

LOGICKÁ ANALÝZA EMPIRICKÝCH TEÓRIÍ

JÁN ŠEFRÁNEK, Matematicko-fyzikálna fakulta UK, Bratislava

ŠEFRÁNEK, J.: Logical Analysis of Empirical Theories.
Filozofia 45, 1990, No. 6, p.

The paper is aiming to give an overview of a logical reconstruction of empirical theories. A formalized language is considered as the language of empirical theories. Problems of an interpretation of the language are studied. The interpretation enables to speak about an empirical sense of the formalized theory. The topic of analytical sentences is presented in this context. The second part of the paper is devoted to the testability problem. The structure of empirical theories with respect to some concepts of testability is analyzed. The role of logic and mathematics in empirical theories is sketched. The paper was written in the year 1968 and this is its first publication.

Ako sa možno dočítať v záverečnej poznámke autora, táto štúdia bola napísaná pred 22 rokmi. Neuverejňujeme ju iba ako číry historický dokument, ktorý má vydať jedno skromné svedectvo o pestrosti tematického zamerania našej filozofie v druhej polovici šesťdesiatych rokov. Domnievame sa, že má čo povedať aj súčasnému slovenskému čitateľovi, ktorý určite ocení priezračnosť a informačnú bohatosť Šefránkovho výkladu. Problémy, ktorými sa v nej J. Šefránek zaoberá, a spôsob, akým k nim pristupuje a rieši ich, zapadli za obzor nášho filozofického spoločenstva na celé dve desaťročia, takže v súdobom problémovom kontexte slovenskej filozofie stať pôsobi novo a sviežo, akoby bola napísaná iba nedávno. Odporúčame ju najmä mladším čitateľom so sklonom k analytickému štýlu filozofického uvažovania.

J. Šefránek patril v šesťdesiatych rokoch k najväčším nádejám slovenskej filozofie. Špecializoval sa na problémy metodológie vied, logiky a analytickej filozofie. Študoval filozofiu a históriu na FFUK, ktorú absolvoval v r. 1964. Po ukončení vojenskej prezenčnej služby v r. 1965 začal pracovať na Katedre filozofie Prírodovedeckej fakulty UK, kde pôsobil do r. 1970.

Mal iba 28 rokov, keď sa musel vzdať svojho povolania a záujmu o filozofiu, lebo pri neslávne známom preosievaní kádrov na jar r. 1970 sa s ním rozišla nielen strana, ale hneď nato aj zamestnávateľ a do znormalizovaných radov sa formujúca slovenská filozofická obec. V nasledujúcich krušných rokoch konsolidácie J. Šefránek popri podradnom, jeho schopnostiam vonkoncom neprimeranom zamestnaní vyštudoval matematiku a začal nanovo, tentoraz v odbore informatika. Pracuje v Laboratóriu informatiky Matematicko-fyzikálnej fakulty UK ako vedecko-technický pracovník v oblasti znalostných a databázových systémov.

Za necelých päť rokov svojej pôsobnosti na úseku filozofie podal

pozoruhodný teoretický a publikačný výkon. Nie je to jeho chyba, že oficiálna slovenská filozofia tento výkon dvadsať rokov nevšímavo obchádzala. Okrem niekoľkých cenných štúdií z metodológie vied, sémantiky a analytickej filozofie napísal aj rozsahom nevelkú, ale hutnú monografiu *Logika, jazyk a poznanie* (Bratislava 1969, 162 s.) a skriptá *Úvod do logiky a metodológie vedy* (Bratislava 1970, 81 s.). Hoci časový odstup od doby vzniku týchto prác je značný, svojimi kvalitami sa neodškriepiteľne radia k odkazu, ku ktorému sa oddá vrátiť. Čitateľa môžeme ubezpečiť, že ich nepoškvrnenosť otrepanou filozofickou frazeológiou a štyridsať rokov vládnuťou ideológiou je priam dokonalá.

Pavel Cmorej

0. Úvod

Cieľom tejto práce je základná informácia o niektorých elementárnych výskumoch v logickej teórii vedy. V práci sa empirické teórie reprezentujú pomocou formalizovaných systémov. Uvádzajú sa motívy pre takýto prístup. Zdôrazňujú sa jeho hranice.

Jadro práce má dve časti. V prvej, nazvanej *Jazyk empirických teórií*, sa pozornosť venuje interpretácii formalizovaného jazyka reprezentujúceho empirickú teóriu, vzťahu teoretických pojmov ku skúsenosti a analytickým vetám. V tejto časti sú jediné dva pôvodné prístupy: ponímanie bezprostrednej interpretácie (dôkladnejšie pozri [29]) a definícia analytickej vety. V mne známej literatúre som sa s podobnými riešeniami nestretol. V druhej časti, *Overovanie a štruktúra empirických teórií*, sa dotýkam problému overiteľných a neoveriteľných výrokov, rozlíšim niektoré empirické a teoretické aspekty vedy a na záver poukážem na podiel logiky a matematiky pri budovaní empirických teórií.

Táto práca má mať elementárny charakter a má poskytovať základnú informáciu o danom probléme, predpokladám preto minimum znalostí z logiky. Pokúsim sa aspoň o intuitívne vysvetlenie mnohých z logických pojmov, ktoré budem v práci potrebovať. Presnejšia konštrukcia potrebnej pojmovej aparatury by však značne prerástla rozmery tejto práce.

0.1 Hranice logiky

Najprv chcem naznačiť ohraničenia nástroja, ktorý sa v logickej teórii vedy používa. Cieľom tejto reflexie je vyhnúť sa zbytočným nedorozumeniam pri hodnotení výsledkov logickej analýzy empirických teórií. Logická teória vedy si nerobí nárok na všestranné, komplexné a zo všetkých hľadísk vyčerpávajúce pochopenie vedy. Logika má oveľa skromnejšie ambície. Zaujíma ju analýza jazyka vedy, aj to nie reálneho, ale umelého. Logika si vytvára akúsi ideálnu vedu. Konštruuje umelý jazyk, v ktorom sa môžu formulovať tvrdenia vedy, a kladie určité podmienky, ktoré tieto tvrdenia musia spĺňať. To však neznamená, že ide o ľubovoľnú idealizáciu. Logické konštrukcie sú motivované snahou po-

chopiť určité aspekty reálnej vedy a ich cieľom je podať presné riešenia za cenu istých (niekedy aj značných a podstatných) zjednodušení. Logika nemôže dôkladne skúmať *reálny* vedecký jazyk aj preto, že sú v ňom javy logickými prostriedkami nepostihnuteľné a že samotný fenomén vedeckého jazyka neposkytuje kritériá, ktoré by odlišovali dobré usudzovanie od zlého, dobré tvorenie pojmov od zlého.

Hranice logickej teórie vedy si neuvedomujú mnohí jej kritici, ktorí podľa sovietskeho logika Zinovjeva používajú jeden z najefektívnejších spôsobov, ako skompromitovať nový smer vo vede: zveličujú jeho možnosti, stavajú mu nesplniteľné ciele a — keďže ich nedosahuje — popierajú, že by bol v stave priniesť vôbec nejaké výsledky.¹

0.2 Cieľ logickej analýzy

Logická analýza vedy umožňuje lepšie pochopiť podstatu vedeckých pojmov a lepšie porozumieť závislostiam vedeckých tvrdení (11, s. 14). Možno, že simplifikujúci obraz vedy, ktorý podáva logika, je odradzujúci. Vo filozofii vedy zrejme existujú atraktívnejšie problémy a analýza reálnych vedeckých teórií je iste pre väčšinu ľudí s filozofickým i vedeckým vzdelaním zaujímavejšia. Avšak jazyk, ktorý sa používa vo filozofii vedy, je ovplyvnený jazykom modernej logiky a filozofia vedy je nútená rešpektovať výsledky logiky. Logika totiž poskytuje jemné prostriedky na analýzu vedeckých jazykov a umožňuje dosahovať prekvapujúce výsledky, ktoré by sa zrejme nikdy nedosiahli prostriedkami intuitívnej gnozeologickej a metodologickej analýzy vedeckých teórií. Ako príklad možno uviesť Ajdukiewiczov výsledok z práce (3), ktorý je v spore s tradičnými predstavami. Ajdukiewicz ukazuje, že dve intuície späté s pojmom analyticky pravdivej vety (platnosť vety na základe definície a logiky vs. jej platnosť nezávisle od skúsenosti) sú v niektorých prípadoch nezlučiteľné.

Dôležité je zdôrazniť, že existuje možnosť postupného zmierňovania simplifikácií pri logickej analýze vedy, ktorú napokon dejiny logickej teórie vedy za posledné polstoročie preukázateľne realizujú², a je zjavné, že zjemňovanie logických a metodologických analýz má svoje perspektívy.

0.3 Logika a empirické teórie

Najprv vysvetlím voľne pojem empirickej teórie: je to systém výrokov, o pravdivosti ktorých možno rozhodnúť na základe skúsenosti.

¹ K rozboru hraníc logiky pozri napríklad (33) alebo (15).

² A. Riška v prednáške o rôznych pojmoch logického vyplývania na seminári v Harmónii v r. 1968 výstižne poznamenal, že možno rozlíšiť dvojaké snaženia v dejinách logiky: snahu pomocou formálnych konštrukcií odstrániť nejasnosti intuícií a snahu približovať konštrukcie k intuíciám.

Už som naznačil, že sa často vyskytujú námietky proti prostriedkom, pomocou ktorých súčasná logika analyzuje jazyk empirických teórií. Ukážem preto, aké sú to prostriedky, a uvediem dôvody, ktoré rozhodujú o užívaní týchto prostriedkov pri analýze empirických teórií.

