

## POPPER O PRAVDEPODOBNOŠTI

JOZEF KATINA, Filozofický ústav SAV, Bratislava

KATINA, J.: K. Popper on Probability  
FILOZOFIA 65, 2010, No 4, p. 343

One part of the paper is devoted to frequency interpretation, as advocated by early K. Popper. However, the main subject of the paper is Popper's own propensity interpretation of probability. It outlines the fundamental principles of the propensity interpretation, as well as its relation to quantum theory and its various variants. In conclusion it examines the so called *Humpreys's paradox* as related to the interpretation of causality in the frame of Popper's propensity interpretation.

**Keywords:** K. R. Popper – Frequency interpretation of probability – Singular probabilities – Propensity interpretation of probability – Quantum theory – Indeterminism – Single cases – Causality – Humpreys's paradox

**1. Epistemologické verzus objektivistické interpretácie pravdepodobnosti.** V súčasných filozofických diskusiách o povahe pravdepodobnosti sa ustálilo rozdelenie filozofických interpretácií pravdepodobnosti na interpretácie epistemologické (epistemické) a objektivistické.<sup>1</sup> Jednoducho, zatiaľ čo epistemologické interpretácie definujú pravdepodobnosť vo vzťahu k miere ľudského poznania a presvedčenia (a pravdepodobnosť tak meria stupeň tohto poznania či presvedčenia alebo niečoho podobného), objektivistické interpretácie chápu pravdepodobnosť ako *vlastnosť objektívneho materiálneho sveta*. Pre objektivistické interpretácie je tak pravdepodobnosť *sama osebe* nezávislá od ľudského poznania. Obidva typy interpretácií pravdepodobnosti prešli dlhým vývojom a v súčasnosti tak predstavujú len akúsi spleť rôznych teórií, ktoré môžeme (často len veľmi približne) pod tieto typy zaradiť. Medzi epistemologické interpretácie patria napríklad logické či subjektivistické teórie a ich početné nové podoby, medzi objektivistické interpretácie patria napríklad rôzne podoby teórií frekvenčných či propenzitných. Treba priznať, že súčasné epistemologické interpretácie (najmä vďaka rozvoju subjektivistických teórií) nestoja pred takým počtom logických (a snáď ani vecných) problémov ako interpretácie objektivistické. To sa potom zákonite odráža aj na miere popularity obidvoch interpretácií. Napriek tomu existuje (naďalej početná) skupina filozofov, ktorá nie je schopná stotožniť sa s epistemologickými interpretáciami, a to z toho (už spomínaného) dôvodu, že

<sup>1</sup> V celom článku budem anglické výrazy „objective“ a „subjective“ (ktoré sa používajú na označovanie typov interpretácií pravdepodobnosti) prekladať slovenskými výrazmi „objektivistické“ a „subjektivistické“. Výrazy „objektívne“ a „subjektívne“, ktoré by boli doslovnejším prekladom daných anglických výrazov, totiž so sebou nesú určité konotácie, ktoré sú v intenciách nášho skúmania nevhodné. (Napriek tomu sa však používa aj takýto preklad, o čom sa môže čitateľ presvedčiť v citáte, ktorý sa nachádza v nasledujúcej poznámke pod čiarou.)

pravdepodobnosť je pre nich čisto objektívna vlastnosť, takže epistemologické interpretácie podľa nich neriešia *skutočný* problém povahy pravdepodobnosti (to, samozrejme, úzko súvisí s odlišnými epistemologickými východiskami týchto interpretácií).

Medzi takýchto filozofov patrila aj K. R. Popper.<sup>2</sup> Napriek tomu, že Popperova filozofia ako taká je v našom filozofickom prostredí známa, o jeho úvahách o pravdepodobnosti to neplatí (toto konštatovanie sa týka aj objektivistických interpretácií vo všeobecnosti). Popper pritom patrí medzi postavy, ktoré ovplyvnili vývoj frekvenčnej teórie, a je autorom prvej podoby propenzitnej interpretácie pravdepodobnosti. Mojm cieľom je preto bližšie predstaviť základné Popperove úvahy na tému povahy pravdepodobnosti. Musím však podotknúť, že sa obmedzím len na Popperove úvahy na tému *interpretácie* povahy pravdepodobnosti. Budem sa teda zameriavať skôr na pravdepodobnosť udalostí ako na to, čomu sa zvykne hovoriť pravdepodobnosť hypotéz a čo súvisí s problémom zdôvodniteľnosti vedeckých teórií. Nebudem sa venovať ani možnosti existencie takzvanej indukčnej pravdepodobnosti, čo je problematika súvisiaca s epistemologickým problémom indukcie.

**2. Popper a frekvenčná interpretácia pravdepodobnosti.** Popper v *Logik der Forschung* (1934) zastával jednu z podôb frekvenčnej interpretácie pravdepodobnosti. To úzko súviselo jednak s jeho presvedčením o potrebe objektivistickej interpretácie pravdepodobnosti (a objektivistickej epistemológie vôbec) a taktiež s jeho názorom, že frekvenčná interpretácia pravdepodobnosti je najvhodnejšia na explikáciu spôsobu využívania tohto pojmu modernou fyzikou (obzvlášť kvantovou teóriou, o ktorú sa intenzívne zaujímal). V rámci tejto kapitoly preto bude bližšie objasnený jeho postoj k frekvenčnej interpretácii.<sup>3</sup> Keďže však Popper v *Logik der Forschung* vychádzal z frekvenčnej teórie Richarda von Misesa, začnem explikáciu tejto teórie. Táto explikácia nám pritom môže poslúžiť ako vhodný úvod do objektivistických interpretácií pravdepodobnosti vo všeobecnosti.

**2.1 Frekvenčná teória Richarda von Misesa.** Na bližšie a jednoduché objasnenie (nielen) frekvenčnej teórie pravdepodobnosti je asi najvhodnejší príklad s obyčajnými hodmi hracou kockou. Tento príklad budem aplikovať na objasnenie von Misesovej frek-

---

<sup>2</sup> Popper pripúšťa, že „... subjektívni teorie je s to poskytnout konsistentní řešení problému, jak rozhodovat pravděpodobnostní tvrzení, a že zápasí s menším počtem logických potíží než teorie objektivní. Avšak její řešení spočívá v tom, že pravděpodobnostní tvrzení jsou neempirická, že to jsou tautologie. Toto řešení se ukazuje být naprosto nepřijatelné, vzpomeneme-li si na způsoby, jimiž používá teorií pravděpodobnosti fyzika“ ([7], 151).

