpoveď na tzv. "otázku *prečo*, hľadajúcu vysvetlenie" ("explanation-seeking-why-question"). Woodward porovnáva (1) s vysvetlením

¹ Pozri napr. [8].

Galileovho zákona prostredníctvom Newtonových dynamických zákonov a gravitačného zákona ([12], 42). Za predpokladu, že Zem je guľa a že jedinou silou, ktorá pôsobí na padajúce teleso, je gravitačná sila Zeme, dostaneme z týchto zákonov vzťah

$$F = kmM/(R+h)^2 = ma, \quad (2)$$

kde F označuje silu pôsobiacu na padajúce teleso, m jeho hmotnosť, h jeho výšku nad povrchom Zeme, M hmotnosť Zeme, R polomer Zeme a k je gravitačná konštanta. Za predpokladu, že $R \gg h$, platí $R \approx (R+h)$ a z (2) dostaneme $a = kM/R^2$. Substitúciou konkrétnych hodnôt pre k , M a R dostaneme konkrétne hodnoty pre zrýchlenie a ľubovoľného objektu padajúceho na zemský povrch.

Podľa Woodwarda ([12], 46) je pre odvodenie konkrétnej hodnoty a zo vzťahu (2) typické to, že sa zakladá na generalizácii, ktorá obsahuje premenné alebo parametre (hmotnosť, vzdialenosť atď.), "ktoré sú také, že prostredníctvom variácií ich hodnôt možno charakterizovať celú škálu odlišných stavov alebo podmienok" ([12], 46). Táto generalizácia nám preto ukazuje, "ako škála zmien v jednej z týchto premenných bude spojená so zmenami zvyšných dvoch premenných. [...] Keď [táto] nadobudne určité hodnoty (za určitých predpokladov o počiatočných a hraničných podmienkach)", odvodíme konkrétne hodnoty zrýchlenia ako explanandum, "a keď premenné nadobudnú iné hodnoty, možno odvodiť iné explanandá" ([12], 46).

Týmto sa podľa Woodwarda odlišuje aj príklad (1) od príkladu (2) ako prípadu skutočného vysvetlenia. V (1) totiž dedukcia *nemôže byť spojená s rôznymi predpokladmi o podmienkach* s cieľom odvodiť celú škálu odlišných explanand. Práve v tomto vidí Woodward aj neúplnosť Hempelovho D-N modelu, keďže nedokáže zachytiť tento rozdiel medzi (1) a (2). Kým teda Hempel vyhlasuje, že "D-N úsudok [argument] ukazuje, že ak sú dané konkrétne okolnosti a príslušné zákony, objavenie sa javu *bolo treba očakávať*"; a v tomto zmysle nám explanácia umožňuje *pochopiť, prečo* tento jav nastal" ([6], 337), podľa Woodwarda "adekvátne vedecká explanácia poskytuje chápanie nielen tým, že nám ukazuje toto, ale aj tým, že nám ukazuje, že ak by stav vecí bol v určitom ohľade iný, nastali by výsledky iné ako jav vyjadrený v explanande. Vedecká explanácia ukazuje nielen to, že jav v explanande sa mal očakávať, ale umožňuje nám aj odpovedať na otázky typu "Čo by sa stalo, keby ...?" ([12], 54-55).

Vedecké vysvetlenie nie je len, ako tvrdí Hempel, hľadaním odpovede na tzv. "otázku *prečo* hľadajúcu vysvetlenie", ale aj odpoveďou na tzv. "otázku *čo ak by stav vecí bol iný*" (what-if-things-had-been-different question). Woodward preto akúkoľvek filozofickú rekonštrukciu vedeckej explanácie podmieňuje nasledujúcou nevyhnutnou podmienkou, ktorú nazýva *požiadavkou funkcionálnej závislosti*: "Zákon vystupujúci v explananse vedeckej explanácie nejakého explananda E musí byť formulovaný prostredníctvom premenných alebo parametrov, variácie hodnôt, ktorá umožní odvodiť iné explanandá - ktoré sú vhodne odlišné od E ." ([12], 46)

2. J. Woodward verus C. G. Hempel II: Teória singulárnej kauzálnej explanácie. Woodward analyzuje výroky typu

$$\text{Výskyt udalosti a zapríčinil výskyt udalosti b,} \quad (3)$$

napríklad

Skrat zapríčinil požiar. (4)

alebo

Úder kladivom zapríčinil rozbitie okna. (5)

ktoré predstavujú explanáciu výskytu určitej individuálnej udalosti.

Hempel hovorí: "Uvažujme výroky o kauzálnom spojení medzi individuálnymi udalosťami. [...] kauzálna explanácia implicitne tvrdí, že existujú všeobecné zákony - napr. L_1, L_2, \dots, L_k -, vzhľadom na ktoré objavenie sa kauzálnych antecedentov uvedených v C_1, C_2, \dots, C_k je postačujúcou podmienkou objavenia sa udalosti vyjadrenej v explanande. Tento vzťah medzi kauzálnymi faktormi a účinkami je vyjadrený v našej D-N schéme. ... kauzálne vysvetlenie je, aspoň implicitne, deduktívno-nomologické." ([6], 348-349)

Podľa Woodwarda však takáto rekonštrukcia - tzv. model vedeckej explanácie pokrývajúcim zákonom - nie je správna. Predovšetkým vysvetlenia ako (4) alebo (5) sa nemusia vôbec zakladať na poznaní vedeckého zákona. Osoba, ktorá vysvetľuje vznik ohňa alebo rozbitie okna, nemusí vôbec poznať zákony platné pre elektrické obvody alebo zákony formulované v náuke o materiáloch.

Proti Hempelovmu pohľadu na singulárne kauzálne vysvetlenie však možno vzniesť ešte silnejšie námietky. Ako by malo vyzeráť, za predpokladu, že Hempelove predstavy o singulárnom vysvetlení by boli správne, explanandum pre explanáciu (4)? Uvažujme nasledujúci výrok

Udalosť, ktorá je ohňom (inštanciou druhu nazvaného "ohň"), nastala. (4')

prípadne výrok

Udalosť, ktorá je ohňom, nastala v čase t_1 a na mieste p_1 . (4'')

(4') a (4'') sa však zásadne odlišujú od explananda explanácie, ako ju rekonštruje Hempel. Uvažujme nasledujúci príklad:

Všetky havrany sú čierne.