Logika — pri istom poňatí teórie vedy, s ktorým sa zoznámime — skúma len veľmi rozvinuté empirické teórie. Možno utvoriť nasledujúcu hierarchiu empirických teórií: na konci tejto hierarchie sú deskriptívne teórie, ich cieľom je popísať to, čo je pozorovateľné; o stupeň vyššie sú klasifikujúce teórie, ich cieľom je roztriediť to, čo je popísané; o ďalší stupeň vyššie sú teórie obsahujúce empiricky overiteľné generalizácie, t. j. výroky vypovedajúce čosi o celých triedach predmetov. Tieto výroky možno vyvrátiť *priamym* pozorovaním.³ Podľa Braithwaita „veda, ktorá prešla etapami klasifikácie a empiricky overiteľných generalizácií, sa pokúša tieto generalizácie vysvetliť tým, že ukazuje, že sú logickými dôsledkami obecných hypotéz“ (4, s. 289).

Empirické teórie, ktoré sú na špičke našej hierarchie, sú deduktívne teórie. Logika v tu prijatom poňatí skúma empirické teórie práve tejto kategórie, teda teórie chápané ako deduktívne systémy, odvodzujúce z počiatočných obecných hypotéz empiricky overiteľné generalizácie. Dôležitou úlohou je nájsť vhodný prostriedok, ako postihnúť túto deduktívnu štruktúru empirických teórií. Súčasná logika (pozri napr. 23) tento prostriedok našla. Každú empirickú teóriu poníma ako formalizovaný axiomatický systém. Je potrebné vysvetliť pojmy „systém“, „axiomatický systém“ a „formalizovaný axiomatický systém“.

Množinu výrokov T budeme považovať za systém vtedy a len vtedy, keď všetky logické dôsledky množiny T patria znovu do T . Symbolicky: $T = Cn(T)$. Požiadavka, aby teória T tvorila systém, je adekvátna intuíciám. Je totiž adekvátne považovať za teóriu určitú množinu výrokov so všetkými tými výrokmi, ktoré sú jej logickými dôsledkami.

Množinu T považujeme za axiomatický systém vtedy a len vtedy, keď existuje vlastná podmnožina A (podmnožina axióm) množiny T taká, že platí $T = Cn(A)$, čiže keď logické dôsledky axióm tvoria danú teóriu. Táto množina A musí byť rozhodnuteľná, t. j. o každom výroku sa musí dať rozhodnúť, či patrí do A alebo nie. Teóriu T ponímame ako axiomatický systém preto, lebo neexistuje iný spôsob, ako ju presne určiť. Treba pripomenúť, že množina $T = Cn(T)$ obsahuje nekonečne veľa prvkov, takže ju nemožno určiť výpočtom prvkov.

Existujú dva hlavné typy námietok proti ponímaniu empirických teórií ako axiomatických systémov. Jednak sa empirické teórie považujú za neaxiomatizovateľné, jednak sa tvrdí, že deduktívna štruktúra axiomatických teórií nie je adekvátna povahe empirických vied, ktorej skôr

³ Je pravdepodobné, že nijaký z týchto typov nikdy neexistoval v čistej podobe. To je však v tejto súvislosti nepodstatné. Tu ide o typ empirických teórií, ktorý sa podstatne líši od dosiaľ uvedených typov.

zodpovedá induktívne odôvodnenie. V prvom prípade možno tvrdiť toto: každú empirickú teóriu možno v časovom okamihu t predstaviť ako konečnú množinu K výrokov prijatých zástancami tejto teórie. Všetky výroky tejto konečnej množiny môžeme považovať za axiómy teórie.⁴

Druhá námietka nesprávne stotožňuje vzťah logického vyplývania (resp. odvodzovania) so vzťahom zdôvodňovania. Úlohou axióm nie je zdôvodňovať platnosť ostatných tvrdení teórie. Ajdukiewicz v [2] delí axiomatické systémy z pragmatického hľadiska na asertívno-reduktívne, asertívno-deduktívne a neutrálno-deduktívne. Nás tu zaujímajú len prvé dva typy. Nejaký axiomatický systém je pre osobu X asertívno-deduktívny, keď X uznáva axiómy a na základe toho uznáva aj všetky ich dôsledky. Axiomatický systém je pre osobu X asertívno-reduktívny, keď X uznáva niektoré z dôsledkov axióm a na tomto základe uznáva aj axiómy a všetky ich ostatné dôsledky. (Mohli by sme tento pojem sprísniť tak, že X uznáva niektoré z dôsledkov axióm a nepozná taký dôsledok, ktorý by neuznával.) Axiomatické systémy, reprezentujúce empirické vedy, by sme mohli považovať za asertívno-reduktívne. Niektoré výroky uznávame na základe skúsenosti (zodpovedá to názoru, že metódou ich zdôvodnenia je indukcia). Hľadáme výroky, z ktorých by sme ich mohli odvodiť. Zvolíme tieto výroky za axiómy a uznávame ich preto, že z nich vyplývajú také výroky, ktoré uznávame, a nevyplývajú také, ktoré neuznávame. Prijímame ich však predovšetkým z iných dôvodov; zmienim sa o nich neskôr, v časti o empirických a teoretických aspektoch vedy.

Axiomatizácia nepostačuje (hoci je nutná) na presné určenie teórie. Aby sme určili množinu $Cn\{A\}$, musíme okrem axióm definovať aj operáciu Cn (operáciu logického odvodzovania). Preto empirické teórie reprezentujeme *formalizovanými* axiomatickými systémami. Formalizovaný axiomatický systém je určený vtedy, keď sú určené:

1. abeceda (množina symbolov) nejakého jazyka J ;
2. pravidiel, ktoré stanovujú, aké postupnosti základných symbolov sú zmysluplné (správne utvorené) výrazy; (tieto pravidlá nazývame aj formačnými pravidlami);
3. pravidiel, z ktorých každé priraduje určitej množine (aj jednoprvkovej) zmysluplných výrazov jediný zmysluplný výraz (nazývame ich aj transformačnými pravidlami, umožňujú odvodzovať čisto mechanickou cestou;

⁴ Množinu axióm teórie môžeme však utvoriť aj inými spôsobmi: a) za axiómy budeme považovať výroky akejsi podmnožiny K' množiny K , pričom platí, že všetky výroky z K , ktoré nie sú z K' , logicky vyplývajú z K' ; b) za axiómy budeme považovať množinu výrokov M , tzv. zamlčané predpoklady spolu s podmnožinou K'' množiny K , pričom platí, že všetky výroky množiny K sú logickými dôsledkami súčtu množín M a K'' .

4. axiómy.

Teória, reprezentovaná formalizovaným axiomatickým systémom, je teda charakterizovaná usporiadanou trojicou

$$T = [J, Cn, A],$$

t. j. určitým jazykom (symbolmi a formačnými pravidlami), operáciou Cn (transformačnými pravidlami) a axiómami (z ktorých odvodzujeme tvrdenia teórie pomocou transformačných pravidiel).

Dalo by sa uvažovať aj o tzv. semiformalizovaných teóriách, t. j. o takých teóriách, v ktorých by sa nemuseli všetky formačné a transformačné pravidlá výslovne formulovať, pričom sa predpokladá, že intuícia ich stačí nahradiť. V takomto prípade nemožno hovoriť o odvodzovaní z axióm pomocou transformačných pravidiel, čo je pojem čisto syntaktický. Pri dedukcii zo semiformalizovanej teórie treba dbať o to, či závery logicky vyplývajú z toho, čo sme už prijali. Pojem logického vyplývania je sémantický (pozri článok Tarského v {4}).⁵

Na záver chcem ešte zdôrazniť, že takéto poňatie empirických teórií je veľmi zjednodušené a idealizované. Ide len o ich logickú rekonštrukciu, abstrakciu, užitočnú vzhľadom na isté ciele. Logickou rekonštrukciou vedeckej teórie rozumiem konštrukciu umelého jazyka, inšpirovanú nejakou vedeckou teóriou, ktorej cieľom je konštituovať ideálne závislosti medzi pojmami tohto umelého jazyka a ideálne závislosti medzi jeho výrokmi.

1. Jazyk empirických teórií

1.1 Interpretácia formalizovaných systémov

Formalizovaný systém reprezentuje empirickú teóriu až vtedy, keď je vhodným spôsobom interpretovaný. Najprv objasním pojem interpretácie formalizovaného systému a ďalej sa budem venovať otázke interpretácie takejto formalizovanej teórie, ktorý má reprezentovať empirickú teóriu.

Uvažujme teóriu $T = [J, Cn, A]$. Nech J obsahuje okrem logických konštánt⁶ a premenných symboly $P_1^{n_1}, P_2^{n_2}, \dots, P_r^{n_r}; a_1, a_2, \dots, a_n$; operáciu Cn určíme tak, že stanovíme, aký logický systém používa naša teória. Uvažujeme nejaký systém množín $M = \{U; X_1^{n_1}, X_2^{n_2}, \dots, X_r^{n_r}\}$, kde U je nejaká množina (budeme ju volať univerzum, obor úvahy da-

⁵ Semiotika je obecná teória jazyka, za časti ktorej sa považujú: syntax — teória, ktorú zaujíma len tvar jazykových výrazov a zákonitosti jazyka, závislé len od tohoto tvaru; sémantika — teória, ktorú zaujíma vzťah jazyka a skutočností, o ktorej jazyk vypovedá; pragmatika — teória, ktorú zaujíma okrem predchádzajúcich aspektov aj užívateľ jazyka a jeho vzťahy k jazyku.