<sup>3</sup> V rámci tohto objasnenia nebudem (kvôli lepšej prístupnosti článku) v plnej miere rozvádzať niektoré technické podrobnosti Popperovho postoja k frekvenčnej interpretácii. Skôr sa sústredím na základné body, ktoré boli neskôr priamo či nepriamo príčinou Popperovho opustenia tejto interpretácie a vytvorenia novej, propenzitnej interpretácie pravdepodobnosti.

venčnej teórie. Uvážme dve sekvencie hodov s hracou kockou, povedzme  $S_1$  a  $S_2$ :

$S_1$ : 5 3 4 3 4 5 2 3 5 1 ...

$S_2$ : 1 4 3 1 2 5 3 5 6 4 ...

Jednotlivé elementy sekvencií budeme chápať ako *udalosti* hodu hracou kockou. To, že sú vyjadrené konkrétnymi číselnými hodnotami, súvisí s tým, že nás zaujímajú konkrétne vlastnosti daných udalostí. Ak sa teda napríklad zameriame na prvý element sekvencie  $S_1$ , ktorý je vyjadrený číselnou hodnotou 5, tak ide doslovne o *udalosť* s vlastnosťou 5. Jednoducho povedané, ide o hod hracou kockou, ktorého výsledkom je to, že padla päťka.

Ak sa teraz spýtame, aká je pravdepodobnosť padnutia päťky (teda pravdepodobnosť výskytu udalosti s vlastnosťou 5) v daných sekvenciách, von Mises nám ponúka zaujímavú odpoveď. Podľa von Misesa je pravdepodobnosť zhodná s relatívnou frekvenciou udalostí s danou vlastnosťou v konkrétnych sekvenciách ([13], 12 – 13). Alebo, vyjadrené presnejšie, ide o limitu relatívnej frekvencie v *kolektíve* ([13], 14 – 15).<sup>4</sup> Von Misesov pojem *kolektív* definujeme ako sekvenciu udalostí alebo procesov rovnakého druhu, ktoré sa líšia určitými pozorovateľnými atribútmi ([13], 12). Samozrejme, ak pracujeme s nekonečnými sekvenciami, tak nie je možný výpočet pravdepodobnosti výskytu danej udalosti s pozorovanou vlastnosťou pre celú sekvenciu, ale len výpočet pravdepodobnosti výskytu až po nejaký prvok danej sekvencie. Aký je potom výpočet danej relatívnej frekvencie? Spôsob výpočtu je (ak ho upravíme vzhľadom na náš príklad) nasledovný: Konkrétna hodnota relatívnej frekvencie v daných sekvenciách je pomerom medzi počtom hodov v daných sekvenciách, ktoré majú nami požadovanú a skúmanú vlastnosť (až po nejaký prvok týchto sekvencií), a celkovým počtom hodov v sekvenciách (až po tento prvok). V týchto intenciách potom môžeme vypočítať aj relatívne frekvencie pre naše sekvencie  $S_1$  a  $S_2$ .<sup>5</sup>

Čo nám však vlastne hovoria takto chápané pravdepodobnosti? Menej než by sme čakali. Takáto definícia nám napríklad nič nehovorí o tom, aká vlastnosť bude charakteristická pre prípadný ďalší hod hracou kockou (ak zostaneme pri našom príklade). To znamená, že nie je možná *predikcia* toho, aké číslo padne pri ďalšom hode kockou.

---

<sup>4</sup> Úplné vysvetlenie pojmu *limity relatívnej frekvencie* by si vyžadovalo matematickú definíciu, tá však pre účely tohto článku nie je potrebná. Stačí, keď si povieme, že von Mises požaduje, aby v prípade predlžovania daných sekvencií (napríklad po každých 500 udalostiach) smerovala sekvencia relatívnych frekvencií (vypočítaných po každom takomto predĺžení) ku konkrétnej limite. Čitateľ nepochybne postrehol, že je to potrebné preto, aby sme mali jednu konkrétnu hodnotu danej frekvencie, s ktorou môžeme pracovať. Ďalej v článku však budem kvôli prístupnosti výkladu hovoriť už len o relatívnej frekvencii, a to aj preto, že vypustenie pojmu *limity* na úrovni týchto úvah nemá (pokiaľ mi je známe) na ich výslednú adekvátnosť žiadny priamy či nepriamy dopad. (Takto to interpretuje v jednom zo svojich článkov aj Popper ([10], 29)).

<sup>5</sup> Tak napríklad relatívna frekvencia výskytu udalosti s vlastnosťou 5 do desiateho prvku daných sekvencií je vyjadrená číselnými hodnotami 0,3 pre  $S_1$  a 0,2 pre  $S_2$ . Samozrejme, von Mises požaduje, aby sa výpočet robil pre oveľa dlhšie sekvencie udalostí. Tento príklad je čisto ilustratívny.

Z pohľadu témy tohto článku je však najdôležitejší nasledujúci dôsledok: *V rámci frekvenčnej teórie nie je možné určiť singulárne pravdepodobnosti*. Teda nie je možné určiť pravdepodobnosť napríklad padnutia päťky v sekvencii  $S_1$  pre jej jednotlivé hody.

Kvôli jednoduchšiemu vysvetleniu daného dôsledku si uveďme jeden príklad:<sup>6</sup> Aká je pravdepodobnosť úmrtia pred 41. rokom života v sekvencii štyridsaťročných Slovákov? Prvým predpokladom je pre nás to, že pravdepodobnosť v rámci von Misesovej frekvenčnej teórie možno určovať len spätne (*kolektív predchádza pravdepodobnosť*). Najprv teda musíme stanoviť danú sekvenciu, a až potom môžeme určiť pravdepodobnosť konkrétnej udalosti (úmrtia pred 41. rokom života) v jej rámci. Ako som už povedal, pravdepodobnosť potom možno stotožniť (avšak, sme už povedali, len približne) s relatívnou frekvenciou, ktorá nastáva v rámci tejto sekvencie. Môžeme ale niečo povedať o pravdepodobnosti úmrtia pred 41. rokom života u *konkrétneho* štyridsaťročného Slováka? V rámci von Misesovej teórie je odpoveď z *definície* negatívna. Ako hovorí von Mises, „nemôžeme povedať nič o pravdepodobnosti úmrtia konkrétneho individua, a to ani vtedy, keď sme dopodrobna poznali jeho životné podmienky a zdravotný stav. Fráza ‚pravdepodobnosť úmrtia‘ vzhľadom na referenciu na jednotlivé osoby nemá pre nás žiadny význam“ ([13], 11). To sa zdá byť intuitívne zvláštne, ale má to priamy súvis s von Misesovým rozlíšením medzi vedeckým použitím pojmu *pravdepodobnosti* a jeho populárnym použitím. Ako hovorí Popper, podľa von Misesa „by bolo chybou požadovať, aby správne definovaný vedecký termín odpovedal ve všetch aspektoch nepresnému, predvedeckému používaniu“ ([7], 155).