Artúr je havran.

Artúr je čierny. (6)

V tejto explanácii vysvetľujeme, prečo je Artúr čierny, ale nevysvetľujeme, prečo existuje. Predpokladom vysvetlenia v (6) je to, že existuje a že je havran. Okrem toho (4') a (4'') ako rekonštrukcie explananda pre explanáciu (4) nemajú požadovanú subjekt-predikátovú formu, akú má explanandum v (6). Z pohľadu Hempelovho D-N modelu preto nemožno (4') a (4'') pochopiť ako pripisovanie vlastnosti existovania alebo existovania v určitom čase t_1 a na mieste p_1 .

Mohli by sme sa pokúsiť vyjadriť (4) symbolicky ako $(Ex)Fx$, ktoré by sme v slovenčine čítali takto:

Existuje (nastáva) udalosť, ktorá má vlastnosť byť ohňom.

To ale protirečí modelu vysvetlenia pokrývajúcim zákonom. V tomto modeli sa dá rekonštruovať *len vysvetlenie nejakej vlastnosti ohňa* (napr. jeho farby v dôsledku prítomnosti nejakej špeciálnej chemikálie), *a to za predpokladu, že oheň je daný (nastal)*. Preto nemožno ani explanandum pre (4) vyjadriť ako $(E!x)Fx$, t.j. ako

Existuje práve jedno jediné x, ktoré má vlastnosť byť ohňom. (4''')

Výraz "požiar" v (4) sice referuje na *jeden jediný oheň, ale len tak, že predpokladá, ale nevysvetľuje, prečo je to tak, prečo je jedným jediným ohňom v tej lokalite, kde nastal*. Tak je to aj v (6), kde vysvetľujeme, prečo je Artúr čierny, ale pritom nevysvetľujeme, ale predpokladáme, že Artúr je havran. V explanácii na báze vedeckých zákonov treba preto odlišiť výrazy, ktoré fungujú *referenčne*, slúžia na vyčlenenie nejakého individua, ktorého existenciu predpokladáme, ale nevysvetľujeme, od výrazov, ktoré majú *atributívnu* funkciu a slúžia na priradenie nejakej vlastnosti tomuto individuu, pričom túto vlastnosť aj vysvetľujeme. Musíme preto podľa Woodwarda odlišiť explanáciu, ktorého explanandum má štruktúru $(Ex)Fx$ je Bx , od explanácie, ktorého explanandum má štruktúru $(E!x)Fx \& Bx$. Zatiaľ čo v prvej explanácii vysvetľujeme, prečo to jedno jediné x , ktoré je F , má vlastnosť B , v druhej explanácii vysvetľujeme, prečo to jedno jediné x , ktoré je F a B , existuje.

Tieto úvahy môžeme aplikovať na prípad singulárneho kauzálneho vysvetlenia v tom zmysle, že "sa musíme vystríhať úvahy, ktorá by nás viedla k tomu, aby sme k výrazom v explanandách ... vysvetlení, ktoré ... fungujú ako individuové deskripcie, pristupovali tak, ako keby ich funkciou bolo pripisovať vlastnosť, ktorej vlastnenie vysvetľujeme." ([17], 260)

Musíme preto podľa Woodwarda odlišiť explanáciu

Skrat zapríčinil fialový oheň čudného tvaru s teplotou 500 stupňov Celzia. (7)

od explanácie

Prítomnosť draslíka zapríčinila fialovosť, čudný tvar a 500-stupňovú teplotu ohňa. (8)

V (7) vysvetľujeme, prečo konkrétny oheň, označený individuovou deskripciou "fialový oheň čudného tvaru s teplotou 500 stupňov Celzia", nastal, ale v (8) nevysvetľujeme to, prečo oheň nastal, ale prečo má danú farbu, tvar a teplotu.

Prvý záver, ku ktorému Woodward preto prichádza, je záver, že pokus pochopiť explanáciu (4) prostredníctvom modelu pokrývajúceho zákona vedie k nasledujúcemu sporu: zatiaľ čo (4) je len vysvetlením toho, *prečo oheň nastal, ale nie toho, prečo je daná konkrétna udalosť ohňom*, z pohľadu charakteristík tohto modelu by malo ísť

o vysvetlenie toho, *prečo určitá konkrétna udalosť je ohňom*. Inými slovami, Hempelov prístup k singulárnym kauzálnym vysvetleniam vzhľadom na ich explanandá "znamená koniec koncov návrh automaticky považovať všetky výrazy vystupujúce v týchto explanandách za také, ako keby ich funkciou bolo pripisovať vlastnosti" ([17], 261).

Druhý záver, ku ktorému Woodward prichádza analýzou príkladu (4), je záver, že singulárne explanácie sú odpoveďou na otázky typu "Čo ak by stav vecí bol iný?", preto tieto otázky majú tzv. "kontrastné jadro". V uvedenom príklade je kontrastným jadrom udalosti označenej ako "oheň" to, že oheň nenastal. Zaujímajú nás teda dva možné stavy: výskyt ohňa alebo jeho neprítomnosť, preto v explanácii musíme zohľadniť práve tie podmienky, ktoré viedli k výskytu jednej z dvoch vzájomne kontrastujúcich udalostí.

Po tretie, z tejto charakteristiky explanansu vyplýva, že v singulárnych kauzálnych explanáciách budú okrem zložiek, ktoré sú cieľom vysvetlenia, vystupovať aj zložky, ktoré nie sú vysvetľované, t.j. sú "nečinné" [idle]. V explanácii (7) sú takými "nečinnými" elementami výrazy "fialový", "podivného tvaru" a "s teplotou 500 stupňov Celzia". Úplne iná je situácia v (8), kde sa prítomnosť ohňa predpokladá, ale nevysvetľuje.

