NANCY CARTWRIGHTOVÁ O VEDECKÝCH ZÁKONOCH A VEDECKOM VYSVETLENÍ

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

HANZEL, I.: Nancy Cartwright on Scientific Laws and Scientific Explanation
FILOZOFIA 54, 1999, No 10, p. 717

The paper focuses on N. Cartwright's views from her so called "capacities period" contrasted to the views of L. Nowak concerning scientific laws and scientific explanation. The author points out, that due to the lacking recognition of the inaccuracy of Nowak's argument even Cartwright's own views are to some extent inconsistent.

Cieľom tejto štúdie je analyzovať názory Nancy Cartwrightovej z obdobia tzv. *kapacít*[1] v jej diele a porovnať ich s názormi L. Nowaka na vedecké zákony a vedecké vysvetlenie. Najprv stručne vysvetlíme názory L. Nowaka v ([24]; [25]).[2] Potom sa budeme zaoberať názormi N. Cartwrightovej od konca 80-tych rokov až do súčasnosti a porovnáme ich s názormi L. Nowaka. Pokúsime sa ukázať, že jej názory z tohto obdobia sú výsledkom toho, že si neuvedomila niektoré negatívne aspekty prác L. Nowaka.

Cartwrightová chápe svoj vlastný prístup z obdobia tzv. *kapacít* nielen ako odklon od názorov B. Russella a E. Macha (podľa ktorých sa musíme zbaviť kauzálnych zákonov vo vede), ale aj ako radikalizáciu názorov filozofov (napr. E. Sobera, W. C. Salmona a C. Glymoura), ktorí akceptujú nevyhnutnosť použitia kauzálnych zákonov vo vede. Aj keď N. Cartwrightová tvrdí, že títo filozofi svoje koncepcie nedotiahli do konca, keďže "okrem pojmu kauzálnych zákonov potrebujeme aj pojem kapacity" ([5], 141), pokúsime sa ukázať, že ani Cartwrightová nezašla dosť ďaleko a že náš prístup k chápaniu vedeckých zákonov musíme ďalej "radikalizovať".

1. Nowak o zákonoch a vysvetlení. Nowakov inovatívny prístup k vedeckému vysvetleniu sa primárne zakladá na novom prístupe k štruktúre vedeckých zákonov. Môžeme ju symbolicky vyjadriť nasledovne:

$$(x)(Gx \;\&\; Cmod_1 x=d_1 \;\&\; \ldots \;\&\; Cmod_k x=d_k \rightarrow E^{(k)}=f_k(Cx)), \tag{1.1}$$

kde "G" je predikátový symbol označujúci triedu objektov, pre ktoré sa zákon formuluje (tzv. *universe of discourse*); "$Cmod_1$",...,"$Cmod_k$", "$E^{(k)}$" a "C" sú mená funkcií označujúce funkcie definované na triede označenej ako "G", z ktorej nadobúda svoje hodnoty indivíduová premenná x. "$E^{(k)}$" označuje fenomén-účinok, ktorý chceme vysvetliť;

[1] Do tohto obdobia patria jej práce ([2]-[20]). Neskúmame tu jej názory z obdobia tzv. *klamstiev*, kde tvrdila, že fundamentálne zákony fyziky sú nepravdivé, t.j., že "klamú". Do tohto obdobia patrí predovšetkým jej práca [1].

[2] Zhrnutie Nowakových názorov pozri v [26].

"C" označuje faktor, ktorý je hlavnou príčinou vysvetľovaného fenoménu. "$Cmod_1$",..., "$Cmod_k$" označujú modifikačné podmienky - sekundárne faktory - ktoré majú vplyv na vysvetľovaný fenomén; môžu ho modifikovať. "d_1",..., "d_k" sú mená určitých čísel; "f_k" je meno funkcie definovanej na množine hodnôt funkcie označenej ako "C" s hodnotami z množiny hodnôt funkcie označenej ako "$E^{(k)}$". "(k)" ako horný index označuje počet idealizácií, ktoré sú vyjadrené ako "$Cmod_i=d_i$" tak, že "d_i" označuje extrémne prvky množiny čísel, z ktorej funkcie označené ako "$Cmod_i$" nadobúdajú svoje hodnoty. Vedecký zákon so štruktúrou (1.1) nazývame *idealizovaným zákonom na k-tom stupni idealizácie* alebo stručne $L^{(k)}$.

Ako príklad vedeckého zákona so štruktúrou korešpondujúcou s (1.1) možno uviesť zákon matematického kyvadla. Z pohľadu súčasných fyzikálnych poznatkov je jeho štruktúra nasledovná:

$$(x)(Kx \ \& \ Cmod_{1\text{-}7}x=d_{1\text{-}7} \text{->} \ T^{(7)}x=2\sqrt{lx/gx}\ ) \qquad (1.2)$$

"K" označuje kyvadlo; "$Cmod_{1-7}=d_{1-7}$" označuje konjunkciu nasledujúcich siedmich idealizácií: 1) trenie v závese kyvadla je nulové; 2) celá hmotnosť kyvadla je sústredená v zavesenom telese; 3) negravitačné sily nepôsobia; 4) uhol odchýlky kyvadla je z intervalu (0, 5) stupňov; 5) dĺžka závesu je konštantná; 6) objem zaveseného telesa je nulový; 7) odpor prostredia, v ktorom sa pohybuje kyvadlo, je nulový. "$T^{(7)}$" označuje periódu kyvu kyvadla, ak platia všetky tieto idealizácie; a "$\sqrt{\ }$" označuje druhú odmocninu.

Analogicky možno rekonštruovať Galileov zákon voľného pádu:

$$(x)(Ox \ \& \ Cmod_{1\text{-}7}x=d_{1\text{-}7} \text{->} \ s^{(7)}x=gxt^2x/2) \qquad (1.3)$$

"O" označuje uvoľnené teleso; "$Cmod_{1-7}x=d_{1-7}$" označuje konjunkciu nasledujúcich idealizácií: 1) počiatočná rýchlosť padajúceho telesa je nulová; 2) trenie je nulové; 3) ostatné gravitačné sily sú nulové; 4) negravitačné sily sú nulové; 5) objem Zeme je nulový; 6) objem padajúceho telesa je nulový; 7) zrýchlenie Zeme generované gravitačným pôsobením padajúceho telesa je nulové. "$s^{(7)}$" označuje dráhu voľného pádu, ak platia všetky tieto idealizácie.

