

Zagadnienia Filozoficzne w Nauce XLIX



COPERNICUS CENTER FOR INTERDISCIPLINARY STUDIES
OŚRODEK BADAŃ INTERDYSCYPLINARNYCH
KRAKÓW

2011

Redaguje zespół:

Michał Heller, Robert Janusz, Zbigniew Liana, Janusz Mączka, Alicja Michalik, Adam Olszewski, Tadeusz Pabjan (sekretarz redakcji), Paweł Polak, Włodzimierz Skoczny, Stanisław Wszótek,

† *Józef Życiński*

Adres Redakcji:

Zagadnienia Filozoficzne w Nauce
Wydział Filozoficzny PAT
Ośrodek Badań Interdyscyplinarnych
ul. Franciszkańska 1, 31-004 Kraków

Strona WWW:

<http://www.obi.opoka.org.pl/>

Skład i łamanie:

Robert Janusz, Piotr Urbańczyk

Opracowanie graficzne:

Wydawnictwo *Biblos*

Dystrybucja:

Wydawnictwo *Biblos*
Plac Katedralny 6, 33-100 Tarnów
tel. 014 621-27-77
fax 014 622-40-40
e-mail: biblos@wsd.tarnow.pl
<http://www.biblos.pl/>

ISSN 0867-8286

© by Ośrodek Badań Interdyscyplinarnych, Kraków

Wydawnictwo *Biblos* Tarnów 2011
Ośrodek Badań Interdyscyplinarnych, Kraków

Zagadnienia Filozoficzne w Nauce

XLIX (2011)

SPIS TREŚCI

ARTYKUŁY

- | | | |
|---------------------|----|---|
| Mateusz HOHOL | 3 | <i>CZY POTRZEBNA NAM TEORIA FUNDAMENTALNA? REFLEKSJE NA TEMAT TEORII ŚWIADOMOŚCI DAVIDA CHALMERSA</i> |
| Wojciech GRYGIEL | 46 | <i>CZY FILOZOF POWINIEN BAĆ SIĘ STEPHENA HAWKINGA?</i> |
| Krzysztof WÓJTOWICZ | 63 | <i>DOWÓD MATEMATYCZNY — ARGUMENTACJA CZY DERYWACJA? — CZĘŚĆ I</i> |
| Krzysztof WÓJTOWICZ | 81 | <i>DOWÓD MATEMATYCZNY — ARGUMENTACJA CZY DERYWACJA? — CZĘŚĆ II</i> |
| Piotr WILCZEK | 98 | <i>LOGIKA RACJONALNOŚCI. W STRONĘ MODALNEGO PLATONIZMU MATEMATYCZNEGO</i> |

Tadeusz PABJAN	123	<i>DRUGA REWOLUCJA KWANTOWA: DZIEDZICTWO JOHNA S. BELLA</i>
Piotr FLIN, Agnieszka STĘPIEŃ	138	<i>LUDWIK SILBERSTEIN O PRZYCZYNOWOŚCI W PRZYRODZIE</i>
Jacek KWAŚNIEWSKI	149	<i>NAUKA A RELIGIA. HISTORIOGRAFIA PROBLEMU</i>

KONFERENCJE I SYMPOZJA

188	<i>SCIENCE AND RELIGION IN DIALOGUE</i>
-----	---

RECENZJE

Tadeusz SIEROTOWICZ	192	<i>PRZYJACIELE I WROGOWIE GALILEUSZA. OPOWIEŚĆ SEKRETARZA</i>
Michał HELLER	194	<i>KARTA Z HISTORII KOSMOLOGII</i>
Tadeusz PABJAN	196	<i>KOSMOLOGIA PRAWOSŁAWNYCH MISTYKÓW</i>

OD REDAKCJI

Mateusz HOHOL

Wydział Filozoficzny, Uniwersytet Papieski Jana Pawła II w Krakowie
Centrum Kopernika Badań Interdyscyplinarnych

***CZY POTRZEBNA NAM TEORIA
FUNDAMENTALNA? REFLEKSJE NA TEMAT
TEORII ŚWIADOMOŚCI DAVIDA CHALMERSA***

Thomas Nagel jest filozofem, który odrzuca funkcjonalizm ze względu na problem świadomości. Dennett odrzuca świadomość ze względu na funkcjonalizm¹. (John Searle)

Problem świadomości zajmuje niewygodne miejsce między nauką a filozofią². (Dawid Chalmers)

WPROWADZENIE

Choć generowanie dychotomicznych podziałów w filozofii i nauce jest najczęściej zabiegiem sztucznym i spłycającym dane zagadnienie, nieraz pełni ważne funkcje heurystyczne i jest dobrym wstępem do bardziej szczegółowych analiz. Próba ujęcia zjawisk czy koncepcji w prosty schemat logiczny wydaje się ponadto naturalną czynnością umysłu, który dąży do porządkowania nieraz sprzecznych informacji.

¹J. Searle, with D. C. Dennett, D. J. Chalmers, *The Mystery of Consciousness*, A New York Review Book, New York 1997, s. 143.

²D. J. Chalmers, *Świadomy umysł. W poszukiwaniu teorii fundamentalnej*, tłum. M. Miłkowski, PWN, Warszawa 2010, s. 17.

Gdyby spojrzeć „czarno–biało” na debaty toczące się na gruncie nauk, na pierwszy rzut oka zaobserwować można by następujące prawidłowości. Fizycy dzielą się na tych, którzy wierzą w istnienie obiektów, o których mówią teorie, takich jak elektrony czy kwarki oraz na tych, którzy traktują teorie naukowe tylko jako użyteczne fikcje, służące do przewidywania wyników pomiarów. Matematycy dzielą się na wierzących w realne istnienie zbiorów czy funkcji oraz na tych, którzy uważają, że matematyka to jedynie gra niezinterpretowanych symboli. Biolodzy zaś dzielą się na tych, którzy za aksjomat uznają nieredukowalność życia oraz na tych, dla których życie sprowadzić można do procesów chemicznych i fizycznych³. Filozofowie umysłu i kognitywiści dzielą się natomiast na tych, którzy „traktują świadomość poważnie” i na tych, którzy ją bagatelizują. Używając bardziej fachowej terminologii: filozofowie umysłu dzielą się na tych, którzy uznają istnienie *qualiów* oraz na tych, którzy odrzucają *qualia* lub nie przywiązują do nich większej wagi.

Ostatni z przedstawionych podziałów jest punktem wyjścia w rozważaniach znanego i często cytowanego filozofa umysłu i kognitywisty Davida Chalmersa. Ukazanie się polskiego przekładu jego najważniejszej — i niemal klasycznej w swojej dyscyplinie — książki *Świadomy umysł. W poszukiwaniu teorii fundamentalnej*⁴ jest dobrą okazją do przyjrzenia się jego poglądom, a przede wszystkim zbadania ich spójności, usytuowania na tle wybranych dyskusji prowadzonych w „branży” oraz porównania ich z bieżącym paradygmatem w kognitywistyce⁵. W niniejszej pracy przedstawione zostaną argumenty Chalmersa przeciw fizykalistycznym teoriom umysłu (aspekt ne-

³Oczywiście autor zdaje sobie sprawę, że schematy te są wielkim uproszczeniem: pomiędzy realizmem i instrumentalizmem w filozofii fizyki oraz platonizmem i nominalizmem w filozofii matematyki istnieje cała gama stanowisk pośrednich, zaś debata nad nieredukowalnością życia ma już raczej charakter historyczny.

⁴Zob. D. J. Chalmers, *Świadomy umysł. W poszukiwaniu teorii fundamentalnej*, tłum. M. Miłkowski, PWN, Warszawa 2010. Oryginalna praca: *The Conscious Mind. In Search of a Fundamental Theory* ukazała się w 1996 roku.

⁵Kognitywistykę (ang. *cognitive science*) rozumiem jako interdyscyplinarną naukę badającą umysł i mechanizmy poznawcze. W jej skład wchodzi dyscypliny szczególne, takie jak: neurobiologia, biologia ewolucyjna, antropologia, psychologia poznawcza, sztuczna inteligencja, informatyka, logika i filozofia umysłu. Zob. np. *The*

gatywny). Zrekonstruowany zostanie zarys koncepcji, która określana jest przez Chalmersa jako *fundamentalna teoria świadomości* (aspekt pozytywny). Techniczne wywody koncentrujące się wokół pojęć takich jak emergencja, superweniencja, jak również fenomenologiczne analizy świadomości referowane będą tylko w takim stopniu, w jakim konieczne jest to do zrozumienia poglądów przedstawianych w *Świadomym umyśle*. Nacisk położony zostanie natomiast na przedstawienie wywodów Chalmersa związanych z problemami interpretacyjnymi mechaniki kwantowej, gdyż tematyka ta zwykle jest pomijana przy okazji dyskusji nad jego pracami. Poglądy Chalmersa referowane będą wierne, z zachowaniem *zasady życzliwości*, tak aby czytelnik mógł sam dokonać oceny. Argumenty krytyczne, obejmujące zarówno zarzuty najczęściej wysuwane przez „pierwszoligowych” filozofów umysłu, takich jak np. Daniel Dennett oraz własne przemyślenia, zaprezentowane zostaną dopiero w końcowych partiach tekstu.

DWA UMYŚLY I DWA PROBLEMY

Choć termin *świadomość* jest — jak sądzę — intuicyjnie zrozumiała, nie jest jednoznaczny ani do końca jasny jako określenie techniczne stosowane w naukach kognitywnych. Filozofowie umysłu najczęściej próbują objaśnić termin *świadomość* przy pomocy ujęć fenomenologicznych oraz analitycznych podziałów. Przykładowo John Searle wylicza cechy świadomości, takie jak m.in.: pierwszoosobowość, subiektywność, jedność czy intencjonalność, a także dokonuje podziału na samoświadomość związaną z nakierowaniem świadomości na sam podmiot oraz intencjonalność, czyli zdolność nakierowania podmiotu na obiekty zewnętrzne wobec niego⁶. Nie do końca jasne pozostają również zakresy oraz wzajemny stosunek pojęć takich jak *umysł* oraz *świadomość*. Przyjąć można jednak, że umysł to coś szerszego niż świadomość. Podstawowym argumentem jest powszechnie akcepto-

MIT Encyclopedia of Cognitive Sciences, ed. by R. A. Wilson., F. C. Keil, A Bradford Book — The MIT Press, Cambridge — London 1999, s. xiii n.

⁶Zob. np. J. R. Searle, *Umysł. Krótkie wprowadzenie*, tłum. J. Karłowski, Rebis, Poznań 2010, s. 137 n.

wane stanowisko, zgodnie z którym ogromna część aktywności mentalnej pozostaje nieświadoma. W związku z niejednoznacznościami pojęciowymi, zamiast zastanawiać się nad dokładnymi zakresami terminów lepiej przejść od razu do ujęcia, jakie proponuje Chalmers.

W literaturze z zakresu kognitywistyki i filozofii umysłu dość często prezentowana jest w różnych kontekstach dystynkcja Chalmersa, rozróżniająca dwie klasy problemów związanych ze świadomością: tzw. *łatwe problemy* oraz tzw. *trudne problemy*. Do pierwszych z nich należą zagadnienia związane z przetwarzaniem przez mózg informacji ze środowiska oraz generowaniem na ich podstawie zachowań, integracja poszczególnych informacji w umyśle czy też tworzenie raportów werbalnych o stanach wewnętrznych. Zaznaczyć należy, że większość zagadnień zaliczanych przez niego do *łatwych problemów* w praktyce sprawia — i zapewne sprawiać będzie jeszcze długo — ogromne trudności badaczom mózgu. Co za tym idzie *łatwe problemy* wcale nie są takie łatwe. Jeśli chodzi zaś o *trudne problemy*, w ujęciu Chalmersa związane są one z pytaniem, dlaczego przetwarzaniu informacji przez mózg towarzyszy świadome życie wewnętrzne⁷? Nawiązując do przedstawionej we wstępie dychotomii, w ujęciu Chalmersa niepoważne traktowanie świadomości polega nie tylko na zaprzeczaniu *explicite* jej istnienia, co czynią m.in. neurofilozofowie Paul i Patricia Churchlandowie⁸ oraz Daniel Dennett⁹, ale również na bagatelizowaniu uwagi *trudnych problemów*.

Poważne podejście do świadomości, zdaniem Chalmersa, cechuje się uwzględnieniem w badaniach naukowych i dociekaniach filozoficznych problemów związanych ze świadomym życiem wewnętrznym, czyli *qualiami*. *Qualia* (liczba mnoga od *quale*) to świadomie przeżywane jakości, związane z doświadczeniami takimi jak odbieranie kolorów i zapachów czy też poczucie bólu. Wiązą się one nieodłącz-

⁷Zob. D. J. Chalmers, *Świadomy umysł...*, dz. cyt., s. 14.

⁸Zob. np. P. S. Churchland, *Brain-Wise. Studies in Neurophilosophy*, A Bradford Book — The MIT Press, Cambridge — London 2002; P. M. Churchland, *Mechanizm rozumu, siedlisko duszy. Filozoficzna podróż w głąb mózgu*, tłum. Z. Karaś, Aletheia, Warszawa 2002.

⁹Zob. D. C. Dennett, *Consciousness Explained*, Little, Brown and Company, Boston 1991.

nie z perspektywą pierwszoosobową, dlatego też uznać można je za kwintesencję świadomości. *Qualia* związane z percepcją czerwonego obiektu, np. pomidora, zdaniem Chalmersa i innych dualistycznie nastawionych filozofów, są czymś innym niż obserwowany obiekt oraz procesy zachodzące na poziomie układu nerwowego obserwatora. Co za tym idzie, *qualia* wymykają się *ex definitione* intersubiektywnej metodzie naukowej. Świadome jakości przeżyciowe dla danej osoby określane są często przez filozofów umysłu — w tym przez Chalmersa — przy pomocy zwrotu: „*jak to jest być* (w określonym stanie mentalnym)”¹⁰. Subiektywna *jakość przeżyć* nieodłącznie związana jest z tym, co Chalmers rozumie przez termin *świadomość*. Powiedzieć można zatem, że w jego ujęciu „być świadomym” ≡ „mieć *qualia*”¹¹.

Z dwoma klasami problemów dotyczących świadomości łączą się dwa rozumienia, czy też dwie koncepcje umysłu. Pierwsza z nich związana jest z *trudnymi problemami* i określana jest przez Chalmersa jako koncepcja *fenomenalna*. W ujęciu fenomenalnym umysł związany jest przede wszystkim ze świadomymi przeżyciami, a więc w centrum zainteresowania tej koncepcji są *qualia*. Druga koncepcja umysłu — określana jako *psychologiczna* — dotyczy tzw. *łatwych problemów*. Umysł w ujęciu psychologicznym traktowany jest przede wszystkim jako przyczyna zachowań. Ważne w tym kontekście jest stwierdzenie, że jego stany nie muszą być świadome¹². Naukowcy zajmujący się biologicznymi mechanizmami zachowań (np. psychologowie ewolucyjni) oraz większość kognitywistów bada umysł właśnie w drugim rozumieniu, tj. w ujęciu psychologicznym¹³. Według Chalmersa perspektywa taka jest niewystarczająca i nie dotyka sedna sprawy. Ograniczenie się do badań umysłu tylko w znaczeniu psychologicznym oznacza według niego niepoważne traktowanie świadomości. Z kolei poważne traktowanie świadomości, które możliwe jest tylko przy uwzględnieniu *trudnego problemu* prowadzi go do zapostulowania *fundamentalnej teorii świadomości*.

¹⁰Zob. np. J. Bremer, *Wprowadzenie do filozofii umysłu*, WAM, Kraków 2010, s. 195 n.; D. J. Chalmers, *Świadomy umysł...*, dz. cyt., s. 33 n.

¹¹Zob. D. J. Chalmers, *Świadomy umysł...*, dz. cyt., s. 34.

¹²Tamże, s. 42.

¹³Zob. tamże, s. 41.

Dodać należy jeszcze jedną uwagę na temat siatki pojęciowej Chalmersa. Świadomość w sensie fenomenalnym, czyli związana z przeżywaniem *qualiów*, wyrażana jest przez angielskie słowo *consciousness*. Inne słowo odnoszące się do świadomości — *awareness* oddawane jest na język polski przez słowo *przytomność*. Przytomność jest własnością umysłu w sensie psychologicznym, a więc zalicza się ona do tzw. *problemów łatwych*. Przytomność w ujęciu Chalmersa związana jest przede wszystkim z następującymi kwestiami: (i) introspekcyjną dostępnością informacji, (ii) zdolnością do ich werbalnego relacjonowania¹⁴. W konsekwencji, przytomność wiąże się ze (iii) samoświadomością, czyli posiadaniem reprezentacji (modelu) własnego ciała i zdolnością do myślenia o własnym ja (jaźni), a także (iv) poczuciem możliwości dokonywania wyborów, a więc z kontrolą wolicjonalną.

CZYM JEST FUNDAMENTALNA TEORIA ŚWIADOMOŚCI?