**2.2 Popper o frekvenčnej teórii.** Popper sa v *Logik der Forschung* pokúša formulovať nové základy pravdepodobnostného kalkulu. Pokúša sa vytvoriť novú podobu frekvenčnej teórie pravdepodobnosti, a to prepracovaním a vylepšením von Misesovej teórie. Pre Poppera bolo z von Misesovej teórie neprijateľný práve ten dôsledok, ktorý sme v predošlej podkapitole označili za kľúčový, teda nemožnosť určovania objektívnych singulárnych pravdepodobností. Tento dôsledok Popperovi prekážal najmä preto, že objektívne singulárne pravdepodobnosti potreboval pre svoju objektivistickú interpretáciu kvantovej teórie (v rámci ktorej zohrávajú kľúčovú úlohu).<sup>7</sup> Preto Popper v *LSD* pristúpil k redefinícii frekvenčnej teórie. Popper stanovil kritériá pre jednoduché udalosti, ktoré by mohli byť členmi jedného z von Misesových kolektívov, a dal jednoduchý návrh, aby sme singulárne pravdepodobnosti chápali ako rovné ich pravdepodobnosti v kolektíve ako celku ([2], 115).<sup>8</sup> Teda, ak sa vrátíme k nášmu príkladu, pravdepodobnosť úmrtia kon-

<sup>6</sup> Ide o mierne upravený príklad, ktorý uvádza D. Gillies ([2], 114 – 115).

<sup>7</sup> Riešenie problému interpretácie teórie pravdepodobnosti je kľúčové z hľadiska interpretácie kvantovej teórie, a to z toho dôvodu, že kvantová teória je pravdepodobnostnou teóriou ([8], 199). A keďže singulárne pravdepodobnosti zohrávajú v tejto teórii dôležitú úlohu, je možnosť ich existencie v rámci danej interpretácie pravdepodobnosti nevyhnutná.

<sup>8</sup> Popperove spresnenie von Misesovej teórie súvisí s diskusiami o *axióme konvergenie* a *axióme náhodnosti*. Tieto axiomy sú v rámci von Misesovej teórie použité na definíciu náhodných sekvencií. Popper sa v *Logik der Forschung* (pozri český preklad *Logika vědeckého bádání* ([7], 152 – 157) pokúša na jednej strane spresniť *axiómu náhodnosti* a na strane druhej vylúčiť *axiómu konvergenie*.

krétného 40-ročného Slováka by mala byť zhodná s relatívnou frekvenciou výskytu úmrtia pred 41. rokom života v sekvencii 40-ročných Slovákov.

Takto chápaná frekvenčná teória však stojí pred veľkým problémom, ktorý si Popper aj sám uvedomil.<sup>9</sup> Pokúsme sa ho opäť vysvetliť na jednoduchom príklade s hracou kockou: Predpokladajme, že máme dve hracie kocky. Povedzme, že jedna je regulárna, teda nepoškodená (pravdepodobnosť padnutia napríklad päťky je pri hode intuitívne 1/6) a druhá je poškodená (pravdepodobnosť padnutia päťky je v jej prípade približne 1/4). Majme teraz sekvenciu hodov hracou kockou, pričom väčšina hodov je uskutočnená prostredníctvom poškodenej hracej kocky. Jeden z hodov (u nás štvrtý v poradí, zvýraznený hranatými zátvorkami) je však uskutočnený regulárnou hracou kockou. Daná sekvencia je nasledovná:<sup>10</sup>

$S_3$ :  $h_1 h_2 h_3 [h_4] h_5 h_6 h_7 h_8 h_9 h_{10}$

Aká je ale potom pravdepodobnosť padnutia päťky pri tomto konkrétnom hode (štvrtý v poradí) s regulárnou kockou? V rámci Popperovej podoby frekvenčnej teórie by to malo byť 1/4, keďže tento hod je súčasťou kolektívu, pre ktorý je pravdepodobnosť 1/4. Ako však hovorí Gillies, to je intuitívny paradox ([2], 115). Ako sme naznačili, je oveľa prirodzenejšie povedať, že pravdepodobnosť padnutia päťky pri každom hode regulárnou kockou by mala byť 1/6. Tento paradox bol jednou z príčin toho, že Popper opäť modifikoval svoju teóriu (a opätovne redefinoval aj pojem *kolektívu*). Popper si uvedomil, že v rámci frekvenčnej teórie nie je principiálne možné určovať singulárne pravdepodobnosti, a to bol jeden zo štartovacích bodov vytvorenia nového typu interpretácie pravdepodobnosti. Táto nová, propenzitná interpretácia pravdepodobnosti sa potom stala jednou z kľúčových tém, ktorej sa venoval štyri desaťročia.<sup>11</sup> Ešte skôr, než prejdeme k jej explikácii, však treba podotknúť, že keď Popper opustil frekvenčnú interpretáciu pravdepodobnosti, súčasne opustil aj (čisto) štatistickú interpretáciu pravdepodobnosti. Je to dôsledok toho, že Popper chápe tieto dva pojmy synonymne ([10], 26).

**3. Popper a propenzitná interpretácia pravdepodobnosti.** V rámci tejto kapitoly sa pokúsím priblížiť niektoré základné charakteristiky Popperovej propenzitnej interpretácie pravdepodobnosti (ďalej PIP). Ako som už naznačil, Popper sa PIP venoval štyri desaťročia, pričom postupom času uňho táto téma prerástla úvahy o povahe pravdepodobnosti a PIP sa stala v Popperových myšlienkach základom akejsi novej propenzitnej kozmológie, zahrnujúcej nielen novú interpretáciu fyziky, ale (v redukcionistickom chápaní zákonite) aj chémie, biológie či psychológie. PIP sa tak stala akoby základným kameňom Popperovho svetonáhľadu. V prvej podkapitole sa pokúsím explikovať (v nadväznosti na výklad v predošlej kapitole) niektoré základné charakteristiky PIP. V druhej

<sup>9</sup> Pozri napríklad *The Propensity Interpretations of Probability* ([10], 31 – 33).