3. Kapacity, kauzálna analýza a rovnice regresie. Woodward rozlišuje tri základné typy kauzálnych tvrdení: *tvrdenia o kauzálnych kapacitách, singulárne kauzálne tvrdenia a tvrdenia o kauzálnych rolách (causal role claims)*.

Prvé z nich sú tvrdeniami typu " X -y sú také typy vecí, ktoré môžu zapríčiniť Y -y", napr. "Pravidelná technická kontrola technického stavu vozidiel môže znížiť nehodovosť na cestách", "Fajčenie môže spôsobiť rakovinu pľúc" alebo "Pitie alkoholických nápojov počas tehotenstva môže spôsobiť poškodenie plodu". Podľa Woodwarda takéto tvrdenia "sú tvrdeniami o sile (power) alebo schopnosti určitého druhu kauzálného faktora viesť k určitému druhu účinku" ([24], 33); ukazujú, že "ak C -čka majú kapacitu zapríčiniť E -čka, potom asociácia medzi C a E musí byť taká, že je platná ... napriek veľkej (i keď nie nevyhnutne v celej) množine zmien v okolnostiach alebo v podmienkach v pozadí ... Čo musí byť v takýchto prípadoch invariantné, to je kapacita C -čiek produkovať E -čka. Inými slovami, ide o myšlienku, že skutočná kauzálna kapacita musí mať značný stupeň kontextuálnej nezávislosti. Musí byť taká, že 'robí tú istú vec' alebo 'pôsobí rovnako' pri produkcii určitých charakteristík v celej variete odlišných okolností" ([23], 315). Tak napr. pre vzťah fajčenia a rakoviny pľúc platí, "že fajčenie má silu alebo schopnosť produkovať charakteristický účinok v celej variete odlišných okolností a populácií" ([23], 346-317).

Singulárne kauzálne tvrdenie vypovedá o aktuálnom spojení medzi udalosťami, ktoré - ak je toto tvrdenie pravdivé - naozaj nastali, a vychádza pritom z tvrdenia o kauzálnych kapacitách. Woodward hovorí: "V prospech určitého singulárneho kauzálného tvrdenia, že nejaká partikulárna inštancia c kauzálného faktora druhu C zapríčinila nejakú partikulárnu inštanciu e faktora E , argumentujeme tým, že ukážeme, že:

a) C má kapacitu E (t.j. je druhom vecí, ktorá mohla zapríčiniť E) a tým, že

b) sme vylúčili alebo urobili nepravdepodobným tvrdenie, že niečo iné s kapacitou zapríčiniť udalosti druhu E skutočne zapríčinilo toto partikulárne objavenie sa e druhu E ." ([23], 292)

Ako príklad takejto eliminačnej stratégie uvádza Woodward pokus o vysvetlenie vyhynutia dinosaurov ku koncu obdobia kriedy prostredníctvom tvrdenia, že bolo zapríčinené dopadom veľkého meteoritu alebo asteroidu ([1]; [2]). Woodward ukazuje, ako sa autori štúdií [1] a [2] najprv pokúšali dokázať, že dopad kozmického objektu typu asteroidu alebo kométy *mohol* zapríčiniť masové vyhynutie dinosaurov, t.j. že takýto dopad má kapacitu produkovať takýto účinok. Teoretickými úvahami, keďže experimentovanie bolo vylúčené, sa pokúšali z astronomických údajov zistiť, aký veľký mohol byť mimozemský objekt, ktorý by dopadol na Zem, a aké účinky by takýto dopad vyvolal (zdvihnutie prachu do atmosféry, zatmenie Slnka atď.) - a to na základe empirických údajov o pokusných atómových výbuchoch uskutočnených na Zemi. Ako empirickú evidenciu pre samotný dopad uviedli prítomnosť irídiá, ktoré je v zemskej kôre rovnomerne rozložené na rozhraní vrstiev kriedy a tertie. Keďže tento prvok je na Zemi zriedkavý, ale často sa vyskytuje v asteroidoch, svedčí to v prospech hypotézy, že zbytky veľkého mimozemského objektu boli po jeho dopade na Zem roznesené zdvihnutým prachom po celom jej povrchu. Zároveň zohľadnili aj možnosť, že vyhynutie dinosaurov mohol spôsobiť aj iný proces, napr. zmena výšky hladiny mora alebo zmena klímy. Tieto alternatívy však autori štúdií [1] a [2] vylúčili, keďže sa mohli odohrať len postupne, kým dinosaury vyhynuli v pomerne krátkom čase. Zároveň dokázali ako príčinu vyhynutia dinosaurov vylúčiť aj výbuch supernovy. Ak by totiž došlo k takémuto výbuchu, potom by sa v uvedenej vrstve zemskej kôry nachádzali stopy po plutóniu 244; tento prvok sa však v nej nenašiel.

Podľa Woodwarda z tohto príkladu vidno, ako informácie o fungovaní kauzálnych kapacít, t.j. "informácie o schopnosti nejakej príčiny spôsobiť istý účinok" ([23], 296), zohrávajú kľúčovú úlohu pri odvodzovaní singulárnych kauzálnych tvrdení.