⁶ Za logické konštanty sa považujú spojky výrokovej logiky ako napríklad "a", "alebo", "ak...", "tak...", "nie" a všetky, ktoré sa s ich pomocou dajú zadefinovať; ďalej kvantifikátory "pre každé x platí, že", "existuje x také, že".

nej teórie) a $X_1^{n_1}, X_2^{n_2}, \dots, X_r^{n_r}$ nech sú akési podmnožiny množín všetkých usporiadaných n_1 -tíc, n_2 -tíc, $\dots$, n_r -tíc objektov z U .⁷ Interpretáciou teórie T budeme rozumieť priradenie prvkov univerza symbolom $a_1, \dots, a_n$, množín $X_1^{n_1}, \dots, X_r^{n_r}$ symbolom $P_1^{n_1}, \dots, P_r^{n_r}$ v uvedenom poradí, pričom U je oborom premennosti premenných jazyka $\mathcal{L}$. (Kvôli jednoduchosti uvažujem len systémy s premennými, ktorých oborom premennosti sú individua, t. j. prvky množiny U .)

Na pojme interpretácie je založený pojem splňania, pravdy a modelu. Presné definície neuvediem, iba načrtnem myšlienku. Množinový systém $M = \{U; X_1^{n_1}, X_2^{n_2}, \dots, X_r^{n_r}\}$ budeme nazývať modelom teórie T , ak po príslušnej interpretácii je každá jej axióma pravdivá v M . Individuové konštanty a predikáty sa považujú za mená príslušných objektov, ktoré sú im interpretáciou priradené. Pojem pravdivosti si ilustrujeme na prípade atomárnej formuly. $P(a_1, \dots, a_n)$ je pravdivý výrok vtedy a len vtedy, keď usporiadaná n -tica $\langle \alpha_1, \dots, \alpha_n \rangle$, kde $\alpha_1, \dots, \alpha_n$ sú prvky z U , priradené uvedeným individuum konštantám $a_1, \dots, a_n$, je prvkom množiny X , pričom interpretácia priradila predikátu P práve množinu X .

Akým spôsobom sa interpretuje empirická teória? Sú dve možnosti, ako interpretovať empirickú teóriu. Przełęcki [24] ich nazýva intrasystémovou a extrasystémovou interpretáciou. Ak by bola empirická teória interpretovateľná intrasystémovo, axiómy teórie samotné by stačili na určenie významu nedefinovaných mimologických predikátov, vyskytujúcich sa v axiómach. To znamená, že axiómy samotné by stačili na vyčlenenie zamýšľaného modelu teórie spomedzi všetkých jej modelov, špeciálne: axiómy samotné by stačili na určenie množiny usporiadaných n -tíc, ktorá by bola označená predikátom P . Axiómy samotné môžu určovať význam termínov vyskytujúcich sa v nich iba vtedy, keď ich chápeme ako terminologické konvencie. Terminologické konvencie však nestačia na to, aby sme dostali teóriu, v ktorej možno formulovať výroky vypovedajúce o vnímateľných predmetoch, vnímateľných vlastnostiach a vzťahoch.⁸ Preto je nevyhnutné axiomatický formalizovaný systém reprezentujúci empirickú teóriu interpretovať extrasystémovo. To znamená, že v empirickej teórii musia existovať také termíny, ktorých interpretácia je nezávislá od axióm teórie (tvar axióm teórie nerozhoduje o tom, ako tieto termíny interpretujeme). Hovoríme, že tieto termíny interpretujeme bezprostredne. Teória má faktálny obsah práve vďaka bezprostredne interpretovaným termínom.

⁷ Príklad: nech prvkami U sú e, f, g , množina všetkých usporiadaných dvojíc prvkov z U bude vyzeráť takto:

$D = \{\langle e, f \rangle, \langle e, g \rangle, \langle f, e \rangle, \langle f, g \rangle, \langle g, e \rangle, \langle g, f \rangle\}$

a jej podmnožinou je napríklad množina $Y = \{\langle e, f \rangle, \langle f, g \rangle\}$.

⁸ Dôkladnejšie zdôvodnenie pozri v [24] alebo v [29].

Extrasystémová interpretácia empirickej teórie teda spočíva v tom, že istú podmnožinu termínov tejto teórie interpretujeme bezprostredne, pričom ostatné termíny sa interpretujú na základe ich vzťahov k bezprostredne interpretovaným termínom. Tieto vzťahy (spolu s interpretáciou bezprostredne interpretovaných termínov) obmedzujú voľnosť interpretácie ostatných termínov. Ďalej uvidíme, že tieto termíny sú interpretované čiastočne: získavajú síce empirický význam, ale neostrý, t. j. nemožno o každom predmete rozhodnúť, či je alebo nie je označený daným termínom]. Prejdeme k detailnejšej analýze týchto otázok.

1.2 Bezprostredná interpretácia

Bezprostrednou interpretáciou nejakého termínu rozumieme takú interpretáciu, ktorá nezávisí od interpretácie iných termínov. (Príklad kvôli ilustrácii: Ak z nejakej komickej teórie *T* vyplýva, že množina mužov spolu s množinou žien tvoria množinu ľudí, a máme interpretované termíny muž, žena, potom interpretácia termínu človek závisí na interpretácii predchádzajúcich dvoch termínov.)

Termíny, ktoré možno interpretovať bezprostredne, vyčleníme ľahko na syntaktickom základe. Zaujímajú nás také teórie, v ktorých axiómami sú implikácie tvaru $A \rightarrow B$ (B nazývame antecedentom implikácie). Množinu takých predikátov, ktoré sa nevyskytujú v žiadnom z antecedentov axiém, môžeme považovať za termíny interpretovateľné bezprostredne. Interpretácia ostatných predikátov nie je nezávislá na interpretácii iných termínov.

Procedúra, pomocou ktorej sa bezprostredná interpretácia realizuje, sa bežne nazýva ostenzívnou definíciou.

S pojmom ostenzívnej definície je spätá predstava o tom, ako sa učia rozumieť deti alebo cudzinci bez učebníc a slovníkov. Obyčajne sa to deje tak, že ten, kto danému jazyku rozumie, ukazuje tomu, kto mu nerozumie, predmety označené výrazmi tohoto jazyka a zároveň ich pomenúva.

Ostenzívnu definíciu predikátu však možno chápať čisto abstraktne ako nejakú procedúru, ktorej vstupom je nejaký predikát a výstupom konečná množina objektov predikátu priradených.

S ponímaním bezprostrednej interpretácie predikátov sú späté značné ťažkosti. Množinu predmetov označenú nejakým predikátom totiž nemožno ukázať, ak nie je malá, demonštrovať nejakou empirickou procedúrou. Možno „ukázať“ len pozitívnu a negatívnu vzorku, t. j. nejaké predmety, ktoré patria do množiny označenej daným predikátom (a nejaké predmety, ktoré do nej nepatria). Przelecki (25) ukázal, že na základe samotnej ostenzívnej definície a pomocou sémantických prostriedkov nemožno rozhodnúť o nijakom predmete, ktorý nepatrí ani do pozitívnej, ani do negatívnej vzorky, či je alebo nie je označený

daným predikátom. Ukázal teda, že bezprostredná interpretácia nie je procedúra, povahu ktorej možno postihnúť sémantickými prostriedkami.

Bezprostrednú interpretáciu možno popísať zložitejšou pojmovou aparatórou, ktorá nám umožní hovoriť aj o tých predmetoch, ktoré nepatria do pozitívnej alebo negatívnej vzorky predikátu, ako o jeho designátoch (designát termínu T je prvok jeho denotátu) — aj keď len v pragmatickom zmysle slova: ako o designátoch pre osobu y .

Ak príjmeme predpoklad, že význam predikátu P pre osobu y sa fixuje takto:

1. užívateľ jazyka J ukazuje osobe y pozitívnu a negatívnu vzorku predikátu P ;

2. osoba y si vytvára kritérium predikátu P , ktoré si môžeme reprezentovať čiastočným zobrazením⁹ množiny usporiadaných n -tíc (n sa rovná počtu argumentov predikátu P) vnímateľných predmetov do množiny (P , nie P), potom môžeme konzistentne hovoriť, že predikát je bezprostredne interpretovaný pre osobu y . Takýmto spôsobom však zavádzame s najväčšou pravdepodobnosťou neostré predikáty: Uvažujme predikát P a množinu osôb $\{y_1, y_2, \dots, y_k\}$, označme si denotát predikátu P pre osobu y_i ako Φ_{iP} a prienik $\Phi_{1P} \cap \Phi_{2P} \cap \dots \cap \Phi_{kP}$ ako I (prienik množín je množina, ktorá obsahuje prvky spoločné všetkým týmto množinám). Môžeme definovať: Predikát P jazyka J je neostý pre množinu osôb $\{y_1, y_2, \dots, y_k\}$ vtedy a len vtedy, keď I je neprázdna množina a existuje i také, že $\Phi_{iP} \neq I$. Termíny interpretovateľné bezprostredne budeme nazývať *empirické* (iné bežne užívané názvy pre ne sú: elementárne termíny, observačné termíny). Empirické predikáty môžu byť iba názvami množín vnímateľných predmetov, resp. množín usporiadaných n -tíc vnímateľných predmetov. Existujú procedúry zmenšujúce neostrosť predikátov. Sú to napríklad: zavádzanie kvantitatívnych pojmov, obmedzovanie univerza (oboru skúmania) a pod. Dá sa prijať, že opisový jazyk experimentálnych vied používa empirické predikáty, ktorých neostrosť je prakticky likvidovaná.