<sup>10</sup> Sekvenciu nebudeme zobrazovať ako sekvenciu vlastností udalostí (ako to bolo predtým v prípade sekvencií  $S_1$  a  $S_2$ ), keďže to pre naše účely nie je potrebné.

<sup>11</sup> Popper sa podľa vlastných slov vzdal frekvenčnej interpretácie v roku 1953 ([10], 27).

podkapitole sa budem venovať vzťahu medzi PIP a kvantovou teóriou a pokúsím sa v krátkosti predostrieť hlavné znaky Popperovho pokusu o (filozofickú) reinterpretáciu kvantovej teórie. V tretej podkapitole sa budem zaoberať vývojom PIP jednak v rámci Popperových úvah, jednak v rámci úvah niektorých jeho nasledovateľov. V záverečnej podkapitole sa v krátkosti zameriam na takzvaný Humphreysov paradox, ktorý (podľa mnohých autorov) spochybňuje niektoré základné východiská PIP.

**3.1 Explikácia Popperovej propenzitnej interpretácie.** Na konci predošlej kapitoly som spomínal, že Poppera k jeho novej interpretácii pravdepodobnosti do značnej miery priviedla opätovná redefinícia kľúčového pojmu *kolektívu*. V čom táto redefinícia spočíva? Aby sme si to bližšie vysvetlili, musíme sa vrátiť k problému, ktorý sme definovali v predošlej kapitole. (Mám na mysli problém s hodom regulárnou kockou, nachádzajúcim sa v sekvencii hodov s poškodenou kockou, a následným adekvátnym určovaním singulárnych pravdepodobností). Tento problém je (na prvý pohľad) ľahko riešiteľný: Sekvenciu hodov s poškodenou kockou, v ktorej sa však nachádzajú rozptýlené nejaké hody s regulárnou kockou, jednoducho nebudeme pokladať za kolektív. Toto relatívne jednoduché riešenie má však významné konzekvencie, súvisiace s definovaním tohto pojmu. Ako hovorí Popper, teraz nám nezostáva nič iné, ako predpokladať, že „prijateľná sekvencia udalostí (referenčná sekvencia, kolektív) musí byť vždy sekvenciou opakovateľných experimentov. Všeobecnejšie, prijateľná sekvencia musí byť buď virtuálna, alebo aktuálna sekvencia, charakterizovaná množinou generujúcich podmienok, t. j. podmienok, ktoré pri opakovanej realizácii produkujú elementy sekvencie“ ([10], 34). Z toho potom, samozrejme, vyplýva aj odpoveď na otázku, prečo nemôže byť súčasťou kolektívu z nášho príkladu hod regulárnou kockou: Daný hod je charakteristický inou množinou generujúcich podmienok (súvisiacich s jeho fyzikálnymi vlastnosťami).

A práve tieto upresňujúce (generujúce) podmienky sú štartovacím bodom prechodu od frekvenčnej interpretácie pravdepodobnosti k PIP. Dané generujúce podmienky sa tu totiž chápu ako podmienky obdarené propenzitou (tendenciou, náchylnosťou, sklonom) produkovať pozorované frekvencie. Popperovými slovami: Dané podmienky si „môžeme predstaviť ako obdarené tendenciou, dispozíciou či propenzitou produkovať sekvencie, ktorých frekvencie sa rovnajú pravdepodobnostiam; to je presne to, čo vlastne PIP tvrdí“ ([10], 35). Keďže však pravdepodobnosti závisia od experimentálnych podmienok, „mali by sme sa na ne pozerať ako na vlastnosti týchto podmienok. Tie charakterizujú dispozíciu alebo propenzitu experimentálnych podmienok vytvárať určité charakteristické frekvencie, keď sú tieto experimenty často opakované“ ([11], 67).<sup>12</sup> Domnievam sa, že z týchto slov jasne vyplýva, aká by mala byť podľa Poppera odpoveď, ktorá trápi mnohých interpretátorov PIP: *Aký je vlastne charakter sekvencií, o ktorých tu hovoríme? Má ísť o konečné, alebo o nekonečné sekvencie?* Myslím, že vo svetle predchádzajúceho citátu

---

<sup>12</sup> Ak to aplikujeme na príklad s hodmi poškodenou a regulárnou kockou, tak spomínaná číselná hodnota 1/4 nie je vlastnosťou našich hodov s poškodenou kockou, ale je to niečo ako relačná vlastnosť danej „experimentálnej sústavy“.

musí ísť o *konečné* sekvencie (súčasne však treba podotknúť, že *veľmi dlhé*) sekvencie.<sup>13</sup>

Podľa Poppera sa tak PIP líši od frekvenčnej teórie len v tom, že PIP uvažuje o pravdepodobnostiach ako o charakteristických vlastnostiach experimentálnej sústavy, nie ako o vlastnostiach sekvencií. Hlavným bodom zmeny je to, že za hlavnú považujeme skôr fundamentálnu pravdepodobnosť výsledku jednoduchého experimentu (s ohľadom na jeho podmienky) než frekvenciu výsledkov v sekvencii experimentov ([8], 202). Z toho potom vyplýva, že ak by sme chceli testovať nejaké pravdepodobnostné tvrdenie, môžeme testovať danú sekvenciu experimentov. Ale toto pravdepodobnostné tvrdenie už nie je tvrdením o tejto sekvencii. Je to tvrdenie o istých vlastnostiach experimentálnych podmienok ([8], 202 – 203).

Doposiaľ sme si však dostatočne neobjasnili status propenzít. Máme propenzity chápať ako určité metafyzické predpoklady, alebo ako fyzikálne reálne objekty? Odpoveď môže byť rôzna a závisí aj od toho, ako chápeme samotný pojem *fyzikálne reálneho*. Popper hovorí: „Tvrdenie o propenzitách možno porovnať s tvrdením o sile nejakého elektrického poľa. Naše tvrdenie môžeme testovať len vtedy, ak otestujeme dané teleso a zmeriame účinok poľa na toto teleso. Ale dané testované tvrdenie hovorí skôr o danom poli než o danom telese. Hovorí o určitých dispozičných vlastnostiach tohto poľa. A tak, ako môžeme považovať pole za fyzikálne reálne, môžeme za fyzikálne reálne považovať aj propenzity“ ([8], 203). Takže propenzity môžeme chápať ako súčasť fyzikálnej reality, no na druhej strane ich môžeme chápať aj ako *metafyzické*, teda aspoň v tom zmysle, v akom chápeme ako *metafyzické* sily alebo silové polia.

