

Wojciech Grygiel

Rogera Penrose'a obiektywizacja obserwatora w mechanice kwantowej

Zagadnienia Filozoficzne w Nauce nr 45, 45-61

2009

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach
dozwolonego użytku.

Wojciech P. GRYGIEL

Wydział Filozoficzny

Papieska Akademia Teologiczna, Kraków

ROGERA PENROSE'A OBIEKTYWIZACJA OBSERWATORA W MECHANICE KWANTOWEJ

1. WPROWADZENIE

Dualizm podmiot poznający — przedmiot poznania stanowi jeden z najbardziej fundamentalnych filarów epistemologii, wypracowanej w zachodniej tradycji filozoficznej. Każdy akt poznawczy, dokonany przez człowieka, powoduje, iż w umyśle pojawia się reprezentacja poznawanej rzeczywistości bądź to bezpośrednio w postaci form postrzeganych rzeczy (filozofia scholastyczna), bądź w postaci przedstawień wygenerowanych przez umysł na bazie zarejestrowanych wrażeń zmysłowych (np. *reprezentacjonizm* Johna Locke'a). Choć w pierwszym przypadku akt poznawczy nakierowany jest na przedmiot poznania, a w drugim na jego zmysłową reprezentację, to jednak stan przedmiotu nie ulega zmianie na skutek interwencji obserwatora. Natomiast mentalna reprezentacja przedmiotu może być kształtowana przez aprioryczne kategorie poznawcze (np. Immanuel Kant). Wyjątek w tym schemacie stanowi z pewnością *idealizm* George'a Berkeley'a, gdzie jedyną realną rzeczywistość stanowią idee rzeczy w umyśle (*esse est percipi*).

Powstanie współczesnej metody naukowej, opartej na matematycznym opisie wyników otrzymanywanych w kontrolowanym eksperymencie, doprowadziło do zmarginalizowania roli podmiotu poznającego —

obserwatora w procesie ugruntowywania obiektywnej wiedzy o przyrodzie. Sformułowanie praw przyrody w języku matematyki zapewnia bowiem absolutną jednoznaczność przewidywania przebiegu zjawisk, natomiast kontrolowany eksperyment dostarcza niezależnych od obserwatora danych, weryfikowalnych w wielokrotnie powtarzanych pomiarach. Taki ideał obiektywnej wiedzy naukowej realizowała fizyka klasyczna zakładając, iż pomiar przeprowadzany w badanym układzie nie zaburza w istotny sposób jego aktualnego stanu. Bliższa analiza pokazuje jednak, iż jest to obraz wyidealizowany. Oddziaływanie urządzenia pomiarowego z badanym układem jest niezerowe, ale zaniebdywalnie małe, przez co stan układu po pomiarze można z dobrym przybliżeniem uznać za identyczny ze stanem bezpośrednio przed pomiarem¹. W konsekwencji takiego założenia pomiar wartości wielkości fizycznej odzwierciedla badaną własność układu, stanowiącą realną rzeczywistość w jego obrębie.

Sformułowanie mechaniki kwantowej na początku dwudziestego stulecia w istotny sposób zachwiało relacją, jaka wykształciła się pomiędzy obserwatorem, urządzeniem pomiarowym, a badanym układem w paradygmacie fizyki klasycznej. Formalizm tej teorii wskazuje jednoznacznie, iż dokonanie pomiaru na układzie wiąże się z zaburzeniem jego stanu, wywoływanym *redukcją wektora falowego*², która w odróżnieniu od *deterministycznej* i *ciągłej* ewolucji wektora falowego pomiędzy pomiarami, jest *indeterministyczna* i *nieciągła*. Jedy-
nym i *de facto* bardzo rzadkim wyjątkiem jest sytuacja, w której układ znajduje się w jednym ze swoich stanów własnych. W konsekwencji pomiar nie daje wglądu w trwałą własność badanego układu, a uzyskana wartość wielkości mierzonej stanowi jedynie odpowiedź układu na procedurę pomiarową. Odmiennność takiego stanu rzeczy w stosunku do pomiaru rozumianego klasycznie, spowodowała znaczny zamęt interpretacyjny w szczególności jeśli chodzi o rolę *obserwa-*

¹M. Jammer, *The Philosophy of Quantum Mechanics: The Interpretations of QM in historical perspective*, John Wiley and Sons 1974, ss. 471–474.

²Zob. np. Ch. Isham, *Lectures on Quantum Theory*, London: Imperial College Press 1995, ss. 154–160, 175–177.

tora w procesie pomiaru kwantowego. Burzliwej dyskusji poddano bowiem kwestię rozgraniczenia pomiędzy układem badanym, a urządzeniem jak też rolę subiektywnych aktów poznawczych obserwatora w determinowaniu wyników pomiarów (paradoks kota Schrödingera). Uzasadnienie takiej roli wiąże się z koniecznością wskazania kauzalnego oddziaływania stanów mentalnych na redukcję wektora falowego w pomiarze kwantowym i wymaga jej rozważenia w kontekście żywo dyskutowanego dziś problemu *mind-body*³. Biorąc pod uwagę fakt, iż do dziś dnia praktycznie nie istnieje jednolita teoria umysłu, umożliwiająca zobiektywizowany opis takich stanów oraz ich zależności od świata zewnętrznego, postulat wpływu świadomych aktów obserwatora na stan układu kwantowego może nazbyt prędko okazać się filozoficzną spekulacją lub wręcz heurystycznym wybiegiem na zasadzie strategii „God of the gaps”.