Nowak najprv rekonštruuje vedecký zákon v podobe (1.1) a potom predkladá svoj model vedeckého vysvetlenia. Zakladá sa na myšlienke, že "idealizačné predpoklady sa postupne odstraňujú. Tak sa zákon približuje k faktom a príslušné korekcie, vznikajúce v dôsledku zrušenia týchto predpokladov, sa zavádzajú do konzekventa zákona" ([24], 537). Tento proces explanácie sa nazýva *explanácia stupňovitou konkretizáciou* a možno ho symbolicky vyjadriť nasledovne:

$$(x)(Gx \ \& \ Cmod_kx\neq d_k \ \& \ Cmod_{k-1}x=d_{k-1}\&...\& \ Cmod_1x=d_1\text{->}E^{(k-1)}=f_{k-1}(Cx,\ Cmod_kx)) \qquad (1.4),$$

kde "$Cmod_k\neq d_k$" označuje, že *k*-ta idealizácia už bola zrušená (je už neplatná). Z takto odvodeného zákona (označíme ho ako $L^{(k-1)}$) prídeme nakoniec k zákonu $L^{(k-j)}$ so štruktúrou

$$(x)(Gx \,\&\, Cmod_k x \neq d_k \,\&\ldots\&\, Cmod_{k-j+1} x \neq d_{k-j+1} \,\&\, Cmod_{k-j} x = d_{k-j} \,\&\ldots\& \\ Cmod_1 x = d_1 \rightarrow E^{(k-j)} = f_{k-1}(Cx, Cmod_k x)) \tag{1.5}$$

Za prípad vysvetlenia stupňovitou konkretizáciou možno považovať napr. aj vysvetlenie založené na zákone matematického kyvadla (1.2), ak predpokladáme, že odpor prostredia nie je nulový. Potom by sme museli zrušiť druhú a šiestu idealizáciu a súčasne upraviť výraz pod odmocninou v konzekvente (1.2).

2. Cartwrightová a kapacity. Fundamentálne (abstraktné) zákony podľa Cartwrightovej vypovedajú o základných, inherentných kapacitách určitých entít, ktoré spolu s podmienkami, za ktorých sa uskutočňujú (*are exercised*), určujú aktuálne, fenomenálne správanie týchto entít. Hovorí, že *"[k]auzálne zákony možno najlepšie ... interpretovať ako pripisovanie (ascription) kapacít... ak pripisovania kapacít zohrávajú túto úlohu, potom fungujú ako materiálne abstrakcie"* ([4], 355).

Materiálne abstrakcie nám umožňujú abstrahovať od konkrétnych detailov skúmanej oblasti a po ukončení abstrakcie *"dostávame zákon, ktorý nemá doslovne opísať správanie objektov v jeho doméne, ale skôr ... odhaliť základné princípy, pomocou ktorých pôsobí"* ([4], 354).

Cartwrightová predkladá aj "trojvrstvový" model, podľa ktorého *"dole máme singulárne zapríčinenia (causings). Hore máme všeobecné kauzálne tvrdenia, ktoré interpretujeme ako výroky asociujúce kapacity s vlastnosťami - 'aspirín má schopnosť (power) zmierniť bolesti hlavy' ... Medzi nimi sa nachádza fenomenálny obsah tvrdení o kapacitách - rozsiahla matrica detailných, komplikovaných kauzálnych zákonov"* ([4], 355; [5], 228).

Pre Cartwrightovú sú singulárne zapríčinenia primárne, keďže *"singulárny fakt je tým, čo je dôležité pre kauzálny zákon, lebo kauzálne zákony sú práve o ňom. Všeobecné (generic) kauzálne tvrdenia sú ... pripisovaniami kapacít, kapacít, vďaka ktorým veci nastávajú (make things happen) od prípadu k prípadu. 'Acylpyrín zmierňuje bolesti hlavy'... hovorí, že acylpyrín má kapacitu zmierniť bolesti hlavy, relatívne pretrvávajúcu a stabilnú kapacitu, ktorú nesie so sebou od situácie k situácii... a ktorú nepochybne veľmi dobre vidno v každom jednotlivom prípade"* ([5], 2-3).

Všeobecné kauzálne tvrdenie, teda kauzálny zákon, vzhľadom na singulárne kauzálne tvrdenie "pripisuje danej charakteristike - povedzme byť acylpyrínom - kapacitu produkovať v jednotlivých prípadoch účinok" ([4], 350). Cartwrightová tvrdí, že *"[v]šeobecné kauzálne zákony zachytávajú ... kapacity. Tvrdiť kauzálny zákon, že acylpyrín zmierňuje bolesť, znamená tvrdiť, že acylpyrín, keďže je (by virtue of being) acylpyrín, má kapacitu odstrániť bolesti hlavy"* ([5], 136).

Cartwrightovej úvahy o kapacitách sú spojené s jej nasledujúcim kritériom kauzality *CC*. Nech C a E označujú príčinu a jej účinok, zatiaľ čo F_1, ... F_n označujú ostatné príčiny E. $+F_i$ označuje, že F_i pôsobí, $-F_i$ označuje, že F_i nepôsobí. Toto kritérium znie nasledovne ("P" označuje pravdepodobnosť; $\neg C$ znamená, že C nepôsobí):

CC: C zapríčiňuje E vtedy a len vtedy, ak

$$P(E|C \pm F_1, ..., F_n) > P(E| \neg C \pm F_1, ..., F_n), \quad (2.1.)$$

kde $\{C, F_1,..., F_n\}$ je úplnou množinou príčin (complete causal set) pre *E*. Cartwrightová pritom zdôrazňuje, že (2.1.) platí univerzálne; "pred ním je univerzálny kvantifikátor: *C* zvýši (alebo aspoň nezníži) pravdepodobnosť *E* na každom homogénnom pozadí ..., a teda kvantifikuje nad všetkými testovacími procedúrami" ([5], 143-145). *CC* je nezávislé od akejkoľvek populácie *T*; netvrdí, že " '*C* zapríčiňuje *E* v *T*', ale bezvýhradne že '*C* zapríčiňuje *E*'" ([5], 145). Zatiaľ čo lokalizované tvrdenie má charakter kauzálneho zákona, "delokalizované" tvrdenie vypovedá o kapacite inherentne danej v *C*. Pritom poznamenáva o *CC*, že *"referuje, že C-čka, nakoľko sú C, môžu zapríčiniť E ... Ak sa C-čkam vôbec niekedy podarí zapríčiniť E-čka (nakoľko sú C-čka), musí to byť preto, že majú kapacitu to urobiť. Táto kapacita je čosi, čo sa zrejme s nimi prenáša od situácie k situácii"* ([5], 145).

Inými slovami: *"Experiment uskutočňujeme za určitých špecifických okolností; tento experiment oprávňuje zákonu podobnú (law-like) pravidelnosť, veľmi zjednodušene vo forme "V I A-čka robia X". Väčšina A-čiek nie je v I. Abstrahujeme na "A robia X". Toto tvrdenie nie je obmedzené na okolnosti I. V skutočnosti neodkazuje na žiadne okolnosti; - "odmysleli" sme si ich"* ([15], 1).

Pojem kapacity sa v prácach N. Cartwrightovej z 90-tych rokov spája aj s pojmom povahy (nature) entít. V súvislosti s ním tvrdí, že *"vo vede sa snažíme ... odhaliť povahu vecí, pokúšame sa zistiť, aké schopnosti alebo kapacity majú a za akých okolností a ako ich možno využiť na produkovanie predikovateľného správania"* ([14], 277).

Ďalej tvrdí, že "prírodné zákony sa spravidla týkajú povah a toho, čo tieto povahy produkujú" ([9], 46).