To, čo sme o PIP doposiaľ uviedli, platí pre jej charakteristiku v podobe, v akej ju Popper predstavil v 50. rokoch. Časom však Popper niektoré svoje názory na PIP upravil a my si tieto zmeny bližšie predstavíme v podkapitole 3.3. Ešte predtým sa ale zameriam na vzťah PIP ku kvantovej teórii.

**3.2 Propenzity a kvantová teória.** Doposiaľ som sa v tejto kapitole zameril na technické detaily definície propenzitnej interpretácie pravdepodobnosti v snahe predstriť jej základnú charakteristiku. Pozorný čitateľ si však nemohol nevšimnúť, že takto podaná PIP má významné fyzikálne dôsledky. Veď ako sme už spomenuli na inom mieste, hlavným dôvodom, prečo Popper opustil frekvenčnú teóriu, bol práve problém interpretácie kvantovej teórie. V tejto podkapitole sa preto bližšie pozrieme na to, akým spôsobom sa Popper za pomoci PIP snaží interpretovať kvantovú teóriu.

Dva hlavné (a bezpochyby mimoriadne ambiciózne) plány, ktoré Popper stavia pred svoju PIP vzhľadom na fyzikálny vývoj, sú nasledovné: 1. PIP sa má pokúsiť o reinterpretáciu Einsteinovho deterministického programu. Má však ísť (na prvý pohľad paradoxne) o indeterministickú reinterpretáciu. 2. PIP má poskytnúť objektivistickú a realistickú reinterpretáciu kvantovej teórie.

Tieto Popperove snahy sú, samozrejme, odrazom vývoja fyziky v prvej polovici 20. storočia (najmä vývoja kvantovej teórie), ktorého bol Popper svedkom a s ktorým sa (po-

---

<sup>13</sup> Ako podotýka Gillies, často opakované experimenty môžu produkovať jedine konečné sekvencie ([2], 116).

dobne ako Einstein, aj keď z odlišných príčin) nevedel úplne stotožniť. Ako hovorí Popper, ešte okolo roku 1927 verili fyzici (až na pár výnimiek), že svet funguje na spôsob obrovských a veľmi precíznych hodín. Toto presvedčenie sa však začína rúcať okolo roku 1927, keď Werner Heisenberg prichádza so svojím princípom neurčitosti. Odrazu sa ukazuje, že fungovanie týchto hodín nie je tak precízne, ako sme si mysleli. Na scénu vstupuje neurčitosť a fyzikálna teória sa musí uchýliť k pravdepodobnostiam ([6], 7 – 8). Popper sa tak stal priamym svedkom procesu, v priebehu ktorého bol objektivistický a deterministický program (spojený najmä s menom Einsteina, ale pred ním aj s menom Faradaya) postupne nahrádzaný programom indeterministickým a inštrumentálnym (ktorý je spojený s menami zakladateľov kvantovej teórie: Bohra, Heisenberga a ďalších).<sup>14</sup> Popperovi však na fyzikálnom vývoji prekážalo bezpochyby najviac to, že väčšina fyzikov prijala „... názor, že pravdepodobnosti majú čosi do činenia s nedostatkom poznania, a teda so stavom našej mysle: Prijali subjektivistickú teóriu pravdepodobnosti“ ([6], 8).<sup>15</sup> To je pre Poppera neprijateľná interpretácia. Popper, ktorý sa vo svojej *LSD* venuje podrobne problému demarkácie, sa tak paradoxne stáva svedkom spochybnenia dvoch (predtým dlho nespochybniteľných) základných predpokladov vedeckosti: objektivismu a determinizmu.

Popperovi však až tak neprekáža, že sa zbavil predpokladu determinizmu.<sup>16</sup> Vadí mu spochybňovanie objektivismu (čo prerastá do spochybňovania realizmu), a chce preto vytvoriť koncepciu, ktorá by dokázala spojiť indeterminizmus<sup>17</sup> s realizmom. Na jej základe by potom bolo možné vytvoriť objektivistickú interpretáciu kvantovej teórie a objektivistickú epistemológiu vo všeobecnosti. PIP je základným stavebným kameňom, výstavby takejto koncepcie. Je však zrejme, že PIP v takej podobe, v akej sme ju charakterizovali, v spojení s indeterminizmom úplné zmení náš pohľad na to, aké sú v skutočnosti vlastnosti fyzikálnej reality. Ako môžeme tieto vlastnosti fyzikálnej reality charakterizovať? Ako hovorí Popper, vlastnosti fyzikálnej reality sú čisto dispozičné ([9], 159). Ak sa potom spýtame na skutočný stav fyzikálneho systému v každom jednotlivom okamihu, tak ten nemôže byť určený ničím iným ako celkovou sumou týchto dispozií. Inými slovami, fyzikálny svet je určený meniacimi sa dispoziíciami na zmenu. A zmena samotná je realizáciou týchto dispozií. Z toho ale podľa neho vyplýva, že PIP ponúka úplne novú metafyzickú interpretáciu fyziky ([8], 205). A treba podotknúť, že dané konzekvencie sú ešte širšie: PIP ponúka úplne nový pohľad na kauzalitu.<sup>18</sup>

---

<sup>14</sup> Treba podotknúť, že takto (indeterministicky a inštrumentálne) chápaný program by bolo vhodné spájať najmä s takzvanou ortodoxnou kodaňskou interpretáciou kvantovej mechaniky.

<sup>15</sup> Popper dokonca hovorí, že interpretácia kvantovej teórie, ktorú zastávali Bohr či Heisenberg, bola *výsledkom* ich prijatia subjektivistickej interpretácie pravdepodobnosti ([10], 27).

<sup>16</sup> V kontexte všetkých Popperových prác (aj spoločenskovedných) sa môžeme odvážiť vysloviť tvrdenie, že mu boli vo všeobecnosti cudzie úvahy o možnostiach neobmedzenej predikcie.

<sup>17</sup> Treba podotknúť, že Popper sa vo svojich prácach zdôvodňovaniu indeterminizmu nevenoval. Bral ho skôr ako fyzikálny (alebo, lepšie povedané, kozmologický) fakt. Z toho jasne vidíme, že Popperovi nejde o *fyzikálnu*, ale o *filozofickú* reinterpretáciu kvantovej teórie; základné fyzikálne východiská Popper prijíma.

<sup>18</sup> K problematike interpretácie kauzality v rámci PIP sa bližšie vyjadrím v podkapitole 3.4.