Warto przytoczyć przedstawiane przez Chalmersa postulaty metodologiczne, jakie spełniać powinna fundamentalna teoria świadomości. Ich eksplikacja jest istotna, gdyż pozwoli łatwiej „rozliczyć” Chalmersa ze swoich obietnic. Po pierwsze, jak już zostało powiedziane, teoria fundamentalna powinna traktować świadomość poważnie, tj. uwzględniać istnienie *qualiów*. Po drugie, powinna traktować poważnie współczesny stan nauki i wypływające z niego implikacje filozoficzne. Istotną kwestią jest tzw. fizyczny warunek kauzalnej domkniętości Wszechświata, zgodnie z którym na obiekty fizyczne wpływać mogą tylko obiekty fizyczne¹⁵. Przykładowo warunkiem tego nie przestrzegają kartezjańscy dualiści substancji, którzy uważają, że niefizyczna *res cogitans* (lub jej ekwiwalent) może wpływać na fizyczne ciało¹⁶. Po trzecie, Chalmers chce by teoria fundamentalna traktowała umysł, jako zjawisko naturalne i podlegające prawom przyrody. Zaznacza jednak, że przez prawa przyrody rozumie on szerszą klasę

¹⁴Zob. tamże, s. 64 n.

¹⁵Zob. tamże, s. 17 n.

¹⁶Chodzi o tzw. problematykę *downward causation*, więcej na ten temat zob. np. J. Bremer, *Wprowadzenie do filozofii umysłu*, dz. cyt., s. 27–32.

praw, niż prawa fizyki. Reasumując: na poziomie deklaracji Chalmers chce zachować niesprzeczność ze współczesnymi teoriami naukowymi, jednak nie wyklucza, że aby zrozumieć świadomość trzeba będzie wykroczyć poza te teorie.

Co właściwie oznacza jednak określenie *teoria fundamentalna*, której — jak wskazuje choćby podtytuł książki *Świadomy umysł* — poszukuje Chalmers? W książce tej (oraz licznych artykułach) argumentuje on, że świadomość nie jest sprowadzalna do żadnego aspektu świata fizykalnego. Krótko mówiąc argumentuje on przeciw fizykalizmowi oraz wyjaśnieniom redukcyjnym w filozofii umysłu. Z drugiej strony argumentuje również, że istnienie świadomości jest jednym z *fundamentalnych* faktów we Wszechświecie. W tym miejscu dotykamy jednego z ważniejszych zagadnień filozofii przyrody, jakim jest pytanie o tzw. Teorię Wszystkiego (*Theory of Everything*). Poszczególni filozofowie i fizycy różnie rozumieją ten termin. W najbardziej minimalistycznym (ale jakże ambitnym!) ujęciu (1) Teoria Wszystkiego sprowadzałyby się do połączenia dwóch teorii fizycznych opisujących Wszechświat w skali makro oraz skali mikro, tj. połączenia ogólnej teorii względności Einsteina z mechaniką kwantową¹⁷. W szerszym ujęciu, (2) Teoria Wszystkiego wyjaśnić ma wszystkie istotne fenomeny we Wszechświecie, a w tym świadomość. W kwestii wyjaśnienia świadomości, Teoria Wszystkiego rozumiana może być również dwojako (co najmniej). W rozumieniu pierwszym, (2a) wiedza o świadomości wyprowadzona może być (logicznie wynika) z fizykalnej Teorii Wszystkiego. Natomiast w rozumieniu drugim, (2b) świadomość traktowana jest jako obiekt fundamentalny we Wszechświecie, tj. nieredukowalny do sfery fizykalnej. Kwestie związane z fizyką podjęte zostaną szerzej w dalszej części opracowania. Na obecnym etapie powiedzieć trzeba, że w ujęciu Chalmersa Teoria Wszystkiego rozumiana jest szeroko, gdyż ujmować musi nieredukcyjne wyjaśnienie świadomego umysłu. W wyżej zarysowanej typologii, koncepcja Chalmersa podpadałaby pod stanowisko (2b). Skoro świadomość jest bardzo ważna, ale nie sprowadza się do fizyki, konieczne jest zre-

¹⁷Więcej na ten temat zob. np. M. Heller, *Kosmologia kwantowa*, Prószyński i S-ka, Warszawa 2001.

widowanie spojrzenia na fizykalną Teorię Wszystkiego. Możliwe są dwie strategie: (i) albo świadomość uznać należy za dodatkowy obiekt fundamentalny (obok obiektów fizykalnych), co prowadziłoby do nowej formy kartezjańskiego dualizmu substancjalnego, albo (ii) należy szukać „czegoś trzeciego”, co okaże się bardziej fundamentalne niż domena fizykalna oraz domena świadomości¹⁸. Chalmers przyjmuje drugą opcję (ii), czyli poszukuje obszaru bardziej fundamentalnego, co ostatecznie prowadzi go do przyjęcia pewnej formy dualizmu własności, którą określa on jako *dualizm naturalistyczny*¹⁹. Jako prekursora takiego ujęcia najczęściej wymienia się Spinozę, zaś ze współczesnych autorów podobną koncepcję, określaną jako *teoria dwóch aspektów*, propaguje Thomas Nagel²⁰. W dalszych partiach opracowania omówione zostaną konsekwencje takiego ujęcia. Najpierw zaprezentowane zostaną jednak argumenty Chalmersa przeciw fizykalistycznym i redukcjonistycznym teoriom umysłu.

SUPERWENIENCJA I EMERGENCJA ŚWIADOMOŚCI

Pojęcie superweniencji jest według Chalmersa dobrym narzędziem, pozwalającym w precyzyjny sposób wy tłumaczyć *naddatkowy* charakter świadomych stanów mentalnych względem fizykalnego uniwersum. Koncepcja superweniencji uściślać ma potoczną intuicję, zgodnie z którą jeden zbiór faktów może w pełni determinować inny zbiór faktów. Stwierdzenie, że fakty biologiczne superweniują na faktach fizycznych oznacza, że ustalony zbiór faktów fizycznych determinuje wszystkie fakty biologiczne²¹. W sensie bardziej ogólnym superweniencja to relacja, jaka zachodzi pomiędzy zbiorem własności

¹⁸Zob. R. Poczobut, *Między redukcją a emergencją. Spór o miejsce umysłu w świecie fizycznym*, Monografie FNP — Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław 2009, s. 452.

¹⁹Teorię Chalmersa określić można również jako monistyczną, jeśli uzna się tylko, że jedna substancja posiada dwie niesprowadzalne do siebie własności. Spór o to czy Chalmers jest dualistą własności czy też monistą w sensie spinozjańskim wydaje się być tylko sporem o słowa, czego w zasadzie świadom jest sam Chalmers.

²⁰Zob. J. Bremer, *Jak to jest być świadomym. Analityczne teorie umysłu a problem neuronalnych podstaw świadomości*, IFiS PAN, Warszawa 2005, s. 216 n.

²¹Zob. D. J. Chalmers, *Świadomy umysł...*, dz. cyt., s. 75 n.

poziomu bazowego A oraz zbiorem własności wysokiego poziomu B , taka, że:

Własności typu B superwenują na własnościach typu A , jeśli nie istnieją dwie możliwe sytuacje identyczne pod względem własności typu A , a różniące się własnościami typu B ²².

W zależności od rozumienia występującego w powyższej definicji słowa *możliwość*, Chalmers wyróżnia dwa rodzaje superwenuencji: *superwenuencję logiczną* (SL) i *superwenuencję przyrodniczą* (SP). W przypadku SL *możliwość* definiowana jest jako *pojmwalność* (możliwość wyobrażenia sobie czegoś). Logiczna możliwość jest niepodatna na ograniczenia wynikające z praw przyrody, które obowiązują w naszym Wszechświecie. Chalmers podaje następujący przykład: nie jest logicznie możliwe by istniały lisice rodzaju męskiego (sprzeczność), ale jest logicznie możliwe by istniały latające telefony²³. Superwenuencja logiczna ma kilka charakterystycznych własności. Jeśli fakty B pozostają w relacji SL do faktów A , to: (i) wystąpienie faktów A w deterministyczny sposób powoduje wystąpienie faktów B ; (ii) Demon Laplace'a, który wie wszystko o faktach A może wydedukować fakty B . Przykładowo: klasa faktów fizycznych determinuje ontologicznie wystąpienie faktów biologicznych, zaś pełna wiedza o faktach fizycznych pozwala uzyskać wiedzę o faktach biologicznych²⁴. Łatwo zauważyć, że koncepcja SL pozwala wyjaśniać zjawiska redukcyjnie — wyjaśnienie faktów z poziomu n polega na wyprowadzeniu ich z poziomu $n-1$ ²⁵. Zdaniem Chalmersa, SL dotyczy faktów z zakresu biologii, chemii, ekonomii i nauk społecznych, ale — za czym świadczą mają przedstawiane dalej eksperymenty myślowe — nie dotyczy *qualiów*.

Drugim rodzajem superwenuencji jest *superwenuencja przyrodnicza*. SP zachodzi wtedy, gdy mamy do czynienia z dwoma zbiorami faktów, skorelowanymi na mocy obowiązujących praw przyrody²⁶.

²²Tamże, s. 76.

²³Zob. tamże, s. 79.

²⁴Zob. tamże, s. 80.

²⁵Zob. R. Poczobut, *Między redukcją a emergencją...*, dz. cyt., s. 479.

²⁶Zob. D. J. Chalmers, *Świadomy umysł...*, dz. cyt., s. 81. Stąd synonimicznym określeniem jest *superwenuencja nomologiczna* (od *nomos*, czyli prawa). Moim zda-

Chalmers odwołuje się do następującego przykładu. Ciśnienie wywierane przez 1 mol gazu jest zależne od temperatury i objętości na mocy równania Clapeyrona stanu gazu doskonałego: $pV = KT$ (gdzie K — stała gazowa). W naszym świecie fizycznym nie jest możliwe, aby dwa mole gazu miały różne ciśnienie przy takiej samej temperaturze i objętości, a więc ciśnienie mola gazu jest superweniennie wobec temperatury i objętości. Jest to jednak superweniencja przyrodnicza, a nie logiczna. Jest logicznie możliwe — w świecie o innej wartości stałej K — że mol gazu może mieć inne ciśnienie przy takiej samej temperaturze i objętości niż w naszym świecie²⁷. Krótko mówiąc: jeśli coś jest możliwe przyrodniczo, znaczy to, że jest dopuszczalne na mocy praw przyrody, które obowiązują dla danego świata. Wracając do przykładu z wcześniejszego akapitu — w naszym świecie latające telefony choć są możliwe logicznie, są niemożliwe ze względu na prawa przyrody.

Między możliwością przyrodniczą a logiczną zachodzą następujące zależności: (i) istnieje wiele logicznie możliwych sytuacji, które nie są możliwe przyrodniczo (ponieważ łamią prawa przyrody); (ii) każda przyrodniczo możliwa sytuacja jest zarazem możliwa logicznie. Tak więc (iii) zbiór faktów możliwych przyrodniczo jest podzbiorem faktów możliwych logicznie²⁸. Inaczej rzecz ujmując możliwość przyrodnicza jest znacznie większym ograniczeniem, niż możliwość logiczna. Jeśli chodzi o sam stosunek superweniencji logicznej do przyrodniczej, zdaniem Chalmersa przedstawia się on następująco: SL implikuje SP (*jeśli* dwie sytuacje logicznie możliwe, gdzie występują te same własności poziomu bazowego, mają te same własności wysokiego poziomu, to dwie sytuacje możliwe przyrodniczo także je mają). Nie zachodzi natomiast odwrotna implikacja, tj. SP nie implikuje SL (o czym świadczy podany wyżej przykład gazów). Sytuację, gdy zachodzi SP bez SL Chalmers określa, jako superweniencję *czysto* przyrodniczą²⁹.

niem jest to określenie lepsze, gdyż Chalmers przyjmuje bardzo szerokie rozumienie praw przyrody (prawa fizyczne i prawa psychofizyczne), jednak w zgodzie z polskim tłumaczeniem *Świadomego umysłu* stosuję konsekwentnie określenie *superweniencja przyrodnicza*.

²⁷Zob. tamże.

²⁸Zob. tamże, s. 82 n.

²⁹Zob. tamże, s. 83 n.

Dokonuje on również bardziej szczegółowych analiz SL i SP, jednak ich referowanie nie wydaje się konieczne do uchwycenia zasadniczego toku argumentacji przeciw fizykalizmowi³⁰.

Po co autorowi *Świadomego umysłu* powyższe mocno techniczne wywody na temat SL i SP? Jak tłumaczy Chalmers:

Wydaje się bardzo prawdopodobne, że świadomość jest przyrodniczo superwenienna na własnościach fizycznych (...), o ile w świecie przyrody dwie fizycznie identyczne istoty będą miały jakościowo identyczne przeżycia. Nie jest jednak bynajmniej jasne, że świadomość jest logicznie superwenienna na własnościach fizycznych³¹.

Jego zdaniem logicznie możliwe są identyczne pod względem fizycznym światy, które nie zawierają świadomości. Według Chalmersa przeczy to fizykalizmowi, czyli pogładowi, że wszystkie zjawiska naturalne znajdują lub znajdą w przyszłości swoje wyjaśnienie w fizyce. W takim ujęciu fizykalizm byłby prawdziwy tylko wtedy, gdyby wszystkie fakty, w tym fakty dotyczące świadomości, można było wywieść logicznie z fizyki. Struktura wszystkich argumentów Chalmersa przeciw fizykalizmowi bliska będzie argumentowi przeciw globalnej SL świadomości: (i) świadomość istnieje w naszym świecie; (ii) możliwy logicznie jest świat fizykalnie identyczny z naszym, ale w którym nie istnieje świadomość; zatem (iii) fakty o świadomości nie superwenują w sensie SL na faktach fizykalnych — są naddatkiem³².

Warto wspomnieć również, że w artykule *Strong and Weak Emergence*³³ Chalmers próbuje zastosować do świadomości kategorie emergencji. Rozróżnia on dwa rodzaje emergencji: *silną* i *słabą*. Jeśli chodzi o *silną* emergencję to zachodzi ona, gdy spełnione są dwa warunki:

³⁰Przykładowo, Chalmers rozważa dystynkcję na superweniencję lokalną (dot. poszczególnych faktów) i globalną (dot. całych światów). Na temat różnych rodzajów i definicji superweniencji oraz ich zastosowań w filozofii umysłu por. także. Ł. Kurek, „Superweniencja psychofizyczna”, *Semina Scientiarum*, nr 10 (2011).

³¹D. J. Chalmers, *Świadomy umysł...*, dz. cyt., s. 84.

³²Zob. R. Poczobut, *Między redukcją a emergencją...*, dz. cyt., s. 480.

³³Zob. D. J. Chalmers, „Strong and Weak Emergence”, [w:] P. Clayton, P. David (red.), *The Re-Emergence of Emergence. The Emergentist Hypothesis from Science to Religion*, Oxford University Press, Oxford 2006, s. 244–256.

(i) zjawisko wyższego rzędu wyłania się ze zjawiska niższego rzędu, a zarazem (ii) wiedzy o zjawisku wyższego rzędu nie można wyprowadzić z wiedzy o zjawisku niższego rzędu. Niewiedza ta ma charakter koniecznościowy — nawet znając wszystkie szczegóły poziomu bazowego nie można przewidzieć jakie prawa obowiązywać będą na wyższym poziomie. W przypadku *słabej* emergencji, warunek (i) jest taki sam jak powyżej, natomiast warunek (ii) mówi, że wiedza o zjawiskach wyższego rzędu jest *zaskakująca* dla obserwatora w porównaniu do praw obowiązujących na poziomie bardziej podstawowym³⁴. Koncepcja słabej emergencji zrelatywizowana jest do wiedzy obserwatora. Emergencja w słabym rozumieniu wykorzystywana jest powszechnie w nauce (fizyce, chemii, a także w naukach społecznych). Z kolei emergencja mocna sprzeczna jest z fizykalistycznym rozumieniem świata — skoro nawet przy pełniej informacji o poziomie bazowym nie można uzyskać informacji o wyższym poziomie, należy poszukiwać praw bardziej fundamentalnych niż prawa fizyki³⁵. Według Chalmersa prawdopodobnie jedynym przykładem występowania mocnej emergencji we Wszechświecie jest świadomość. Ujęcie takie nie przekreśla jego zdaniem związku jaki zachodzi między układem nerwowym a świadomością. Wprawdzie związek taki jest logicznie przygodny, jednak dla naszego świata jest on konieczny na mocy obowiązujących praw. Warto zadać sobie pytanie o wzajemny stosunek pojęć emergencji i superwencji. Jak podkreśla Robert Poczobut, pojęcia mocnej emergencji i superwencji przyrodniczej u Chalmersa dopełniają się, gdyż pierwsze z nich kładzie nacisk na aspekt epistemologiczny, czyli niemożność wyprowadzenia wiedzy o zjawiskach wyższego poziomu z wiedzy o zjawiskach niższego poziomu, zaś drugie pojęcie na występowanie relacji determinacji między stanami układu nerwowego, a świadomymi przeżyciami, czyli na aspekt ontologiczny³⁶. Komentarz ten jest prawdziwy jeśli chodzi o słabą emergencję, jednak można się z nim nie zgodzić w przypadku silnej emergencji. Pomimo tego, że Chalmers formułuje warunek (ii) dla silnej emergencji jako epistemologiczny, wy-

³⁴Zob. R. Poczobut, *Między redukcją a emergencją...*, dz. cyt., s. 483.