Najväčšiu pozornosť vo svojich prácach z deväťdesiatych rokov venuje Woodward tvrdeniam o kauzálnych rolách a s nimi spojeným metódam kauzálnej analýzy. Tvrdenie o kauzálnej role vypovedá o úlohe, ktorú zohrávajú rôzne kauzálne faktory pri spôsobovaní určitého účinku v nejakej konkrétnej populácii, pričom veľkosti tohto účinku zvyčajne možno priradiť istý kvantitatívny opis. V centre pozornosti týchto tvrdení je odpoveď na otázku "Prečo príslušná charakteristika je na určitej úrovni alebo sa objavuje na určitom stupni, resp. nadobúda určitú priemernú hodnotu v nejakej populácii ako celku?" ([23], 285) Pri hľadaní odpovede formulujeme pre túto populáciu tzv. rovnicu regresie, ktorá vyjadruje kauzálny vzťah medzi závisle premennou Y a množinou nezávisle premenných X_1, \dots, X_k tak, že pre T pozorovaní hodnôt závisle premenných dostávame nasledujúcu množinu T lineárnych rovníc ($i=1, 2, \dots, T$)

$$Y = B_0 + B_1X_{1i} + B_2X_{2i} + \dots + B_kX_{ki} + U_i, \quad (9)$$

kde U_i označuje koeficient odchýlky a B_0, \dots, B_k sú súčinitele regresie, ktoré sú kvantitatívnym vyjadrením váhy alebo relatívnej dôležitosti, s akou ten ktorý faktor kauzálny prispieva k vzniku účinku vyjadreného závisle premennou. Keďže (9) vyjadruje

poznanie kauzálnych väzieb v konkrétnej populácii, formulovanie tejto rovnice sa opiera aj o mimoštatistické informácie o kauzálnych procesoch v tejto populácii. Konkrétne ide o poznatky, ktoré nám ukážu, aké charakteristiky treba považovať za príčiny, a ktoré teda musíme zohľadniť pri formulácii (9) - a ktoré nemusíme zohľadniť, a preto ich ani nemusíme začleniť do formulácie rovnice regresie. Podľa Woodwarda práve poznanie kauzálnych kapacít nám umožňuje uskutočniť takúto voľbu. Je to "druh úvahy, ktorý nám pomáha zdôvodniť tvrdenie, že určitá premenná X by sa mala zaradiť do rovnice regresie so závisle premennou Y " tým, že sa tvrdí, že " X má kapacitu produkovať Y " ([25], 297). Kľúčový význam takýchto neštatistických informácií o kapacitách na formulovanie rovníc regresie ilustruje Woodward príkladom zostavenia rovnice regresie, ktorá vyjadruje vzťah smrteľných dopravných nehôd v jednotlivých štátoch USA k rôznym príčinám [11]. Na základe dostupných štatistických informácií možno zostaviť rovnicu, ktorá vyjadruje väzbu medzi touto premennou a nasledujúcimi štyrmi faktormi: X_1 - existencia kontroly technického stavu vozidiel; X_2 - hustota obyvateľstva; X_3 - či bol príslušný štát jedným zo zakladajúcich štátov USA; X_4 - či jeho názov má menej ako sedem písmen. Pre každú z týchto premenných je daný nenulový súčiniteľ regresie. Štáty s vysokým počtom smrteľných nehôd na cestách spravidla nemajú kontrolu technického stavu vozidiel, majú nízku hustotu obyvateľstva, sú jedny zo zakladajúcich štátov USA a majú v názve sedem a viac písmen. Na základe už známych poznatkov však istotne vylúčime premenné X_3 a X_4 z pomedzi kandidátov na príčiny, ktoré by mohli ovplyvniť nehodovosť na cestách jednotlivých štátov USA. Faktory označené ako X_1 a X_2 jednoducho nemajú kapacitu ovplyvniť nejakú nehodovosť na cestách.

Na tomto mieste sa zároveň ukazuje aj rozdiel medzi tvrdeniami o kapacitách a tvrdeniami o kauzálnych rolách. Pri zostavení rovnice regresie "zvyčajne nie je (len) naším záujmom sformulovať tvrdenie o kauzálny kapacite, ale skôr sformulovať tvrdenie o ... *kauzálny role* rôznych faktorov v určitej partikulárnej populácii. Takéto tvrdenia o kauzálny role sú tvrdeniami o *relatívnej dôležitosti* rôznych faktorov v tejto populácii pri spôsobovaní skúmaného účinku" ([24], 31). Tým je zároveň podľa Woodwarda určený rozdiel medzi tvrdeniami o kapacitách a tvrdeniami o kauzálny rolách, i keď tie druhé vždy vychádzajú z tých prvých. Zatiaľ čo tvrdenia o kapacitách sú nezávislé (ich pravdivosť je nezávislá) od stavu vecí v jednotlivých populáciách, tvrdenia o konkrétnom pôsobení kauzálny kapacít v jednotlivých populáciách sú platné - a tu predovšetkým konkrétne hodnoty súčiniteľov regresie - len pre konkrétne populácie.

Na rovnice regresie sa pritom kladie požiadavka, aby boli *štruktúralne* alebo *autonómne*, pod čím rozumieme, že "vzťahy vyjadrené rovnicou - jej funkcionálna forma, jej koeficienty atď. - zostanú nezmenené pre určitú relevantnú množinu zmien, minimálne vrátane zmien v hodnotách nezávisle premenných ... a zmien v hodnote koeficientu odchýlky" ([24], 12). Woodward preto požaduje, aby jednotlivé rovnice boli - v rámci populácie, pre ktorú sa formulovali - invariantné vzhľadom na zmeny počiatočných podmienok, ako aj podmienok v pozadí (background conditions) ([24], 16-24). Tým sa znova ukazuje, že formulácia rovníc regresie tak, aby boli autonómne či štruktúralne, si vyžaduje určitý súbor informácií o kauzálny kapacitách a o ich pôsobení v jednotlivých populáciách, pričom nejde o informácie zo štatistickej oblasti týkajúce sa tej-ktorej populácie. Na jednej strane rovnice regresie, a predovšetkým ich súčinitele,

formulujeme na základe existujúceho stavu vecí v jednotlivých populáciách, vyjadreného v príslušných štatistických údajoch. Na strane druhej ale požadujeme, aby tieto rovnice boli autonómne, t.j. aby platili aj po zmene niektorých podmienok v populácii. Môže preto nastať situácia, že nejaký systém rovníc je empiricky adekvátny, t.j. korešponduje so všetkými informáciami, ktoré sme doteraz získali o stave vecí v danej populácii. Táto adekvátnosť ale nezaručuje autonómnosť týchto rovníc - už len preto, že ich adekvátnosť môže byť výsledkom náhodnej zhody okolností, toho, že sme v danej populácii nenarazili na takých jej "obyvateľov", alebo že sa podmienky v danej populácii nezmenili natoľko, aby sme odhalili neautonómnosť rovníc regresie pre túto populáciu. Do hry tu podľa Woodwarda znova vstupujú informácie o kauzálnych kapacitách, ako aj informácie o ich pôsobení v jednotlivých populáciách, ktoré majú ukázať závislosť pôsobenia kauzálnych kapacít od podmienok, ktoré pôsobia v jednotlivých populáciách.