Hlavné body Popperovej interpretácie kvantovej teórie sú teda nasledujúce: Podľa tejto interpretácie je svet je *v podstate* indeterministický; a čo je dôležité – je indeterministický aj bez skúmajúceho subjektu.<sup>19</sup> Indeterminizmus je však podľa Poppera v skutočnosti (paradoxne) zlučiteľný s determinizmom. Fyzikálnu realitu totiž môžeme *chápať* (predstavovať si ju) ako teóriu, ktorá je *determinovaná* deterministickými zákonmi, ale len vtedy, ak budeme mať na zreteli, že takéto deterministické chápanie je len akýmsi priblížením indeterministického charakteru tejto reality. To, samozrejme, vyplýva z faktu, že hovoríme realite, ktorá je (ako sme už povedali) určená dispozíciami.

Každý, kto sa len trochu zaujíma o históriu kvantovej teórie, určite pozná Einsteinove výhrady proti tejto teórii. Prekážala mu na nej jej subjektivita a neúplnosť. Ako hovorí Popper, Einsteinovi prekážalo to, že kvantová teória v skutočnosti neopisuje nič reálne, keďže pracuje *len* s pravdepodobnosťami ([12], 148 – 149). Neopisuje teda skutočný stav vecí, ale len akýsi súhrn nášho poznania vzhľadom na daný stav vecí. Prijatím propenzitnej interpretácie však tento problém podľa Poppera mizne. Kvantová teória podľa tejto interpretácie opisuje reálny stav vecí (reálne dispozície), aj keď nie ich deterministický stav. Myslím, že PIP tak dáva odpoveď na niektoré Einsteinove výhrady. Či je to však odpoveď, ktorá by sa mu páčila, to je veľmi otáznne (PIP síce sponchybňuje subjektivistický charakter kvantovej teórie, problém jej neúplnosti však nerieši).

**3.3 Varianty propenzitnej interpretácie.** Pri všetkých našich úvahách o PIP by sme nikdy nemali zabúdať na to, že PIP je metafyzická hypotéza – metafyzický výskumný program.<sup>20</sup> Tento metafyzický charakter PIP vrhá určité svetlo aj na explikáciu rôznych variantov propenzitnej interpretácie, ako aj na zmeny, ktoré urobil v rámci svojej vlastnej PIP samotný Popper. Hoci sám Popper chápal PIP ako (svojím spôsobom) metafyzickú od svojho počiatku, predsa len bola z určitých dôvodov prijateľná aj pre niektorých empiristicky orientovaných filozofov. Ako sme už uviedli, propenzity Popper charakterizoval ako opísateľné množinou opakovateľných (experimentálnych) podmienok. Potom by sme ale opakovaním týchto podmienok mohli dostať požadované frekvencie (a *vždy* budú generované *rovnaké* frekvencie) a tie môžeme následne testovať empirickými dátami. Popper však neskôr PIP zmenil, takže takto chápaný test už nie je možný.

Ešte skôr, než si vysvetlíme, v čom táto zmena spočíva, pozrime sa na klasifikáciu propenzitných interpretácií, ktorú ponúka Gillies ([2], 126) a ktorá nám pomôže lepšie sa v problematike zorientovať. Gillies delí propenzitné interpretácie na dve skupiny: 1. propenzitné interpretácie, v rámci ktorých sú propenzity chápané ako produkujúce (v dlhých sériách opakovaní experimentálnych podmienok) frekvencie približne sa rovnajúce pravdepodobnostiam. Daná interpretácia teda propenzity spája s experimentálnymi podmienkami, ktoré sa opakujú v dlhých obdobiach (z toho vyplýva anglický názov týchto interpretácií – *long-run propensity theories*); 2. propenzitné interpretácie, v rámci ktorých sú

---

<sup>19</sup> Je samozrejme, že v rámci takejto objektivistickej interpretácie niet pre subjekt miesta. Parafrázujúc názov známej Popperovej práce, ide o vytvorenie epistemológie bez poznávacieho subjektu.

<sup>20</sup> Bližšie o metafyzických výskumných programoch sa môže čitateľ dozvedieť napríklad v ([12], 143 – 145).

propenzity chápané ako produkujúce partikulárny výsledok v určitej konkrétnej dobe. Táto interpretácia propenzity sa vzťahuje na konkrétne jedinečné prípady (z toho anglický názov – *single-case propensity theories*).

PIP v podobe, ako sme si ju predstavili v podkapitole 3.1, možno zaradiť do oboch týchto skupín interpretácií. Je síce charakterizovaná skôr ako prvý typ interpretácie, možno ju však využiť aj v jedinečných prípadoch (*single cases*). V knihe *A World of Propensities* však už Popper vyjadruje odlišný postoj. Popper tu hovorí ([6], 14), že propenzity nemôžeme chápať ako vlastnosti, ktoré sú nejakým spôsobom *obsiahnuté v objekte*. Propenzity sú *obsiahnuté v situácii*, pričom sú súčasťou tejto situácie. Táto zmena v interpretácii má však významné dôsledky. Jednak je zrejmé, že v rámci takejto interpretácie je prakticky nemožné realizovať testovanie v tej podobe, v akej sme ho predstavili v úvode podkapitoly.<sup>21</sup> A je jasné aj to, že takáto interpretácia zodpovedá v Gilliesovej klasifikácii skôr druhému typu interpretácií.

Čo však vlastne znamená, že sú propenzity *obsiahnuté v situácii*? Interpretáciu v takejto podobe ďalej rozvíja dlhoročný Popperov spolupracovník David Miller. Vo svojej knihe *Critical Rationalism* hovorí: „V propenzitnej interpretácii nie je pravdepodobnosť istého výsledku mierou istej frekvencie, ale... mierou tendencie súčasnej situácie realizovať tento výsledok“ ([5], 182). Každá propenzita tak musí referovať na úplný stav univerza v konkrétnom čase ([5], 185). A to je vlastne dôvod, prečo autori ako Gillies odmietajú PIP v tejto podobe. Ak sa totiž propenzity chápu vo vzťahu k celkovému stavu univerza, tak k empirickému testu v pravom slova zmysle dôjsť nemôže. PIP v tejto podobe sa tak stáva pre empiristicky orientovaných filozofov *čisto* metafyzickou teóriou. Nie je podľa nich dostatočne vedecká, a tým pádom je nevhodná pre potreby interpretácie pravdepodobnosti.