Pojem povahy entít, ako aj pojem kapacity bezprostredne spája práce N. Cartwrightovej s názormi L. Nowaka. V súvislosti s uvedeným tvrdením "*A*-čka robia *X*" hovorí: *"Abstrahujeme "A-čka robia X" zo špeciálnych experimentálnych situácií, napr. z I. Aplikujeme ho na o mnoho komplexnejšie situácie, kde pôsobia rôzne faktory iné ako A ... Podľa mňa [toto] abstraktné tvrdenie (claim) je to, ktoré tvrdíme (assert) v našich teóriách v tých oblastiach, kde explanácia a predikcia postupuje metódou konkretizácie ... používame abstraktné tvrdenia, akoby boli pripísaním tendencií (pričom toto tvrdenie je o tom, čo veci* **robia**), *alebo kapacít (kde toto tvrdenie je o tom, čo veci* **zapríčiňujú**). *Ako sa dostaneme od abstraktného tvrdenia formy "A-čka robia X" ku konkrétnemu zákonu typu regularity? Nie hempelovskou dedukciou, keďže nemáme výrok pokrývajúceho zákona, z ktorého by sme vychádzali. Nowakovou alternatívou je proces konkretizácie."* ([15], 1-2).

Cartwrightová tak rozlišuje dve odlišné, ale predsa len prepojené fázy vedeckého poznania. Na jednej strane "'postup nahor' od skúsenosti k všeobecným princípom" a na strane druhej pohyb "'smerujúci dole od všeobecných princípov k variete špecifických záverov'" ([5], 183), pričom tento druhý proces má charakter stupňovitej konkretizácie. Cartwrightová tak jasne rozlišuje "opačne prebiehajúce (converse) abstrakcie a konkretizácie" ([5], 184), t.j. postup od konkrétneho k abstraktnému a od abstraktného ku konkrétnemu. Bodom obratu tohto postupu je spoznanie kapacity, ako je vyjadrená v abstraktnom (fundamentálnom) zákone, ktorý platí, ako zdôrazňuje, len za ideálnych okolností. Pýta sa: "Aká je ideálna situácia pre štúdium nejakého partikulárneho faktora?" ([5], 190) a odpovedá, že "je to situácia, v ktorej všetky ostatné 'rušivé' faktory nepôsobia. A čo je také zvláštne na tejto situácii? Ak nepôsobia žiadne rušivé vplyvy, faktor prejavuje svoju schopnosť explicitne vo svojom správaní." ([5], 191).

3. Cartwrightovej kapacity verzus Nowak. Vráťme sa teraz k zákonu matematického kyvadla (1.2) a k zákonu voľného pádu (1.3). Tieto zákony nemali pôvodne takúto podobu, ale podobu, akú mali pred vznikom Newtonovej mechaniky, t.j. *pred* formulovaním jeho troch dynamických zákonov a gravitačného zákona. Odstránením pojmu sily dostaneme zo zákonov (1.2) a (1.3) podobu, ktorú mohli mať pred vznikom Newtonovej mechaniky.[3]

$$(x)(Kx \,\&\, Cmod_{1,2,4\text{-}7}x=d_{1,2,4\text{-}7} \rightarrow T^{(6)}x=2\sqrt{lx/g}\,) \tag{3.1}$$

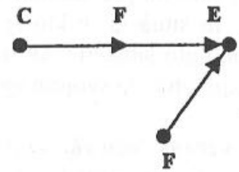
$$(x)(Ox \,\&\, Cmod_{1,2}x=d_{1,2} \rightarrow s^{(2)}x=gt^2x/2) \tag{3.2}$$

Z tohto vidno, že zákon matematického kyvadla a zákon voľného pádu sú *predpokladom* aj *výsledkom* Newtonových troch dynamických zákonov a jeho gravitačného zákona. Podľa nášho názoru to platí aj pre postup, ktorý Cartwrightová nazvala postupom od konkrétneho "späť" ku konkrétnemu prostredníctvom abstraktných zákonov vyjadrujúcich poznanie príčin a ich kapacít. To znamená, že zmyslom a cieľom postupu od konkrétneho ku konkrétnemu je koniec koncov *zredukovať rozličné fenomény na ich spoločnú príčinu a jej kapacity*, ktoré majú byť pritom vyjadrené v zákonoch so štruktúrou (1.1) - *z ktorej sa potom majú odvodiť ako prejavy tejto príčiny a jej kapacít.*

Skúmajme teraz, ako Cartwrightová chápe samotný fundamentálny (abstraktný) zákon, ako aj kapacity, ktoré sú v ňom vyjadrené a ktoré predstavujú bod obratu (alebo sprostredkujúci článok) v postupe konkrétne -> abstraktné -> konkrétne. Cartwrightová používa svoje kritérium *CC* na pochopenie fundamentálnych zákonov, ale aj na tento účel možno použiť Nowakovu rekonštrukciu rovnice $E^{(k)}=f_k(C)$ v (1.1). Pritom podľa môjho názoru táto rekonštrukcia vytvára lepšie predpoklady na pochopenie kapacity príčiny *C* generovať účinok *E* ako Cartwrightovej *CC*. O tomto kritériu tvrdí: *"Formula CC tvrdí, že na to, aby všeobecné kauzálne tvrdenie platilo, musí predpokladaná príčina C zvýšiť pravdepodobnosť účinku E v každej populácii, ktorá je homogénna vzhľadom na ostatné príčiny E. Táto podmienka je však príliš silná, pretože fixuje príliš veľa. Ostatné faktory by sa mali fixovať len pre indivíduá, u ktorých nie sú zapríčinené samotným C. Najjednoduchšie prípady majú štruktúru vyjadrenú na obrázku 3.1.*

[3] Neskúmame tu ich skutočnú pôvodnú podobu.

Obr. 3.1



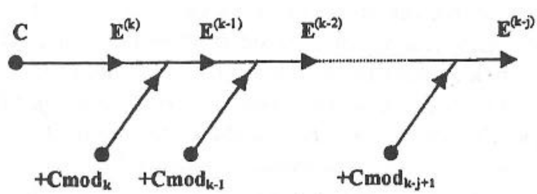
Je to prípad skutočnej príčiny C, ktorá vždy pôsobí prostredníctvom sprostredkujúcej (intermediate) príčiny F. Ale F sa môže objaviť samostatne a ak sa objaví, je stále pozitívne relevantná pre E. Fixovanie F vedie k chybnému záveru, že C nezapríčiňuje E, keďže $P(E|C\pm F)=P(E|\neg C\pm F)$. Ide o známu vec: sprostredkujúce príčiny v nejakom procese (tu F) odtienia (screen off) pôvodnú príčinu (C) od konečného výsledku (E). Ak sprostredkujúce články (intermediates) sú fixované, príčiny nebudú identifikované ako skutočné, aj keď také sú. Na druhej strane ak faktory ako F nie sú fixované, keď sa objavujú z iných dôvodov, vzniká opačný problém a za príčiny sa môžu považovať čisté koreláty." ([5], 95-96).