³⁵Zob. tamże, s. 484–485.

³⁶Zob. tamże, s. 485–486.

nika on z przyjmowanej ontologii. Wydaje się, że podstawową różnicą między obydwojma pojęciami, jest to, że w przypadku superwencji obowiązuje międzypoziomowy determinizm (dla jakiegoś świata lub wszystkich możliwych światów), natomiast w przypadku silnej emergencji, własności z wyższych poziomów są względnie niezależne od własności bazowych. Niekoniecznie musi być tak już jednak w przypadku superwencji i słabej emergencji.

ARGUMENTY PRZECIW FIZYKALIZMOWI I WYJAŚNIANIU REDUKCYJNEMU

Chalmers próbuje dowieść, że świadomość superwenuje na faktach fizycznych tylko w sensie przyrodniczym, a co za tym idzie niesprzecznie można myśleć o istotach identycznych z ludźmi, ale pozbawionych świadomości lub mających zupełnie inną strukturę poznawczą niż nasza. W *Świadomym umyśle* podaje on kilka zbliżonych do siebie argumentów przeciw fizykalizmowi i redukcijnemu wyjaśnianiu świadomości: (I) argument z logicznej możliwości *zombie*, (II) argument z odwróconego widma, (III) argument z asymetrii epistemicznej, (IV) argument z wiedzy oraz (V) argument z braku analizy. Omówimy kolejno wszystkie z nich:

(I) Argument z logicznej możliwości *zombie*. Przez *zombie* Chalmers rozumie obiekt identyczny pod względem fizycznym i behawioralnym z człowiekiem, ale pozbawiony umysłu w sensie fenomenalnym, czyli świadomości³⁷. Chalmers przedstawia argument w kilku krokach: (i) istnienie *zombie* jest pojmowalne, tzn. można wyobrazić sobie taką sytuację bez popadnięcia w logiczną sprzeczność; (ii) jeśli istnienie *zombie* jest pojmowalne, to znaczy, że jest metafizycznie możliwe — może realizować się w jakimś możliwym świecie; (iii) jeśli *zombie* istnieć mogą w jakimś możliwym świecie, to świadomość jest niefizyczna — nie supewenuje logicznie na faktach fizycznych; stąd

³⁷Zob. D. J. Chalmers, *Świadomy umysł...*, dz. cyt., s. 173–181.

wniosek: (iv) świadomość jest нефизyczna³⁸. W uogólnionej formie zdanie (i) „istnienie *zombie* jest pojmowalne” rozumieć należy jako: „pojmowalne jest $P \wedge \neg Q$ ”, gdzie P oznacza koniunkcję wszystkich faktów fizycznych we Wszechświecie, a Q dowolny fakt fenomenalny (świadomy). Chalmers przyznaje jednak, że w naszym świecie doskonala („cząstka w cząstkę”) replika istoty ludzkiej byłaby również świadoma. Dzieje się tak ze względu na obowiązujące prawa fizyczne. Mamy więc do czynienia z superweniencją przyrodniczą. Z logicznego punktu widzenia świadomość stanowi jednak naddatek względem procesów fizycznych.

(II) Argument z odwróconego widma. Bezspornie wyobrazić można sobie świat identyczny fizycznie z naszym, ale w którym *qualia* są odwrócone. Można wyobrazić sobie również istotę identyczną pod względem fizycznym ze mną, ale z odwróconymi *qualiami*³⁹. Przykładowo, widząc np. czerwonego pomidora mam *qualia* czerwieni, natomiast mój sobowtór (ktoś identyczny fizycznie ze mną) może mieć *qualia* zieleni. Sytuacja taka nie może być zrealizowana w naszym świecie ze względu na obowiązujące prawa przyrody, ale jest możliwa logicznie.

(III) Argument z asymetrii epistemicznej. Poznanie własnych świadomych stanów mentalnych odbywa się na drodze introspekcji, czyli w zasadniczo inny sposób niż wszystkich innych obiektów w świecie⁴⁰. Nawet mając pełną wiedzę o zjawiskach fizycznych zachodzących we Wszechświecie nie wydedukowalibyśmy z niej informacji o świadomości. Zdaniem Chalmersa eliminowanie przeżyć świadomych (jak czynią m.in. Churchlandowie) jest nierozsądne ze względu na sam fakt ich subiektywnego odczuwania. Asymetria epistemiczna występuje także w przypadku problemu innych umysłów (*other minds problem*). Skąd mamy wiedzieć, że ludzie inni niż my sami mają świadome przeżycia? Możemy wnioskować o tym tylko pośrednio na drodze świadectw empirycznych i przy pomocy wrodzonego systemu, określanego przez

³⁸Zob. D. J. Chalmers, „Świadomość i jej miejsce w naturze”, [w:] M. Miłkowski, R. Poczobut, *Analityczna metafizyka umysłu*, tłum. R. Poczobut, T. Ciecierski, IFiS PAN, Warszawa 2008, s. 448.

³⁹Zob. D. J. Chalmers, *Świadomy umysł...*, dz. cyt., s. 181–184.

⁴⁰Zob. tamże, s. 184–186.

psychologów ewolucyjnych nieco myląc, jako *teoria umysłu*. Nie możemy jednak zastosować introspekcji do umysłów innych niż nasz. Nigdy nie będziemy mieć stuprocentowej pewności, że obiekty inne niż my sami nie są *zombie*. Zdaniem Chalmersa asymetria epistemiczna wiedzy o *qualiach* jest argumentem przeciw logicznej superweniencji świadomości. Gdyby bowiem świadomość była superwenientna logicznie na zjawiskach fizykalnych można było ją wykryć na podstawie danych empirycznych bez odwoływania się do perspektywy pierwszoosobowej.

(IV) Argument z wiedzy. Opiera się on na eksperymencie myślowym autorstwa Franka Jacksona, w którym główną rolę odgrywa wyimaginowana neurokognitywistka Mary⁴¹. Mary od urodzenia przeżywa w pokoju, w którym wszystko (włącznie z jej ciałem) pomalowane jest na czarno, białą i w odcieniach szarości⁴². Nie widziała ona nigdy innych kolorów. Mary naukowo zajmuje się neurokognitywistyką, specjalizując się w teorii kolorów. Uzyskała ona *całą możliwą* wiedzę naukową na temat koloru czerwonego i jego percepcji. W szczególności zna się na optyce, np. zna długość fali odpowiadającej czerwieni, wie jakie receptory siatkówki są pobudzane przez czerwone obiekty, zna szlaki nerwowe i sposób przetwarzania informacji wizualnych przez mózg itd. Co stanie się, gdy Mary wyjdzie z czarnobiałego pokoju i zobaczy czerwonego pomidora? Czy uzyska ona jakąś nową *wiedzę*? Zdaniem Jacksona i Chalmersa Mary uzyska nową wiedzę, tj. wiedzę na temat *qualiów*. Dopiero po zobaczeniu czerwonego obiektu będzie ona wiedzieć „jak to jest być podmiotem widzącym czerwień”, a więc wiedza o *qualiach* nie jest redukowalna do wiedzy o procesach poznawczych. Argument z wiedzy ma następującą formę: (i) Mary ma wiedzę o wszystkich *faktach fizycznych* (na mocy idealizacji Jackson przyjmuje, że Mary ma *całą możliwą* wiedzę naukową o kolorach), (ii)

⁴¹Zob. tamże, s. 186–188.

⁴²Paul Churchland proponuje wersję, w której Mary wprawdzie nie jest zamknięta w pokoju, ale zaraz po urodzeniu w jej oczy wszczepiono implanty, które pozwalają widzieć świat w odcieniach szarości. Zob. P. M. Churchland, *Mechanizm rozumu, siedlisko duszy...*, dz. cyt., s. 221–224.

Mary nie ma wiedzy o *wszystkich faktach*, zatem (iii) fakty fizyczne są tylko podzbiorem wszystkich faktów⁴³.

(V) Argument z braku analizy. Zwolennik fizykalizmu i wyjaśniania redukcyjnego musiałby przynajmniej w przybliżeniu móc powiedzieć w jaki sposób *qualia* mogłyby wynikać z faktów fizycznych. Aby w ogóle można było tego dokonać, konieczne byłoby podanie analizy *qualiów*, tzn. przedstawienie ich przy pomocy innych pojęć. Przykładowo *qualia* można by próbować definiować w kategoriach ról funkcjonalnych. W takim ujęciu stan świadomy zachodziłby np. wtedy, gdyby można było go zwerbalizować. Chalmers twierdzi, że choć istotnie stany świadome mogą *odgrywać* role przyczynowe dla zachowań (*downward causation*), błędem jest *definiowanie* ich w kategoriach ról przyczynowych. Definicje funkcjonalne pomijają najistotniejszą cechą stanów świadomych, jaką jest ich aspekt fenomenalny. Zdaniem Chalmersa analiza *qualiów* nigdy nie będzie możliwa⁴⁴.

Według niego argumenty ((I)-(V)) zastosować można do wszystkich dotychczasowych teorii próbujących wyjaśnić fenomen świadomości redukcyjnie. Podkreślić należy, że — jak przyznaje sam Chalmers — argument z *zombie* (I) oraz inne jego argumenty wychodzące od stwierdzenia luki epistemicznej pomiędzy domeną fizykalną i fenomenalną, we wnioskach kończą na stwierdzeniu luki ontologicznej pomiędzy tymi domenami⁴⁵. Ogólna struktura argumentu przeciw fizykalizmowi i wyjaśnianiu redukcyjnemu ma więc następującą postać: (i) istnieje luka epistemiczna pomiędzy tym co fizykalne i tym co fenomenalne; (ii) jeśli istnieje luka epistemiczna pomiędzy tym co fizykalne i tym co mentalne, to istnieje również luka ontologiczna, (iii) fizykalizm jest fałszywy.

WSPÓŁCZESNE REDUKCYJNE TEORIE ŚWIADOMOŚCI

Po serii argumentów jako przykłady Chalmers podaje kilka znanych teorii z dziedziny filozofii umysłu, *neuroscience*, a także innych nauk,

⁴³Zob. D. J. Chalmers, „Świadomość i jej miejsce w naturze”, dz. cyt., s. 449.

⁴⁴Zob. D. J. Chalmers, *Świadomy umysł...*, dz. cyt., s. 188–191.

⁴⁵Zob. D. J. Chalmers, „Świadomość i jej miejsce w naturze”, dz. cyt., s. 449–451.

które próbują wyjaśnić redukcyjnie pewne aspekty świadomości. Poniżej przedstawione są one z konieczności w dużym skrócie i uproszczeniu. Na gruncie filozofii umysłu wymienia on Model Wielu Szkiców Daniela Dennetta⁴⁶. W dużej części jest to model eliminatywistyczny. Iluzja świadomości pojawia się w wyniku interakcji kulturowego *software'u* (memów) i biologicznego *hardware'u* (mózgu). Z punktu widzenia Chalmersa model ten przydatny może być jedynie w celu wyjaśnienia językowych sprawozdań o iluzorycznych stanach mentalnych. Jeśli chodzi o koncepcje z dziedziny *neuroscience*, autor *Świadomego umysłu* wymienia teorię Francisa Cricka i Christofa Kocha, zgodnie z którą 40-herzowe oscylacje w korze wzrokowej wiążą rozproszone w sieci neuronowej informacje w spójną całość, tworząc treści świadomości⁴⁷. Innym przykładem neurobiologicznej teorii świadomości jest koncepcja Geralda Edelmiana. Podstawową rolę odgrywają w niej współdziałające w mózgu systemy, które kategoryzują pojęciowo impulsy docierające z narządów zmysłów, zanim zapisane zostaną one w pamięci. Odgrywają one rolę w generowaniu „świadomości pierwotnej”. Z kolei „świadomość wyższego rzędu” jest bogatsza dzięki semantyce dostępnej poprzez pojęcie jaźni oraz kategorie przeszłości i przyszłości. Związane są one z funkcjonowaniem „językowych ośrodków” Broki i Wernickego⁴⁸. Chalmers uważa jednak, że żadna z powyższych teorii nie dotyka *trudnego problemu świadomości*. Crick i Koch nie odpowiadają na pytanie dlaczego wiązaniu informacji dzięki 40 Hz oscylacjom towarzyszą wewnętrzne przeżycia. Analogicznie sprawa ma się z Edelmanem: choć jego model tłumaczy kwestie związane ze samoświadomością, nie wyjaśnia jak powstają *qualia*. Można próbować wyjaśniać redukcyjnie świadomość również na gruncie innych nauk. Chalmers wspomina o próbie wyjaśnienia genezy świadomości przy pomocy teorii ewolucji, jednak jego zdaniem program taki napotyka na przeszkodę. Skoro *zombie* są *ex definitione* identyczne pod względem fizycznym i behawioralnym z osobami świadomymi, nie ma

⁴⁶Zob. D. C. Dennett, *Consciousness Explained*, dz. cyt.

⁴⁷Zob. F. Crick, *Zdumiewająca hipoteza*, B. Chacińska–Abrahamowicz, M. Abrahamowicz, Prószyński i S-ka, Warszawa 1997.

⁴⁸Zob. G. Edelman, *Przenikliwe powietrze jasny ogień*, tłum. J. Rączaszek, PIW, Warszawa 1998.

powodu, aby dobór naturalny promował osobniki świadome i eliminował nieświadome⁴⁹. Postępu w *redukcyjnym* rozumieniu świadomości nie można osiągnąć również korzystając z mechaniki kwantowej, choć jak pokazane będzie w dalszej części opracowania może ona odgrywać ważną rolę w wyjaśnianiu *nieredukcyjnym*. Podsumowując: zwolennicy wyjaśnień redukcyjnych mogą rozwiązywać tylko *łatwe problemy* świadomości, czyli powiedzieć coś o umyśle psychologicznym, jednak *qualia* zawsze wymykać będą się wyjaśnianiu redukcyjnemu. Chalmers zaznacza jednak, że nie jest misterianinem odrzucającym możliwość wyjaśnienia zagadki świadomości⁵⁰, na dowód czego przedstawia zarys własnej, pozytywnej propozycji jej rozwiązania.

JAK BUDOWAĆ FUNDAMENTALNĄ TEORIĘ ŚWIADOMOŚCI?

Wyżej przedstawiona argumentacja jest dla Chalmersa wystarczającym powodem do refutacji fizykalizmu i redukcjonistycznego wyjaśniania świadomości. Jak zostało powiedziane już na początku niniejszego opracowania, stwierdzenie, że świadome stany mentalne są nieredukowalne do stanów fizykalnych i, że stanowią ważny aspekt struktury Wszechświata, prowadzi Chalmersa do poszukiwania *teorii fundamentalnej*. Podobnie jak Spinoza i Nagel, autor *Świadomego umysłu* wierzy, że stany mentalne i stany fizykalne okażą się dwoma atrybutami bardziej podstawowej rzeczywistości, przyjmując tym samym pewną formę dualizmu własności. Określana jest ona jako dualizm naturalistyczny, gdyż Chalmers twierdzi, że stany mentalne superwenują w sensie przyrodniczym na stanach fizykalnych. Superwenujenca ta określona jest przez prawa psychofizyczne. W tym miejscu zaznaczyć trzeba, że Chalmers jest „podwójnym dualistą”: uznanie, że świadome stany umysłu i stany fizykalne to różne i niesprowadzalne do siebie byty, powoduje zarazem konieczność wyróżnienia w uniwersum praw przyrody dwóch dziedzin: praw fizyki i praw psychofizycznych. Zdaniem Chalmersa dopiero poznanie praw psychofizycznych pozwoli

⁴⁹Zob. D. J. Chalmers, *Świadomy umysł...*, dz. cyt., s. 21–22.

⁵⁰Zob. D. J. Chalmers, „Zagadka świadomości”, *Świat nauki*, nr 2, 1996, s. 102–112. Najczęściej cytowanym misterianinem jest Colin McGinn.

nam zrozumieć zależność pomiędzy umysłem a ciałem, a tym samym rozwiązać nurtujący filozofów, co najmniej od Kartezjusza, problem psychofizyczny (z ang. *mind-body problem*)⁵¹.