W niniejszej pracy analizie poddana zostanie ewolucja roli świadomego obserwatora w pomiarze kwantowym od wczesnych *subiektywistycznych* podejść interpretacyjnych do rezultatów obecnych, wykorzystujących między innymi kwantowe modele umysłu. Pozwoli to wyakcentować całkowicie obiektywny charakter obserwatora w pomiarze kwantowym oraz wskazać, iż nie da się wykazać kauzalnego wpływu stanów mentalnych obserwatora na proces redukcji wektora falowego. Potrzeba takiej analizy, zwłaszcza w obszarze polskojęzycznym, poddyktowana jest znikomą ilością opracowań, poruszających zagadnienie obserwatora w pomiarze kwantowym od strony kognitywistycznej jako funkcję relacji pomiędzy umysłem i mózgiem (*mind-body*). Na uwagę zasługują opracowania autorstwa M. Grabowskiego⁴, R. Więc-

³Zob. np. M. Miłkowski, R. Poczobut, *Analityczna metafizyka umysłu — najnowsze kontrowersje*, Warszawa: Wydawnictwo Instytutu Filozofii i Socjologii PAN 2008.

⁴M. Grabowski, *Teorie pomiaru kwantowego — fizyka poszukuje filozofii, Zagadnienia Filozoficzne w Nauce*, 8 (1986) s. 46–61.

kowskiego⁵ oraz M. Woszcza⁶, których rezultaty posłużą jako istotne tło dla dalszych rozważań. Analiza kognitywistyczna daje także okazję omówienia interesującego wątku *metodologicznego*, ilustrującego siłę nowoczesnej metody naukowej w eliminowaniu uzasadnień o charakterze spekulatywnym na rzecz eksperymentalnie potwierdzonych modeli matematycznych. Na szczególną uwagę zasługuje tutaj zjawisko *dekoherencji*, tłumaczące zanikanie interferencji kwantowych w wyniku czysto fizycznego wpływu chaotycznych fluktuacji wielkości fizycznych właściwych „kąpieli”, jakiej każdemu systemowi kwantowemu dostarcza jego makroskopowe otoczenie⁷. Obiektywizacja pomiaru kwantowego z udziałem redukcji wektora falowego znajduje najbardziej radykalne odzwierciedlenie w kwantowej teorii umysłu, zaproponowanej przez brytyjskiego matematyka, Rogera Penrose’a. Zgodnie z tą teorią, redukcji wektora falowego nie wywołuje świadomy obserwator, ale wręcz odwrotnie, grawitacyjnie indukowana redukcja wektora falowego prowadzi do powstawania świadomych aktów podmiotu poznającego — obserwatora. Innymi słowy, mechanika kwantowa nie wyróżnia interwencji świadomego obserwatora jako warunku koniecznego zajścia redukcji wektora falowego, gdyż redukcja ta towarzyszy każdemu oddziaływaniu mikroskopowego układu kwantowego z makroskopowym otoczeniem, niezależnie czy oddziaływanie zachodzi z urządzeniem pomiarowym czy też nie. Ostatecznie więc, pomiar kwantowy uzyskuje, zgodnie z zasadą *metodologicznego naturalizmu*, swoje pełne uzasadnienie wewnątrz dobrze potwierdzonej fizycznej teorii, jaką jest mechanika kwantowa.

⁵R. Więckowski, *Rola podmiotu-obserwatora w poznawaniu zjawisk kwantowych w Wheelera interpretacji mechaniki kwantowej*, [w:] *Z zagadnień filozofii przyrodoznawstwa i filozofii przyrody*, A. Lemańska, M. Lubański [red.], Warszawa: Wydawnictwo UKSW ss. 231–337.

⁶M. Woszczeck, *Kwantowanie czasoprzestrzeni a kwantowanie świadomości*, [w:] Antoni Szczuciński (red.), *Wokół kwantów i grawitacji*, Poznańskie Zeszyty Filozofii Fizyki, t. 1, Poznań: Wydawnictwo Naukowe Instytutu Filozofii UAM 2006, ss. 75–90.

⁷W.P. Grygiel, *Is the Schrödinger’s Cat Dead or Alive? Zagadnienia Filozoficzne w Nauce*, 37 (2005) 119.