1.3 Teoretické pojmy a skúsenosť

Mimologické termíny jazyka J , ktoré nie sú empirické, budeme nazývať *teoretickými*. Teoretické termíny (T -termíny) sa interpretujú len sprostredkovan: na základe prijatia bezprostrednej interpretácie empirických termínov (E -termínov) a na základe výrokov stanovujúcich logické vzťahy T -termínov k E -termínom. Nasledovný výklad vzťahu T -termínov a E -termínov je závislý na (26). Aké typy týchto logických

⁹ φ je zobrazením množiny M do množiny N vtedy a len vtedy, keď ku každému $a \in M$ je priradený jediný prvok $a \in N$; φ je čiastočné zobrazenie M do N , ak existuje taká podmnožina $M' \leq M$, že φ je zobrazením M' do N .

vzťahov sa berú do úvahy? Uvediem istú postupnosť týchto vzťahov od najprísnejších po najvoľnejšie, ktorá aj zodpovedá historickému vývoju požiadaviek filozofie vedy, logickej teórie vedy na empirický zmysel vedeckých termínov od dvadsiatych rokov tohoto storočia.

A. Explicitná definovateľnosť T-termínov pomocou E-termínov.

Pod explicitnou definíciou T-termínu T pomocou E-termínov $E_1, E_2, \dots, E_n$ rozumieme výrokovú formu

$$\Phi(T) \leftrightarrow \Psi(E_1, \dots, E_n),$$

kde $\Phi(T)$ je výroková forma obsahujúca ako jediný mimologický termín T, $\Psi(E_1, \dots, E_n)$ je výroková forma obsahujúca z mimologických termínov výlučne $E_1, \dots, E_n$.¹⁰ T-termíny definované explicitne pomocou E-termínov boli v prvej fáze vývoja novodobej logickej teórie vedy jediným významuplným druhom teoretických termínov. Bolo to obdobie striktného empirizmu, charakterizované nádejou, že jazyky všetkých neformálnych disciplín možno preložiť do empirického jazyka (t. j. do jazyka obsahujúceho vo funkcií mimologických termínov iba E-termíny).

Przełęcki ukazuje, že aj explicitná definícia zavádza T-termíny späť rôznym spôsobom s E-termínmi; ako príklad uvádza dve definície:

$$(x) \{T1(x) \leftrightarrow E1(x)\}$$

$$(x) \{T2(x) \leftrightarrow (\exists y)(z) \{E2(x,y,z)\}\}^{11}$$

Je zrejmé, že T1 má tesnejší vzťah ku skúsenosti ako T2 v nasledujúcom zmysle slova: aby sme rozhodli, či predmet a má vlastnosť T1, stačí zistiť, či má (vnímateľnú) vlastnosť E1. Na druhej strane, na rozhodnutie o tom, či a má vlastnosť T2, treba zistiť, či existuje taký predmet y, že pre všetky predmety z daného univerza sú a, y, z vo vzťahu E2. Pri nekonečnom univerze a pri spoliehaní sa na empirické zisťovacie procedúry je to nerealizovateľná úloha, preto T2 nie je tak tesne späté so skúsenosťou ako T1.

B. Čiastočná definovateľnosť T-termínov pomocou E-termínov.

Problémom čiastočnej definovateľnosti sa prvýkrát zaoberal R. Carnap. v práci [7]. Na príklade tzv. dispozičných predikátov (ako

¹⁰ Znak $\leftrightarrow$ je znakom logickej ekvivalencie, ktorá je definovaná takto: výrok "p $\leftrightarrow$ q" je pravdivý, ak "p", "q" sú zároveň pravdivé alebo zároveň nepravdivé, v ostatných prípadoch je nepravdivý. Explicitnú definíciu možno ľahko vyjadriť vo forme výroku, ak sa voľné premenné viažu obecným kvantifikátorom.

¹¹ "[x]" je symbol kvantifikátora "pre každé x platí, že...", "[($\exists$ y)]" je symbol kvantifikátora existuje y také, že...", T1, T2 sú T-termíny, E1, E2 sú E-termíny.

„byť rozpustný vo vode“) ukázal, že nie všetky vedecké pojmy možno zaviesť na základe explicitnej definície.¹² Podobne operacionalistická analýza vedeckých pojmov ukázala, že explicitná definícia nie je možná pri zavádzaní významu všetkých vedeckých termínov. Východiskom pre úvahy operacionalistov bola Einsteinova analýza pojmu súčasnosť. Przełęcki v [24] ukázal, že operacionálna definícia je špeciálnym prípadom čiastočnej definície, a preto teraz len stručne o pojme čiastočnej definície.

Obečným tvarom čiastočnej definície pre jednoargumentové predikáty je pár redukčných viet:

$$(R1) (x) (E1(x) \rightarrow T1(x))$$

$$(R2) (x) (E2(x) \rightarrow \neg T1(x))^{13}$$

Pár redukčných viet určuje rozsah predikátu T1 len čiastočne. Designátmi predikátu T1 sú tie predmety, ktoré sú designátmi predikátu E1, a nie sú nimi tie predmety, ktoré sú designátmi predikátu E2. O predmetoch, ktoré nie sú ani designátmi predikátu E1, ani designátmi predikátu E2, nemožno rozhodnúť, či sú alebo nie sú designátmi predikátu T1. E1, E2 možno nazvať kritériami aplikovateľnosti predikátu T1. T-predikáty, zavedené čiastočnými definíciami, sú preto neostrými, otvorenými predikátmi. Nakoľko máme zavedený odlišný pojem neostreho predikátu pre množinu osôb, budeme skôr používať termín „otvorený termín“. Explicitná definícia je špeciálnym prípadom čiastočnej definície: ak totiž platí

$$(x) (\neg E2(x) \leftrightarrow E1(x)),$$

dostaneme na základe logických zákonov, že konjunkcia viet R1 a R2¹⁴ je ekvivalentná explicitnej definícii

$$(x) (E1(x) \leftrightarrow T1(x)).$$

Špeciálnym prípadom páru redukčných viet je aj tzv. bilaterálna redukčná veta (práve bilaterálne redukčné vety používal Carnap na zavádzanie významu dispozičných predikátov):

$$E1(x) \rightarrow (T1(x) \leftrightarrow E2(x)).$$

¹² O tejto otázke sa možno dočítať v [7], v češtine pozri [30].

¹³ „ $\rightarrow$ “ je znak logickej implikácie (spojky ak..., tak...), výrok „ $p \rightarrow q$ “ je nepravdivý iba vtedy, keď „ p “ je pravdivý výrok a „ q “ nepravdivý; v ostatných prípadoch je implikácia pravdivá. „ $\neg$ “ je znak negácie. Výrok „ $\neg p$ “ (nie p) je pravdivý vtedy, keď „ p “ je nepravdivý výrok a naopak. Genéza termínu „redukčné vety“ je takáto: ak chcem potvrdiť platnosť výroku $T1(a)$, stačí mi zistiť, či platí $E1(a)$. To znamená, potvrdenie výroku $T1(a)$ je redukovateľné na potvrdenie výroku $E1(a)$.

¹⁴ Konjunkcia dvoch výrokov je pravdivá, ak sú pravdivé oba tieto výroky.

Uvedenej bilaterálnej redukčnej vete je ekvivalentná konjunkcia redukčných viet

$$((E1(x) \ \& \ \neg E2(x)) \rightarrow \neg T1(x))$$

$$\& \ ((E1(x) \ \& \ E2(x)) \rightarrow T1(x)).$$

Otvorenosť čiastočne definovaných predikátov možno znižovať pomocou refazcov redukčných viet. Refazcom redukčných viet vovádzajúcim predikát T sa rozumie množina n redukčných párov (za redukčný pár možno, ako sme videli, považovať aj explicitnú definíciu alebo bilaterálnu redukčnú vetu), ktoré stanovujú n rôznych kritérií pre aplikovateľnosť vovádzaného termínu T a n rôznych kritérií pre neaplikovateľnosť termínu T.

Význam čiastočných definícií je v tom, že vyhovujú potrebe bádateľa ponechať niektoré pojmy „otvorenými“ pre užívanie v nových kontextoch. Sú mysliteľné procedúry, pomocou ktorých by sa dali transformovať refazce redukčných viet na explicitné definície. Rozhodujúce však je, že používanie redukčných viet a otvorených pojmov je vhodné pre potreby rozvoja empirických teórií (pozri 7; 19, kap. 11). (Ako príklad možno uviesť potrebu používať pojem teploty aj v kontextoch, v ktorých principiálne nemožno stanoviť empirické kritériá aplikovateľnosti tohoto pojmu. Pozri ďalší rozbor tohoto príkladu v časti D.)

C. Pravdepodobné definície

Je možný ešte voľnejší vzťah medzi E-termínmi a T-termínmi. Pre predmet a, ktorý má vlastnosť E1, môžeme len s určitou pravdepodobnosťou stanoviť, že má aj vlastnosť T1.

Symbolicky:

$$P(E1, T1) = p, \ P(E2, \neg T1) = q,$$

kde $0 < p, q < 1$.

Čiastková definícia je špeciálnym prípadom pravdepodobnostnej definície: ak $p=q=1$, vyššieuvedená pravdepodobnostná definícia prejde na redukčnú vetu.

D. Obecná formulácia problému vzťahu teoretických pojmov ku skúsenosti

Mnohé T-termíny sú také, že ich význam nemožno stanoviť nijakým z doteraz analyzovaných spôsobov. Neexistuje napríklad taká explicitná, čiastková alebo pravdepodobnostná definícia pojmu „teplota“ pomocou empirických pojmov, ktorá by priradila nejaký zmysel výrazu „teplota Slnka“, a ani nie je možná. Nie je totiž k dispozícii empirická procedúra umožňujúca zmerať teplotu Slnka, a preto ani nie je možné stanoviť

empirické kritérium aplikovateľnosti výrazu „teplota Slnka“. Teplota Slnka sa vypočítava na základe istých prijatých teórií, zákonov. Ináč povedané, výrok o teplote Slnka vyplýva logicky z postulátov fyzikálnych a astronomických teórií (pozri 18, kap. 3; 19, kap. 11). Aký je vzťah výroku o teplote Slnka (význam predikátu „byť teplotou Slnka“) ku skúsenosti? Analyzujem tu len vzťah predikátov a skúsenosti.