Ak teraz zmeníme *CC* tak, že bude obsahovať názory L. Nowaka z (1.1), dostaneme:

CC: *C* zapríčiňuje $E^{(k)}$ vtedy a len vtedy, ak
$$P(E^{(k)}\,|C\pm Cmod_1,\dots,\pm Cmod_K) > P(E^{(k)}\,|\neg\, C\pm Cmod_1,\dots,\pm Cmod_K), \tag{3.3}$$

kde *C* je kompletná kauzálna príčina (complete causal set) pre $E^{(k)}$; $+Cmod_i$ znamená to isté ako $Cmod_i=d_i$ a $-Cmod_i$ znamená to isté ako $Cmod_i\neq d_i$.

CC v "nowakizovanej podobe" (3.3) ukazuje, že *C* sa vždy prejavuje ako $E^{(k)}$ a že to nevyplýva zo žiadnej z podmienok $Cmod_1,\dots, Cmod_K$. $E^{(k)}$ *ako účinok C* je nezávislé od pôsobenia podmienok $Cmod_1, \dots, Cmod_K$. V protiklade k obr. 3.1 dostaneme



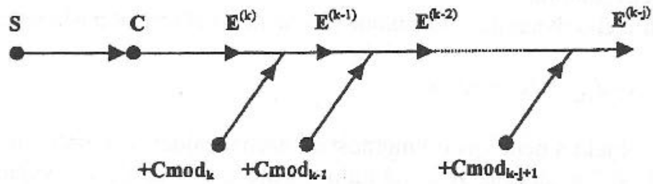
(3.4)

To znamená, že bez *C* (a jeho kapacity) generovať účinok $E^{(k)}$ by účinky $E^{(k-1)},\dots, E^{(k-j)}$ nikdy nevznikli, a to bez ohľadu na to, či modifikačné podmienky $Cmod_1,\dots, Cmod_K$ pôsobia, alebo nie. V Nowakovej reprezentácii rovnice konkretizovaného zákona $L^{(k-j)}$ je to vyjadrené ako

$$E^{(k-j)}=f(C, Cmod_k,\dots,Cmod_{k-j+1}). \tag{3.5}$$

Keďže C má kapacitu generovať $E^{(k)}$, musí rekonštrukcia C byť vždy prítomná vo všetkých explanáciách účinkov $E^{(k-1)}, ..., E^{(k-j)}$. To ale znamená, že pochopiť, prečo sa C prejavuje ako $E^{(k)}$ bez ohľadu na to, aké modifikačné podmienky pôsobia, znamená už *vopred poznať* kapacitu príčiny C generovať účinok $E^{(k)}$. Cartwrightová to vyjadruje nasledovne: "Kapacity nemožno stotožňovať so žiadnymi partikulárnymi prejavmi." ([19], 75).

Nowakova rekonštrukcia rovnice so štruktúrou $E^{(k)}=f_k(C)$ má preto nasledujúci význam. Pridržiava sa chápania poznania vzťahu príčiny a účinku, pri ktorom postupujeme od C k $E^{(k)}$, t.j. o $E^{(k)}$ vieme na základe C, preto musíme poznať kapacitu inherentnú príčine C, na základe ktorej sa táto príčina prejavuje ako $E^{(k)}$. Inými slovami, skôr, než tvrdíme $E^{(k)}=f_k(C)$, musíme už vedieť, aký je vzťah C k vlastnej kapacite, ktorú budeme označovať ako S, t.j. musíme už poznať vzťah vyjadrený ako $C=f_0(S)$. Ak substituujeme $C=f_0(S)$ do $E^{(k)}=f_k(C)$ a ak zloženú funkciu $f_k(f_0())$ označíme ako $g_k()$, dostaneme $E^{(k)}=g_k(S)$. Schéma (3.4) sa tak mení na



(3.6)

Pri bližšom skúmaní Nowakových prác ([24]; [25]) však zistíme, že aj keď vzťah príčiny a jej účinku vyjadruje prostredníctvom $E^{(k)}=f_k(C)$, nikdy neskúma štruktúru vedeckého zákona, ktorá by obsahovala rovnicu v podobe $C=f_0(S)$, od ktorej však *úplne závisí zmysluplnosť* $E^{(k)}=f_k(C)$. To je prvý negatívny aspekt Nowakových prác, ktorý si N. Cartwrightová neuvedomila.

Ak by niekto akceptoval Nowakovu rekonštrukciu v podobe $E^{(k)}=f_k(C)$, potom na to, aby zistil, aké špecifické kapacity sú v nej spoznané, musí skúmať fundamentálne (abstraktné) zákony nejakej špeciálnej vedy, napr. fyziky. Keď sa ale pozrieme na práce N. Cartwrightovej, zistíme, že neurobila ani jeden jediný rozbor fundamentálnych zákonov, napr. fyziky, aby ukázala, aký charakter majú výpovede o kapacitách v tejto špeciálnej vede. Aj keď už na prvej stránke svojho úvodu v [5] vyhlasuje, že na to, *"aby sme zistili, čo nás učí newtonovská fyzika alebo Maxwellova elektrodynamika, musíme si všimnúť, čo tieto teórie hovoria. Aby sme odpovedali na otázku "Existujú kauzálne kapacity v elektrodynamickom svete Maxwella?", študovali sme Maxwellove zákony, a zisťovali, či opisujú kauzálne schopnosti, alebo nie. A podobne budeme do istej miery postupovať aj teraz"*, nikde v prácach ([5] až [20]) nenájdeme žiadne skúmanie fundamentálnych zákonov fyziky.

Tento nedostatok vidno aj v jej prístupe ku kvantovej mechanike. Aj keď tvrdí, že proces explanácie založený na Schrödingerovej rovnici má charakter postupného menenia operátora Hamiltoniánu, pričom táto explanácia začína od operátora Hamiltoniánu H_0 ([5], 205), nikdy neskúma najabstraktnejšiu (najfundamentálnejšiu) formu

Schrödingerovej rovnice $ih\delta\Psi/\delta t=H_0\Psi$, aby zistila, aký typ kapacity je v nej vyjadrený. H_0 je operátor Hamiltoniánu pre voľnú časticu ([1], 136) a práve uvedená Schrödingerova rovnica vyjadruje vývin jej stavu (daný vlnovou funkciou Ψ) v čase v dôsledku jej vlastnej (inherentnej) dynamiky. H_0 je vždy prítomný v operátore Hamiltoniánu pre ľubovoľný objekt kvantovomechanickej teórie, t.j. ľubovoľný takýto objekt vždy mení svoj stav aj vďaka vlastnej inherentnej dynamike, preto si N. Cartwrightová mala položiť otázku: *Čo táto teória vypovedá o inherentnej kapacite svojich objektov meniť svoj stav v čase - a vypovedá vôbec o nej niečo?* A Cartwrightovej odpoveď na túto otázku kľúčovú z hľadiska jej názorov na kapacity? Vôbec ju neformuluje a namiesto toho sa zaoberá v [5] problémom Bellových nerovností súvisiacich s problematikou merania v kvantovej mechanike.