Sú však aj miernejší kritici tejto interpretácie, napríklad James Fetzer. Ten dokonca neodmieta možnosť pravdepodobností, pokiaľ ide o jedinečné prípady (čo napríklad Gillies odmieta<sup>22</sup>), ale nesúhlasí s tým, že propenzity sa vzťahujú na úplný stav univerza. Navrhuje, aby sa propenzity radšej vzťahovali na úplnú množinu relevantných podmienok.<sup>23</sup> Je však otázne, či je takéto presné vymedzenie *relevantných* podmienok možné. Zdá sa, že konečné rozhodnutie o tom, ktoré podmienky budeme považovať za *relevantné*, by muselo byť vecou dohody, čím by sa do PIP, ktorá má istotne ambíciu byť *realistickou* interpretáciou, vnieslo viac *konvencionalizmu*, než sa pôvodne plánovalo.<sup>24</sup>

Pozrieme sa bližšie na to, čo vlastne filozofom ako napríklad Gilliesovi (a mnohým ďalším) prekáža na Popperovom a Millerovom návrhu. Myslím, že to, čo im na tomto návrhu prekáža najviac, je skutočnosť, že sa až príliš odkláňa od ich empiristickej predstavy o podobe akejkolvek (vedeckej) teórie. Potrebujú, aby ich teória bola podopretá

---

<sup>21</sup> Ak sa raz konkrétne situácia stala, nemôže sa už v takej istej podobe zopakovať. Experimentálne podmienky by už boli odlišné.

<sup>22</sup> Pozri jeho vlastnú podobu propenzitnej interpretácie ([2], 137 – 168).

<sup>23</sup> Fetzerove vymedzenie niektorých jeho základných postojov k PIP nájde čitateľ v jeho článku *Dispositional Probabilities* [1].

<sup>24</sup> Domnievam sa, že to je aj jeden z explicitných dôvodov, prečo Popperov a Millerov variant PIP lepšie zodpovedá jej pôvodným zámerom.

empirickými dátami, čo by jej malo poskytnúť určité pevné základy a určitú mieru zdôvodnenia. PIP však vznikla v rámci tradície kritického racionalizmu, ktorý potrebu pevných základov (akýchkoľvek, nielen empirických) či zdôvodnenia odmieta. Títo filozofi tak vnášajú do PIP niečo, čo je v rozpore s touto tradíciou (hoci mnohí by s tým asi nesúhlasili a tvrdili by opak). Potom je ale diskusia samotná pochopiteľne veľmi náročná a argumenty sporiacich sa strán mňajú svoj cieľ. Na druhej strane je však táto diskusia pre kritický racionalizmus samotný, ako aj pre PIP (vzhľadom na to, že kritizovateľnosť je jedným z ich kľúčových pojmov) paradoxne nesmierne užitočná.

**3.4 Propenzity a kauzalita.** Ako sme uviedli v podkapitole 3.2, PIP vychádza z predpokladu, že svet je v *podstate* indeterministický a deterministické teórie tak môžu fungovať len ako akési priblíženie jeho skutočného charakteru. Vo svetle tohto konštatovania bude zaujímavé pozrieť sa bližšie na to, čomu sa tradične hovorí deterministická dispozícia. Ak niekto na futbalovom ihrisku kopne do lopty, tak lopta sa dá vždy do pohybu. Ide o jasnú deterministickú dispozíciu. Opačne to však neplatí. To, že sa po ihrisku pohybuje lopta, nie je determinované tým, že do nej niekto kopol. Mohol ju predsa niekto napríklad hodiť. To znamená jediné: Deterministické dispozície sú veľmi často asymetrické. Ako hovorí Humphreys, dôvodom tejto asymetrie je jednoducho fakt, že mnohé dispozície sú veľmi úzko prepojené s kauzálnymi vzťahmi ([4], 558). A kauzálne vzťahy sú vo svojej podstate asymetrické. Jednoducho to, čo sa stane v budúcnosti, nemôže ovplyvniť to, čo sa stalo v minulosti.

Už sme konštatovali, že PIP sa využíva aj na interpretáciu kauzality. Ako hovorí Gillies, propenzity sa v rámci PIP chápu ako určitá generalizácia pojmu príčinnosti, takže sú vlastne akousi slabšou formou kauzality ([2], 129). Ak však chceme toto tvrdenie povedané v plnej miere vysvetliť v rámci PIP, tak musíme pracovať s takzvanými podmienenými propenzitami (o spôsobe ich využitia budeme ešte hovoriť), ktoré stotožníme s podmienenými pravdepodobnosťami. To sa zdá byť jediná možná cesta, ako zaručiť, že PIP na jednej strane dokáže vysvetliť podmienené propenzity a na druhej strane bude vychádzať z klasického pravdepodobnostného kalkulu (z ktorého sú podmienené pravdepodobnosti odvodené).

Pokúsme sa to bližšie objasniť pomocou príkladu.<sup>25</sup> Medicínske výskumy ukázali, že dlhodobé fajčenie tabakových výrobkov zvyšuje riziko vzniku rakoviny pľúc. PIP vzťah medzi týmito udalosťami rozpracúva pomocou takzvaných podmienených propenzít: Propenzita k vzniku rakoviny pľúc (udalosť A) je *podmienená* dlhodobým a silným fajčením (udalosť B). Teda platí, že  $\text{Pr}(A|B)$ .<sup>26</sup> V rámci PIP by sme mali mať možnosť určiť túto podmienenú propenzitu, a to najmä preto, že hlavným dôvodom existencie PIP je *najmä* určovanie objektívnych pravdepodobností konkrétnych špecifických situácií. Ak však stotožníme podmienené propenzity s podmienenými pravdepodobnosťami, dostane-

---

<sup>25</sup> Príklad je z práce Paula Humphreysa ([4], 559). Následná argumentácia vychádza z ďalšieho Humphreysovoho článku ([3], 668 – 669), kde analyzuje obdobný príklad.