V jazykoch bohatších, než sú jazyky logiky prvého rádu, je veľké množstvo vzťahov medzi empirickými a teoretickými termínmi (pozri 26). Je malá nádej, že sa dajú postihnúť schématicky (tak, ako sú charakterizované explicitná, čiastočná a pravdepodobnostná definícia).

Obecne sa však tieto vzťahy dajú charakterizovať takto: teoretické termíny jazyka môžu byť interpretované len vtedy, keď ich vzťahy k empirickým sú také, že im zabezpečujú empirický zmysel. Toto je však len terminologické riešenie. Podstata problému sa presúva do rozumnej definície empirického zmyslu.

Najbežnejšia súčasná definícia empirického zmyslu je Carnapova (9). Už vo svojej práci *Základy logiky a matematiky* (pozri 8) Carnap písal, že pri výstavbe teórií je vhodné používať takú metódu, pri ktorej sa teoretické termíny zavádzajú ako nedefinované termíny axiomatického systému a niekoľko veľmi obecných zákonov sa považuje za axiomy. Pomocou refazcov definícií sa zavádzajú ďalšie termíny, až napokon aj empirické. Takýmto spôsobom teoretické termíny interpretujeme len neúplne. Priamy vzťah k empirickým termínom majú len niektoré z nich, vzťah ostatných termínov k empirickým je sprostredkovaný stavbou teórie, vzájomnými vzťahmi medzi teoretickými termínmi, fixovanými v axiómách a definíciách. (Vyzretú formuláciu tohto prístupu pozri v 9). Carnap uvažoval v nej dve zložky jazyka vedeckej teórie: L_o a L_T (observačný, čiže empirický pazyk a teoretický jazyk).

Na L_o uložil nasledujúce požiadavky:

1. požiadavku pozorovateľnosti pre nedefinované mimologické termíny (denotáty týchto termínov majú byť pozorovateľné);
2. požiadavku explicitnej definovateľnosti ostatných mimologických termínov;
3. požiadavku nominalizmu (hodnotami premenných musia byť pozorovateľné predmety, udalosti);
4. požiadavku finitizmu: L_o má aspoň jeden konečný model (univerzum tohoto modelu má byť konečné);
5. požiadavku konštruktivismu (všetky objekty príslušného univerza majú meno v L_o);
6. požiadavku extenzionality (L_o obsahuje len také výrokové spojky, že pravdivosť výrokov utvorených pomocou nich závisí od pravdivosti skladaných výrokov).

L_T je charakterizovaný C-pravidlami (korešpondenčnými pravidla-

mi) a T-postulátmi. C-pravidlá sú výroky popisujúce nejaký vzťah medzi E-termínmi (u Carnapa O-termínmi) a T-termínmi (nie nutne všetkými z T-termínov jazyka L_T). Ide vlastne o čiastočné resp. pravdepodobnostné definície. T-postuláty sú výroky popisujúce vzťahy medzi T-termínmi. (Podľa práce [9] existujú C-pravidlá len pre „menej abstraktné“ T-termíny, ostatné sú interpretované nepriamo, vďaka tomu, že T-postuláty stanovujú nejaké ich vzťahy k T-termínom interpretovaným pomocou C-pravidiel.)

Pri definovaní kritéria empirickej zmysluplnosti T-termínov vychádzal Carnap z nasledujúcej intuície: termín má empirický zmysel, ak existuje také jeho užitie, ktoré má faktálne dôsledky. Dá sa ľahko zbrať príbuznosť Carnapovej intuície s Einsteinovým názorom na tento problém. Einstein v jednom zo svojich článkov píše: „Aby sa myslenie nezvrhlo v metafyziku, prípadne v prázdne rečenie, je len nutné, aby bolo dostatočne mnoho viet pojmového systému dosť spoľahlivo spojených so zmyslovými zážitkami a aby sa pojmový systém vzhľadom k svojej úlohe usporiadať zmyslové zážitky a činiť ich prehľadnými vyznačoval čo najväčšou jednoznačnosťou a úspornosťou [12]. Alebo možno uviesť Einsteinovu myšlienku, citovanú Kemenym: „Na to, aby sme mohli logický systém traktovať ako fyzikálnu teóriu... je nutné len to, aby ako celok implikovala empiricky overiteľné tvrdenia“ [14, s. 136].

Carnapovu definíciu upravím do nasledujúcej definície empirickej zmysluplnosti teoretického predikátu:

Nech M je jediná mimologická konštanta vo výroku V_M . Nech V_o je ľubovoľný výrok jazyka L_o , nech K je trieda empiricky zmysluplných T-termínov, V_K výrok obsahujúci ako mimologické konštanty len termíny z triedy K , $T \& C$ je konjunkcia všetkých T-postulátov a C-pravidiel. Konjunkcia $V_M \& V_K \& T \& C$ nech je neprotirečivá.

T-termín M je *empiricky zmysluplný* vtedy a len vtedy, keď (i) z konjunkcie $V_M \& T \& C$ logicky vyplýva výrok V_o , pričom V_o nevyplýva logicky z konjunkcie $T \& C$, alebo (ii) z konjunkcie $V_M \& V_K \& T \& C$ logicky vyplýva výrok V_o , pričom V_o nevyplýva z konjunkcie $V_K \& T \& C$.

Silnejšie kritérium empirickej zmysluplnosti možno dostať, keď pridáme podmienky pre falzifikovateľnosť, t. j. keď požadujeme, aby existoval výrok V_o taký, že V_o logicky vyplýva z konjunkcie $V'_M \& T \& C$ (kde V'_M je výrok obsahujúci z mimologických konštánt iba M) a nevyplýva z $T \& C$, alebo V_o vyplýva z $V'_M \& V_K \& T \& C$ a nevyplýva z $V_K \& T \& C$. Možno sformulovať aj pravdepodobnostné kritérium, t. j. brať do úvahy pravdepodobnostné C-pravidlá a ako T-postuláty štatistické zákony a uvažovať pravdepodobnostnú súvislosť medzi V_M , V_K a V_o .

Treba poznamenať, že Carnapova definícia relativizuje empirickú

zmysluplnosť k určitej teórii a že Carnap výslovne zdôrazňuje, že navrhované kritérium nie je zárukou plodnosti teórie.

Napokon ešte k samotnému rozlíšeniu vedeckých termínov na T-termíny a E-termíny. Existujú kritické hlasy proti tomuto rozlíšeniu, okrem iného sa argumentuje tým, že na interpretácii E-termínov sa často podieľajú T-termíny a že na potvrdzovaní výrokov a pozorovaniach sa podieľajú teórie (13). Proti tomuto argumentu niet námietok, avšak podstatné pre dané rozlíšenie je, že vieme na základe pozorovania (vnímania) rozhodnúť, že predmet *a* má (alebo nemá) vlastnosť *E*. Úplne iná otázka je, čo ovplyvnilo túto našu schopnosť. Wójcicki v diskusii s Giedyminom zdôrazňuje, že pri metodologických otázkach ide o konfrontovanie teórií so skúsenostným materiálom, pričom výroky o pozorovaniach (dalo by sa povedať, že aj E-termíny) tu hrajú báзовú úlohu (pozri 31). Je fakt, že existuje obojstranná závislosť, to však nie je dôvodom popierať možnosť hovorenia o jedinom zo „smerov tejto závislosti“ a nevidieť jeho samostatnosť v určitých kontextoch. (Istý aspekt závislosti empirie od teórie naznačil aj sám terč spomínanej kritiky, Carnap, tým, že relativizoval pojem empirickej zmysluplnosti k teórii a tým, že sa výslovne zmienil o revolúciách, ktoré vedú k zmenám v pojme empirickej zmysluplnosti (pozri 4).

Ďalšie námietky sú proti neostrości tohoto rozlíšenia. Myslím, že to sú nepodstatné námietky. Vo vedách sa často vyskytujú neostré pojmy, napriek tomu sa s nimi v určitých kontextoch plodnearába. (Treba si však uvedomiť hranice týchto kontextov a hranice arábania s týmito pojmami.)

1.4. Analytické vety

Analytické vety sú dôležitým prostriedkom na zavádzanie významu pojmov v teóriách. Videli sme, že interpretácia teoretických pojmov (a teda ich význam) závisí od ich priamych alebo sprostredkovaných vzťahov k bezprostredne interpretovaným pojmom. Podiel na sprostredkovaní tejto interpretácie má však aj pojmová výstavba teórie, konvencie, ktoré prijímame, t. j. analytické vety, ktoré sa rozhodujeme uznávať.

S pojmom analytickej vety spojíme nasledujúcu intuíciu: Veta *V* je analytická vtedy a len vtedy, keď o pravdivosti *V* možno rozhodnúť iba na základe významu termínov obsiahnutých vo *V*.

Pojem analytickej vety môžeme teda uspokojujúco definovať iba vtedy, keď ho relativizujeme k jazykom, v ktorých sú významy termínov presne stanovené; ideálnym prípadom je, keď pre každý termín existuje významový postulát.

Výrok $V(T)$, kde *T* je jediná mimologická konštanta vo výroku, je významným postulátom jazyka *J* vtedy, keď v jazyku *J* existuje terminologická konvencia stanovujúca, že termín *T* má denotovať pred-

met s , ktorý spĺňa výrok $V(T)$, čiže to, čo $V(T)$ hovorí o predmete s , sa prijíma ako pravdivé.¹⁵

Pojem významového postulátu môžeme zobecniť: nech $V(T_1, \dots, T_n)$ je výrok, ktorého mimologické konštanty sú $T_1, \dots, T_n$. $V(T_1, \dots, T_n)$ je významovým postulátom jazyka J vtedy, keď v jazyku J existuje terminologická konvencia stanovujúca, že termíny $T_1, \dots, T_n$ majú denotovať predmety $s_1, \dots, s_n$, ktoré spĺňajú výrok $V(T_1, \dots, T_n)$, čiže to, čo tento výrok o nich hovorí, sa prijíma ako pravdivé.