2. INTERPRETACJE I SPEKULACJE

Abstrakcyjny formalizm mechaniki kwantowej oraz niezaniebnywalny wpływ pomiaru na stan badanego układu kwantowego stwarzają konieczność podania *reguł pomostowych*, umożliwiających powiązanie elementów formalizmu teorii z wynikami eksperymentów. Najobszerniejszym źródłem w tym zakresie jest niewątpliwie praca Maxa Jammera⁸, omawiająca szczegółowo poszczególne etapy rozwoju mechaniki kwantowej oraz towarzyszących jej interpretacji, zwłaszcza w początkowej fazie kształtowania się tej teorii, z uwzględnieniem podstaw filozoficznych i koncepcyjnych. Jak już zaznaczono we wstępie, początkowa faza rozwoju mechaniki kwantowej obfitowała w wiele bardzo rozbieżnych prób teoretycznego ujęcia problemu *pomiaru kwantowego*, który po dziś dzień okazuje się być jednym z centralnych zagadnień interpretacyjnych mechaniki kwantowej. W niniejszym podrozdziale zaprezentowany zostanie przegląd wczesnych propozycji rozwiązania problemu obserwatora i urządzenia pomiarowego. Strategie w tym zakresie można wstępnie podzielić na dwie grupy: (1) nadanie obserwatorowi obiektywnego charakteru poprzez stwierdzenie jego nieredukowalnej funkcji w procesie pomiaru, (2) wyeliminowanie obserwatora poprzez potraktowanie jako jedno z ogniw w procesie pomiaru, podległe tym samym prawom fizyki, co aparatura pomiarowa i badany układ (*dekoherencja*) lub całkowite wyeliminowanie problemu redukcji wektora falowego (*interpretacja wielu światów*).

2.1. OBSERWATOR REALNY

W pierwszym rzędzie należy wspomnieć o interpretacji kopenhaskiej z uwagi na fakt, iż była to pierwsza próba nadania fizycznego znaczenia takim elementom formalizmu kwantowego jak funkcja falowa czy też prawdopodobieństwo. Z punktu widzenia niniejszej analizy ważniejszym jest jednak fakt, iż w kontekście tej interpretacji

⁸M. Jammer, *The Philosophy of Quantum Mechanics: The Interpretations of QM in historical perspective*, John Wiley and Sons 1974.

zdecydowanie zarysował się problem relacji pomiędzy urządzeniem pomiarowym (i obserwatorem) oraz układem, poddawanym pomiarowi. Ze względu na pojawienie się stałej Plancka w równaniach teorii oraz zasadę nieoznaczoności Heisenberga, w której stała ta odgrywa fundamentalną rolę, oddziaływanie urządzenia pomiarowego z badanym układem nieodwracalnie zaburza stan tego układu. Jeden z głównych twórców interpretacji kopenhaskiej, Niels Bohr, wymagał, aby wszelkie wyniki pomiarów kwantowych wyrażane były w języku fizyki klasycznej w oparciu o *zasadę korespondencji*. Dla Bohra nie istniał świat kwantowy, a formalizm przestrzeni Hilberta był jedynie narzędziem do statystycznego opisu otrzymywanych wyników pomiarów w reżimie klasycznym. Słusznie zatem zauważa M. Jammer, iż w koncepcji Bohra widoczny podział na przedmiot pomiaru oraz urządzenie pomiarowe istnieje tylko na poziomie logicznym⁹. Odmienność podejścia W. Heisenberga w tej kwestii polega na związaniu nieciągłej zmiany („skoku”) funkcji prawdopodobieństwa w momencie pomiaru z nieciągłą zmianą naszej wiedzy o badanym układzie przez co rola obserwatora jako podmiotu poznającego staje się bardziej widoczna¹⁰.

Próby zażegnania rysujących się powyżej podziałów podjął się niemiecki matematyk, John von Neumann, który po raz pierwszy zastosował abstrakcyjne przestrzenie Hilberta do opisu stanów kwantowych. W przeciwieństwie do N. Bohra, potraktował on urządzenie pomiarowe oraz badany układ jako w całości opisywane jednym formalizmem kwantowym, co pozwoliło mu na stworzenie zaksjomatyzowanej teorii pomiaru kwantowego¹¹. W teorii tej nie następuje jednak redukcja liniowej superpozycji stanów kwantowych w żadnej dowolnej kombinacji urządzeń pomiarowych. Aby przerwać powstały *regressus ad infinitum*, von Neumann zaproponował, aby łańcuch ten arbitralnie kończył się na *świadomym akcie obserwatora*. Von Neumann przyjmował w kwestii problemu *mind-body* u obserwatora stano-

⁹M. Jammer, *The Philosophy of Quantum Mechanics*, s. 472.

¹⁰W. Heisenberg, *Physics and Philosophy*, ss. 55–56.

¹¹J. von Neumann, *Mathematical Foundations of Quantum Mechanics*, Princeton: Princeton University Press 1955.

wisko zdecydowanie *dualistyczne*, postulując istnienie demarkacji pomiędzy subiektywną świadomością (umysłem), a jej fizycznym podłożem, transmitującym bodźce do „abstrakcyjnego ego” obserwatora¹². Dodatkowo, powoływał się on na *paralelizm psychofizyczny*, co *de facto* wyklucza kauzalne oddziaływanie pomiędzy umysłem, a jego fizycznym nośnikiem. Choć w rezultacie znikł podział na urządzenia pomiarowe — układ pomiarowy na poziomie formalizmu teorii, to powstał podział znacznie bardziej aprioryczny, w którym pomiar wyrowadzony został poza obręb teorii fizycznej do subiektywnego obszaru świadomości obserwatora. Można jednak odnieść wrażenie, iż wprowadzony przez von Neumanna dualizm nie jest podyktowany apriorycznym założeniem metafizycznym, lecz podkreślaną przez niego niezdolnością współczesnej mu nauki do opisania, czym ostatecznie jest subiektywne wrażenie (*qualium*) wywołane obserwacją zjawiska fizycznego.