4. Komentáre a pripomienky. Pokúsme sa teraz o zhrnutie názorov J. Woodwarda. Podľa nášho názoru predstavuje jeho prvá štúdia [12] zaujímavú kritiku Hempela, ako aj odklon od jeho prístupu k vedeckej explanácii. Kritika Hempelovho D-N modelu z pohľadu požiadavky funkcionálnej závislosti, ako sme ju uviedli v prvej časti štúdie, reprodukuje vlastne jednu základnú negatívnu charakteristiku D-N modelu, totiž jeho neschopnosť rekonštruovať vysvetlenie vedeckého zákona z iného vedeckého zákona.² Kritika D-N modelu však u Woodwarda nevyúsťuje do formulácie modelu vysvetlenia, ktorý by bol rozvinutejší ako D-N model, keďže sa opiera o - podľa nášho názoru - *chudobnú typológiu* podmienok, ktoré môžu vystupovať vo vedeckej explanácii. V štúdiu [12] uvažuje pri variácii podmienok zákona *len o variácii jeho počiatočných a hraničných podmienok*³ ([12], 46). To potom u neho nadväzne vedie k stotožneniu odlišných typov vedeckého vysvetlenia. V príklade explanácie založenej na generalizáciách typu Newtonových dynamických zákonov a zákona gravitácie vyhlasuje, že "za predpokladu, že hmotnosť a polomer Zeme by mali odlišné hodnoty, odvodili by sme odlišnú hodnotu pre zrýchlenie padajúceho telesa. Tieto generalizácie by sme mohli použiť aj na odvodenie výrazu pre zrýchlenie telesa padajúceho zo vzdialenosti, ktorá už nie je v porovnaní s polomerom Zeme zanedbateľná. Tieto generalizácie sú v skutočnosti také, že by sme ich mohli použiť dokonca aj na odvodenie oveľa odlišnejších explanánd. Mohli by sme ich použiť napr. v spojení s inými informáciami na odvodenie Keplerových zákonov a veľkého počtu iných odvodených zákonov newtonovskej mechaniky" ([12], 47).

Ako vidno, Woodward *zmiešava tri veľmi odlišné typy vedeckej explanácie*. V prvom type za premenné vo formulácii zákona dosadzujeme konkrétne číselné hodnoty, prípadne uvažujeme o tom, aké zmeny by nastali, ak by sa zmenili tieto hodnoty.

² Pozri o tom Hempelovu poznámku č. 33 v [8].

³ V [24] už síce rozlišuje *počiatočné podmienky* od *podmienok v pozadí*, to však u neho nevedie k rozlíšeniu dvoch typov explanácie: jedného založeného na zohľadnení počiatočných podmienok a druhého založeného na zohľadnení podmienok v pozadí (toto rozlíšenie uskutočnil V. Černík v [3] a L. Nowak v [10]).

V danom prípade myšlienково operujeme so *singulárnymi* (počiatočnými a hraničnými) podmienkami.

Ak ale uvažujeme o tom, či napr. niektoré charakteristiky skúmaných objektov určitého typu sú alebo nie sú zanedbateľné alebo porovnateľné či neporovnateľné s inými ich charakteristikami, neoperujeme už myšlienково so *singulárnymi* podmienkami, týkajúcimi sa určitého individua označeného vlastným menom alebo individuovou deskripciou, ale s *modifikačnými* podmienkami - považujeme ich za zanedbateľné alebo za nezanedbateľné -, ktoré sa týkajú celej triedy individuí určitého typu, pričom tieto druhé podmienky sú vo formulácii vedeckého zákona viazané na individuové premenné [10].

Nakoniec tretí typ explanácie, podľa môjho názoru najzložitejší z uvedenej trojice, vychádza zo *znalosti určitej príčiny* (napr. pôsobiacej sily prostredníctvom vzťahu $F=ma$) a *odvodzujú sa v nej účinky* (napr. dráhový účinok sily, časový účinok sily, otáčavý účinok atď.) [5].

Neúplná typológia podmienok sa podľa nášho názoru negatívne prejavila aj na Woodwardovom prístupe k samotným kauzálnym kapacitám. Považuje ich len za čosi, čo je pri znene podmienok - či už *singulárných*, alebo tzv. podmienok v pozadí - stabilné, pričom tieto druhé sa menia od populácie k populácii. Tým sa ale samotné kauzálne kapacity vymykajú podrobnejšiemu filozoficko-metodologickému skúmaniu a jeho tvrdenia o týchto kapacitách zostávajú u neho na príliš všeobecnej (a bezosazanej) rovine. Tak napr. hovorí, že "[m]nohé kapacity opísané známymi fyzikálnymi teóriami - napr. kapacity elektromagnetických polí opísaných Maxwellovými rovnicami - sú deterministické kapacity" ([23], 302), a ďalej, že "gravitačný zákon považujeme ... za určitý druh abstraktného opisu alebo reprezentácie kapacity partikulárnych hmotností, napr. Slnka, pôsobiť gravitačnou silou na iné objekty" ([22], 196). Pritom však nikdy bližšie neskúma samotné tieto vedecké zákony, ktoré majú vyjadrovať poznanie konkrétnych prírodných kapacít.⁴

Nakoniec možno vysloviť nasledujúce dve kritické pripomienky k Woodwardovmu chápaniu použitia rovníc regresie.