Takáto definícia významového postulátu je nejasná, kým sa nedohodneme, ako rozhodnúť, že v jazyku J existuje terminologická konvencia, že termín T má denotovať predmet s . Dohodneme sa, že v jazyku takáto konvencia existuje vtedy, keď sa axiomaticky alebo definične zavedie termín, pre ktorý neexistuje vnímateľný denotát (ináč povedané: tento termín nie je možné považovať za meno niečoho, čo by existovalo vo „fyzikálnej skutočnosti“). Ide tu o tzv. fikcie, ako napr. ideálny plyn.

Ajdukiewicz definuje analytickú vetu takto: V je analytická veta vtedy a len vtedy, keď je významovým postulátom alebo logickým dôsledkom významových postulátov. Táto definícia vedie k nasledujúcim nepríjemným dôsledkom: 1. Významové postuláty nestačia na uznanie analytickej pravdivosti vety. Nestačí sa dohodnúť, že existuje predmet, ktorý spĺňa významový postulát, ale treba ukázať, že taký predmet existuje. Iba v takom prípade bude významový postulát pravdivý.

2. Ak rozšírime pojem významového postulátu a budeme zaň považovať výrok $V(E_1, \dots, E_m, T_1, \dots, T_n)$, kde $E_1, \dots, E_m$ sa chápu tak, ako sú bezprostredne interpretované a pre $T_1, \dots, T_n$ sa prijímajú terminologické konvencie, dostávame ďalší nepríjemný dôsledok. Za analytické vety sa potom musia považovať vety o pozorovaniach, ak sú dôsledkami významových postulátov. (Predstavme si teóriu s dvoma významovými postulátmi: $E_1 \rightarrow T_1$, $E_2 \rightarrow T_2$. Dôsledkom týchto postulátov je $E_1 \rightarrow E_2$, čiže výrok potvrditeľný alebo vyvrátiteľný iba na základe skúsenosti, ktorý však má byť podľa Ajdukiewiczovej definície analytickou vetou.)

V jazykoch, v ktorých sa nevyskytujú E -termíny, nenarážame na druhú z menovaných ťažkostí, stačí pre ne vyriešiť prvú. Ide o jazyky logiky a matematiky. Prijmeme nasledujúci pojem existencie logických a matematických objektov: objekty, o ktorých hovorí určitá logická alebo matematická teória, existujú, ak je táto teória neprotirečivá. (Ak teda hypotéza o ich existencii nevedie k nijakému protirečeniu.) Z teórie modelov vieme, že ak teória T má model, je neprotirečivá. Preto by sme si mohli pojem analytickej vety pre jazyky logiky a matematiky definovať takto:

¹⁵ Čiastočne modifikovaná definícia Ajdukiewicza z [3].

V je analytická veta vtedy a len vtedy, keď V logicky vyplýva z významových postulátov teórie T a T má model.

[Táto definícia by sa dala modifikovať tromi spôsobmi: 1. Nech T' je podteóriou teórie T, t. j. T' je podmnožinou T a $T' = Cn\{T'\}$. Veta V teórie T je potom analytická vtedy a len vtedy, keď V logicky vyplýva z významových postulátov teórie T' , a T' má model. 2. Je možné prijať konštruktívny pojem existencie. 3. Je možné prijať pragmatický pojem neprotirečivosti: teóriu by sme považovali za neprotirečivú v čase t, ak sa do toho času neobjavili v nej nijaké protirečenia. Druhá modifikácia by sprísnila náš pojem analytickej vety, prvá a tretia by ho uvoľnila.]

Uvažujme teraz jazyky, v ktorých sa vyskytujú E-termíny. Prvú ťažkosť považujeme za vyriešenú niektorým z vyššie uvedených spôsobov. Druhú ťažkosť odstránime tým, že sa jednoducho rozhodneme zmeniť pojem významového postulátu. Ak empirickú teóriu sformulujeme axiomaticky a za axiómy prijímeme konjunkciu T-postulátov a C-pravidiel (symbolicky T & C), nebudeme ich považovať za významové postuláty tejto teórie. Budeme teda rozlišovať medzi postulátmi (axiómami) empirickej teórie a jej významovými postulátmi. Je to intuitívne rozlíšenie z nasledujúcich dôvodov: postuláty T & C majú dvojakú úlohu — jednak prispievajú k určeniu významu T-termínov, jednak predstavujú faktický obsah teórie¹⁶ Teda postuláty teórie plnia funkciu významových postulátov, ale aj niečo navyše. Preto bude účelné hľadať takú zložku postulátov empirickej teórie, ktorá by reprezentovala významové postuláty.¹⁷ Ide teda o rozklad postulátov teórie na zložku analytickú a syntetickú (faktovú). Carnap použil na tento rozklad Ramseyho metódu. Táto metóda spočíva v nasledujúcom: v konjunkcii T & C treba nahradiť všetky T-termíny premennými a zviazať ich existenčným kvantifikátorom, dostaneme tak výrok, ktorý si označme R. Napríklad, nech $V(E_1, \dots, E_m, T_1, \dots, T_n)$ reprezentuje konjunkciu T & C, výrok R potom bude mať tvar

$$(\exists X_1) \dots (\exists X_n) (V(E_1, \dots, E_m, X_1, \dots, X_n)).$$

Ramsey dokázal, že každý výrok bez T-termínov, ktorý vyplýva z T & C, vyplýva aj z R. R teda možno chápať ako reprezentanta empirického, faktického (observačného) obsahu T & C. Môžeme ho, inými slovami, považovať za syntetickú zložku postulátov teórie. Za významový postulát teórie budeme považovať výrok, ktorý si označíme ako A (pretože nám reprezentuje analytickú zložku postulátov teórie), je to výrok $R \rightarrow (T \& C)$.¹⁸ Platia nasledujúce tvrdenia:

$$R \& A \leftrightarrow T \& C$$

¹⁶ Autorom ďalej uvedeného riešenia druhej ťažkosti je Carnap [10], ktorý nadväzuje na výsledok z Ramseyho [28].

¹⁷ Zdá sa, že táto úloha súvisí s rozlišovaním medzi princípmi a zákonmi, o ktorom hovorí Poincaré (21, s. 267).

¹⁸ Wójcicki [32] ukázal, že existujú aj iné možnosti rozkladu.

Každý výrok bez T-termínov, ktorý vyplýva z A, je logicky pravdivý (t. j. pravdivý na základe zákonov logiky).

Analytickú vetu empirickej teórie možno definovať takto: V je analytická veta teórie T vtedy a len vtedy, keď logicky vyplýva z A a keď T je neprotirečivá.

Na interpretácii empirických teórií majú teda podiel dva činitele: bezprostredne interpretované termíny, ktoré sú v určitom vzťahu k niektorým T-termínom, a konvenčné, analytické zložky teórie. Veľmi voľne azda môžeme povedať, že empirické teórie sú empiricky interpretovateľné neúplne a empirickú interpretáciu dopĺňa akási „platonistická“ interpretácia, postuluje sa existencia akýchsi ideálnych (dalo by sa povedať, že matematických, aby sa zdôraznil vzťah teoretickej prírodovedy a matematiky) objektov, o ktorých hovoria empirické teórie.

2. Overovanie a štruktúra empirických teórií

V logickej teórii vedy možno rozlíšiť dva dôležité aspekty skúmania: analýzu pojmovej výstavby vedy a analýzu zdôvodňovania tvrdení vedy. Prvou otázkou som sa vzhľadom na empirické teórie zaoberal v predchádzajúcej časti. (Treba však zdôrazniť, že o týchto otázkach nemožno uvažovať ako o izolovaných otázkach; videli sme napríklad, že na ustálenie významu teoretických pojmov sa podieľajú analytické vety, t. j. tvrdenia, ktorých pravdivosť zdôvodňujeme určitým špeciálnym spôsobom.) Teraz sa pozrieme na druhú otázku: bude nás zaujímať, ako sa zdôvodňuje pravdivosť tvrdení empirických teórií a otázky, ktoré s touto centrálnou otázkou súvisia. Nekladiem si však za cieľ rozoberať otázky pravdy — ide mi iba o načrtnutie otázky overovania výrokov empirických teórií.

2.1 Overiteľné a neoveriteľné vedecké výroky

Táto problematika nadväzuje na novopozitivistické bádania o verifikovateľnosti a súčasný stav názorov jasne ukazuje na liberalizáciu pôvodnej požiadavky verifikovateľnosti. Formulácia problému verifikovateľnosti a verifikačného kritéria zmyslu jasne ukazuje na tesnú spätosť otázok o pojmovej výstavbe vedy a o zdôvodňovaní tvrdení vedy. Voľne povedané: termín T empirickej teórie τ má zmysel, ak existuje taký overiteľný výrok $V(T)$, ktorý obsahuje T ako jedinú mimologickú konštantu.

Pap spomína, že rôzna evidencia (rôzne východzie danosti, rôzne druhy argumentov) je potrebná napríklad na overenie výrokov o molekulárnej štruktúre vody, o bode rozpustnosti masla, zákona gravitácie, zákonov algebry (pozri 18). Z toho je zrejmé, že by bolo účelné zaviesť rôzne pojmy overovania vedeckých výrokov, závislé od druhu týchto výrokov.