Niezwykłe intrygującym z filozoficznego punktu widzenia jest sposób, w jaki intuicje von Neumanna podjęli Fritz Wolfgang London oraz Edmund Bauer prezentując, jak to sami określili, „zwartą i prostą wykładnię teorii pomiaru von Neumanna”¹³. Z jednej strony London jest znany głównie z uwagi na swoje prace w chemii (teorie wiązań chemicznych), z drugiej jednak nie ukrywał on swoich zainteresowań filozoficznych, otrzymując w roku 1921 doktorat z filozofii pod kierownictwem fenomenologa Aleksandra Pfändera, który z kolei pozostawał pod silnym wpływem Teodora Lippsa i jego psychologicznej teorii *empatii*. Empatia jest swoistą zdolnością rejestrowania stanów psychicznych innych istot w oparciu o wnioski oraz intuicję¹⁴. Drugi nurt filozoficznych inspiracji Londona stanowią prace monachijskiego filozofa i psychologa, Ericha Bechera, z zakresu badań nad problemem *mind-body*. Becher odrzucał wszelkie dualistyczne koncepcje rozwiązania tego problemu takie jak *paralelizm*, *okazjonalizm*

¹²J. von Neumann, *op. cit.*, s. 437n.

¹³F. London, E. Bauer, *La Theorie de l'Observation en Mécanique Quantique*, Paris: Hermann & Cie. 1939.

¹⁴Niniejsza prezentacja poglądów Londona i Bauera oparta jest o rozważania M. Jammera w *The Philosophy of Quantum Mechanics*, s. 482–486.

czy *epifenomenalizm* twierdząc, iż oddziaływanie *mind-body* podlega prawu zachowania energii, wskutek czego stany mentalne w mózgu są ściśle zdeterminowane procesami fizycznymi. W odróżnieniu od wspomnianego powyżej *dualizmu*, takie stanowisko znane jest obecnie w teorii umysłu pod nazwą *fizykalizmu* (np. Roger Penrose i jego koncepcja umysłu). Z uwagi na fakt, iż stany mentalne mogą w takim układzie również rzutować na procesy fizyczne, łatwo było Londonowi i Bauerowi skojarzyć redukcję wektora falowego ze świadomym aktem obserwatora. Nietrudno też w takiej sytuacji zrozumieć, dlaczego London i Bauer zinterpretowali słynny paradoks kota Schrödingera twierdząc, iż kwestia życia lub śmierci kota rozstrzyga się w momencie dokonania aktu obserwacji przez świadomego obserwatora. Kontynuatorem ich poglądów był E. Wigner, który postulował konieczność wprowadzenia nieliniowej wersji mechaniki kwantowej, aby w ludzkim umyśle nie mogła zaistnieć superpozycja stanów kwantowych.

Wartą odnotowania w kontekście analizy relacji pomiędzy urządzeniem pomiarowym i obserwatorem jest interpretacja mechaniki kwantowej zaproponowana przez Johna Archibalda Wheelera¹⁵. Oprócz znaczących osiągnięć w zakresie fizyki cząstek elementarnych oraz teorii względności (*geometrodynamika*), Wheeler znany jest jako twórca kosmologicznej koncepcji „wszechświata uczestniczącego” (ang. *participatory universe*), którą wyprowadza z zapożyczonej od Nielsa Bohra definicji zjawiska, które wtedy staje się zjawiskiem, dopiero wtedy, gdy zostanie zarejestrowane przez obserwatora (*elementary phenomenon*). W oparciu o analizę zaproponowanego przez siebie eksperymentu z opóźnionym wyborem (ang. *delayed-choice experiment*), a także znanego eksperymentu EPR, Wheeler stawia tezę, iż ewidentna zależność wyniku eksperymentu od sposobu jego realizacji prowadzi do nieuchronnego uwikłania obserwatora w otrzymany

¹⁵J.A. Wheeler, *Law without law*, [w]: *Quantum theory and measurement*, red. W.H. Zurek, J.A. Wheeler, Princeton: Princeton University Press 1983, s. 182 n. Wyczerpujące omówienie tej interpretacji zostało przedstawione w R. Więckowski, *Rola podmiotu–obserwatora w poznawaniu zjawisk kwantowych w Wheelera interpretacji mechaniki kwantowej*.

wane rezultaty¹⁶. W konsekwencji rozszerza zakres tej tezy twierząc, iż przeszłość Wszechświata kreowana jest poprzez akty obserwacji i dlatego nie istnieje możliwość utrzymania koncepcji Wszechświata niezależnego od człowieka. Stąd też pochodzi nazwa „wszechświata uczestniczącego”. Warto odnotować, iż w przeciwieństwie do koncepcji Londona i Bauera, Wheeler wyklucza udział świadomych aktów w procesie pomiaru. Postrzeganie zdarzeń ma miejsce w wyniku *nieodwracalnego aktu wzmocnienia* zdarzeń kwantowych do poziomu makroskopowego. Świadomość obserwatora partycypuje w pomiarze jedynie poprzez nadawanie znaczeń rejestrowanym wynikom i w ten sposób zapewnia ich komunikowalność.