Po prvé, Woodward neodlišuje prípad myšlienkového prenikania ku kauzálnnej kapacite, ktorú ešte nepoznáme, od prípadu, keď myšlienково postupujeme od už spoznanej kapacity k jej pôsobeniu v určitej konkrétnej populácii. Woodward uvažuje nasledujúci prípad ([24], 46-47): majme rôzne objekty v populácii P_1 (pierko, kus papiera, kovovú guľu), ktoré padajú cez zemskú atmosféru. Keďže tieto objekty sú vystavené rôznym silám v dôsledku rôzneho odporu vzduchu, budú potrebovať na to, aby dosiahli povrch Zeme, rôzny čas, aj keď sú všetky vystavené rovnakej gravitačnej sile. Podľa Woodwarda môžeme zostaviť rovnicu regresie, a to tak, že čas pádu bude závislá premenná, regresovaná vzhľadom na rôznych kandidátov na explanačné premenné (hustota, plocha atď.), vrátane istej miery pre gravitačnú silu, ktorú označuje ako G . Keďže G je v P_1 pri páde pierka, kusa papiera i kovovej gule z populácie P_1 vždy konštantná, súčiniteľ regresie pre G sa rovná nule. Ostatné premenné budú v tejto rovnici vystupovať ako meniace sa pre jednotlivých "obyvateľov" tejto populácie, preto budú

⁴ Platí to všeobecne pre prístup západných filozofov vedy ku kauzálnym kapacitám, napr. aj pre N. Cartwrightovú (pozri bližšie [4]).

mať aj nenulové súčinitele. Podľa Woodwarda "v skutočnosti nevysvetľujeme absolútny čas pádu rôznych objektov, ale *rozdiel* časov pádu medzi odlišnými objektmi ... Rovnica regresie identifikuje také faktory ako povrch, ktoré sa menia pre odlišné objekty v P_1 ; táto rovnica hovorí, že ich variácie čiastočne vysvetľujú rozdiely v časoch pádu pre odlišné objekty v P_1 " ([24], 46).

Woodward potom uvažuje populáciu P_2 , pozostávajúcu z tých istých objektov, napr. konkrétneho pierka F^* , ako P_1 , pričom však tieto objekty padajú v poli s gravitačnou silou, ktorej veľkosť je odlišná od veľkosti gravitačnej sily na tom mieste, kde padajú objekty z P_1 , a tvrdí: "[a]k odhadneme tú istú rovnicu regresie na populácii P_2 , koeficient pre G bude nenulový a gravitácia bude vystupovať ako dôležitá príčina variácie času pádu v P_2 ... Môžeme si predstaviť tento posun v populácii od P_1 k P_2 ako posun v kontrastnom fokuse. Nebudeme sa pýtať, prečo je čas pádu F iný ako čas pádu iných objektov v P_1 , ktoré sú vystavené tej istej gravitačnej sile - odhadujeme rovnicu regresie v P_2 , takže si kladieme odlišnú otázku: Prečo je čas pádu F odlišný od času pádu iných objektov v P_2 , ktoré sú vystavené meniacim sa gravitačným poliam?" ([24], 47).

Začnime s Woodwardovou úvahou pre populáciu P_1 . Platí tu, že keďže poznáme G , t.j. poznáme už príčinu pádu akéhokoľvek pádu na zemi - gravitačnú silu -, môžeme vysvetliť aj *rozdiely* v časoch pádu rôznych objektov z P_1 v tomto poli. Samotné formulovanie rovnice regresie so súčiniteľom pre G rovným nule, ako ju uvádza Woodward, je podľa môjho názoru úplne scesťné a nezodpovedá praxi reálnej vedy. Ak by totiž v takejto rovnici príspevok od G , t.j. od gravitačnej sily, bol rovný nule, potom by žiadne teleso z populácie P_1 *vôbec nepadalo*, a teda by sme ani nemohli vysvetľovať *rozdiely* v časoch voľného pádu medzi jednotlivými telesami z tejto populácie. Jediným zmyslom postupu v rámci nejakej fyzikálnej teórie od už známej (spoznanej) gravitačnej sily a od nenulového príspevku gravitačnej sily G k populácii P_1 je zistiť, ako dodatočné príčiny (odpor vzduchu atď.) okrem tejto gravitačnej sily ako hlavnej príčiny pôsobia na objekty v tejto populácii, konkrétne na čas ich pádu na povrch Zeme. Pritom podľa môjho názoru filozofia a metodológia vedy by mali skúmať, ako sa uskutočňuje takýto postup vo fyzikálnej teórii.⁵

Skúmame teraz Woodwardovu úvahu o posune kontrastného fokusu pri prechode od P_1 k P_2 . Woodward tu má na mysli, že ak F z P_1 má svoj presný náprotivok F^* z P_2 (majú napr. ten istý tvar, zloženie atď.), potom na základe porovnania času ich pádu by sme mali podľa jeho názoru rovnicu regresie opraviť tak, že súčiniteľ regresie pre G by tu bol už nenulový a samotná rovnica by mala vysvetliť, prečo čas pádu F na Zem je odlišný od času pádu F^* . Voči tejto úvahe môžeme sformulovať nasledujúcu námietku. Celý zmysel komparácie doby pádu F a F^* má byť vysvetlenie, prečo padajú odlišne, ak sú, ako hovorí Woodward, "vystavené meniacim sa gravitačným poliam" ([24], 47). Potom je ale celá komparácia zbytočná, lebo už vopred, pred samotnou komparáciou, vieme, že F a F^* sú vystavené rôznym gravitačným silám. Podľa nášho názoru zo špeciálno-vedného, ako aj z filozoficko-metodologického hľadiska má celá komparácia F a F^* dvojaký možný význam: po prvé, *navádza* nás pri hľadaní príčiny rozdielov

⁵ Takýto postup je uplatnením metódy stupňovitej konkretizácie; jeho uplatnenie v prípade zákona voľného pádu pozri v [3].

v čase ich pádu, t.j. vtedy, keď ešte túto príčinu nepoznáme. Aby táto naša úvaha bola pochopiteľnejšia, uvažujme nasledujúci príklad. Máme kovovú guľu, ktorú necháme voľne padať v bezvzdušnom zariadení, napr. na Mont Evereste, a potom toto zariadenie premiestnime do najhlbšej bane na Zemi, kde pokus zopakujeme. Keďže podmienky v pozadí sa nezmenili (ten istý tvar padajúceho telesa, ten istý odpor vzduchu - totiž nulový), musíme nájsť príčinu rozdielu, pričom tu vôbec nemožno zostaviť rovnicu regresie. Všetky súčinitele príčin, napr. odpor vzduchu, tvar, atď., sú nulové, keďže tieto príčiny sa pri prechode z Mont Everestu do bane nezmenili; a keďže ešte nepoznáme (neobjavili sme) ešte gravitáciu, nemáme ani G , teda mu nemôžeme ani priradiť žiadny súčiniteľ.