Predtým, než sa budeme zaoberať problémom, či Schrödingerova rovnica voľnej častice skutočne korešponduje s Nowakovou rekonštrukciou $E^{(k)}=f_k(C)$ a či vôbec vyjadruje poznanie nejakej kapacity, ukážeme, že táto rekonštrukcia neplatí pre klasickú mechaniku. To je druhý negatívny aspekt Nowakových prác ([24]; [25]), ktorý si Cartwrightová neuvedomila.

Štruktúru druhého dynamického zákona mechaniky vyjadríme nasledovne:

$$(x)(Ox \mathbin{\&} Cmod_{1,2}\mathrm{x}=d_{1,2} \rightarrow fx=mxa^{(2)}x) \tag{3.7}$$

"O" tu označuje objekt s nenulovou hmotnosťou nachádzajúci sa v určitom fyzikálnom systéme, "$\mathrm{Cmod}_1=\mathrm{d}_1$" vyjadruje, že x má nulový objem, a "$\mathrm{Cmod}_2=\mathrm{d}_2$" vyjadruje, že na fyzikálny systém, v ktorom sa nachádza x, nepôsobí žiadna sila. Z (3.7) je zjavné, že štruktúra druhého dynamického zákona mechaniky nekorešponduje s (1.1), ale s

$$(x)(Gx \mathbin{\&} Cmod_1x=d_1 \mathbin{\&} \ldots \mathbin{\&} Cmod_kx=d_k \rightarrow f_1(Cx)=E^{(k)}x). \tag{3.8}$$

Podľa (3.8) sa príčina C musí uchopiť prostredníctvom účinku-fenoménu, $E^{(k)}$, ale v Nowakovom (1.1) je to naopak. Zdanlivo by sa rozdiel medzi (1.1) a (3.8) dal eliminovať tak, že v $f_1(C)=E^{(k)}$ vzájomne vymeníme strany. Pokúsme sa o takýto typ zámeny v rovnici $f=ma^{(2)}$ z (3.7). Dostali by sme síce $a^{(2)}=f/m$, ale problém spočíva v tom, že v klasickej mechanike nemožno f vyjadriť nezávisle od m a $a^{(2)}$. Prečo? Jednoducho preto, že klasická mechanika je typom špeciálnej vedy, ktorá sa nezaoberá pôvodom, produkciou síl, a nie je ani typom vedy o kapacitách určitých entít, ktoré produkujú také účinky, ako je napr. zmena hybnosti v čase, ale je typom vedy, ktorá sa zaoberá výhradne účinkami síl. Za f preto v $a^{(2)}=f/m$ môžeme dosadiť len $ma^{(2)}$ a celá zámena strán tu končí trivialitou $a^{(2)}= a^{(2)}$.

Aj keď v (1.1) a v (3.8) označujeme fenomén tým istým symbolom, plní tento v (1.1) inú funkciu ako v (3.8). V (3.8) *z kvantitatívnej charakteristiky fenoménu-účinku $E^{(k)}$ môžeme určiť kvantitatívnu charakteristiku jeho príčiny, t.j., $E^{(k)}$ umožňuje odvodene merať C, pričom toto meranie sa uskutočňuje v procese postupu od konkrétneho k abstraktnému.* Takýto typ fenoménu nazývame *jav* (*der Schein, the appearance*). Fenomén $E^{(k)}$ v (1.1) *je odvodený v procese pohybu od abstraktného ku konkrétnemu, a to* *na základe poznania kvantity a kvality jeho príčiny*. Takýto fenomén-účinok nazývame *prejav* (*die Erscheinung, the manifestation*).

Ako sme ukázali, zámena strán v rovnici $f=ma^{(2)}$ tak, aby platilo $a^{(2)}=f/m$, nie je možná bez toho, aby sme skončili trivialitou $a^{(2)}=a^{(2)}$, preto čelíme nasledujúcemu problému. Ako sa v klasickej mechanike môže uskutočniť pohyb od konkrétneho "späť" ku konkrétnemu, ak na jednej strane zámena strán v $f=ma^{(2)}$ sa nemôže uskutočniť, ale na strane druhej nejaká zámena sa uskutočniť musí? Inak by totiž nebolo možné v klasickej mechanike zmeniť smer postupu konkrétne -> abstraktné na abstraktné -> konkrétne.

Aby sme problém lepšie pochopili, pozrime sa ešte raz na postup konkrétne -> abstraktné -> konkrétne z pohľadu nášho rozlíšenia medzi javom a prejavom. Konečným zmyslom tohto postupu je po prvé, zredukovať v myslení rôzne účinky-fenomény ako javy na ich spoločnú príčinu, tu vyjadrenú ako $f_1(C)=E^{(k)}$, z ktorej potom tieto účinky-fenomény majú byť odvodené ako prejavy tejto príčiny, čo vyjadríme ako $E^{(k)}=f_k(C)$, $E^{(k-1)}=f_{k-1}(C, Cmod_k),..., E^{(k-j)}=f_{k-j}(C, Cmod_k,...,Cmod_{k-j+1})$. Z toho vyplýva, že zmena smeru pohybu konkrétne -> abstraktné na abstraktné -> konkrétne sa musí zakladať na prechode od zákona s rovnicou $f_1(C)=E^{(k)}$ k zákonu s rovnicou $E^{(k)}=f_k(C)$, pričom v pozadí tohto prechodu je uchopenie samotnej príčiny - pôvodne identifikovanej prostredníctvom $f_1(C)=E^{(k)}$ - *nezávisle* od javov a *pred* odvodením jej prejavov $E^{(k)}, E^{(k-1)},..., E^{(k-j)}$.

Aby sme pochopili, ako sa uskutočňuje postup od konkrétneho ku konkrétnemu v klasickej mechanike, skúmajme ho na príklade Newtonovho prístupu k pojmu sily.

Z pohľadu tejto štúdie kľúčové sú jeho definície VI, VII a VIII ([22], B2).[4]

[i] *"Absolútna kvantita dostredivej sily je mierou tejto sily samotnej, je úmerná účinnosti príčiny, ktorá ju šíri zo stredu do priestoru."*

[ii] *"Akceleratívna kvantita dostredivej sily je mierou tejto sily samotnej, je úmerná rýchlosti, ktorú generuje v určitom čase."*

[iii] *"Hybnostná kvantita dostredivej sily je mierou tejto samej, úmernou hybnosti, ktorú generuje v určitom čase."* ([23], 4).

Tieto veličiny potom Newton nazýva *absolútnou*, *akceleratívnou* a *hybnostnou* silou.

Analyzujme najprv posledné dve definície. Kvantita sily sa v nich rovnako určuje kvantitou jej účinkov, pričom jej účinkom je zmena rýchlosti v čase a zmena hybnosti v čase. Tieto kvantity sú vzhľadom na silu len jej *vonkajšími* kvantitami. Vystupuje niekde v *Základoch* aj vnútorná (inherentná) kvantita samotnej sily? V definícii VI Newton explicitne spomína absolútnu silu a v komentári k definícii VIII hovorí, že je to "príčina..., ktorá sa ešte nejaví" ([22], [4]; [23], 5). Tu sa však nehovorí, čo je jej vnútorná kvantita. V definíciách VII a VIII sa čosi odlišuje od tejto sily samotnej, totiž jej vonkajšie účinky, dáva do vzťahu k nej. Ale ani v definícii VI ani nikde inde v *Základoch* nenachádzame žiadny odkaz na čosi ako vnútorný základ sily.