2.2. BEZ OBSERWATORA

W drugiej grupie strategii, sugerujących wyeliminowanie problemu obserwatora w ramach zażegnania interpretacyjnych problemów mechaniki kwantowej, standardowo wymienia się dwie metody: *dekoherencję* oraz interpretację *wieloświatową*. Pomysłem łączącym te dwie idee jest niewątpliwie interpretacja mechaniki kwantowej przy użyciu spójnych historii kwantowych (ang. *consistent histories interpretation*)¹⁷. Dla kompletności obrazu można by tutaj jeszcze uwzględnić interpretację zmiennych ukrytych Davida Bohma, lecz ze względu na jej „niekwantowy” charakter, nie zostanie ona tutaj zaprezentowana.

Zjawisku dekoherencji poświęconych zostało już bardzo wiele opracowań i jest ono powszechnie przyjmowane jako mechanizm prowadzący do wygaszenia interferencji kwantowych na skutek sprzężenia badanego układu kwantowego z makroskopową kąpielą, charakteryzującą się znacznymi fluktuacjami opisujących je wielkości fizycznych¹⁸. Ogromna szybkość dekoherencji powoduje, iż pomiar dokonany na mikroskopowym układzie kwantowym przy pomocy makroskopowego

¹⁶J.A. Wheeler, *Law without law*, s. 185.

¹⁷W.P. Grygiel, Consistent Quantum Histories: Towards a Universal Language of Physics, *Concepts of Physics*, 4 (2007) 75.

¹⁸R. Omn'és, *Quantum Philosophy: Understanding and Interpreting Contemporary Science*, Princeton and Oxford: Princeton University Press 1999, ss. 199–202.

urządzenia daje wynik odpowiadający wartości własnej w jednym ze stanów własnych, wchodzących w skład stanu splątanego, opisującego dany układ. Nie ulega więc wątpliwości, iż dekoherencja pozwala na redukcję wektora falowego bez jakiegokolwiek udziału świadomego obserwatora, a redukcja ta może powszechnie zachodzić we Wszechświecie, gdzie nie mają miejsca świadome akty obserwacji. Innymi słowy, pomiar stanowi pewną wąską klasę procesów fizycznych, w których dekoherencja wywołuje redukcję wektora falowego, a sam obserwator nie jest rozróżnialny od wszystkich innych obiektów makroskopowych, mogących oddziaływać z układami kwantowymi. Pojęcie obserwatora w klasycznie rozumianym sensie świadomego podmiotu poznającego nie znajduje na gruncie teorii dekoherencji żadnego uzasadnienia.

Przechodząc obecnie do krótkiej prezentacji rozwiązania problemu obserwatora w mechanice kwantowej przy pomocy *interpretacji wieloświatowej* Hugh Everetta¹⁹, dość zaskakującą wydaje się być obserwacja, iż oczekiwany efekt neutralizacji obserwatora jest, ściśle biorąc, neutralizacją problemu pomiaru. W momencie bowiem, kiedy dokonywany jest pomiar, wszystkie możliwe rezultaty, wynikające z opisu stanu układu przy pomocy splątanych funkcji falowych, rzeczywiście współistnieją w superpozycji odrębnych wszechświatów, opisywanych globalną funkcją falową Ψ . Jak zauważa Roger Penrose, problem obserwatora w tej interpretacji dotyczy pytania o to, dlaczego nie rejestruje on rezultatów we wszystkich wszechświatach jednocześnie²⁰. Zakłada się więc, że w każdym z wszechświatów istnieje „kopia” obserwatora, który doświadcza właściwego dla tego wszechświata wyniku pomiaru.

¹⁹H. Everett, Relative State Formulation of Quantum Mechanics, *Reviews of Modern Physics*, 29 (1957) 454. Zob. także Ch. Isham, *Lectures on Quantum Theory: Mathematical and Structural Foundations*, London: Imperial College Press 1995, ss. 183–187.

²⁰Szczegóły dyskusji interpretacji wieloświatowej oparte są na rozważaniach Rogera Penrose’a z uwagi na jego wnikliwą analizę zagadnienia obserwatora: R. Penrose, *The Road to Reality: A Complete Guide to the Laws of the Universe*, New York: Alfred Knopf 2005, ss. 784–785, 806–810.

Innymi słowy, mentalny stan takiego obserwatora splątany jest jedynie z postrzeganym przez niego stanem badanego układu.