Tejto požiadavke do istej miery vyhovuje Mehlbergova klasifikácia pojmu overiteľného výroku. Mehlberg charakterizuje overiteľný výrok empirickej teórie takto: Výrok je overiteľný, ak každý, kto dostatočne ovláda príslušný jazyk, vie, čo treba robiť, aby zistil, či výrok je pravdivý alebo nepravdivý (resp. v istom stupni pravdepodobný). Výrok „Táto kniha váži 1 kg“ je overiteľný. Výrok „Táto kniha je dielom satana“ je neoveriteľný, lebo akokoľvek dobrá znalosť slovenčiny nám nič nepovie o tom, ako sa presvedčiť o jeho pravdivosti alebo nepravdivosti. (Zato jasne svedčí o emotívnom vzťahu k autorovi knihy.)

Bezprostredne overiteľné sú také výroky, pre ktoré platí, že medzi činnosťami potrebnými na to, aby sme zistili, či sú pravdivé alebo nepravdivé, nefiguruje overovanie iných výrokov.

Sprostredkovane overiteľné sú také výroky, pre ktoré platí, že medzi činnosťami potrebnými na to, aby sme zistili, či sú pravdivé alebo nepravdivé, figuruje overovanie iných výrokov. Výrok V je podľa Mehlberga sprostredkovane overiteľný vtedy a len vtedy, keď existujú dve neprotirečivé množiny M_1, M_2 bezprostredne overiteľných výrokov také, že z množiny M_1 vyplýva V a z množiny M_2 vyplýva $\neg V$. Prvý príklad nazvime pozitívne a druhý negatívne overenie výroku V . Mehlberg prijal takú silnú podmienku preto, aby sa výrok $V \& F$, prípadne $V \vee F$, kde F je ľubovoľný neoveriteľný výrok, nedostal medzi overiteľné výroky. Ak totiž V vyplýva z množiny M_1 , aj $V \vee F$ z nej vyplýva, ak $\neg V$ vyplýva z množiny M_2 , vyplýva z nej aj $\neg V \vee \neg F$, t. j. $\neg (V \& F)$. To znamená, že samotné pozitívne alebo negatívne overenie nepostačuje. Týmto nepríjemným dôsledkom sa však vyhneme aj vtedy, keď prijme-me nasledujúcu rekurzívnu definíciu:

i) atomárny výrok V je sprostredkovane overiteľný vtedy a len vtedy, keď buď V vyplýva z množiny M_1 , alebo $\neg V$ vyplýva z množiny M_2 .

ii) Ak A, B sú sprostredkovane overiteľné výroky, aj $\neg A, A \& B, A \vee B, A \rightarrow B, A \leftrightarrow B$ sú sprostredkovane overiteľné výroky.

Sprostredkovane overiteľné výroky delí Mehlberg na finitisticky, indukčné a probabilisticky overiteľné.

Finitisticky overiteľný je taký výrok V , pre ktorý platí, že aj V , aj $\neg V$ logicky vyplýva z konečných množín M_1 , resp. M_2 bezprostredne overiteľných výrokov.

Indukčné overiteľný je taký výrok V , že aj V aj $\neg V$ logicky vyplýva z konjunkcie všetkých výrokov množín M_1 , resp. M_2 bezprostredne overiteľných výrokov, pričom však aspoň jedna z týchto množín je nekonečná.

Probabilisticky overiteľný je taký výrok V , že V a $\neg V$ pravdepodobne vyplýva z množín M_1 , resp. M_2 bezprostredne overiteľných výrokov. (Na základe prijatia výrokov z M_1 , resp. M_2 možno očakávať len do určitej miery pravdepodobnú platnosť výroku V .)

Nazvime si všetky bezprostredne a sprostredkovane overiteľné výroky *priamo* overiteľnými výrokmí. Z vyššie uvedených definícií jasne vidieť dôležitú úlohu bezprostredne overiteľných výrokov: pojem sprostredkovane overiteľného výroku je definovaný pomocou pojmu bezprostredne overiteľného výroku. Tento pojem však nie je definitívny v tom zmysle slova, že neexistuje metóda raz a navždy stanovujúca, aké pozorovania, empirické procedúry, t. j. činnosti neobsahujúce overovanie iných výrokov stačia na rozhodnutie o pravdivosti daného výroku.¹⁹ Pojem bezprostredne overiteľného výroku nejakej empirickej teórie treba relativizovať k určitému času a k stavu empirickej teórie v tomto čase.

Aj pri uvedenom širokom chápaní overiteľnosti však existujú výroky empirických teórií, ktoré nie sú priamo overiteľné. (Mehlberg nezaviedol pojem priamej overiteľnosti, a preto hovorí o neoveriteľných výrokocho.) Dôležitou podmnožinou týchto neoveriteľných výrokov sú nerozhodnuteľné výroky — napríklad také, nerozhodnuteľnosť ktorých je výsledkom otvorenosti predikátov v nich sa vyskytujúcich. Podstatný význam však majú neoveriteľné počiatocné hypotézy empirických teórií, charakteristické pre celú matematickú prírodovedu, operujúcu pojmami ako spojitá funkcia, diferencovateľná funkcia, ideálny plyn atď. Existencia týchto výrokov môže viesť k dvom rozhodnutiam. Môžeme sa rozhodnúť nazvať tieto výroky neoveriteľnými — tak ako sa rozhodol Mehlberg. Priznáme im však dôležitú „pomocnú“ úlohu vo vede, ktorá spočíva v tom, že umožňujú dedukovať, a teda vysvetľovať a predpovedať. Inými slovami: tieto výroky tvoria „vonkajšie bázy teórií“ (tak ich nazval Mehlberg), z ktorých vyplývajú overiteľné dôsledky, tvoriace jadro danej empirickej teórie. Druhé možné riešenie je také, že zavedieme pojem nepriamo overiteľného výroku nasledujúcim spôsobom: Výrok V je *nepriamo overiteľný* vtedy a len vtedy, keď nie je overiteľný priamo a keď existuje výrok K taký, že z V & K logicky vyplývajú také priamo overiteľné výroky, ktoré zo samotného výroku K nevyplývajú.

Prvé rozhodnutie neumožňuje hovoriť o pravdivosti počiatocných hypotéz empirických teórií. Zodpovedá mu postoj, ktorý tieto hypotézy označuje ako užitočné, účelné, vhodné a podobne. Druhé rozhodnutie umožňuje hovoriť o pravdivosti počiatocných hypotéz empirických teórií. Ukazuje sa, že treba zaviesť viac pojmov pravdivosti. Podľa všetkého vždy máme na mysli niečo iné, keď hovoríme o pravdivosti výroku overiteľného bezprostredne alebo finitisticky, induktívne, probabilisticky, nepriamo. Tento problém rôznych pojmov pravdivosti nie je, pokiaľ viem, rozpracovaný, zaslúžil by si samostatnú štúdiu, a preto mu v tejto súvislosti nebudem venovať viac pozornosti.

¹⁹ Presvedčivé argumenty pre toto tvrdenie uvádzajú Giedymim (13) a Poznański s Wundheilerom (22).

S rozlíšením overiteľných a neoveriteľných (resp. priamo a nepriamo overiteľných) vedeckých výrokov súvisí istá charakterizácia empirických a teoretických aspektov vedy (pozri 17).

Empirické aspekty teórie objasňujú úlohu a postavenie priamo overiteľných výrokov v empirických teóriách a ukazujú na vzťah týchto teórií ku skúsenosti. Mehlberg za empirické aspekty teórie považuje sumarizačnú, prediktívnu, explanačnú, kontrolnú a informačnú funkciu teórie.

a) Sumarizačná funkcia — empirická teória umožňuje skoncentrovať, sumarizovať nekonečné množstvo zákonov a tvrdení (medzi ktorými sú priamo overiteľné výroky) v malom počte axiôm, ktoré sú zväčša neoveriteľné.

b) Prediktívna funkcia — empirická teória umožňuje predpovedať budúce udalosti.

c) Explanačná funkcia — empirická teória umožňuje vysvetľovať fakty alebo iné teórie.

d) Kontrolná funkcia — empirická teória je vhodným nástrojom na ovládanie, kontrolu prostredia, na orientáciu v určitom prostredí.

e) Informačná funkcia — empirické teórie nám dávajú poznanie, informácie o pozorovateľných javoch.

Tento výpočet možno rozširovať vzhľadom na rôzne zretele. Treba zdôrazniť, že žiadny z vyššie uvedených aspektov osamote nemožno monopolizovať ako jedinú charakteristickú vlastnosť empirických teórií.

Teoretické aspekty empirických teórií. Empirická teória neplní svoje funkcie, ktoré Mehlberg nazval jej empirickými aspektami, ak neobsahuje matematický, logický a metafyzický formalizmus.

α) Matematický formalizmus teórie — Mehlberg uvádza príklad kvantovej mechaniky. Kvantovú mechaniku možno budovať s matematickým aparátom teórie Hilbertových priestorov a aj s matematickým aparátom teórie nekonečných matic. Tieto matematické formalizmy charakterizuje ako teoretický aspekt kvantovej mechaniky preto, lebo nahradenie jedného formalizmu druhým nemení empirické funkcie kvantovej mechaniky.

Trieda všetkých alternatívnych matematických formalizmov empirickej teórie *T* teda tvorí prvý dôležitý teoretický aspekt tejto teórie.

β) Logický formalizmus teórie — situácia je tu podobná ako v predchádzajúcom prípade. Mehlberg to opäť ukazuje na príklade kvantovej mechaniky. Možno prijať rôzne logické kalkuly za základ výstavby kvantovej mechaniky bez toho, že by sa zmenili jej empirické funkcie.

γ) Metafyzický formalizmus teórie — v empirických teóriách majú podstatnú úlohu axiômy, ktoré nie sú priamo overiteľné a nie sú rozhodnuteľné ani na logicko-matematickom základe. Axiômy sú podľa Mehlberga zmysluplné, ale nemajú pravdivostnú hodnotu. Možno ich

nahradiť inými axiómami, ktoré umožnia budovať ekvivalentnú teóriu s nezmenenými empirickými funkciami.