Jak zauważa jednak sam Chalmers, problemem jest odkrycie praw psychofizycznych. Jest to zadanie znacznie trudniejsze niż w przypadku praw fizyki, gdyż *ex definitione* świadomość nie poddaje się empirycznej metodzie naukowej. Stąd też prawa psychofizyczne wyrażane mogą być raczej jako aksjomaty. W książce *Świadomy umysł* proponuje on trzy zasady, które odgrywają rolę praw psychofizycznych: (I) *zasadę spójności*, (II) *zasadę niezmienności organizacyjnej* oraz (III) *zasadę podwójnego aspektu informacji*. Nadmienić należy przy tym, że dwie pierwsze zasady nie mają charakteru praw fundamentalnych i przyjmowane mogą być również przez fizykalistów i funkcjonalistów w kwestii problemu umysł-ciało. Zasada (III) jest natomiast zdaniem Chalmersa propozycją prawa fundamentalnego, będącego pomostem pomiędzy *qualiami* a światem fizycznym⁵².

(I) *Zasada spójności*. Najkrócej streścić można ją następująco: „gdzie istnieje świadomość, tam też jest przytomność”⁵³. Przez przytomność (z ang. *awareness*) Chalmers rozumie *psychologiczny* korelat świadomości fenomenalnej⁵⁴. Jak wspomniano wcześniej, związana jest ona m.in. z introspekcyjnym dostępem do informacji, będących podstawą kierowania zachowaniem. Prościej rzecz ujmując zasada spójności mówi, że gdy jesteśmy czegoś świadomi, potrafimy na to zareagować i ująć to w słowa⁵⁵. Przytomność skorelowana jest z procesami zachodzącymi na poziomie układu nerwowego. Zasada spójności wiąże ze sobą umysł w sensie fenomenalnym i umysł w sensie psychologicznym. Dzięki niej możliwe jest także wnioskowanie w odwrotną stronę — znając procesy neuronalne, które odpowiadają aspektowi psychologicznemu możemy powiedzieć coś o aspekcie fenomenalnym, czyli o *qualiach*. Jest to wprawdzie dostęp pośredni, jednak dzięki obowiązywaniu praw psychofizycznych w naszym świecie zwią-

⁵¹Zob. D. J. Chalmers, *Świadomy umysł...*, dz. cyt., s. 357 n.

⁵²Zob. tamże, s. 364.

⁵³Tamże, s. 367.

⁵⁴co za tym idzie przytomność należy do tzw. *łatwych problemów świadomości*.

⁵⁵D. J. Chalmers, „Zagadka świadomości”, *Świat nauki*, nr 2, 1996, s. 102–112.

zek pomiędzy stanami mentalnymi a fizykalnymi jest przyrodniczo (ale nie logicznie) konieczny.

(II) *Zasada niezmienności organizacyjnej*. Jest ona uszczegółowieniem zasady spójności. Umysł w sensie psychologicznym wyjaśniony może być w kategoriach empirycznych, czyli np. dzięki poszukiwaniu neuronalnych korelatów zjawisk mentalnych. Zasada spójności i zasada niezmienności organizacyjnej pozwalają w nieredukcyjny sposób „przerzucić” pomost pomiędzy psychologicznym a fenomenalnym aspektem umysłu. Jak pisze Chalmers:

[...] struktura świadomości znajduje odzwierciedlenie w strukturze przytomności, a struktura przytomności znajduje odzwierciedlenie w strukturze świadomości [...]. To główna i systematyczna relacja między fenomenologią a psychologią, która ostatecznie może sprowadzać się do relacji między fenomenologią a procesami fizycznymi niższego rzędu⁵⁶.

Relacja ta jest ważna z punktu widzenia praktycznych przedsięwzięć związanych ze sztuczną inteligencją (z ang. *artificial intelligence*, AI), bowiem układy o takiej samej organizacji niezależnie od budulca będą mieć takie same przeżycia fenomenalne. Przykładowo obiekty wyposażone w taką samą organizację funkcjonalną jak struktura ludzkiej sieci nerwowej, ale zbudowane np. z krzemu, mogą mieć takie same *qualia* czerwieni jak ludzie. Co za tym idzie, dla zaistnienia świadomości ważniejsze od materiału i sposobu wykonania są wzorce interakcji przyczynowych. W tym wypadku widać odniesienie Chalmersa do funkcjonalizmu i tezy o wielorakiej realizacji Hilary’ego Putnama⁵⁷. Z drugiej strony autor *Świadomego umysłu* swoją wersję określa jako *funkcjonalizm nieredukcyjny*, gdyż świadome stany mentalne są wprawdzie *związane* z odpowiednią organizacją funkcjonalną, ale nie są do niej *redukowalne*⁵⁸. Zasada niezmienności organizacyjnej jest ważna dla Chalmersa nie tylko ze względu na optymistyczne prognozy praktycznej realizacji AI, ale przede wszystkim ze względu na wagę dla poszukiwanych praw psychofizycznych:

⁵⁶D. J. Chalmers, *Świadomy umysł...*, dz. cyt., s. 374–375.

⁵⁷Zob. np. J. Bremer, *Wprowadzenie do filozofii umysłu*, dz. cyt., s. 134–127.

⁵⁸Zob. D. J. Chalmers, *Świadomy umysł...*, dz. cyt., s. 454.

[...] Ruszyliśmy do przodu na drodze poszukiwań zasad ograniczających, na mocy których świadomość superwenuje przyrodniczo na tym, co fizyczne. Zawężaliśmy [zbiór] odpowiednich własności w bazie superwencji do własności organizacyjnych. W pewnym sensie można powiedzieć, że świadomość superwenuje nie tylko na tym, co fizyczne, ale superwenuje na tym, co organizacyjne⁵⁹.

(III) *Zasada podwójnego aspektu informacji.* W swoich rozważaniach Chalmers bierze pod uwagę „standardową” teorię informacji Claude’a Shannona. W ujęciu tym pomijany jest semantyczny aspekt informacji, a nacisk kładziony jest na ujęcie składniowe. Podstawą jest zaś wybór pewnego stanu z uniwersum możliwości. Najmniejszą jednostką jest *bit* (od *binary unit*), który reprezentuje wybór dokonany w dwustanowej przestrzeni⁶⁰. Ważne dla koncepcji Chalmersa jest wspomniane pojęcie *przestrzeni informacyjnej*. Jest to przestrzeń złożona z wielu (przynajmniej dwóch) stanów oraz *relacji różnicy* między stanami (np. dla przestrzeni dwustanowej relacja różnicy zachodzi między 0 a 1)⁶¹. Podkreślić należy, że przestrzeń informacyjna i sama informacja rozumiane są *abstrakcyjnie*, a więc niezależnie od świata fizycznego. Informacje mogą jednak być realizowane (implementowane) w układach fizycznych⁶². Prostim przykładem jest choćby włącznik światła, który realizuje dwustanową przestrzeń informacyjną (włączony/wyłączony). Według Chalmersa powiązanie stanów fizycznych i stanów informacyjnych definiowane jest w odniesieniu do ścieżki przyczynowej oraz możliwych skutków na końcu tej ścieżki⁶³. Biorąc pod uwagę przykład z włącznikiem światła, ścieżka przyczynowa prowadzi od włącznika do oświetlenia, natomiast przestrzeń skutków na końcu ścieżki obejmuje włączenie/wyłączenie światła. Jak pisze Chalmers:

⁵⁹Tamże, s. 455.

⁶⁰Dokładny opis teorii Shannona znaleźć można w licznych podręcznikach poświęconych teorii informacji i sztucznej inteligencji.

⁶¹Zob. D. J. Chalmers, *Świadomy umysł...*, dz. cyt., s. 458 n.

⁶²Rozbudowaną argumentację Chalmersa streszczam za: R. Poczobut, *Między redukcją a emergencją...*, dz. cyt., s. 491–492.

⁶³Zob. D. J. Chalmers, *Świadomy umysł...*, dz. cyt., s. 463 n.

Stany fizyczne będą odpowiadać stanom informacyjnym zgodnie z ich efektami na ścieżce przyczynowej. Kiedy dwa stany fizyczne mają ten sam efekt na ścieżce — tak jak dwie pozycje włącznika światła, które tak samo prowadzą do włączenia oświetlenia — będą odpowiadać temu samemu stanowi informacyjnemu⁶⁴.

Chalmers przytacza w tym kontekście słowa Mackay'a: „Informacja jest tym, co informacja powoduje”⁶⁵. Kolejnym ważnym dla Chalmersa jest stwierdzenie, że przestrzenie informacyjne realizowane są nie tylko fizycznie, ale również fenomenologicznie, gdyż istnieją wzorce różnic i podobieństwa pomiędzy poszczególnymi stanami świadomości⁶⁶. Przykładowo *qualia* wywołane spostrzeżeniem np. czerwonego pomidora ulokowane jest w jakimś miejscu abstrakcyjnej przestrzeni informacyjnej barw. Jak podkreśla Chalmers, z im bardziej skomplikowanymi przeżyciami mamy do czynienia, tym bardziej skomplikowane przestrzenie informacyjne im odpowiadają. W tym miejscu dochodzimy do najważniejszego twierdzenia w argumentacji. Przestrzeń informacyjna realizowana fenomenalnie jest zawsze izomorficzna z przestrzenią informacyjną realizowaną fizycznie. Prościej rzecz ujmując, ta sama przestrzeń informacyjna, która realizowana jest w świadomym przeżyciu, realizowana jest również w mózgu⁶⁷. Tu ujawnia się właśnie *zasada podwójnego aspektu informacji*, zgodnie z którą jedna przestrzeń informacyjna realizowana może być zarówno fizycznie jak i w świadomości. Właśnie zasada podwójnego aspektu informacji pełni w teorii Chalmersa rolę zasady fundamentalnej. Choć przyznaje on sam, że jego wywody w tej kwestii są mocno spekulatywne, i że daleko jeszcze do kompletnej teorii, wierzy, że zasada ta odegra ważną rolę w nieredukcyjnym wyjaśnieniu świadomości, przy jednoczesnym zachowaniu ścisłej korelacji między domeną mentalną i fizyczną. Można więc powiedzieć, że zasada podwójnego aspektu informacji pełni rolę „mostu psychofizycznego”. Nie rozwiązuje ona jednak wszystkich problemów. Zadać należy bowiem pytanie, czy *każda*

⁶⁴Tamże, s. 463–464.

⁶⁵Cyt. za: tamże, s. 465.

⁶⁶Zob. tamże, s. 467.

⁶⁷Zob. tamże, s. 468.

informacja niesie ze sobą świadomość? Gdyby tak było, otrzymalibyśmy — podobnie jak u Nagela i Spinozy — panpsychizm. Oczywiście problem można próbować ominąć twierdząc, że *tylko* struktury informacyjne, mogące realizować się w ludzkim mózgu wyposażone są w *pełny* aspekt świadomości fenomenalnej. Mimo tego przyznać należy jednak i tak, że protoświadomość obecna jest tam, gdzie zachodzą oddziaływania przyczynowe, czyli w całym Wszechświecie. Koncepcja taka jest kontrintuicyjna, jednak jest ona spójna z poglądami Chalmersa, gdyż świadomość okazuje się być jednym z fundamentalnych elementów Wszechświata. Choć zauważa on sam, że przedstawiony wyżej dualizm naturalistyczny jest teorią mocno spekulatywną, skłania się ku niemu i broni go na różnych polach, gdyż jego zdaniem:

[...] wydaje się zgodny ze wszystkimi naszymi świadectwami i nie istnieje żadne bezpośrednie świadectwo przeciw niemu. Można twierdzić, że gdyby ten pogląd był prawdziwy, to rzeczy jawiłyby się nam tak właśnie, jak się jawią. Ponadto nowoczesna fizyka nauczyła nas, że świat jest dziwnym miejscem⁶⁸.

Zauważyć należy, że u podstaw zasady podwójnego aspektu informacji stoi bardzo silna metafizyka informacji, którą Chalmers oddaje przez stwierdzenie „bit tworzy byt”⁶⁹. Zgodnie z takim poglądem to właśnie informacja jest fundamentalną *zasadą (arche)* Wszechświata. Jak zauważa sam Chalmers⁷⁰, jednym ze źródeł takiego ujęcia są poglądy Bertranda Russella przedstawione w *Analysis of Mind* z 1927 roku. Filozof ten sugeruje, że pewne proto-własności są podstawą własności fizykalnych i fenomenalnych. To, co fenomenalne określane jest przez wewnętrzne natury proto-własności, natomiast to, co fizykalne przez ich relacje zewnętrzne. Istotne dla koncepcji Chalmersa wydają się być również poglądy Edwarda Fredkina i Martina Lackey’ a, którzy twierdzą, że Wszechświat ma naturę obliczeniową (wg Fredkina jest automatem komórkowym)⁷¹. Zgodnie z takim ujęciem, fizyka byłaby więc w istocie nauką o informacji.

⁶⁸D. J. Chalmers, *Świadomość i jej miejsce w naturze*, dz. cyt., s. 486.

⁶⁹Zob. D. J. Chalmers, *Świadomy umysł...*, dz. cyt., s. 494 n.

⁷⁰Zob. tamże, s. 265–270, 498–500.

⁷¹Zob. tamże, s. 495–496.

UMYSŁ A MECHANIKA KWANTOWA

W ostatnim rozdziale *Świadomego umysłu*, Chalmers podejmuje problematykę interpretacji mechaniki kwantowej i jej związków ze świadomością. W większości opracowań jego poglądów kwestie te są pomijane, dlatego warto przyrzeć się im uważniej. W ramach uwagi wprowadzającej wspomnieć warto, że Chalmers zanim zajął się naukowo kognitywistyką studiował matematykę, dlatego też oczekiwać można po nim wiedzy niezbędnej do odpowiedzialnego pisania o teorii kwantów. Autor *Świadomego umysłu* zwraca uwagę, że niektórzy fizycy, tacy jak np. Roger Penrose, upatrują w mechanice kwantowej rozwiązania zagadki świadomości⁷². Penrose'a, podobnie jak Chalmersa, można określić jako zwolennika poszukiwania fundamentalnej teorii umysłu. Teoria, która zunifikuje mechanikę kwantową i ogólną teorię względności brać musi bowiem pod uwagę również świadomość — w przeciwnym wypadku nie będzie to Teoria Wszystkiego. W odróżnieniu od Chalmersa, Penrose nie postuluje jednak istnienia odrębnego od fizyki uniwersum praw psychofizycznych. Choć niezwykle ważnym elementem jego argumentacji jest przyjęcie matematycznego platonizmu, co wiąże się w pewnym sensie z akceptacją dualistycznej ontologii, w kwestiach związanych z umysłem Penrose pozostaje konsekwentnym naturalistą i fizykalistą. Jego zdaniem świadomość, która ze swej natury jest zjawiskiem niealgorytmicznym, powstaje w wyniku efektów kwantowych zachodzących w mikrotubulach, stanowiących istotną część budowy neuronów⁷³. Stosunek autora *Świadomego umysłu* do koncepcji Penrose'a jest ambiwalentny. Z jednej strony Chalmers zabiera krytyczny głos w kwestii matematyczno-logicznych podstaw koncepcji Penrose'a, nie zgadza się z jego twierdzeniem o niealgorytmiczności stanów mentalnych i twierdzi ostatecznie, że podobnie

⁷²Zob. R. Penrose, *Nowy umysł cesarza. O komputerach, umyśle i prawach fizyki*, tłum. P. Amsterdamski, PWN, Warszawa 1995; R. Penrose, *Cienie umysłu. Poszukiwanie naukowej teorii świadomości*, tłum. P. Amsterdamski, Zysk i S-ka, Poznań 2000.

⁷³Kwantowy model umysłu Rogera Penrose'a omówiony został dokładnie wraz z polemikami (włączając w to zarzuty Davida Chalmersa) w pracy: W. Grygiel, M. Hohol, „Rogera Penrose'a kwantowanie umysłu”, *Filozofia nauki*, nr 3(67), 2009, s. 5–31.

jak redukcjonistyczne teorie neurobiologiczne, kwantowy model umysłu nie dotyka trudnego problemu świadomości. Z drugiej strony, krytyka Chalmersa jest wyważona i konstruktywna — w *Cieniach umysłu* Penrose'a znajduje on nawet „nowy argument za niealgorytmicznością świadomości”⁷⁴. Czytając *Świadomy umysł* zauważyć można ponadto dużą dozę przychylności do rozważań nad umysłem w kontekście teorii kwantów. Zdaniem Chalmersa mechanika kwantowa jest najbardziej tajemniczą ze znanych, współczesnych teorii fizycznych. Świadomość jest równie, albo jeszcze bardziej, tajemnicza. Stąd też jego zdaniem: „tam gdzie są dwie tajemnice, kuszące jest przypuszczenie, że mają one wspólne źródło”⁷⁵. Choć jak wyżej powiedziano, wyjaśnianie umysłu przy pomocy mechaniki kwantowej, podobnie jak w przypadku teorii neurobiologicznych, nie zapełnia luki eksplanacyjnej, zdaniem Chalmersa zachodzić może odwrotny związek: teoria świadomości może pomóc w rozwiązaniu problemów mechaniki kwantowej. Jak pisze Chalmers:

Niektórzy twierdzili, że świadomość odgrywa aktywną rolę w teorii kwantowej — sugerując na przykład, że wywołuje ona 'kolaps funkcji falowej' — ale ja opowiadam się za bardziej pośrednią rolą świadomości przy rozwiązaniu tych problemów. W szczególności będę argumentował, że możemy zrekonceptualizować problemy teorii kwantowej jako problemy dotyczące stosunków między fizyczną strukturą świata a naszym świadomym przeżywaniem świata i że w związku z tym właściwa teoria świadomości może wesprzeć nieortodoksyjną interpretację mechaniki kwantowej⁷⁶.