W efekcie, obserwator twierdzi, iż istnieje tylko jeden wszechświat, a redukcja wektora falowego prowadzi do wyeliminowania innych stanów, wchodzących w skład superpozycji. Podstawowym mankamentem interpretacji wieloświatowej jest, jak stwierdza Penrose, niezdolność do uzasadnienia, *dlaczego* obserwator rejestruje taką, a nie inną wartość obserwabli oraz *dlaczego* nie ma możliwości obserwacji wszystkich rezultatów pomiarów jednocześnie. Rozwiązania tego powinna dostarczyć nowa, nieistniejąca jeszcze, teoria *postrzegania*, która w swojej dokładności nie powinna ustępować mechanice kwantowej²¹.

3. INWERSJA PENROSE' A

Niezależnie od fizykalistycznych czy też dualistycznych preferencji, zaprezentowane powyżej próby „urealnienia” funkcji świadomego obserwatora wykazują istotną trudność w ścisłym określeniu natury świadomości oraz specyfiki stanów mentalnych i ich relacji do stanów fizycznych w mózgu człowieka (problem *mind-body*). Współczesne badania w obrębie nauk kognitywnych sugerują dość szeroki wachlarz rozwiązań, których wyniki jednak nadal odnoszą się do filozoficznych stanowisk w kwestii problemu *mind-body*. Z koncepcji dualistycznych na uwagę z pewnością zasługują propozycje H.P. Stapp²² a oraz J.C. Ecclesa i F. Becka²³, zgodnie z którymi wzmocnienie mikroskopowych stanów kwantowych w mózgu, na które bezpośrednio oddziałuje umysł (wolna wola), przejawia się w skali makroskopowej jako konkretna czynność podjęta przez człowieka. Z koncepcji utrzymanych w duchu psychofizycznego *monizmu*, gdzie świadomość łączy się z materią na fundamentalnym poziomie Wszechświata, warto

²¹R. Penrose, *The Road to Reality*, s. 784–785, 806–810.

²²Stapp, H., *Quantum theory and the role of mind in Nature. Found. Phys.* 31 (2001) 1465–1499.

²³F. Beck, J.C. Eccles, “Quantum aspects of brain activity and the role of consciousness”, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **89** (1992) 11357–11361.

wyróżnić holistyczne ujęcie Davida Bohma²⁴, wykorzystujące postulowaną przez niego koncepcję *ukrytego porządku* (ang. *implicate order*). Z podejść o nastawieniu bardziej fizykalistycznym wskazać należy natomiast *kwantową teorię dynamiki mózgu* M. Jibu i K. Yasue²⁵, opartą na analogii do efektów łamania symetrii w nadprzewodnikach. Jak słusznie zauważa we wspomnianym na wstępie artykule M. Woszczyk, trudno w tych koncepcjach dopatrzeć się jednoznacznej definicji stanu fizycznego w mózgu człowieka, który stanowiłby bazę dla formowania się stanów mentalnych oraz świadomości. Co więcej, nie sposób w nich doszukać się tak fundamentalnej dla świadomości składowej czasowej. Można jednak racjonalnie oczekiwać, iż w momencie, gdy przyszła zunifikowana teoria kwantowej grawitacji dostarczy opisu kwantowej struktury czasoprzestrzeni, pozwoli ona również na głębsze wyjaśnienie specyfiki fizycznych stanów mózgu, których czasoprzestrzeń ta okaże się być podstawowym tworzywem.

Podejście Penrose'a, w ramach którego pojawia się konstrukcja „świadomej” skali czasowej, wiąże się bezpośrednio z jego ontologią trzech światów: *matematyki, fizyki oraz umysłu*, której sam Penrose²⁶ jak i liczni komentatorzy poświęcili dotychczas wiele opracowań. Z punktu widzenia niniejszej pracy istotne jest zauważenie, iż w całej plejadzie współczesnych koncepcji teorii umysłu oraz propozycji rozwiązania problemu *mind-body*, Penrose zajmuje stanowisko *fizykalistyczne*, zakładające, iż wszelkie procesy mentalne redukowane są do procesów fizycznych. Co więcej, zagadnienie umysłu będzie, zdaniem Penrose'a, stanowiło istotne ogniwo w zrozumieniu ostatecznych praw, rządzących całą rzeczywistością fizyczną.

Zawężając obecnie refleksję do pomiarów dokonywanych na układach kwantowych, Penrose utrzymuje, iż jedyną interpretacją (onto-

²⁴D. Bohm, “A new theory of the relationship of mind to matter”, *Philosophical Psychology*, 3 (1990) 271–286.

²⁵M. Jibu, K. Yasue, *Quantum brain dynamics and consciousness*, Amsterdam and Philadelphia: John Benjamins 1995.