Mehlberg zdôrazňuje význam oboch aspektov pre empirické teórie: nijaký z aspektov $\alpha - \gamma$ nemôže plniť funkcie $a-e$, avšak ani nijaká z týchto funkcií teórie nemôže byť splnená bez $\alpha - \gamma$. Tým sme sa dostali k otázke úlohy logiky a matematiky pri výstavbe empirických teórií.

2.3 Logika, matematika a empirické vedy

Podľa Carnapa (8) sú hlavnými teoretickými postupmi vo vede testovanie, vysvetľovanie a predpovedanie. Podstatnou zložkou týchto postupov je dedukovanie (a počítanie), t. j. aplikovanie logiky a matematiky.

Výroky logiky a matematiky sú analyticky pravdivé (aspoň podľa voľnejšej modifikovanej pragmatickej definície analytickej pravdivosti, ktorú som naznačil v časti 1.4). Pri ich overovaní vychádzame iba z významu termínov v nich použitých. Preto neobohacujú naše poznanie o svete, len ukazujú, čo všetko je vo význame matematických a logických termínov obsiahnuté. Podobne logická dedukcia a matematické výpočty nám neumožnia spoznávať principiálne nové fakty, len vhodným spôsobom upravujú už známe fakty, ukazujú nám, čo všetko je v známych faktoch a zákonoch obsiahnuté. Hodno si však pripomenúť Kemenyho slová: „Niekedy veci vyplývajúce z významu slov sú natoľko neočividné, že na ich dôkaz potrebuje dobrý matematik niekoľko týždňov alebo dokonca rokov usilovnej práce. V tom spočíva tajomstvo výsledkov a ohromného významu matematiky. I keď v podstate matematika neodhaľuje nič nového, predsa nám dáva nové poznanie, t. j. poznanie, ktoré sme si predtým neuvedomovali“ (14, s. 35).

Prostriedky matematiky a logiky okrem toho, že umožňujú dedukciu, umožňujú aj tvorenie presnej pojmovej aparatury vedeckých teórií, bez ktorej je dedukcia nemožná. Formálnymi definíciami, využívajúcimi matematické alebo logické pojmy, sa zvyšuje presnosť a intersubjektívna zrozumiteľnosť vedeckých teórií. Inými slovami: postihuje sa nimi to, čo je na skúsenosti a intuícii intersubjektívne.

Teraz si všimnime zvlášť úlohu logiky a zvlášť úlohu matematiky v štruktúre vedeckých teórií. Logika dáva pravidlá pre dedukciu, nie však v tom zmysle slova, že každá dedukcia v empirickej teórii prebieha postupne krok za krokom podľa týchto pravidiel. Empirické teórie je účelné budovať semiformalizovane, logické operácie sa vtedy obvykle považujú za intuitívne a dedukuje sa oveľa rýchlejšie a jednoduchšie, ako by to dovoľovali striktnie sformalizované dôkazy. Podstatné však je to, že každú dedukciu teoreticky možno rozložiť na elementárne kroky, rešpektujúce pravidlá logiky, že teda každé sporné miesto v dedukcii môže byť podľa Carnapových slov „vložené pod logický mikroskop“.

Funkcia matematiky v empirických vedách tkvie podľa Carnapa v tom, že umožňuje tvoriť kratšie a efektívnejšie formy výrazov, ako sú nematematické jazykové formy a že poskytuje formy dedukcie, ktoré sú kratšie a efektívnejšie ako logické dedukcie. Matematika robí teda jazyk empirických teórií ekonomickejším a presnejším,²⁰ argumentáciu v empirických vedách ekonomickejšou a dôslednejšou. Matematické teorémy umožňujú dlhé reťazce deduktívnych úsudkov nahradiť jediným deduktívnym krokom. (Ak je raz matematická teoréma dokázaná, pre ľubovoľne veľa prípadov stačí uvažovať takto: zistiť, či sú v danom prípade splnené predpoklady teorémy, a ak sú, prijať tvrdenie teorémy aj pre daný prípad.)

Záverčná poznámka:

Tento text vznikol v roku 1968. Bol odovzdaný pre zborník *Acta facultatis rerum naturalium Universitatis Comenianae, Res Sociales, 1968*, kde aj mal vyjsť.

Rukopis celého zborníka sa údajne stratil v tlačiarňi. Nemôžem sa ubrániť dojmu, že po jeho strate veľmi túžili jeho editori, počas niekoľkých mesiacov roku 1968 nádejní sociológovia a politológovia.

Pochopiteľne, nikde inde už nebola nádej na uverejnenie článku.

V terajšom znení je niekoľko modifikácií, zväčša štylistických.

LITERATÚRA

1. AJDUKIEWICZ, K.: Język i poznanie II. Wybór pism. Warszawa 1965.
2. AJDUKIEWICZ, K.: The Axiomatic Systems From the Methodological Point of View. *Studia Logica* IX. 1960.
3. AJDUKIEWICZ, K.: Le problème du fondement des propositions analytiques. *Studia Logica* VIII, 1968, Poľský preklad v [1] a v [20].
4. BRAITHWAITE, R. B.: Modely v empirické viedě. In: *Teorie modelů a modelování*. Praha 1967.
5. BRAITHWAITE, R. B.: Models in the Empirical Science. In: *Logic, Methodology and the Philosophy of Science*. Stanford, California 1962.
6. CARNAP, R.: Problémy jazyka vědy. Praha 1967.
7. CARNAP, R.: Testability and Meaning. In: *Philosophy of Science*. No. 3—4, r. 1938/1937; časť preložená aj v [6].
8. CARNAP, R.: Foundations of Logic and Mathematics. In: *International Encyclopedia of Unified Science*. Vol. I, No. 3, Chicago 1939. Český preklad v [6].
9. CARNAP, R.: Methodological Character of Theoretical Concepts. In: *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*. Vol. I, 1956. Český preklad v [6].

²⁰ Kemeny sa dokonca snaží ukázať, že matematika je jazykom vedy, že všetky vedecké teórie majú matematický charakter a že celá veda je aplikovaná matematika [14, najmä kap. 1 a 2].

10. CARNAP, R.: Beobachtungssprache und theoretische Sprache. In: *Dialectica*, No. 47/48, r. 1958.
11. COURANT, R. — ROBBINS, M.: Co to jest matematyka. Warszawa 1967.
12. EINSTEIN, A.: Bertrand Russell a filosofické myšlení. In: Einstein, A.: Jak vidím svět. Praha 1961 a 1966.
13. GIEDYMIN, J.: O teoretycznym sensie tzw. terminów i zdań obserwacyjnych. In: *Teoria i doświadczenie*. Warszawa 1966.
14. KEMENY, J. G.: Nauka w oczach filozofa. Warszawa 1967.
15. KOTARBIŃSKA, J.: Spor o granice stosowalności metod logicznych. In: *Studia filozoficzne*. No. 3, 1964.
16. MEHLBERG, H.: O niesprawdzalnych założeniach nauki. In: *Przegląd filozoficzny*, XLIV, z 41, 1948. Tież in: [20].
17. MEHLBERG, H.: The Theoretical and Empirical Aspects of Science. In: *Logic, Methodology and the Philosophy of Science*. Stanford, California 1962.
18. PAP, A.: An Introduction to the Philosophy of Science. New York 1962.
19. PAP, A.: Semantics and Necessary Truth. Yale University Press 1966.
20. PAWŁOWSKI, T. (ed.): *Logiczna teoria nauki*. Warszawa 1966.
21. POINCARÉ, H.: Hodnota vedy (časť preložená do slovenčiny). In: *Antológia z diel filozofov VII., Pozitivismus, voluntarizmus, novokantovstvo*. Bratislava 1987.
22. POZNAŃSKI, E. — WUNDHEILER, A.: Pojęcie prawdy na terenie fizyki. In: *Fragmenty filozoficzne I, Księga pamiątkowa ku uczczeniu prof. T. Kotrabińskiego*. Warszawa 1934. Tież in [20].
23. PRZEŁĘCKI, M.: Teorie empiryczne w ujęciu logiki współczesnej. *Fragmenty filozoficzne III*. Warszawa 1967.
24. PRZEŁĘCKI, M.: Interpretacja systemów aksjomatycznych. In: *Studia filozoficzne*, No. 6, 1960. Tież in [20].
25. PRZEŁĘCKI, M.: O definiowaniu terminów spostrzeżeniowych. In: *Rozprawy logiczne. Księga pamiątkowa ku czci K. Ajdukiewicza*. Warszawa 1964.
26. PRZEŁĘCKI, M.: Pojęcia teoretyczne i doświadczenie. In: *Studia logica XI*, 1961. Tież in [20].
27. PRZEŁĘCKI, M.: Operacjonizm. In: *Archiwum Historii Filozofii i Myśli Społecznej*, t. V., 1959. Tież in [20].
28. RAMSAY, F. P.: Theories. In: Ramsay, F. P.: *The Foundations of Mathematics and Other Logical Essays*. London 1931.
29. ŠEFRÁNEK, J.: Fixovanie významu empirických predikátov. In: *Filozofia*, 1968, č. 2.
30. TONDI, L.: *Problémy sémantiky*. Praha 1966.
31. WÓJCICKI, R.: Uwagi do referatu p. Giedymina. In: *Teoria i doświadczenie*. Warszawa 1966.
32. WÓJCICKI, R.: Analityczne komponenty definicji arbitralnych. In: *Studia logica XIV*, 1963.
33. ZINOVJEV, A. A.: O vozmožnosti logičeskogo analiza nauki. In: *Logika i metodologija nauki*. Moskva 1967.