Druhý význam komparácie F a F^* sa dá pochopiť, ak sa vrátíme k Woodwardovej úvaha o autonómnosti (štrukturalnosti) rovníc regresie. Podľa neho fakt, že rovnice regresie vyhovujú určitým empirickým údajom, ešte nezabezpečuje štrukturalnosť (autonómnosť) týchto rovníc. Aby sme ju dosiahli, musíme podľa Woodwarda zohľadniť aj mimoštatistické (neempirické) informácie o kapacitách. Aj keď je pravda, že tieto informácie pri formulácii rovníc regresie skutočne potrebujeme, podľa nášho názoru žiadne takéto informácie o kapacitách nemôžu raz a navždy zabezpečiť štrukturalnosť rovníc vzhľadom na budúce informácie o populácii, pre ktorú sme rovnice regresie pôvodne sformulovali na základe už daných (minulých) informácií. Na ilustráciu nášho stanoviska vychádzajme z nasledujúceho prípadu vývinu Ohmovho zákona.⁶ Tento zákon mal pôvodne podobu

$$(x)(Vx \rightarrow Ex = RxIx), \quad (10)$$

kde V označuje vodič, E napätie, R odpor a I elektrický prúd. Aktuálne merania síce najprv potvrdzovali správnosť rovnice $E=RI$, objavili sa ale objekty, pre ktoré táto rovnica neplatila. Zistilo, že rovnica je správna len vtedy, ak pre kapacitu C vodiča platí, že $1/C=0$. Ako výsledok tohto objavu sa (10) mení na

$$(x)(Vx \ \& \ 1/Cx=0 \rightarrow Ex = RxIx). \quad (11)$$

Konkretizáciou (11), t.j. zrušením idealizácie, podľa ktorej $1/C=0$, by sa získala rovnica korešpondujúca s tými výsledkami merania, ktoré boli v spore s rovnicou $E=RI$. Znova sa ale našli objekty, u ktorých už nebola daná zhoda medzi reálne nameranými hodnotami a hodnotami predikovanými na základe rovnice zo zákona získaného konkretizáciou zákona (11). Ukázalo sa, že zlyhanie rovnice z konkretizovaného zákona má svoj pôvod v (11). Rovnica $E=RI$ platí vtedy, ak platí nielen $1/C=0$, ale ak je splnená aj ďalšia podmienka: ak elektromotorická sila e je rovná nule. Z (11) tak dostaneme

$$(x)(Vx \ \& \ 1/Cx=0 \ \& \ ex=0 \rightarrow Ex = RxIx). \quad (12)$$

Postupnou konkretizáciou (12) by sme potom získali rovnicu, ktorá by bola v súlade s nameranými výsledkami, na ktorých pôvodne zlyhala rovnica získaná konkretizáciou (11). Táto zhoda sa však znova ukázala ako dočasná. Našli sa totiž objekty, ktorým nevyhovovala ani rovnica získaná konkretizáciou (12). Zistilo sa, že v tejto rovnici treba

⁶ Pozri [9].

ešte zohľadniť samoindukciu L ; rovnica $E=RI$ platí len vtedy, ak aj táto samoindukcia sa rovná nule. Z (12) tak dostaneme

$$(x)(\forall x \ \& \ 1/Cx=0 \ \& \ ex=0 \ \& \ Lx=0 \ \rightarrow \ Ex=RxIx). \quad (13)$$

Z tohto príkladu môžeme urobiť nasledujúci záver. Na základe určitého množstva štatistických informácií (spojených s určitými informáciami o kauzálnych kapacitách) *nikdy* nemožno *raz a navždy* vymedziť populáciu, pre ktorú platí určitá rovnica. V prípade Ohmovho zákona sme začali s populáciou V , pre ktorú sa pôvodne formulovala rovnica $E=RI$, a nakoniec sa po začlenení nových informácií o zlyhaní rovníc v (10) až (12) (spolu s objavením účinkov faktorov označených ako C , e a L) ukázalo, že rovnica $E=RI$ platí pre populáciu $V \ \& \ 1/C=0 \ \& \ e=0 \ \& \ L=0$. Autonómnosť rovnice $E=RI$ teda nemožno zabezpečiť *raz a navždy* prostredníctvom určitej, už danej sumy empirických a teoretických poznatkov. Tým sa ukazuje aj druhý možný zmysel komparácie času pádu objektu F s časom pádu objektu F^* . Predpokladajme, že poznáme tvar zákona voľného pádu pre teleso F , t.j. že jeho rovnica je explanačným základom pre predikcie, ktoré sa zhodujú s reálne nameranými hodnotami času pádu telesa F . V našej ďalšej experimentálnej praxi nájdeme objekt F^* , ktorý zdanlivo - vzhľadom na už sformulovaný zákon voľného pádu - má rovnaké charakteristiky ako F , ale čas jeho pádu je odlišný od času pádu telesa F . Úlohou ďalšieho postupu je nájsť dodatočné (skryté) predpoklady, ktoré sme pri formulácii zákona voľného pádu pre teleso F ešte nepoznali, a potom ich zohľadniť a upraviť tento zákon tak, aby platil aj pre teleso F^* , t.j. aby sa stal základom pre predikcie, ktoré by sa zhodovali s hodnotami aktuálne nameranými pre pád telesa F^* . Skryté predpoklady sa môžu týkať napríklad samotného gravitačného zákona, ktorý je základom, z ktorého sa odvodzuje zákon voľného pádu pre telesá z populácie P_1 . Pri formulácii zákona voľného pádu pre F sme mohli napríklad vychádzať z gravitačného zákona o podobe $F=kmM/R^2$ a až prechodom k padajúcim telesám z populácie P_2 sme zistili, že predikcie času ich pádu sa nezhodujú s aktuálne nameranými hodnotami, keďže padajú z výšky h , ktorá už v porovnaní s polomerom Zeme nie je zanedbateľná, a preto ju musíme zohľadniť v gravitačnom zákone. Platí preto už $F=kmM/(R+h)^2$ a pôvodná formulácia gravitačného zákona, úspešná v prípade padajúcich telies z populácie P_1 , platí len za (dovtedy ešte neznámej) idealizácie $R \gg h$.