²⁶Zob. np. R. Penrose, *The Road to Reality*, ss. 816–868, K. Śleziński,

logią w jego języku²⁷), która nie implikuje jakiegokolwiek pojęcia świadomego obserwatora jest zasygnalizowana wcześniej interpretacja zmiennych ukrytych Davida Bohma oraz jego własna koncepcja mechaniki kwantowej, w której redukcja wektora falowego **R** traktowana jest jako grawitacyjnie indukowany, obiektywnie zachodzący proces fizyczny (**OR**)²⁸. W takiej sytuacji oczywiste jest, iż świadomy obserwator nie odgrywa żadnej roli w stymulowaniu redukcji wektora falowego, kiedy dokonywany jest pomiar. Spekulacje Penrose'a, dokonywane na bazie analizy struktury mózgu oraz możliwości istnienia kwantowych stanów splątanych obejmujących znaczne obszary mózgu, wskazują iż to obiektywna redukcja wektora falowego **OR** jest odpowiedzialna za generowanie wrażenia upływu czasu, co stanowi z kolei istotną komponentę świadomości²⁹. Mechanizm tego hipotetycznego procesu jest jednak zbyt skomplikowany, aby zaprezentować go w ramach niniejszego opracowania³⁰. Ostateczną konkluzję, w której Penrose sugeruje całkowite odwrócenie relacji świadomy obserwator — redukcja wektora falowego, najlepiej zilustrować jego własnymi słowami:

Z drugiej jednak strony, wyobrażam sobie, iż zjawisko świadomości, które traktuję jako realny proces fizyczny, powstający w obrębie świata fizycznego, czyni podstawowy użytek z procesu OR. W ten sposób moje stanowisko jest odwrotne w stosunku do opisanych powyżej [innych interpretacji mechaniki kwantowej, przyp. WG], w których, w ten czy inny sposób twierdzi się, iż to świadomość wywołuje redukcję wektora falowego. W moim przekonaniu, to rzeczywisty fizyczny proces R jest (częściowo) odpowiedzialny za świadomość³¹.

²⁷W.P. Grygiel, Interpretacje mechaniki kwantowej jako ontologie mikroświata w ujęciu Rogera Penrose'a, *Logos i Ethos*, 1 (24) 2008, s. 59–72.

²⁸R. Penrose, *The Road to Reality*, ss. 816–868.

²⁹Zob. np. R. Penrose, *Nowy umysł cesarza*, Warszawa: PWN 2000, ss. 445–491.

³⁰S.R. Hameroff, Quantum computation in brain microtubules? The Penrose-Hameroff „Orch OR” model of consciousness. *Philosophical Transactions Royal Society London (A)*. **356** (1998) ss. 1869–1896.

³¹R. Penrose, *The Road to Reality*, s 1032.

Pozostawiając chwilowo na boku kwestię weryfikowalności propozycji Penrose'a, warto zwrócić uwagę na jej dość fundamentalny wydźwięk, wynikający z zanegowania przez nią utrwalonego stereotypu o wręcz „tajemniczym” wpływie świadomego obserwatora na wynik pomiaru kwantowego. Z metodologicznego punktu widzenia najważniejszy jest jednak fakt, iż zanegowanie to nie odbywa się jednak na zasadzie *eksternalistycznego* wprowadzenia kolejnej, apriorycznej zasady, ale wskazaniu metody, dzięki której fizyka staje się samowystarczalna w dostarczaniu modeli, umożliwiających wyjaśnianie coraz bardziej skomplikowanych tajemników świata fizycznego. Jeżeli rzeczywistość Penrose'a koncepcja działania mózgu zostanie ostatecznie zeweryfikowana, będzie to kolejnym istotnym dowodem siły współczesnej metody naukowej w eliminowaniu apriorycznie przyjętych zewnętrznych uzasadnień w miarę pogłębiania wiedzy o świecie fizycznym. Innymi słowy, *metodologiczny naturalizm* znów okaże swoją doniosłość nie pozwalając na dalsze „zapychanie dziur świadomym obserwatorem”.

4. PODSUMOWANIE

Zaprezentowany w niniejszej pracy problem funkcji świadomego obserwatora w pomiarze jest niewątpliwie zagadnieniem złożonym. Złożoność ta wynika z faktu, iż dyskusja tego problemu wymaga odwołania się do jednego z najgoręcej dyskutowanych, a jednocześnie chyba najmniej rozpoznanych obszarów filozofii, jaką jest *filozofia umysłu i kogniistyka*, a w jej kontekście problem *mind-body*. Powiązanie bowiem aktu świadomego obserwatora z procesem fizycznym jakim jest redukcja wektora falowego implikuje konieczność wyjaśnienia *relacji kauzalnych* jakie miałyby zachodzić między świadomością człowieka, a rzeczywistością fizyczną. Z historycznego punktu widzenia, istotną trudność w tym wyjaśnieniu stanowi ugruntowany przez Kartezjusza *dualizm res cogitans / res extensa*, wprowadzający substancjalne rozróżnienie pomiędzy światem umysłu i światem fizycznym. W kontekście tego dualizmu, stany ludzkiej świadomości

posiadają ściśle subiektywny (psychologiczny) charakter, którego nie da się ująć w postaci zobiektywizowanych praw przyrody. Praktycznie cały okres filozofii nowożytnej, do czasu nastania stymulowanego pozytywizmem behawioryzmu na początku XX wieku, traktuje kwestie świadomości jako zarezerwowane dla sfery subiektywnej. Skoro stany mentalne w mózgu nie są w takiej sytuacji redukowalne do stanów fizycznych, nie ma możliwości uzasadnienia mechanizmu oddziaływania świadomości na wynik pomiaru kwantowego, na bazie *substancjalnego dualizmu*.