Prostredníctvom [i], [ii] a [iii] môžeme určiť práve kvantitatívne charakteristiky sily. Ak vieme napríklad, že teleso s hmotnosťou *5 kg* dosiahlo zrýchlenie na *4* ms^{-2}, zistíme, že to bolo zapríčinené silou *20 Newtonov*, t.j., objavíme určitú kvantitu (veľkosť), tu *20*. Pochopiteľne, z hľadiska kvality sme sa nedostali ani o krok ďalej.

[4] Podrobnejší rozbor Newtonových *Základov* pozri v [21].

Kvalita označená ako "Newton" alebo, ako sa to zvyčajne robí vo fyzike, ako *[f]*, je tu daná len "násobením" kvalít fenoménov-javov, z ktorých poznanie pôvodne vychádzalo. Vychádza z kvality veličiny dráhy *[s]*, času *[t]* a hmotnosti *[m]* a končí v $[f]=[m]*[s]*[t]^{-2}$, kde "*" označuje súčin. Vyjadruje to aj Newton vo svojom tvrdení, že účelom skúmania sily *"je len nájsť (trace out) kvantitu a vlastnosti tejto sily na základe fenoménov ..., a aplikovať to, čo objavíme v niektorých jednotlivých prípadoch, ako princípy, prostredníctvom ktorých matematicky môžeme odhadnúť účinky vo viacerých zložitých prípadoch ... Povedali sme* **matematicky**, *aby sme sa vyhli akejkoľvek otázke o povahe či kvalite tejto sily."* ([23], 550).

Ak teraz porovnáme toto Newtonovo tvrdenie s uvedeným tvrdením Cartwrightovej, podľa ktorého zákony sú o povahe (nature) entít, vidíme, že toto jej tvrdenie istotne neplatí pre klasickú mechaniku.

Ako Newton *potom,* čo prešiel od zmeny rýchlosti v čase a zmeny hybnosti v čase k pojmu sily (absolútnej, akceleratívnej a hybnostnej), postupuje "späť" k týmto fenomenologickým veličinám? Myšlienkový postup "späť" realizuje vo svojej úvahe o *interakcii dvoch telies*. Označme jedno z nich ako A a jeho hmotnosť ako m_A a druhé ako B a jeho hmotnosť ako m_B. Ak si m_A zvolíme ako jednotku, potom môžeme m_B vyjadriť ako násobok m_A. Teleso A je tu v takej pozícii, že B môže vyjadriť svoju hmotnosť ako ekvivalentnú s A alebo ako stupeň ekvivalencie s A. A je tu teda, vzhľadom na B v pozícii ekvivalentnej formy. Teleso B je tu v inej pozícii; jeho hmotnosť je vyjadrená vzhľadom na (relatívne voči) A. B je tu tak v relatívnej forme. Pochopiteľne, môže to platiť aj opačne: m_B telesa B sa môže považovať za jednotku. Teda nielen teleso A umožňuje vyjadriť čosi, čo prislúcha telesu B, ale aj teleso B umožňuje vyjadriť čosi, čo prislúcha telesu A. Týmto čímsi je podľa Newtona sila f. V prvom prípade sila f_B viazaná na teleso B používa teleso A, aby sa prejavilo ako zrýchlenie a_A. V druhom prípade f_A viazaná na teleso A používa teleso B, aby sa prejavilo ako zrýchlenie a_B; v tomto prípade je A v pozícii relatívnej formy a B v pozícii ekvivalentnej formy, zatiaľ čo v prvom prípade je to presne naopak. Základom vzťahu relatívnej a ekvivalentnej formy medzi A a B alebo[5] naopak je existencia čohosi odlišného od zrýchlenia a hmotnosti - je to sila. Existuje ako spoločná príčina v oboch telesách. Majú spoločnú jednu kvalitu *[f]*, danú v každom z nich v kvantite $\{f_A\}$ a $\{f_B\}$ tak, že platí $\{f_A\}*[f_A]=\{f_B\}*[f_B]$ alebo $f_A=f_B$. Na oboch stranách máme tú istú kvalitu a tú istú kvantitu. Táto rovnica je podľa môjho názoru daná v Newtonovom treťom zákone (Lex III), ktorý znie: "Vzájomné pôsobenia dvoch telies sú vždy rovnako veľké a opačne orientované." ([23], 13; [22], [13]). Newtonovo tvrdenie o takejto rovnosti sa zakladá na tom, čo v definícii VI nazýva "absolútnou silou". Vidno to z jeho komentára k tretiemu zákonu, kde hovorí: *"Ak jedno teleso narazí do iného a svojou silou zmení jeho hybnosť, rovnako, aj keď s opačnou orientáciou, sa zmení aj hybnosť prvého telesa."* ([2], 14; [22], [13]).

Tretí zákon teda tvrdí, že "vzájomné silové pôsobenie dvoch telies je vždy rovnako veľké a opačne orientované". Treba zdôrazniť, že keďže Newton v treťom zákone a v jeho komentári vychádza zo vzťahu $f_A=f_B$, môže vzniknúť aj vzťah $dp_A/dt=dp_B/dt$ (kde dp/dt označuje zmenu hybnosti telesa v čase), t.j. platí $m_A*a_A=m_B*a_B$, aby nakoniec

[5] Výroková spojka "alebo" je tu skratkou za "Buď ..., alebo..., ale len jedno z nich".

tvrdil, že "opačne orientované zmeny rýchlostí sú nepriamo úmerné hmotnostiam" ([23], 14; [22]; [13]).

Tento myšlienkový postup však v sebe skrýva jeden fundamentálny problém. Newton správne, aspoň podľa nášho názoru, vychádza z faktu, že telesá interagujú a v tejto interakcii získavajú určité fenomenálne vlastnosti, ktoré sú kvantitatívne určené (Newton tu teda *postupuje od konkrétneho*). Potom sa pokúša uchopiť príčinu týchto interakcií tým, že prejde k pojmu sily (t.j. *postupuje k abstraktnému*). Nakoniec sa chce Newton dostať k explanácii týchto interakcií prostredníctvom svojich troch zákonov (Lex I, II, III), tým, že odvodí tieto fenomény ako prejavy sily (chce teda *odvodiť konkrétne z abstraktného*). V prvom zákone sa zmena stavu telesa zdôvodňuje silou pôsobiacou naň. V druhom zákone sa zmena hybnosti telesa tiež zdôvodňuje silou. Nakoniec v treťom zákone sa akcia a reakcia telies takisto zdôvodňuje silou. Ale keďže Newton, ako sme už ukázali, nezdôvodňuje absolútnu silu, zostáva v *Základoch* úplnou záhadou, prečo telesá na seba vzájomne pôsobia. Keďže nevie, čo je to *[f]*, musí v druhom zákone tvrdiť, že "zmena hybnosti je úmerná vtlačenej hybnostnej sile" ([23], 13; [22], [12]). Hybnostná sila je však v definícii VIII definovaná ako úmerná zmene hybnosti v čase, preto Newtonov pohyb od *konkrétneho javu*, ako je daný v tejto definícii, ku *konkrétnemu prejavu*, ako je daný v druhom zákone, končí triviálnym tvrdením: Zmena hybnosti telesa v určitom čase je úmerná zmene jeho hybnosti v tomto čase. Z toho istého dôvodu, pretože nemá poznatky o tom, čo je *[f]*, Newton nemôže odvodiť ani vzťah $\{f_A\}*[f_A]=\{f_B\}*[f_B]$, ako je daný v treťom zákone.