Podstawowym problemem mechaniki kwantowej jest niekompatybilność dwóch procesów: (i) czasowej ewolucji stanów opisanych wektorem falowym oraz (ii) redukcji wektora falowego. Ewolucja stanów kwantowych w czasie zachodzi zgodnie z równaniem Schrödingera.

⁷⁴Zob. D. J. Chalmers, „Mind, Machines and Mathematics. A Review of *Shadows of the Mind* by Roger Penrose”, *Psyche. An interdisciplinary journal of research on consciousness*, vol. 2, 1995, także dostęp online [25.01.2011]: <<http://www.theassc.org/files/assc/2331.pdf>>.

⁷⁵D. J. Chalmers, *Świadomy umysł...*, dz. cyt., s. 542.

⁷⁶Tamże, s. 453.

Proces ten nie różni się zbytnio od procesów mechaniki klasycznej: jest *deterministyczny*, *liniowy* i *odwracalny* w czasie. Ewolucja prze-rwana zostaje, gdy nastąpi kolaps, tj. wtedy, gdy na układzie kwantowym dokonany zostanie pomiar. Pomiar wiąże się z *indeterministycznym*, *nieliniowym* i *nieodwracalnym* w czasie procesem redukcji wektora falowego, dzięki czemu wskazana zostaje obserwabla. Wybrana jest ona z odpowiednim prawdopodobieństwem ze wszystkich stanów, które składają się na stan splątany. Jedną z możliwości przewyżczenia nieprzystawalności tych procedur jest poszukiwanie odpowiedniej interpretacji mechaniki kwantowej. Chalmers rozważa w tej kwestii kilka możliwości, które warto pokrótce omówić.

Formalizm mechaniki kwantowej traktować można „dosłownie”. Możliwość ta związana jest z przyjęciem stanowiska naiwnego realizmu w filozofii nauki. Skoro mechanika kwantowa działa jako rachunek pozwalający na wyprowadzanie predykcji, należy stwierdzić, że mówi coś o ontologii świata⁷⁷. O ile zaakceptowanie falowej natury rzeczywistości nie jest zbyt problematyczne (pomimo kontrintuicyjności), dla Chalmersa problemem pozostaje pomiar. Pojęcie *miaru* nie należy bowiem do praw przyrody, podobnie jak pojęcie *aparatury pomiarowej*. Aparatura pomiarowa jest częścią świata makroskopowego, podczas, gdy mechanika kwantowa ma być fundamentalną teorią mikroświata. W dosłownej interpretacji mechaniki kwantowej kłopotliwe pojęcia i stojące za nimi intuicje należałoby zastąpić bardziej precyzyjną koncepcją, określającą w jakich warunkach i dlaczego następuje redukcja wektora stanu. Chalmers twierdzi, że nie istnieje żadne fizyczne kryterium kolapsu i zwraca uwagę, że jedyną „rozsądną” możliwością jest koncepcja, wiążąca redukcję wektora stanu z oddziaływaniem świadomości obserwatora. Koncepcja wymaga przyjęcia silnego dualizmu psychofizycznego, tak aby świadomość była „czymś zewnętrznym” wobec fizycznego uniwersum. Choć Chalmers patrzy na taki pogląd przychylnie i uważa, że należy traktować go poważnie, ostatecznie przyznaje, że generuje liczne problemy i przechodzi do rozważenia alternatywnych koncepcji. W ramach innej strategii zrezygnować można z postulatu pomiaru, rozumianego jako jedna z fun-

⁷⁷Zob. Tamże, s. 549–553.

damentalnych zasad mechaniki kwantowej. W takim wypadku należy szukać praw bardziej podstawowych, w których uzyskanie obserwabli w reżimie klasycznym byłoby skutkiem emergentnych procesów statystycznych w układach złożonych⁷⁸. Wciąż mamy jednak do czynienia z superpozycją kwantową i nie wiadomo dlaczego jeden ze stanów miałby być „urzeczywistniany” na poziomie makroskopowym. Mechanikę kwantową potraktować można również czysto instrumentalistycznie, czyli jako narzędzie do przewidywania wyników pomiarów. W takim ujęciu pytanie o „realność” procesów kwantowych należy do domeny czystych spekulacji, które są nieistotne z punktu widzenia fizyka-praktyka⁷⁹. Zdaniem Chalmersa prócz tego, że pogląd taki nie odpowiada na szereg ważnych pytań filozoficznych, prowadzi również do Berkeleyowskiego idealizmu, w którym jedno o czym można powiedzieć na pewno, że istnieje, to nasze postrzeżenia. Dopiero pomiar zapewnia „zaistnienie” fizycznego świata. Ostatnim rozważanym podejściem są różne wersje interpretacji „zmiennych ukrytych”⁸⁰, jednak zdaniem Chalmersa również nie wyjaśniają one szeregu wątpliwości.

Koncepcją, która najbardziej interesuje Chalmersa jest interpretacja Hugh’a Everetta. W jej powszechnie znanym ujęciu łączy się ona z przyjęciem wieloświatowej ontologii. Na gruncie tej interpretacji dokonanie pomiaru równoznaczne jest bowiem z rozszczepieniem na wiele wszechświatów tak, że w każdym z nich realizowany jest jeden z możliwych wyników pomiaru. Zdaniem Chalmersa podstawową motywacją interpretacji Everetta jest stwierdzenie, że świat fizyczny w pełni opisany jest funkcją falową ewoluującą zgodnie z równaniem Schrödingera, i że znajduje się w superpozycji nawet na poziomie określonym przez nas jako makroskopowy⁸¹. Koniecznością pozostaje jednak wyjaśnienie, jak to się dzieje, że postrzegamy świat, jako makroskopowy, a nie w superpozycji kwantowej. Według Everetta na pytanie to odpowiedzieć można poprzez rozszerzenie superpozycji na *świadomość*. Mózg obserwatora dokonującego pomiaru również znajduje

⁷⁸Zob. D. J. Chalmers, *Świadomy umysł...*, dz. cyt., s. 553–555.

⁷⁹Zob. tamże, s. 555–556.

⁸⁰Zob. tamże, s. 557.

⁸¹Zob. tamże, s. 560 n.

się w superpozycji. Każdy z możliwych stanów kwantowych wymaga osobnego obserwatora, tj. osobnego stanu *świadomości*, który pełniłby rolę obserwatora. Przykładowo, w przypadku superpozycji obejmującej dwie możliwości po dokonaniu pomiaru „wytworzeni” zostaną dwaj obserwatorzy, którzy postrzegać będą dyskretny i spójny świat makroskopowy⁸². Chalmers przestrzega jednak przed „standardowym” rozumieniem interpretacji Everetta, które wspomniane zostało na początku niniejszego akapitu. Według Chalmersa Everettowi nie należy przypisywać poglądów, że kolaps powoduje „rozszczenie” się rzeczywistości na tyle wszechświatów, ile stanów obejmowała kwantowa superpozycja. Według autora *Świadomego umysłu* i cytowanych przez niego naukowców (Albert, Loewer, Lockwood) funkcja falowa ewoluuje do superpozycji kwantowej, gdzie poszczególne stany rozumiane są jako „elementy” tego samego świata. Jak pisze Chalmers:

Pogląd uznający jeden wielki świat wydaje się tą wykładnią interpretacji Everetta, która jest najbardziej rozpowszechniona wśród fizyków (...). Wykładnia 'podziału światów' jest w dużej mierze wytworem popularyzacji. Czasami nawet zwolennicy poglądu uznającego jeden wielki świat mówią o „podziale”, ale to tylko żywy sposób mówienia o tym, że funkcja falowa przekształca się w superpozycję. Nie ma żadnego szczególnego podziału świata; co najwyżej istnieje coś w rodzaju lokalnego podziału funkcji falowej⁸³.

Przyjmując wyżej zarysowane podejście, Chalmers twierdzi, że jedynym „rozszczeniem” wywołane kolapsem dotyczyć może tylko świadomości obserwatora:

Jako że superpozycje wpływają na stan mózgu podmiotu, pojawia się wiele osobnych umysłów, odpowiednio do składników superpozycji. Każdy z nich postrzega odrębny dyskretny świat, odpowiadający rodzajowi świata, który postrzegamy — nazwijmy go *mini światem* w odróżnieniu od *maksi świata* superpozycji. Rzeczywisty świat jest maksi światem, a mini światy są tylko w umysłach podmiotów⁸⁴.

⁸²Zob. tamże, s. 562 n.

⁸³Tamże, s. 363 (przypis nr 6).

⁸⁴Tamże, s. 363–364.

Najprościej rzecz ujmując: cały problem pomiaru zostaje zrelatywizowany do obserwatora, tak, że jednemu stanowi mózgu, który znajduje się w superpozycji odpowiada wiele świadomych stanów umysłu. Dla Chalmersa problematyczne pozostaje jednak utożsamienie każdego stanu mózgu z innym obserwatorem. Pyta on również, dlaczego nie istnieje jeden obserwator, którego umysł znajdowałby się w kwantowej superpozycji. Wyjaśnienie tych problemów możliwe jest według Chalmersa na gruncie jego teorii naturalistycznego dualizmu własności. Autor *Świadomego umysłu* próbuje dowieść tego na gruncie implementacji obliczeń oraz zasady podwójnego aspektu, dochodząc do wniosku, że jego teoria świadomości uzupełnia luki interpretacji mechaniki kwantowej Everetta⁸⁵. Co więcej, Chalmers przekonany jest, że nie tylko rozwiązuje problem pomiaru, zapełniając lukę między światem kwantowym a doświadczeniem potocznym, ale również upraszcza mechanikę kwantową, jako teorię naukową. Zgodnie z proponowanym ujęciem, jedyne fundamentalne zasady mechaniki kwantowej to równanie Schrödingera oraz prawa psychofizyczne, które łączą mózg znajdujący się w superpozycji z poszczególnymi stanami umysłu obserwatorów. Według Chalmersa jest to upraszczająca modyfikacja mechaniki kwantowej, gdyż usuwa postulat pomiaru, a istnienie praw psychofizycznych przyjąć należy i tak, na mocy argumentacji zreferowanej we wcześniejszych akapitach.

QUO VADIS?

Po lekturze powyższej — dość obszernej — rekonstrukcji poglądów Chalmersa czytelnik zapewne wyrobił sobie już własne zdanie. Jeśli chodzi o efekt, jaki osiągnął Chalmers, powiedzieć można, że każdy w jego teorii może znaleźć coś dla siebie. Przykładowo zarówno dualistycznie nastawieni przeciwnicy redukcyjnego wyjaśniania umysłu, jak i zwolennicy praktycznych projektów sztucznej inteligencji powinni przyjąć koncepcję Chalmersa z entuzjazmem. Czy jednak cena, którą trzeba zapłacić za ten „ekumenizm” i uzyskanie kompatybilno-

⁸⁵Dowód, którego odtwarzanie w niniejszej pracy uznałem za zbędne znaleźć można: tamże, s. 566–568.

ści pomiędzy wizjami umysłu, uważanymi powszechnie za sprzeczne, nie jest zbyt wysoka? Obecna część opracowania poświęcona będzie polemice z tezami zawartymi w *Świadomym umyśle* i innych pracach Chalmersa. Choć sporą zaletą jego prac jest stawianie pewnych kwestii filozoficznych „na ostrzu noża”, niektóre z omawianych powyżej tez budzą liczne wątpliwości, a inne zaś są ewidentnie nie do przyjęcia. Zarzuty omówione zostaną dla zachowania porządku w trzech blokach tematycznych związanych z (I) filozofią umysłu i kognitywistyką oraz ich bazą pojęciową, (II) filozofią nauki i metodologią nauk oraz (III) filozofią fizyki.

(I) *Filozofia umysłu i kognitywistyka*. Na początku zauważyć wypada, że w całym *Świadomym umyśle*, który liczy ponad 600 stron czytelnik nie znajdzie zbyt wielu informacji o funkcjonowaniu układu nerwowego. Z jednej strony brak ten jest zrozumiały, gdyż jest to książka *stricto* filozoficzna, nie zaś podręcznik do *neuroscience*, poza tym jak przekonuje Chalmers wiedza o pracy mózgu przyczynić może się tylko do rozwiązania łatwych problemów świadomości. Z drugiej strony jednak powinniśmy zdawać sobie współcześnie sprawę, że żadna teoria umysłu, w tym teoria fundamentalna, nie jest i nie będzie możliwa bez rozwiązania wielu problemów związanych z funkcjonowaniem układu nerwowego. Jak opisano powyżej, Chalmers twierdzi, że jedną z „kandydatek” na fundamentalne prawo psychofizyczne jest zasada *podwójnego aspektu informacji*, zgodnie z którą ta sama przestrzeń informacyjna realizuje się zarówno w wymiarze fizykalnym (w tym neuronalnym), jak i fenomenalnym. W kwestii pierwszego z nich: choć nie ulega wątpliwości, że mózg faktycznie przetwarza informacje, a nasza wiedza w tym zakresie szybko się rozwija, nie znamy jeszcze wszystkich odpowiedzialnych za to mechanizmów. W tym kontekście warto przytoczyć opinię neurofilozofki Patricii Churchland, która — nawiasem mówiąc — jest jedną z największych entuzjastek rozwiązywania problemów filozoficznych na gruncie neuronauki:

[...] nie rozumiemy co pojęcie *informacji* powinno oznaczać w kontekście biologicznym czy psychologicznym. Co więcej

nie rozumiemy jeszcze w pełni jak neurony kodują informacje, czymkolwiek informacja *jest*⁸⁶.

Być może przed formułowaniem wysoce spekulatywnych koncepcji metafizycznych, warto byłoby rozwiązać szereg poważnych problemów naukowych, które Chalmers określa jako *łatwe*? Poza tym, jak uważa Robert Poczobut, argumentacja Chalmersa nie jest spójna w wymiarze filozoficznym. Zasada podwójnego aspektu informacji mówi, że oba aspekty są równoległe (równorzędne), a relacją jaka zachodzi pomiędzy nimi jest *korelacja*. Co za tym idzie, nie ma możliwości, żeby stwierdzić, że aspekt fenomenalny jest ugruntowany w aspekcie fizykalnym. Z kolei koncepcja emergencji, o której Chalmers pisze w jednym z cytowanych wcześniej artykułów, zakłada, że poziom wyższego rzędu, czyli świadomość, powstaje *na bazie* zjawisk niższego rzędu, czyli poziomu fizykalnego⁸⁷.

Jeśli chodzi zaś o samo rozróżnienie na *trudne i łatwe problemy świadomości*, ciężko oprzeć się wrażeniu, że jest to zabieg arbitralny i nie do końca jasny. Jest to szczególnie widoczne, gdy mowa o przytomności (*awareness*), która ma być psychologicznym korelatem świadomości fenomenalnej (*consciousness*), gdyż trudno wyobrazić sobie *zombie* posiadającego pierwszą z nich, a pozbawionego drugiej. Zakładając, że poczucie tożsamości osobowej związane jest z psychologiczną przytomnością — a tak czyni Chalmers — trudno wyobrazić sobie, by *zombie* „wiedział kim jest”, a nie posiadał przy tym żadnych *qualiów*! Co za tym idzie samo stwierdzenie, że istnieć mogą światy identyczne fizykalnie z naszym, ale w których istnieją *zombie* wydaje się mocno podejrzane. Argumenty oparte na koncepcji *zombie* dość łatwo podważyć można również na kilku innych polach. Przykładowo dokonać można tego nie akceptując łatwego przejścia od luki ekspanacyjnej między dziedziną fizykalną i fenomenalną (o ile w ogóle luka taka istnieje!) do luki ontologicznej między tymi dziedzinami. Przejście to wydaje się najbardziej arbitralnym ze wszystkich kroków w argumentacji Chalmersa. Nie zgodzić można się również z utożsamieniem logicznej możliwości z *pojmomalnością*. Dlaczego uznawać mamy, że skoro

⁸⁶P. S. Churchland, *Brain-Wise. Studies in Neurophilosophy*, dz. cyt., s. 170.