Przedstawiona w niniejszej pracy dyskusja stanowisk, dotyczących kauzalnych oddziaływań świadomości na redukcję wektora falowego, zdaje się wskazywać, iż *de facto* oddziaływania te postulowane były przez zwolenników *fizykalistycznego* rozwiązania problemu *mind-body*. Jest to w zasadzie jedyne rozwiązanie, które hipotetycznie umożliwia *kauzalne* powiązanie stanów mentalnych obserwatora z badanym układem przy pomocy oddziaływań, ujmowanych prawami nauk przyrodniczych. Nawet jeśli podejście Johna von Neumanna zakładało istnienie dualizmu, traktującego świadomość jako sferę nieredukowalną do materii, opisywanej przy pomocy fizyki, to postulat ten wyraża raczej metodologiczną bezradność nauki wobec zjawisk, zachodzących w świadomości człowieka, niż ontologicznie zaangażowane stanowisko.

Postulat wpływu świadomego obserwatora na wynik pomiaru kwantowego, wprowadzony przez von Neumanna oraz Londona i Bauera, napotyka w pierwszym rzędzie na istotną trudność ze względu na praktyczny brak precyzyjnej definicji świadomości, umożliwiającej ściśle uzasadnienie tego wpływu. W szczególności, nie formułują oni na czym miałyby polegać struktura *fizycznych stanów* w mózgu, które mogłyby być fundamentem dla zaistnienia *stanów mentalnych*. Nie da się ukryć, iż koniec lat trzydziestych, kiedy publikowali oni swoje prace, zdecydowanie poprzedza moment, w którym nauki kognitywne umożliwiły przypadające na lata sześćdziesiąte, pierwsze próby sformułowania naukowych modeli umysłu. Nawet jeśli we współczesnych kwantowych modelach umysłu powraca stanowisko dualistyczne (np.

Stapp czy Eccles i Beck), to ewidentnie pozostawia ono kwestię stanów mentalnych poza ramami opisu fizykalnego. Co więcej, modele te skupiają się raczej na zagadnieniu jak makroskopowe zachowania istot świadomych wygenerować z przewidywanych mikrostanów w mózgu, a zdecydowanie mniej poruszają kwestię ewentualnych sprzężeń tych stanów z kwantowymi stanami badanych układów w trakcie pomiaru. Innymi słowy, można odnieść wrażenie, iż wraz z rozwojem samej fizyki, a także nauk kognitywnych problem pomiaru naturalnie „oddala się” od kwestii świadomości i relegowany zostaje do obszaru standardowego oddziaływania urządzenia pomiarowego z badanym układem kwantowym. W fizyce dziś powszechnie przyjmuje się, iż oddziaływanie to opisuje omawiany wcześniej proces *dekoherencji*, w którym redukcja wektora falowego wiąże się z wygaszaniem interferencji kwantowych pod wpływem fluktuacji wartości wielkości fizycznych makroskopowego otoczenia. Świadomość obserwatora nie odgrywa w tym procesie żadnej kauzalnej roli i ostatecznie nie ma wręcz potrzeby zaprzęgnięcia w dyskusję argumentów kognitywistycznych.

Jaki zatem sens miało dyskutowanie koncepcji umysłu Rogera Penrose’a? Nie da się ukryć, iż do samego zagadnienia partycypacji świadomości obserwatora w przysłowiowym „uśmiercaniu kota Schrödingera” koncepcja ta na dzisiejszy dzień nie wnosi wiele. Jej znaczenie dla niniejszej pracy ma charakter bardziej retoryczny, gdyż stwierdzenie, iż to redukcja wektora falowego generuje świadomość bezpośrednio zadaje kłam utrwalonym stereotypom o niewielkiej wartości naukowej. Sytuacja stałaby się z pewnością znacznie bardziej interesująca, gdyby ontologiczne hipotezy Penrose’a znalazły uzasadnienie w przyszłej zunifikowanej teorii kwantowej grawitacji. Tak czy inaczej, w przedyskutowanym procesie eliminacji świadomego obserwatora z procesu kwantowego pomiaru ujawnia się siła współczesnej metody naukowej, gdzie naturalizm metodologiczny neutralizuje wszelkie od zewnątrz wprowadzone, heurystyczne hipotezy.

SUMMARY***THE OBJECTIVE STATUS OF AN OBSERVER IN QUANTUM MECHANICS ACCORDING TO ROGER PENROSE***

Unlike in the classical regime, the measurement performed on a quantum system perturbs the state of the system and its properties remain unknown between measurements. Several early interpretations of quantum mechanics suggested that the reduction of the wave vector that occurs in a measurement is effected by a conscious act of an observer. For example, London and Bauer fostered the conviction that it is the act of observation that decides on the fate of the Schrödinger cat. Later developments of quantum mechanical formalism, e.g., decoherence, indicated that there was no need to causally link the mental states of an observer with the purely physical process of a quantum measurement. In particular, the novel quantum models of human brain put forward by Roger Penrose suggest that it is the reduction of the wave vector that causes conscious act of the observer. Although this reversal does not clarify the specifics of the quantum measurement process directly, it illustrates the principle of methodological naturalism whereby externally introduced heuristic postulates are replaced by well justified scientific explanations.