To ale znamená, že proces stupňovitej konkretizácie vychádzajúci zo zákona so štruktúrou (3.8) bude mať iný charakter, ako si predstavuje L. Nowak. Uchopenie príčiny *C* je tu možné len prostredníctvom javu $E^{(k)}$, preto sa *prejavy* $E^{(k-1)}$..., $E^{(k-j)}$ *budú odvodzovať vzhľadom na jav* $E^{(k)}$. Proces vysvetlenia stupňovitou konkretizáciou vychádzajúci zo zákona so štruktúrou (3.8) vedie k zákonu $L^{(k-1)}$ so štruktúrou

$$(x)(Gx \mathbin{\&} Cmod_k x=d_k \mathbin{\&} Cmod_{k-1}x=d_{k-1} \mathbin{\&} \ldots \mathbin{\&} Cmod_1 x=d_1 \rightarrow E^{(k-1)} = f_{k-1}(E^{(k)}x, Cmod_k x))$$

a končí zákonom $L^{(k-j)}$ so štruktúrou

$$(x)(Gx \mathbin{\&} Cmod_k x=d_k \mathbin{\&} \ldots \mathbin{\&} Cmod_{k-j+1}x=d_{k-j+1} \mathbin{\&} Cmod_{k-j}x=d_{k-j} \mathbin{\&} \ldots \mathbin{\&} Cmod_1 x=d_1 \rightarrow E^{(k-j)}=f_{k-1}(E^{(k)}x, Cmod_k x)).$$

Pritom treba zdôrazniť, že na *základe znalostí kvantitatívnych charakteristík určitého javu tu odvodzujeme kvantitatívne charakteristiky iných fenoménov-prejavov*. Že je to skutočne tak, to vidno nielen z uvedenej Newtonovej úvahy o účele skúmania sily, ale aj z jeho názorov v úvode k prvému vydaniu *Základov*: *"Zdá sa, že celé bremeno filozofie spočíva v tom, aby na základe fenoménov pohybu skúmala sily prírody, a potom na základe týchto síl demonštrovala ostatné fenomény; a na tento cieľ sú zamerané všeobecné propozície v prvej a druhej Knihe. V tretej Knihe ako príklad uvádzam vysvetlenie Systému Sveta; prostredníctvom propozícií matematicky demonštrovaných v predchádzajúcich knihách odvodzujem v tretej knihe na základe nebeských fenoménov sily gravitácie, ktorými telesá tiahnu k Slnku a viacerým planétam. Potom z týchto síl,* *prostredníctvom iných propozícií, ktoré sú tiež matematické, dedukujem pohyby planét, komét, Mesiaca a mora."* ([23], XVII-XVIII; [22], A2). Ako príklad odvodenia kvantity určitých prejavov sily z kvantity jej určitého javu možno uviesť prípad odvodenia zákona voľného pádu, odvodenie veličiny práce, ako ako aj odvodenie kozmických rýchlostí telesa.

Ústrednou myšlienkou zákona voľného pádu je predstava, že ak poznáme kvantitu sily pôsobiacej na nejaké teleso, z jej účinku na toto teleso - zo zrýchlenia g - môžeme odvodiť dráhu, ktorú prekoná teleso pod účinkom tieto sily za určitý čas. Predpokladajúc, že sila pôsobí na teleso, ktoré považujeme za hmotný bod, len v smere y-ovej osi, použijeme nasledujúce tri pohybové diferenciálne rovnice: $f_x=md^2x/dt^2=0$; $f_y=md^2y/dt^2=-mg$; $f_z=md^2z/dt^2=0$. Ich dvojnásobným integrovaním a vhodnou voľbou počiatku súradnicového systému môžeme potom odvodiť zákon voľného pádu (1.2). Základom celého odvodenia účinku - ako prejavu sily f - dráhy voľného pádu je už vopred daná znalosť účinku ako javu - g - sily pôsobiacej na teleso v smere osi y. V druhom zákone však nemôžeme silu charakterizovať nezávisle od jej účinkov-javov - tu zrýchlenie g -, ale len prostredníctvom vzťahu $f=mg$, preto nemôžeme ani v zákone voľného pádu (1.2) ani v žiadnej jeho konkretizácii substituovať výraz f/m za veličinu g tak, aby táto substitúcia neskončila triviálnou zámenou veličiny g za veličinu g.

Na základe Newtonovho druhého zákona, poznajúc kvantitu pôsobiacej sily, môžeme určiť kvantitu jej účinkov, ktoré má na určité teleso, prostredníctvom *dráhy*, na ktorej pôsobí. Účinok sily f pozdĺž určitej dráhy sa vyjadrí vo vektorovej forme ako $\mathbf{f}d\mathbf{r}$, kde $d\mathbf{r}$ je elementárny nárast rádiusu vektora $\mathbf{r}$ udávajúceho okamžitú polohu telesa, ktoré tu znova považujeme za hmotný bod. Integrujúc $\mathbf{f}d\mathbf{r}$ medzi dvoma polohami tohto hmotného bodu, danými ako r_1 a r_2, dostávame výraz pre prácu A_{12} konanú silou f na tomto telese medzi týmito dvoma bodmi. Keďže f musíme kalkulovať prostredníctvom jej účinku, napr. na Zemi prostredníctvom $f=mg$, a ak predpokladáme, že f pôsobí len v smere osi y, dostaneme výraz $A_{12}=mg(y_1-y_2)$. Ani v tejto rovnici, ani v žiadnej inej odvodenej z nej stupňovitou konkretizáciou nemôžeme substituovať f/m za g tak, aby sme neskončili triviálnou substitúciou g za g.

Na základe $f=mg$ môžeme určiť nielen dráhové a časové účinky sily, ale aj, ak poznáme charakter dráhy určitého telesa, kvantitu sily, ktorá pôsobí na toto teleso. Tak napr. na základe $f=ma$ a Keplerových zákonov môžeme určiť kvantitu gravitačnej sily generujúcej dráhu planéty, ktorá podlieha Keplerovým zákonom. Zo znalosti kvantity gravitačnej sily potom môžeme určiť kvantitu jej ďalších účinkov na nejaké teleso, napr. kvantitu kruhovej rýchlosti telesa obiehajúceho okolo tejto planéty v určitej vzdialenosti. Z tejto kvantity potom možno odvodiť tri kozmické rýchlosti tohto telesa: prvú, ktorú musí mať, aby sa pohybovalo tou istou rýchlosťou ako planéta, z ktorej bolo vypustené; druhú kozmickú rýchlosť, ktorú toto teleso musí vyvinúť, aby uniklo gravitačnému poľu planéty, z ktorej bolo vypustené; a tretiu kozmickú rýchlosť, ktorú musí dosiahnuť, aby uniklo aj gravitačnému poľu slnka planéty.