⁸⁷R. Poczobut, *Między redukcją a emergencją...*, dz. cyt., s. 495.

możemy pojąć *zombie*, to ich istnienie jest logicznie, a co za tym idzie również metafizycznie, możliwe? Dlaczego pojmowalność ma mówić w ogóle cokolwiek o świecie zewnętrznym wobec umysłu podmiotu? Wybitny logik i jeden z „ojców założycieli” polskiej kognitywistyki, śp. Profesor Jerzy Perzanowski mawiał, że wyobrażenie sobie kwadratowego koła nie stanowi dla niego problemu. Zgodnie z podejściem Chalmersa, kwadratowe koło powinno być zatem obiektem logicznie możliwym, gdyż jest to obiekt *pojmowalny*, a przecież, jak pamiętamy, wykluczył on możliwość istnienia lisic rodzaju męskiego, jako obiektów sprzecznych. Co więcej, mamy współcześnie silne przesłanki by twierdzić, że nie tylko umysł Profesora Perzanowskiego radził sobie dobrze ze sprzecznościami, ale że na co dzień radzi sobie z nimi umysł każdego z nas. Świadczą o tym badania nad zjawiskami, takimi jak samooszukiwanie się, albo posiadanie sprzecznych przekonań⁸⁸. Jest wręcz możliwe, że cały umysł jest sprzecznym systemem formalnym⁸⁹. Jeśli pojmować możemy równie sprawnie obiekty niesprzeczne, jak i obiekty sprzeczne, *pojmowalność* nie jest najlepszym kryterium, za pomocą którego orzekać można by co jest, a co nie jest metafizycznie możliwe. Kontrowersyjne jest również utożsamienie przez Chalmersa *fizykalizmu* oraz *logicznej superweniencji na faktach fizycznych*. Podobnie jak w przypadku dystynkcji na *łatwe i trudne* problemy wydaje się ono mocno arbitralne. Problem fizykalizmu jest o tyle ważny, że stoi „w samym sercu” argumentacji z *zombie*. Zwykle naukowcy, określający się jako *fizykaliści* nie widzą potrzeby rozważania światów innych, niż ten który zamieszkują⁹⁰. Choć problem wydaje się wart osobnej i szerszej dyskusji, wydaje się, że przyjęcie *superweniencji przyrodniczej* lub wręcz *superweniencji czysto przyrodniczej* pewnych faktów wysokiego poziomu (np. świadomości) na faktach poziomu ba-

⁸⁸Zob. W. P. Grygiel, „Jak uniesprzecznic sprzeczność umysłu?”, *Zagadnienia Filozoficzne w Nauce*, nr 47, 2010, s. 70–88.

⁸⁹Zob. M. Hohol, „Umysł: system sprzeczny, ale nie trywialny”, *Zagadnienia Filozoficzne w Nauce*, nr 47, 2010, s. 89–108.

⁹⁰W paradygmacie mechaniki klasycznej oraz teorii względności fizyka nie wypowiadała się nigdy na temat „innych światów”. Nieortodoksyjne interpretacje mechaniki kwantowej, idea multiverse oraz teoria strun zmieniły jednak ten stan rzeczy.

zowego, czyli faktach fizykalnych może być wystarczające by określić kogoś mianem fizykałisty.

Innym pojęciem, którego refutacja oznacza jednocześnie osłabienie lub wręcz obalenie całej argumentacji Chalmersa są nierozłączne z trudnym problemem świadomości *qualia*. Jednym z najbardziej radykalnych eliminatywistów w kwestii *qualiów* jest Daniel Dennett. Uważa on, że *qualia* w ujęciu Chalmersa i innych filozofów o nastawieniu dualistycznym (określa ich mianem *qualiofilów*) są iluzją. Podobne eliminatywistyczne poglądy na temat *qualiów* prezentują również Churchlandowie⁹¹. Ogólnie rzecz ujmując, zdaniem Dennetta nie istnieje coś takiego jak trudny problem świadomości, zaś same *jakości przeżyciowe* sprowadzalne są do funkcjonowania układu nerwowego⁹². Refutację *qualiów* z filozofii umysłu rozpoczyna on od ich precyzyjnego zdefiniowania, co czyni przez wyliczenie przypisywanych im zwykle cech, takich jak: *niewyraźalność* (trudno oddać słowami jakie uczucie towarzyszy np. percepcji czerwieni), *wewnętrzność* (niezależność od mechanizmów neurobiologicznych i psychicznych), *prywatność* (subiektywność, pierwszoosobowa ontologia) oraz *bezpośredniość dostępu* (introspektywność, nie można mylić się, co do własnych *qualiów*)⁹³. W jednym z argumentów przeciw fizykalizmowi Chalmers powołuje się na eksperyment myślowy z odwróconym widmem kolorów. Dennett przy pomocy innego eksperymentu myślowego próbuje podważyć sensowność takiej argumentacji. Wyobrazić należy sobie dwóch testerów kawy: Chase'a i Sanborna. Po kilku latach smakowania kawy Chase mówi: „mój smak wyszlachetnił się, co związane jest ze zmianą *qualiów*. Kawa już mi nie smakuje”. Na co Sanborn odpowiada: „to prawda, mnie kawa też już nie smakuje, ale to dlatego, że moje kubki smakowe się zestarzały”. Historyjka opowiedziana przez Dennetta pokazywać ma, że nie sposób stwierdzić, czy zmianie uległa sfera, którą Chalmers określiłby jako fenomenalna, czy też kubki smakowe, które badać można empirycznie. W innym wariacie tego ekspe-

⁹¹Zob. np. D. Dennett, *Stodkie sny. Filozoficzne przeszkody na drodze do nauki o świadomości*, tłum. M. Miłkowski, Prószyński i S-ka, Warszawa 1997; oraz wiele innych publikacji tego autora.

⁹²Zob. np. J. Bremer, *Jak to jest być świadomym*, dz. cyt., s. 101.

⁹³Zob. J. Bremer, *Wprowadzenie do filozofii umysłu*, dz. cyt., s. 207.

rymentu myślowego rozważać można również zmianę *qualiów* jednej osoby w różnych odstępach czasu. Zdaniem Dennetta nie wiadomo czy zmianie uległa *treść qualiów* czy raczej *pamięć* o nich. Skoro tak, to nie jest prawdą, że mamy bezpośredni dostęp do *qualiów*, gdyż możemy mylić się co do nich. W ustaleniu czy zmianie uległa pamięć czy *treść qualiów* nie mogą pomóc oczywiście żadne metody empiryczne, gdyż jakości przeżyciowe są według Chalmersa *ex definitione* subiektywne. Dodać należy jeszcze jeden silny zarzut: już sama możliwość porównywania *qualiów* jednej osoby w różnych odstępach czasu przeczy ich *wewnętrzności*, gdyż zawsze uwikłane są one w mechanizmy pamięciowe, których badanie należy do neurobiologii. Nawet, jeśli nie do końca zgodzimy się z Dennettem, że *qualia* są iluzją, jego argumentacja powinna nas przekonać, że pojęcie *qualiów* nie jest czymś absolutnie zrozumiałym i nieproblematycznym, a co za tym idzie jest słabym kandydatem by wydzielać je z domeny nauk kognitywnych i na jego bazie tworzyć zręby teorii fundamentalnej.

(II) *Filozofia nauki i metodologia nauk*. Koncepcja Chalmersa uwikłana jest pod tym względem w szereg poważnych problemów. Jak wiadomo Chalmers na gruncie swojego dualizmu naturalistycznego postuluje istnienie tzw. praw psychofizycznych, które niesprowadzalne są do praw fizyki. Uniwersum praw natury składa się zatem z dwóch dziedzin: praw fizycznych i praw psychofizycznych. Problematiczne jest to, że Chalmers postuluje istnienie tych drugich dość beztrzesko i nie zastanawia się, czym miałyby one być. Wprawdzie przedstawia trzy kandydatury, na których opierać mogą się prawa psychofizyczne (*zasada spójności, zasada niezmienności organizacyjnej, zasada podwójnego aspektu informacji*), ale na tym w zasadzie kończy się jego analiza. Nauki przyrodnicze, takie jak fizyka czy chemia, są naukami nomotetycznymi, tj. dążą do formułowania *praw*. Wyjaśnianie zjawisk opiera się najczęściej na klasycznym modelu dedukcyjno–nomologicznym Hempla–Oppenheima, w którym wyjaśnienie polega na przeprowadzeniu logicznego rozumowania, w którym wnioskiem jest *explanandum*, zbiór przesłanek to *explanans*, przy czym *explanans* obejmować musi przynajmniej jedno prawo. Prościej rzecz ujmując wyjaśnienie zjawiska polega zwykle na wyprowadzeniu go z odpowiedniego prawa sfor-

mułowanego w ramach nauk przyrodniczych⁹⁴. Cały problem polega jednak na tym, że pojęcia *prawa* nawet w odniesieniu do fizyki nie jest jednoznaczne i sprawia spore trudności filozofom nauki. W związku z tym postulowanie dodatkowego, a przy tym słabo zdefiniowanego, zbioru praw, określanych jako psychofizyczne nie wydaje się zabiegiem dojrzałym metodologicznie. Co więcej, *zasada spójności* i *zasada niezmienności organizacyjnej* wyrażają w ogólny sposób korelacje, które przyjąc mogą także zwolennicy redukcyjnego wyjaśniania umysłu. Nie mają one zatem na pewno charakteru fundamentalnego. Ostatecznie Chalmers wymienia więc tylko jedno prawo fundamentalne, czyli *zasadę podwójnego aspektu informacji*, która jak zostało już wyżej powiedziane, jest bardzo ogólna i spekulatywna. W związku z powyższym, postulowanie istnienia uniwersum praw psychofizycznych w ujęciu Chalmersa jest nieprzekonujące⁹⁵.

Warto zastanowić się również nad statusem poznawczym, jaki Chalmers przyznaje teoriom naukowym i jak odpowiada na pytanie „czym jest rzeczywistość?”. Biorąc pod uwagę omawiane wcześniej ławne przejścia od epistemologii do ontologii wyprowadzić można wniosek, że Chalmers jest naiwnym realistą, który dość swobodnie powołuje do istnienia nowe byty, takie jak prawa psychofizyczne. Warto podkreślić, że mimo orientacji analitycznej Chalmers opiera się bardzo często na słabo zdefiniowanych pojęciach, którymi operuje, tak jakby ich znaczenie było dla wszystkich czytelników i uczestników dyskusji oczywiste⁹⁶. Do pojęć tych należą przykładowo: *qualia*, przytomność (*awareness*), prawo, a także świat — w argumentach z *zombie* odwołuje się on do analizy wieloświatowej, co samo w sobie uznać można za zabieg pożyteczny metodologicznie, jednak nie wyjaśnia on, jak należy traktować światy inne niż nasz. Czy zabieg ten ma status heurystyczny, czy stoi za nim bogata ontologia?

(III) *Filozofia fizyki*. Ostatni (X) rozdział *Świadomego umysłu* oraz fragmenty jego artykułów poświęcone interpretacyjnym problemom mechaniki kwantowej wywołują najwięcej kontrowersji, albo wręcz

⁹⁴Zob. np. A. Grobler, *Metodologia nauk*, Aureus — Znak, Kraków 2008, s. 103 n.

⁹⁵Zob. R. Poczobut, *Między redukcją a emergencją...*, dz. cyt., s. 492.

⁹⁶Zob. tamże, s. 493.

opatrzone powinny zostać etykietą „nie do przyjęcia”. Jak zostało wcześniej wspomniane, Chalmers jest wykształcony w matematyce, co pozwala przypuszczać czytelnikowi, że o problemach mechaniki kwantowej pisał będzie on odpowiedzialnie. Pierwszy i zasadniczy błąd Chalmers popełnia twierdząc, że mechanika kwantowa jest teorią gotową i ostateczną, a jej problemy rozwiązane mogą być z pomocą którejś ze strategii interpretacyjnych. W przeciwieństwie do niego wielu specjalistów, takich jak np. Roger Penrose sugeruje, że mechanika kwantowa nie jest teorią kompletną, dlatego też rozwiązywanie jej problemów matematycznych czy też konceptualnych poprzez narzucenie *filozoficznej interpretacji* jest sporym błędem. Zamiast pytać „jaka interpretacja?” powinien on najpierw zadać pytanie „czy w ogóle interpretować?” Co więcej, wiele problemów poruszanych przez Chalmersa jest po prostu nieaktualnych. Przede wszystkim sugestia, że to świadomość obserwatora wywołuje kolaps jest przestarzała i mało kto współcześnie ją rozważa, nie mówiąc już o poważnym traktowaniu. Przykładowo koncepcja Obiektywnej Redukcji wektora stanu (OR) Rogera Penrose’a uniezależnia całkowicie kolaps od istnienia obserwatora i wiąże go z efektami grawitacyjnymi. Co za tym idzie Chalmers ewidentnie myli się, twierdząc, że nie ma żadnego rozsądnego fizycznego kryterium kolapsu⁹⁷. Podczas lektury „fizycznych” wywodów Chalmersa przestaje dziwić ogólna niechęć fizyków do niektórych filozofów, a szczególnie opinie, wygłaszane przez Stephena Hawkinga pod adresem filozofów nauki:

Istnieje wprawdzie podgrupa specjalistów nazywanych filozofami nauki, którzy powinni być lepiej przygotowani. Ale wielu z nich to nieukończeni fizycy, którzy stwierdzili, że zbyt trudno im tworzyć nowe teorie, dlatego też zajęli się pisaniem o filozofii fizyki. Do dziś spierają się na temat teorii naukowych z początku naszego stulecia, takich jak ogólna teoria względności czy me-

⁹⁷Problemy te omówione są w pracy: W. Grygiel, „Rogera Penrose’a obiektywizacja obserwatora w mechanice kwantowej”, *Zagadnienia Filozoficzne w Nauce*, nr 45, 2009, s. 45-61.

chanika kwantowa. Ale nie mają kontaktu ze współczesnymi horyzontami fizyki⁹⁸.

Co więcej, ze wszystkich wymienionych przez siebie strategii interpretacyjnych, Chalmers zwraca się ku najbardziej kontrowersyjnej czy wręcz fantastycznej. Nie jest celem niniejszej pracy ocena, czy autor *Świadomego umysłu* faktycznie „rehabilituje” prawdziwe intencje Everetta, czy też „naciąga” jego interpretację do swoich celów pisząc o „rozszczeniu” stanów umysłu. Zarówno w jednym, jak i w drugim przypadku interpretacja „wieloświatowa”, czy też „wieloumysłowa” — którą preferuje Chalmers — przekształca teorię naukową, jaką jest mechanika kwantowa w teorię metafizyczną. Gdyby zabieg taki rozwiązywał faktycznie problemy mechaniki kwantowej, można by próbować go bronić, jednak jeśli redukcja wektora stanu możliwa jest bez udziału świadomego obserwatora — np. pod wpływem efektów grawitacyjnych (OR Penrose’a⁹⁹) — cały metafizyczny balast, jakim obciążona jest interpretacja Everetta traci całkowicie rację bytu. Gdyby Chalmers w *Świadomym umyśle* i swoich licznych artykułach powstrzymał się od formułowania wątpliwej wartości wywodów z zakresu fizyki i filozofii fizyki, ich ogólna wiarygodność na pewno uległaby zwiększeniu.

ZAKOŃCZENIE: CZY TEORIA FUNDAMENTALNA JEST NAM POTRZEBNA?

Na powyższe pytanie nie można odpowiedzieć w ogólności, gdyż nie wiadomo, czym miałyby być fundamentalna teoria świadomości. Jak zostało wyżej powiedziane, Teorię Wszystkiego rozumieć można na kilka sposobów: (1) jako fizykalną Teorię Wszystkiego unifikującą mechanikę kwantową z ogólną teorią względności oraz w szerszym rozumieniu (2) teorię wyjaśniającą wszystkie ważne aspekty Wszechświata, a w tym istnienie umysłu i świadomości. Cały problem rozbija

⁹⁸S. Hawking, *Czarne dziury i wszechświaty niemowlęce*, tłum. A. Minczewska-Przeczek, Alkazar, Warszawa 1993, s. 60.

⁹⁹Zob. R. Penrose, *Droga do rzeczywistości. Wyczerpujący przewodnik po prawach rządzących Wszechświatem*, tłum. J. Przysława, Prószyński i S-ka, Warszawa 2006, s. 784–834.

się o to, czy świadomość może zostać (2a) wyjaśniona redukcyjnie czy też uznać należą ją za (2b) obiekt fundamentalny¹⁰⁰.

Ograniczając odpowiedź tylko do *fundamentalnej teorii świadomości* w ujęciu Chalmersa (2b) i biorąc pod uwagę wyżej przedstawione wątpliwości i zarzuty stwierdzić należy, że jej postulowanie sprawia zdecydowanie więcej kłopotów niż dostarcza wyjaśnień. Wydaje się, że jeśli chodzi o problematykę świadomości, filozofów umysłu i kognitywistów nurtują najbardziej dwa pytania: „czym jest świadomość?” i „jak powstaje świadomość?” O ile teoria Chalmersa próbuje odpowiedzieć na pierwsze pytanie, zupełnie pomija drugie. Zamiast dociekać jak powstaje świadomość związana z *qualiami* bólu czy wrażeniami wzrokowymi, Chalmers woli tłumaczyć ich istnienie poprzez rozszerzanie ontologii o byty, takie jak protomentalność czy prawa psychofizyczne. Tak jak w przypadku dystynkcji na *problemy łatwe i trudne* zabieg ten wydaje się być całkowicie arbitralny. W przypadku fizykalnych Teorii Wszystkiego w rozumieniu (1), tj. ograniczających się „tylko” do połączenia mechaniki kwantowej z teorią względności, problem początku Wszechświata jest niezwykle istotny. Idąc tym tropem zapytać można, czy skoro teoria Chalmersa nie przedstawia genezy świadomości, to czy w ogóle może nosić ona miano fundamentalnej?