LITERATÚRA

- [1] ALVAREZ, C. - ALVAREZ, R. - ASARO, F. - MICHAEL, M.: Extraterrestrial Cause for the Cretaceous-Tertiary Extinction. In: Science 1980, Vol. 208, s. 1095-1108.
- [2] ALVAREZ, R. - ASARO, F.: An Extraterrestrial Impact. In: Scientific American 1990, Vol. 263, s. 78-84.
- [3] ČERNÍK, V.: Pojem zákona v marxistickej metodológii vied. Bratislava, Pravda 1977.
- [4] HANZEL, I.: Nancy Cartwrightová o vedeckých zákonoch a vedeckom vysvetlení. In: Filozofia 1999, roč. 54, č. 10, s. 717-730.
- [5] HANZEL, I.: The Concept of Scientific Law in the Philosophy of Science and Epistemology. Dordrecht, Kluwer 1999.
- [6] HEMPEL, C. G.: Aspects of Scientific Explanation. In: ([7], 331-496).
- [7] HEMPEL, C. G.: Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of

- Science. New York, The Free Press 1965.
- [8] HEMPEL, C. G. - OPPENHEIM, P.: Studies in the Logic of Explanation. In: Philosophy of Science 1948, Vol. 15, s. 135-175. Reprint in: ([7], 245-290).
- [9] NOWAK, I.: Koncepcija dialektycznej korespondencji. In: Kmita, J. (ed.): Metodologiczne implikacje epistemologii marksistowskiej. Warszawa, PWN 1974, s. 252-256.
- [10] NOWAK, L.: The Structure of Idealisation. Dordrecht, Reidel 1980.
- [11] TUFTS, E.: Data Analysis for Politics and Policy. Englewood Cliffs, Prentice Hall 1974.
- [12] WOODWARD, J.: Scientific Explanation. In: The British Journal for the Philosophy of Science 1978, Vol. 30, s. 41-67.
- [13] WOODWARD, J.: Developmental Explanation. In: Synthese 1980, Vol. 44, s. 443-466.
- [14] WOODWARD, J.: A Theory of Singular Causal Explanation. In: Erkenntnis 1984, Vol. 21, s. 231-262. Reprint in: Ruben, D.-H. (ed.): Explanation. Oxford, Oxford University Press 1993, s. 246-274.
- [15] WOODWARD, J.: Explanatory Asymmetries: In: Philosophy of Science 1984, Vol. 51, s. 421-442.
- [16] WOODWARD, J.: Explanation in Social Theory. In: Ethics 1986, Vol. 97, s. 187-195.
- [17] WOODWARD, J.: Are Singular Causal Explanations Implicit Covering-Law Explanations? In: Canadian Journal of Philosophy 1986, Vol. 16, s. 253-279.
- [18] WOODWARD, J.: The Causal Mechanical Model of Explanation. In: Kitcher, P. - Salmon, W. (eds.): Minnesota Studies in the Philosophy of Science Vol. XIII. Minneapolis, University of Minnesota Press 1989, s. 357-383.
- [19] WOODWARD, J.: Data and Phenomena. In: Synthese 1989, Vol. 79, s. 393-472.
- [20] WOODWARD, J.: Understanding Regression. In: PSA 1988, Vol. 1. Philosophy of Science Association, East Lansing, s. 255-269.
- [21] WOODWARD, J.: Supervenience and Singular Causal Claims. In: Knowles, D. (ed.): Explanation and its Limits. Cambridge, Cambridge University Press 1990, s. 211-246.
- [22] WOODWARD, J.: Realism about Laws. In: Erkenntnis 1992, Vol. 36, s. 181-218.
- [23] WOODWARD, J.: Capacities and Invariance. In: Earman, J. (ed.): Philosophical Problems of the Internal and External World. Pittsburgh, University of Pittsburgh Press 1993, s. 283-328.
- [24] WOODWARD, J.: Causation and Explanation in Econometrics. In: Little, D. (ed.): The Reliability of Economic Models. Dordrecht, Kluwer 1995, s. 9-61.
- [25] WOODWARD, J.: Causal Models, Probabilities, and Invariance. In: McKim, V. - Turner, S. (eds.): Causality in Crisis? Notre Dame, University of Notre Dame Press 1997, s. 265-316.
- [26] WOODWARD, J.: Explanation, Invariance, and Intervention. In: Philosophy of Science 1997, Vol. 54, Supplement, s. 26-41.
- [27] WOODWARD, J.: Causal Independence and Faithfulness. In: Multivariate Behavioural Research 1998, Vol. 33, s. 129-148.
- [28] WOODWARD, J.: Causality and Explanation. In: Mathematical Social Science 1998, Vol. 35, s. 76-77.
- [29] WOODWARD, J. - BOGEN, J.: Saving the Phenomena. The Philosophical Review 1988, Vol. XCVII, s. 303-352.

PhDr. Igor Hanzel, CSc.
Katedra logiky a metodológie vied FiF UK
Šafárikovo nám. 6
818 01 Bratislava
SR