<sup>26</sup> Propenzity sú značené skratkou Pr, pravdepodobnosť skratkou P.

me paradox, ktorý dostal meno podľa Paula Humphreysa.<sup>27</sup> Podstata *Humphreysovho paradoxu* spočíva podľa jeho autora v tom, že podmienené propenzity jedinečných prípadov nemôžu byť v skutočnosti štandardnými pravdepodobnosťami ([3], 668). Jednoducho, problém spočíva v tom, že podmienené pravdepodobnostné vzťahy sú symetrické, čo požaduje štandardná (matematická) teória pravdepodobnosti. Ak teda platí, že  $P(A|B)$ , tak platí aj  $P(B|A)$ . Platnosť  $P(B|A)$  môže byť jednoducho odvodená z Bayesovej teóremy:  $P(B|A) = P(A|B) P(B) / P(A)$ . Ak však stotožňujeme podmienené propenzity s podmienenými pravdepodobnosťami, tak by mala platiť táto symetria aj pre ne. Ak teda platí, že  $Pr(A|B)$ , tak by *malo platiť* aj to, že  $Pr(B|A)$ . To však neplatí. Propenzita k dlhodobému a silnému fajčeniu (udalosť B) *nie je podmienená* vznikom rakoviny pľúc (udalosť A). Zjednodušene povedané, to že dané individuum má (napríklad neobjavenú) rakovinu pľúc, nijako nevlýva na jeho propenzitu (tendenciu) k fajčeniu.<sup>28</sup> V tom spočíva celý *Humphreysov paradox*, pričom jeho výskyt je úplne zákonitý vždy vtedy (nielen v rámci PIP), keď chceme pri interpretácii kauzality využiť podmienené pravdepodobnosti.<sup>29</sup> Mnohí autori sa pokúsili dať odpoveď na tento paradox, vyčerpávajúca analýza ich odpovedí však presahuje možnosti tohto článku.<sup>30</sup> Dodávam, že *Humphreysov paradox* nie je logickým paradoxom (k takejto interpretácii by mohol zvädzať pojem *paradox*); neodkazuje nijakým spôsobom sám na seba. To však nič nemení na potrebe riešiť ho v prípade, že požadujeme od PIP interpretáciu kauzality.

**4. Záver.** Vývoj Popperových úvah na tému povahy pravdepodobnosti predstavuje sofistikovaný proces, v rámci ktorého Popper prešiel od čisto štatistickej interpretácie pravdepodobnosti k vlastnej *propenzitnej* interpretácii. Je to zároveň proces, v priebehu ktorého téma povahy pravdepodobnosti prerástla u Poppera svoj pôvodný interpretačný rámec a viedla k vytvoreniu teórie, ktorá sa stala jedným zo základných kameňov jeho vlastného svetonáhľadu (parafrázujúc názov Popperovej monografie, bol vytvorený *svet propenzít*). Treba podotknúť, že PIP je teória, ktorá stále čaká na svoju detailnejšiu a prepracovanejšiu analýzu. Je to v prvom rade teória, ktorá rieši vlastný okruh problémov z perspektívy, ktorá sa zdá byť nenahraditeľná pre filozofov, ktorí ešte neabdikovali na *objektivistické* a *realistické* chápanie vedy bez ohľadu na *módnosť* takéhoto chápania. Tento článok chcel poskytnúť určitý prehľad základných Popperových východísk

---

<sup>27</sup> P. Humphreys svoj paradox prvýkrát publikoval v roku 1985 v článku *Why Propensities Cannot Be Probabilities* [4]. Ako však tvrdí D. Gillies, prvá zmienka pochádza od W. Salmona, ktorý o ňom písal už v roku 1979, keďže sa o ňom dozvedel od Humphreysa v súkromnom rozhovore. Pomenovanie *Humphreysov paradox* teda pochádza z roku 1981, jeho autorom je J. Fetzer ([2], 129 – 130).

<sup>28</sup> Keďže propenzity sú charakterizované ako akási slabšia forma kauzality, preberajú od kauzality aj vlastnosť, ktorá je pre kauzality (ako sme už povedali v úvode kapitoly) typická: asymetrickosť.

<sup>29</sup> Čo je jednoducho dôsledok toho, že príčinnosť je *jednosmerná* (v čase), zatiaľ čo podmienené pravdepodobnosti sú *obojsmerné*.

<sup>30</sup> Môžem naznačiť, že Popperov a Millerov variant PIP z 90. rokov *môže byť* odpoveďou na *Humphreysov paradox*. O tom sa môžeme presvedčiť aplikáciou tohto variantu PIP na príklad z tejto podkapitoly (bližšie rozpracovanie však v *tomto* článku nie je možné). Niekoľko nevyjasnených otázok však napriek tomu pretrvávajú.

k riešeniu daných problémov. Detailnejšie prepracovanie v rámci PIP si do budúcnosti zasluhujú najmä otázky, ktoré sme predstavili v posledných dvoch podkapitolách. Od úspešnosti odpovedí, ktoré zástancovia PIP dokážu ponúknuť, závisí ďalší vývoj a prípadná (ešte väčšia) popularizácia tejto interpretácie pravdepodobnosti.

#### LITERATÚRA

- [1] FETZER, J. H.: Dispositional Probabilities. In: *Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, 1970, pp. 473 – 482.
- [2] GILLIES, D.: *Philosophical Theories of Probability*. New York: Routledge 2000.
- [3] HUMPHREYS, P.: Some Considerations on Conditional Chances. In: *British Journal for the Philosophy of Science*, 55, 2004, pp. 667 – 680.
- [4] HUMPHREYS, P.: Why Propensities cannot be Probabilities. In: *The Philosophical Review*, 94, 1985, č. 4, pp. 557 – 570.
- [5] MILLER, D. W.: *Critical Rationalism. A Restatement and Defence*. LaSalle: Open Court 1994.
- [6] POPPER, K. R.: *A World of Propensities*. Bristol: Thoemmes Press 1990.
- [7] POPPER, K. R.: *Logika vědeckého bádání*. Praha: Oikoymenh 1997.
- [8] POPPER, K. R.: Propensities, Probabilities, and the Quantum Theory. In: Miller, D. W. (ed.): *A Pocket Popper*. Glasgow: Fontana Press 1987, pp. 199 – 206
- [9] POPPER, K. R.: *Quantum Theory and the Schism in Physics*. London: Hutchinson 1982.
- [10] POPPER, K. R.: The Propensity Interpretation of Probability. In: *British Journal for the Philosophy of Science*, 10, 1959, pp. 25 – 42.
- [11] POPPER, K. R.: The Propensity Interpretation of the Calculus of Probability, and the Quantum Theory. In: Körner, S. (ed.): *Observation and Interpretation. Proceedings of the Ninth Symposium of the Colston Research Society*. Bristol: University of Bristol 1957, pp. 65 – 70, 88 – 89.
- [12] POPPER, K. R.: *Věčné hledání*. Praha: Prostor 1995.
- [13] VON MISES, R.: *Probability, Statistics and Truth*. New York: The Dover Publications 1981.

---

Príspevok vznikol vo Filozofickom ústave SAV ako súčasť grantového projektu *Metodologické a filozofické problémy prírodných, sociálnych a humanitných vied* č. 2/0207/09.

---

Mgr. Jozef Katina  
Filozofický ústav SAV  
Klemensova 19  
813 64 Bratislava 1  
SR  
e-mail: jozef.katina@gmail.com