Wydaje się jednak, że negatywna ocena koncepcji Chalmersa nie znaczy, że *jakakolwiek* teoria umysłu, określana jako *fundamentalna*, musi być bezwartościowa. Przykładowo, Roger Penrose również uważa świadomość za coś ważnego we Wszechświecie i nie wyobraża sobie, aby fizykalna Teoria Wszystkiego mogła ignorować umysł. Jest to jednak rozumienie Teorii Wszystkiego określone powyżej jako (2a), a więc prowadzące do redukcyjnego wyjaśniania świadomości. Choć

¹⁰⁰Pomijam tu istotny problem czy jakakolwiek Teoria Wszystkiego jest w ogóle możliwa. We współczesnym paradygmacie nauki, teorie wyrażane są jako formuły matematyczne. Przypuszczać można, że kandydatka na Teorię Wszystkiego byłaby teorią poddającą się formalizacji i dostatecznie bogatą, tj. taką, która zawierałaby arytmetykę liczb naturalnych. W związku z tym, podpadałaby ona pod ograniczenia twierdzeń limitacyjnych Kurta Gödla o niezupełności. Musiałaby być zatem albo teorią sprzeczną albo niezupełną — a tym samym nie mogłaby być Teorią Wszystkiego. Problem ten podejmuje m.in. Stephen Hawking, zob. tenże, *Gödel and the end of physics*, dostęp online [12.04.2011]: <<http://www.damtp.cam.ac.uk/strings02/dirac/hawking>>.

prezentowane przez Penrose'a koncepcje kwantowych podstaw świadomości są kontrowersyjne i wysoce hipotetyczne, ostatecznie mieszczą się we współczesnym paradygmacie nauki. Choć Penrose również mówi, że nasze rozumienie fizyki będzie musiało ulec modyfikacji by objąć umysł, w przeciwieństwie do Chalmersa znacznie jaśniej wytycza drogę, którą należy podążać. Jeśli chodzi o filozoficzną bazę Penrose'a, jest ona również nieoszczędna — związana jest z silnym matematycznym platonizmem¹⁰¹ — ale wydaje się ona być bardziej spójna i lepiej określona niż w przypadku Chalmersa. Tak więc, jeśli postulowanie fundamentalnej teorii świadomości jest w ogóle sensowne, znacznie lepszą propozycją jest niealgorytmiczny model Penrose'a.

Trudno ulec jednak wrażeniu, że tworzenie w ramach filozofii umysłu i kognitywistyki teorii pretendujących do miana fundamentalnych (zarówno w rozumieniu (2a) i (2b)) w *ogóle* jest strategią chybioną lub co najmniej przedwczesną. Choć nasza wiedza o układzie nerwowym i mechanizmach kognitywnych przyrasta bardzo szybko, a wiele problemów uważanych do niedawna za nierozwiązywalne, uzyskuje neurobiologiczne wyjaśnienia, wciąż brak nam odpowiedzi na wiele pytań. Efektywniejszą strategią wydaje się być skupienie się na rozwiązywaniu konkretnych problemów, takich jak np. wyjaśnianie świadomości wzrokowej, czy też próba wyjaśnienia jak poszczególne wrażenia zmysłowe wiążą się w jedną całość (tzw. problem wiązania). Niezwykle ważne i płodne jest również uwzględnianie pytania o genezę umysłu, stąd też wartościowe są programy badawcze, takie jak np. psychologia ewolucyjna. Odpowiadając na pytanie postawione w tytule: od fundamentalnej teorii świadomości — przynajmniej na obecnym etapie — bardziej potrzebne jest nam gruntowne wyjaśnienie poszczególnych problemów związanych z funkcjonowaniem i genezą umysłu.

Na zakończenie warto poczynić jeszcze jedną uwagę. Wielu współczesnych filozofów umysłu przynależących do nurtu nauk kognitywnych często sięga po metafory, eksperymenty myślowe oraz inne środki, które wykraczają poza instrumentarium nauk empirycznych. Czyni tak m.in. Daniel Dennett, którego książki przypominają raczej „opo-

¹⁰¹Zob. M. Hohol, „Roger Penrose — pitagorejczyk zespolony?”, *Semina Scientiarum* nr 8 (2009), s. 79–90.

wieści” niż prace naukowe czy traktaty filozoficzne. „Opowieści” te bez większych problemów mogą być jednak przełożone na język nauki i skonfrontowane ze współczesnym stanem wiedzy, bez wątpienia stanowiąc ważny wkład w kognitywistykę. Z kolei w przypadku Chalmersa mamy do czynienia z sytuacją odwrotną. Próbuje przedstawiać on argumenty przy pomocy *quasi*-sformalizowanych rozumowań, a mimo tego trzon jego poglądów pozostaje odseparowany od nauki.

LITERATURA

- J. Bremer, *Jak to jest być świadomym. Analityczne teorie umysłu a problem neuronalnych podstaw świadomości*, IFiS PAN, Warszawa 2005.
- J. Bremer, *Wprowadzenie do filozofii umysłu*, WAM, Kraków 2010.
- D. J. Chalmers, „Świadomość i jej miejsce w naturze”, [w:] M. Miłkowski, R. Poczobut, *Analityczna metafizyka umysłu*, tłum. R. Poczobut, T. Ciecierski, IFiS PAN, Warszawa 2008, s. 442–494.
- D. J. Chalmers, „Mind, Machines and Mathematics. A Review of Shadows of the Mind by Roger Penrose”, *Psyche. An interdisciplinary journal of research on consciousness*, vol. 2, 1995, także dostęp online [25.01.2011]: <<http://www.theassc.org/files/assc/2331.pdf>>.
- D. J. Chalmers, „Strong and Weak Emergence”, [w:] P. Clayton, P. David (red.), *The Re-Emergence of Emergence. The Emergentist Hypothesis from Science to Religion*, Oxford University Press, Oxford 2006, s. 244–256.
- D. J. Chalmers, *Świadomy umysł. W poszukiwaniu teorii fundamentalnej*, tłum. M. Miłkowski, PWN, Warszawa 2010.
- D. J. Chalmers, „Zagadka świadomości”, *Świat nauki*, nr 2, 1996, s. 102–112.
- P. M. Churchland, *Mechanizm rozumu, siedlisko duszy. Filozoficzna podróż w głąb mózgu*, tłum. Z. Karaś, Aletheia, Warszawa 2002.

- P. S. Churchland, *Brain-Wise. Studies in Neurophilosophy*, A Bradford Book — The MIT Press, Cambridge — London 2002.
- F. Crick, *Zdumiewająca hipoteza*, tłum. B. Chacińska–Abrahamowicz, M. Abrahamowicz, Prószyński i S-ka, Warszawa 1997.
- D. C. Dennett, *Consciousness Explained*, Little, Brown and Company, Boston 1991.
- D. C. Dennett, *Stodkie sny. Filozoficzne przeszkody na drodze do nauki o świadomości*, tłum. M. Miłkowski, Prószyński i S-ka, Warszawa 1997.
- G. Edelman, *Przenikliwe powietrze jasny ogień*, tłum. J. Rączaszek, PIW, Warszawa 1998.
- A. Grobler, *Metodologia nauk*, Aureus — Znak, Kraków 2008.
- W. Grygiel, „Jak uniesprzecznicić sprzeczność umysłu?”, *Zagadnienia Filozoficzne w Nauce*, nr 47, 2010, s. 70–88.
- W. Grygiel, „Rogera Penrose’a objektywizacja obserwatora w mechanice kwantowej”, *Zagadnienia Filozoficzne w Nauce*, nr 45, 2009, s. 45–61.
- W. Grygiel, M. Hohol, „Rogera Penrose’a kwantowanie umysłu”, *Filozofia nauki*, nr 3 (67), 2009, s. 5–31.
- S. Hawking, *Czarne dziury i wszechświaty niemowlęce*, tłum. A. Minczewska–Przeczek, Alkazar, Warszawa 1993.
- S. Hawking, *Gödel and the end of physics*, dostęp online [12.04.2011]:
<<http://www.damtp.cam.ac.uk/strings02/dirac/hawking>>.
- M. Heller, *Kosmologia kwantowa*, Prószyński i S-ka, Warszawa 2001.
- M. Hohol, „Roger Penrose — pitagorejczyk zespolony?”, *Semina Scientiarum*, nr 8 (2009), s. 79–90.
- M. Hohol, „Umysł: system sprzeczny, ale nie trywialny”, *Zagadnienia Filozoficzne w Nauce*, nr 47, 2010, s. 89–108.

- Ł. Kurek, „Superweniencja psychofizyczna”, *Semina Scientiarum*, nr 10 (2011).
- R. Penrose, *Droga do rzeczywistości. Wyczerpujący przewodnik po prawach rządzących Wszechświatem*, tłum. J. Przysławski, Prószyński i S-ka, Warszawa 2006.
- R. Penrose, *Nowy umysł cesarza. O komputerach, umyśle i prawach fizyki*, tłum. P. Amsterdamski, PWN, Warszawa 1995.
- R. Penrose, *Cienie umysłu. Poszukiwanie naukowej teorii świadomości*, tłum. P. Amsterdamski, Zysk i S-ka, Poznań 2000.
- R. Poczobut, *Między redukcją a emergencją. Spór o miejsce umysłu w świecie fizycznym*, Monografie FNP — Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław 2009.
- J. R. Searle, *Umysł. Krótkie wprowadzenie*, tłum. J. Karłowski, Rebis, Poznań 2010.
- J. R. Searle, with D. C. Dennett, D. J. Chalmers, *The Mystery of Consciousness*, A New York Review Book, New York 1997.
- The MIT Encyclopedia of Cognitive Sciences*, ed. by R. A. Wilson., F. C. Keil, A Bradford Book — The MIT Press, Cambridge — London 1999.

SUMMARY

IS THE FUNDAMENTAL THEORY NECESSARY? REMARKS ON THE DAVID CHALMERS' THEORY OF CONSCIOUSNESS

The article presents a survey of the fundamental theory of consciousness according to David Chalmers. In order to examine these issues the following actions are taken. In the first part, the philosophical and cognitivist views of David Chalmers are summarized in detail. Particular attention is paid to the following issues: the distinction between the easy and hard problem of consciousness, the nature of qualia, supervenience, as well as the arguments against the reductive accounts of consciousness. The elements of the structure of Chalmers' fundamental theory: e.g., the principle of structural coherence, the principle of organizational invariance and the principle of double aspects of information are presented. Also, the problems of the relationship between mind and quantum mechanics are analyzed. In the second part, Chalmers'

theory of consciousness is challenged and criticized in three areas: cognitive science, philosophy of science and philosophy of physics. In the summary, the reply to the question posed in the title of the article is suggested.

Wojciech GRYGIEL
Centrum Kopernika Badań Interdyscyplinarnych
Wydział Filozoficzny, Uniwersytet Papieski Jana Pawła II w Krakowie

CZY FILOZOF POWINIEN BAĆ SIĘ STEPHENA HAWKINGA?

W niedawno opublikowanej popularno-naukowej pozycji, zatytułowanej *Wielki projekt*¹, światowej sławy fizyk, Stephen Hawking, wraz ze swoim współpracownikiem, Leonardem Młodinowem, ogłosili śmierć filozofii. Większość filozofów z pewnością potraktuje formułowane tezy, jako kolejną, ignorancką manifestację filozoficznie niewykształconych fizyków, którzy, chełpiąc się swoimi skądinąd doniosłymi odkryciami, próbują forsować metodologicznie kanonizowaną barierę i czynić zamach na autorytet filozofii, rozciągający się również nad domeną nauk przyrodniczych. Z drugiej jednak strony nie sposób zaprzeczyć, iż autorytet nauk przyrodniczych, wśród których nauki zmatematyzowane, takie jak fizyka, zajmują prominentną pozycję, powoduje, iż standardy myślenia naukowego dominują dziś ścieżki intelektualnych wysiłków człowieka. Trudno się też temu dziwić, ponieważ metody matematyczne, oparte na rygorze logicznych wyników, zapewniają bezwzględną pewność formułowanych wniosków. Z tego też powodu matematykę słusznie uważa się dziś za ideał wiedzy ścisłej. Czy jest to zatem warunek wystarczający, aby proklamować śmierć filozofii? Z pewnością nie, choćby ze względu na fakt, iż jedną z dynamicznie rozwijających się dziś dziedzin filozofii jest *filozofia matematyki*. Wyrok Hawkinga i Młodinowa można potraktować jako swoiste wyzwanie

¹Zob. S. Hawking, L. Młodinow, *Wielki projekt*, przeł. J. Włodarczyk, Warszawa: Albatros 2011.

postawione filozofii, rozumianej jako nauka humanistyczna, całkowicie niezależna od osiągnięć nauk empirycznych. Wyzwanie to jest o tyle uzasadnione, iż ludzki aparat poznawczy nie dysponuje dwoma rozłącznymi zestawami pojęć, które przemawiałyby za istnieniem „umysłu filozoficznego” oraz „umysłu empirycznego”. Kluczowych rozwiązań w tej materii dostarczył W. v. O. Quine, który, negując kantowski podział na sądy *analityczne* oraz syntetyczne, wykazał bezzasadność podziału na spekulatywną metafizykę oraz przyrodnicze nauki empiryczne². W świetle takiego podejścia uprawianie nauki traktować należy wymiennie z filozofowaniem. Nie dziwi również fakt, iż pojawiają się próby konstruowania *znaturalizowanej metafizyki*, bazującej swoje rozszczenia wyłącznie na egzegezie struktur matematycznych współczesnych teorii fizycznych³.

Pomimo swojej dość ostentacyjnej deklaracji śmierci filozofii, Hawking i Młodinow sami nie podporządkowują się temu wyrokowi, ponieważ zagadnienia, jakie stają w centrum ich debaty, są doniosłymi problemami, nurtującymi filozofów od stuleci. Choć wstępnie zasygnalizowane zostały już one we wcześniejszym opracowaniu autora niniejszego tekstu⁴, warto przypomnieć, iż koncentrują się one w pierwszym rzędzie wokół kwestii ontologicznego statusu obiektów teoretycznych oraz epistemologicznego dostępu do badanej rzeczywistości fizycznej. Na tej bazie podejmowane są przez Hawkinga i Młodinowa próby rozstrzygnięcia tak podstawowych pytań, jak chociażby status praw przyrody, początek oraz sens Wszechświata czy istnienie Boga. Co więcej, autorzy ci są przekonani, iż, w przeciwieństwie do dotychczasowych rozważań filozoficznych, ich naukowe dociekania dostarczają wyjaśnień ostatecznych. Zanim Hawking podjął współpracę z Młodinowem, sam wielokrotnie nie unikał komentarzy natury filozoficznej. Pojawiały się one głównie w jego popularyzatorskich pracach takich, jak

²W. V. O. Quine, „Dwa dogmaty empiryzmu”, [w:] *Z punktu widzenia logiki*, PWN: Warszawa 1969, ss. 35-70.

³J. Ladyman, *Every Thing Must Go: Metaphysics Naturalized*, Oxford University Press: Oxford 2007.

⁴W. P. Grygiel, „Wspaniały projekt — Boga czy człowieka?”, *Urania — postępy astronomii*, 3 (753) 2011.

*Krótką historią czasu*⁵ czy też publicznych referatach, wydanych w formie książkowej (np. *Moje stanowisko*)⁶. Należy również pamiętać, iż Stephen Hawking angażował się w prace z zakresu historii nauki, publikując opatrzone swoim komentarzem nietłumaczone na język polski antologie najważniejszych prac wielkich fizyków (*On the Shoulders of Giants*⁷) oraz matematyków (*God Created the Integers*⁸).

Z uwagi na fakt, iż zagadnienie ontologicznego statusu obiektów teoretycznych, będące współcześnie jednym z centralnych problemów filozofii nauki, leży u podstaw wszelkich filozoficznych refleksji Hawkinga i Młodinowa, dokładniejsze poznanie ich motywacji w tym zakresie pozwoli lepiej określić, czy wynika z tego jakiegokolwiek „niebezpieczeństwo” dla filozofii. Temu poświęcone jest niniejsze opracowanie. Ostateczną precyzację swojego filozoficznego stanowiska Hawking osiągnął we wspomnianym *Wielkim projekcie*, napisanym wspólnie z Młodinowem. Istotną kwestią jest zaprezentowane tam stanowisko ontologiczne, określone przez nich mianem *realizmu zależnego od modelu* (ang. *model-dependent realism*). Jednym z kluczowych argumentów, jakie autorzy przytaczają na poparcie swoich tez, jest argument *historyczny*, pokazujący ich zdaniem swoistą ciągłość przemian obrazu świata, postrzeganego przez człowieka, od najbardziej antycznych przedstawień do obrazów generowanych przez współczesne teorie fizyczne. Ma to być dowodem ich naczelnego twierdzenia, iż historia wybranych przez nich obrazów świata, wytworzonych przez ludzki umysł na przestrzeni dziejów, uprawnia do wyciągania tak daleko posuniętych roszczeń filozoficznych, jakimi jest epistemologiczny *sceptycyzm* co do poznawczego dostępu do obiektywnie istniejącej rzeczywistości fizycznej. Czy jest to jednak wniosek poprawny? Filozof powinien zatem o tyle bać się Stephena Hawkinga, iż, jak się okaże w toku przedstawianych rozważań, wraz z Młodinowem trywializuje

⁵S. Hawking, *Krótką historią czasu*, Zysk i S-ka: Poznań 1996.