Vráťme sa na záver k otázke, ako kvantová mechanika chápe inherentnú dynamiku voľnej častice - a či ju vôbec chápe. Toto chápanie je vyjadrené v operátore Hamiltoniánu H_0 vystupujúceho v Schrödingerovej rovnici $ih\delta\Psi/\delta t=H_0\Psi$. Východiskom pre "uhádnutie" tvaru operátora H_0 pre voľnú časticu, t.j. pre časticu, ktorá sa nenachádza v žiadnom vonkajšom poli, je Hamiltonián voľnej častice v klasickej mechanike a ten je totožný s výrazom pre jej kinetickú energiu. V klasickej mechanike túto jej vnútornú energiu určujeme znova na základe fenomenologických charakteristík častice - jej hybnosti a hmotnosti, a to prostredníctvom vzťahu $\mathbf{p}^2/2m$, t.j. prostredníctvom výrazu $(p_x^2+ p_y^2+ p_z^2)/2m$. Vychádzajúc z klasickej mechaniky v kvantovej mechanike priradíme výrazom p_x^2, p_y^2a p_z^2 operátory $(h\delta/i\delta x)^2$, $(h\delta/i\delta y)^2$ a $(h\delta/i\delta z)^2$. Výrazu $\mathbf{p}^2/2m$ z klasickej mechaniky tak v kvantovej mechanike zodpovedá výraz $[(h\delta/i\delta x)^2+(h\delta/i\delta y)^2+(h\delta/i\delta z)^2]/2m$ alebo po úprave $(-h^2/2m)\Delta$, kde $=[(\delta/\delta x)^2+(\delta/\delta y)^2+(\delta/\delta z)^2]$. Schrödingerova rovnica nerelativistickej voľnej častice bez spinu teda je $ih\delta\Psi/\delta t=(-h^2/2m)\Delta\Psi$. Morálnym poučením z tohto krátkeho exkurzu do kvantovej mechaniky je konštatovanie, že ani *Schrödingerova rovnica voľnej bezspinovej nerelativistickej častice ako najfundamentálnejšia rovnica kvantovej mechaniky nevyjadruje poznanie kapacity, ktorá by bola inherentná tejto častici, na základe ktorej by sa jej stav vyvíjal v čase.*

LITERATÚRA

[1] CARTWRIGHT, N.: How the Laws of Physics Lie. Oxford 1983.

[2] CARTWRIGHT, N.: Regular Association and Singular Causes.In: Skyrms, B.-Harper, W. (eds.): Causation, Chance, and Credence. Dordrecht 1988, s. 79-97.

[3] CARTWRIGHT, N.: Ursachen und mathematische Physik. In: Muschik, W. - Scheibe, E. (eds.): Philosophie, Physik, Wissenschaftsgeschichte. Berlin 1988, s. 12-33.

[4] CARTWRIGHT, N.: Capacities and Abstractions. In: Minnesota Studies Studies in the Philosophy of Science, Vol. 13. Minnesota 1989, s. 349-356.

[5] CARTWRIGHT, N.: Nature's Capacities and Their Measurement. Oxford 1989.

[6] CARTWRIGHT, N.: The Born-Einstein Debate. In: Synthese 1990, Vol. 81, s. 271-282.

[7] CARTWRIGHT, N.: Can Wholism Reconcile the Inaccuracy of Theory with the Accuracy of Prediction? In: Synthese 1991, Vol. 89, s. 3-13.

[8] CARTWRIGHT, N.: Fables and Models. In: Proceedings of the Aristotelian Society, Vol. XLV, Supplement. London 1991, s. 55-68.

[9] CARTWRIGHT, N.: Aristotelian Natures and the Modern Experimental Method. In: Earman, J. (ed.): Inference, Explanation and Other Philosophical Frustrations. Berkeley 1992, s. 44-71.

[10] CARTWRIGHT, N.: In Defense of 'This Worldly Causality'? In: Philosophy and Phenomenological Research 1993, Vol. 53, s. 423-429.

[11] CARTWRIGHT, N.: Is Natural Science 'Natural Enough'? In: Synthese, 1993, Vol. 94, s. 291-301.

[12] CARTWRIGHT, N.: How We Relate Theory to Observation. In: Horwich, P. (ed.): World Changes. Cambridge 1993, s. 259-273.

[13] CARTWRIGHT, N.: Fundamentalism vs. Patchworks of Laws. In: Proceedings of the Aristotelian Society. London 1994, s. 279-292.

[14] CARTWRIGHT, N.: Ceteris Paribus Laws and Socio-Economic Machines. In: The Monist 1995, Vol. 78, s. 276-294.

[15] CARTWRIGHT, N.: Reply to Eells, Humphreys and Morrison on Nature's Capacites and their Measurement. In: Philosophy and Phenomenological Research 1995, Vol. 55, s. 177-187 (citované podľa rukopisu).

[16] CARTWRIGHT, N.: Precise on Nature's Capacity and Their Measurement. In: Philosophy

and Phenomenological Research 1995, Vol. 55, s. 153-156.
[17] CARTWRIGHT, N.: False Idealisations. In: Philosophical Studies 1995, Vol. 74, s. 339-352.
[18] CARTWRIGHT, N.: What is a Causal Structure. In: Vaughn, R. (ed.): Causality in Crisis? Notre Dame 1996, s. 343-357.
[19] CARTWRIGHT, N.: Where do Laws of Nature Come From? In: Dialectica 1997, Vol. 51, s. 65-78.
[20] CARTWRIGHT, N.: Models: Blueprints for Laws. In: Philosophy of Science 1997, Vol. 64, Supplement, s. 292-303.
[21] HANZEL, I.: Tri podoby miery. Ellis a Newton. (rukopis)
[22] NEWTON, I.: Philosophiae Naturalis Principia Naturalis. Londini 1687 (nové vydanie London 1960).
[23] NEWTON, I.: Sir Isaac Newton's Mathematical Principles of Natural Philosophy and his System of the World. Berkeley 1946.
[24] NOWAK, L.: Laws of Science, Theory, Measurement. In: Philosophy of Science 1972, Vol. 39, s. 192-201.
[25] NOWAK, L.: The Structure of Idealization. Dordrecht 1980.
[26] NOWAK, L.: The Idealizational Approach to Science. In: Poznan Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities, Vol. 25, Amsterdam 1992, s. 9-63.

PhDr. Igor Hanzel, CSc.
Katedra logiky a metodológie vied FIF UK
Šafárikovo nám. 6
818 01 Bratislava
SR
E-mail: klmv@fphil.uniba.Sk