⁶S. Hawking, „Moje stanowisko”, [w:] *Czarne dziury i wszechświaty niemowlęce oraz inne eseje*, Zysk i S-ka: Poznań 1997.

⁷S. Hawking, „On the Shoulders of Giants”, [w:] *The Great Works of Physics and Astronomy*, Running Press: Philadelphia, London 2002.

⁸S. Hawking, *God Created the Integers*, Running Press: Philadelphia, London 2005.

wiele problemów filozoficznych i, co gorsza, nie jest do końca świadom filozoficznych źródeł swojego stanowiska. Choć realizm zależny od modelu jest w pełni uprawnionym stanowiskiem w kwestii ontologicznego statusu obiektów teoretycznych, to jednak nie jest stanowiskiem jedynym i bynajmniej nie najbardziej rozpowszechnionym, takim jak przykładowo *realizm naukowy* wraz ze swymi odmianami⁹. Tym bardziej niedozwolone jest jego absolutyzowanie, a w szczególności „porywanie” się przy jego użyciu na wyjaśnienia ostateczne. I chyba w tym tkwi największe niebezpieczeństwo, które motywuje filozofa, by wobec deklaracji Hawkinga nie przejść obojętnie.

OD ŻÓŁWII DO CAŁEK PO TRAJEKTORIACH I ZAKRZYWIONEJ CZASOPRZESTRZENI

Podstawowy problem, jaki filozof napotyka w sformułowaniach, głoszonych przez Stephena Hawkinga a wraz z nim Leonarda Młodinowa, wynika z faktu, iż to praktycznie jedynie popularno-naukowe prace, wspomniane powyżej, stanowią bezpośrednie źródło ich filozoficznych odniesień. Oprócz *Wielkiego Projektu*, w niniejszym opracowaniu wykorzystane więc będą również inne źródła, wspomniane już częściowo we wstępie, aby możliwie w pełni naszkicować niełatwy do spójnego uchwycenia filozoficzny profil autorów. Warto również mieć na uwadze, iż bliższa analiza czysto fizycznych prac Hawkinga ukazuje jedynie pewne pryncypia w działaniu, trudno jest spotkać uwagi natury filozoficznej nawet w artykułach o charakterze przeglądowym¹⁰. Realizują się więc tutaj z powodzeniem znane słowa Alberta Einsteina:

Jeśli chcecie dowiedzieć się od fizyków teoretyków czegoś na temat stosowanych przez nich metod, to proponuję wam trzymać się zasady: nie słuchajcie ich słów, lecz trzymajcie się ich czynów! Jeśli bowiem ktoś coś wymyśli, to wytwory jego fantazji wydają mu się tak konieczne, i naturalne, że nie uważa

⁹Zob. np. J. Ladyman, *Understanding Philosophy of Science*, New York 2002, ss. 129-161.

¹⁰S. W. Hawking, „Quantum Cosmology”, [w:] S. W. Hawking, W. Israel (red.), *Three Hundred Years of Gravitation*, Cambridge University Press: Cambridge 1987, ss. 631-651.

ich za twory myśli, lecz za rzeczywistość, która jest nam dana i chciałby, aby również inni tak uważali¹¹.

Jak już sygnalizowano we wstępie, uzasadnienie realizmu zależnego od modelu odbywa się na zasadzie *historycznej interpolacji*, polegającej na wskazaniu szeregu skądinąd dobrze historycznie udokumentowanych obrazów świata, jakie wytworzyły się w historii naukowej myśli człowieka. Tego typu uszeregowanie na skali czasowej ma, zdaniem autorów, dowodzić, iż nie istnieje możliwość wskazania, który z wymienianych obrazów miałby posiadać charakter absolutny w sensie ontologicznym, co w konsekwencji pozwala im orzec, iż obraz rzeczywistości, powstający w umyśle, jest jedynie funkcją teorii, uważanej w danej chwili za najlepiej ugruntowaną empirycznie. Choć kluczowe pojęcie dla niniejszych rozważań, jakim jest *model*, posiada we współczesnej filozofii nauki wiele znaczeń¹², jest przez Hawkinga rozumiane synonimicznie z teorią: „teoria fizyczna jest po prostu matematycznym modelem, używanym do opisu wyników obserwacji. Dobra teoria to elegancki model opisujący szeroką klasę obserwacji i pozwalający przewidzieć wyniki nowych doświadczeń”¹³. Obiektywnie istniejąca rzeczywistość fizyczna jest więc w takiej perspektywie epistemologicznie niedostępna, ponieważ nie można zaakceptować żadnej ontologii, niezależnej od teorii. Dowodem tego typu myślenia jest chociażby rycina, zamieszczona w rozdziale podsumowującym *Jeszcze krótszą historię czasu*, która przedstawia obok siebie obraz płaskiego Wszechświata, wspartego na żółwiach, oraz wizualizację zakrzywionej czasoprzestrzeni, zakończonej osobliwością¹⁴. Podstawowe zastrzeżenie, które w obecnym momencie powstaje, dotyczy zagadnienia, czy wszystkie uwzględnione obrazy świata — obejmujące swoją historią ponad dwa tysiące lat — można umiejscowić na jednej płaszczyźnie,

¹¹A. Einstein, „O metodyce fizyki teoretycznej”, [w:] S. Butryn (red.), *Albert Einstein — pisma filozoficzne*, De Agostini Polska: Warszawa 1999, s. 180.

¹²M. Heller, *Filozofia nauki. Wprowadzenie*, Kraków: Petrus 2009.

¹³S. Hawking, „Moje stanowisko”, [w:] *Czarne dziury i wszechświaty niemowlęce oraz inne eseje*, Zysk i S-ka: Poznań 1997, s. 41.

¹⁴S. Hawking, L. Mlodinow, *The Briefer History of Time*, Batnam Press: London - Toronto - Sydney - Auckland - Johannesburg 2005, s. 139.

szczególnie jeśli chodzi o ich genezę oraz metodologię, przy pomocy której dostarczają zrozumienia postrzeganej rzeczywistości.

Podjmując obecnie krytyczną analizę zarysowanego problemu, należy bliżej zanalizować sugerowaną przez Hawkinga panoramę obrazów świata, szczególnie mając na uwadze zasadność podporządkowania przejść między nimi jednej ogólnej regule. Do tego celu najlepiej służy *Jeszcze krótsza historia czasu*, ponieważ panorama ta wyartykułowana jest tam w sposób najbardziej jednoznaczny. W *Krótkiej historii czasu* jednoznaczność tą przesłania zbyt wiele szczegółów natury fizycznej, natomiast w *Wielkim projekcie* Hawking i Mlodinow traktują konkretny materiał historyczny raczej wybiórczo, poświęcając więcej uwagi filozoficznym spekulacjom. Dla pełnej rekonstrukcji panoramy znaczących dla omawianego zagadnienia obrazów świata, należy sięgnąć również i do tych pozycji. Panoramę tą rozpoczyna wprowadzone przez Hawkinga w *Krótkiej historii czasu* znane indyjskie mityczne przedstawienie Wszechświata, jako dysku, wspartego na grzbiecie olbrzymiego żółwia¹⁵. Za dość znaczną filozoficzną niefrasobliwość uznać należy płynność przejścia pomiędzy tym przedstawieniem a kosmologią starożytnej Grecji. Hawking, a wraz z nim Mlodinow, wydają się być nieświadomi istotnej przemiany w heurystycznej funkcji, jaka dzieli te dwa obrazy. O ile bowiem w przedstawienia mityczne zaprzęgnięte były wyobrażenia irracjonalne, wynikające ze skojarzeń deifikujących nieposkromione siły natury, o tyle kosmologia grecka bazowała na przekonaniu, iż, skoro Wszechświat jawi się, jako byt harmonijnie uporządkowany, to może stać się przedmiotem racjonalnego wyjaśnienia.

W kolejności, podążając za *Jeszcze krótszą historią*, na skali czasu plasuje się Wszechświat geocentryczny, który, w postaci systemu ptolemejskiego, stanowił apogeum greckiej nauki, łącząc w sobie elementy geometrycznej elegancji oraz matematycznej precyzji, pozwalającej z dużą dokładnością przewidywać ruchy ciał niebieskich. Nie wiadomo też w zasadzie dlaczego w katalogu greckich astronomów brakuje Hawkingowi jej naczelnej postaci, jaką stanowił Eudoksos z Knidos, uczeń Platona, który dokonał syntezy antycznego modelu Wszechświata przy

¹⁵S. W. Hawking, *Krótką historia czasu*, s. 13.

użyciu sfer współśrodkowych. Greckie modele kosmologiczne stanowiły dobitny dowód wiary, iż poza sferą zjawiskową, istnieje bogata struktura rzeczywistości fizycznej, która jest przyczyną tego, co obserwowalne i nadaje mu sens. Paradoksalnie, Hawking i Młodinow są tego w pełni świadomi, ponieważ wymieniają dwie zasady, które są, ich zdaniem, dowodem na metafizyczno-religijne inspiracje greckich astronomów: *zasada doskonałości*, zgodnie z którą wszystkie planety poruszają się ruchem kołowym, oraz *antropocentryzm*, umieszczający człowieka w centrum Wszechświata, mający być echem przekonania o wyższości człowieka nad innymi bytami. Zasady te pod względem swojej naukowej wartości plasują się, ich zdaniem, na równi ze wzmiankowaną wcześniej mitologią i dlatego muszą zostać z naukowego dyskursu całkowicie wyrugowane. Trudno jest więc w takiej sytuacji wskazać wspólny mianownik pomiędzy bogatą ontologią świata przyrody, zawartą w greckiej kosmologii, a epistemologicznym sceptycyzmem hawkingowskiego realizmu zależnego od modelu.

Na kolejnym ważnym etapie w historii transformacji obrazów świata, jakim jest powstanie modelu kopernikańskiego, Hawking i Młodinow ewidentnie trywializują odważne, jak na tamten czas, intuicje Mikołaja Kopernika, prowadzące do zapostulowania przez niego systemu *heliocentrycznego* (ściśle biorąc *heliostatycznego*). Piszą oni w sposób następujący:

Tak jak model ptolemejski, model kopernikański działał dobrze, ale nie zgadzał się w sposób całkowity z obserwacjami. Ponieważ był on dużo prostszy od ptolemejskiego, można było się spodziewać, iż zostanie zaakceptowany. Tymczasem musiało minąć jeszcze jedno stulecie, zanim został potraktowany poważnie. Wtedy dopiero dwóch astronomów — Niemiec Jan Kepler oraz Włoch Galileusz zaczęli publicznie wspierać teorię kopernikańską¹⁶.

Choć w powyższym cytacie wymieniona zostaje *reguła prostoty*, jako czynnik przemawiający za poprawnością formułowanej przez Kopernika teorii, to jednak trudno się do końca zgodzić z dość zdawko-

¹⁶S. Hawking, L. Młodinow, *A Briefer History of Time*, s. 10.

wym potraktowaniem osiągniętego przez niego rezultatu. Wykorzystanie przez Kopernika reguły prostoty wiązało się bowiem z jego zamiarem uprawdopodobnienia modelu Wszechświata, który w przypadku obrazu ptolemejskiego jedynie „zachowywał zjawiska”, nie dostarczając wiedzy o jego strukturze. Reguła prostoty pozwoliła więc Kopernikowi uczynić istotny krok naprzód, szczególnie dzięki uporządkowaniu kolejności oraz rozmiarów orbit planetarnych. Reguła ta zresztą doceniana była przez innych wielkich fizyków, takich jak chociażby Albert Einstein, który utrzymywał, iż przyroda realizuje modele matematycznie najprostsze¹⁷. Nie sposób więc zaprzeczyć, iż wykorzystanie reguł metafizycznych może przyczynić się do znaczącego rozwoju teorii naukowych zwłaszcza, gdy baza empiryczna nie pozwala rozsądzić pomiędzy konkurującymi obrazami. Inne wątpliwości co do rzetelności wywodów Hawkinga pojawiają się na bazie chociażby tak banalnej na pozór kwestii, jak wynalezienie teleskopu. W *Krótkiej historii czasu*, Stephen Hawking stwierdza, niezgodnie z faktami historycznymi, iż wynalazcą teleskopu był sam Galileusz¹⁸. W *Jeszcze krótszej historii*, natomiast, pada dość wymijające stwierdzenie, iż Galileusz posługiwał się dopiero co wynalezionym teleskopem¹⁹.

Rzetelność historycznych analiz Hawkinga wydaje się ulegać pewnej poprawie, kiedy przechodzi on do dyskusji obrazów świata, wygenerowanych w XVI wieku czyli *de facto* w okresie, kiedy nauki przyrodnicze wyodrębniają się z filozofii i wykształcają własną metodę. Sam zresztą wyraźnie stwierdza, iż porzucenie geocentrycznego obrazu świata oraz przyjęcie zasady kopernikańskiej zadecydowało o początku nowoczesnego — naukowego myślenia o Wszechświecie²⁰. Z tym też niewątpliwie pokrywa się zakres historycznego materiału, zaprezentowanego przez Hawkinga we wspomnianej antologii *On the Shoulders of Giants*. Nie ulega wątpliwości, iż o ile jest to teza popularnie głoszona przez szerokie gremia naukowe i *largo modo* prawdziwa, to jednak nie sposób pozostawić jej — a czyni niestety tak Hawking a wraz

¹⁷A. Einstein, „O metodyce fizyki teoretycznej”, [w:] S. Butryn (red.), *Albert Einstein — pisma filozoficzne*, De Agostini Polska: Warszawa 1999, s. 184.

¹⁸S. Hawking, L. Mlodinow, *A Briefer History of Time*, s. 10.

¹⁹Tamże.

²⁰Tamże, s. 12.

z nim Młodinow — bez bardziej rozbudowanego, filozoficznego komentarza, odwołującego się chociażby do poglądów Francisa Bacona, jednego z głównych empirystów przełomu XVI i XVII wieku. Innymi słowy, trudno zgodzić się z tezą, iż obalenie myślenia geocentrycznego zadecydowało o genezie nowożytnej metody naukowej. Niewątpliwie stanowi ono znaczący element tej genezy, dużo większą rolę jednak odegrał tutaj zwrot z jednej strony ku empiryzmowi, z drugiej jednak na przyjęciu matematyki, jako podstawowej metody opisu prawidłowości rządzących przyrodą. To z kolei wiąże się ze zdecydowanym odejściem od arystotelizmu i przyjęciem stanowisk platońskich, zgodnie z którymi prawa przyrody, sformułowane w wyidealizowanym języku formuł matematycznych, umożliwiają jej akuratywny opis. Dla Hawkinga oraz Młodinowa transformacja pomiędzy fizyką arystotelesowską a fizyką newtonowską ogranicza się zasadniczo do zniwelowania w równaniach Newtona pojęcia miejsca absolutnego dla klasy ruchów jednostajnych prostoliniowych²¹. Choć kluczowe dla fizyki newtonowskiej pojęcie bezwładności jest w takim sformułowaniu *implicite* zawarte, to dziwi jednak fakt, że tak wielkiego formatu fizycy nie wyakcentowują go w sposób bardziej bezpośredni. Z poczynionych rozważań wynika dość zdecydowanie, iż głębsze mankamenty filozoficznego dyskursu Hawkinga i Młodinowa tkwią jednak po stronie metodologicznej, co jest o tyle niefortunne, iż dowodzi ich dość zdawkowej znajomości filozoficznych podstaw powstania nowoczesnej metody naukowej, której użycie — jako praktykujący fizycy — stawiają sobie za punkt honoru. W takiej perspektywie nie sposób więc uznać postulowanej przez nich ciągłości przemian obrazów świata w obrębie powstania nauk nowożytnych, która miałaby uzasadniać interpolację, prowadzącą ostatecznie do zapostulowania *realizmu zależnego od modelu* jako jedynie trafnej ontologii obiektów teoretycznych.

W tym kontekście warto poruszyć jednak jeszcze jeden dość istotny szczegół, który dodatkowo powyższe uzasadnienie komplikuje. Hawking i Młodinow podejmują się dyskusji natury teorii fizycznej w momencie, który w prezentowanej przez nich panoramie zbiega się z prezentacją newtonowskiego obrazu świata. I rzeczywiście, w pierwszym

²¹S. W. Hawking, *Krótką historia czasu*, s. 27.

podejściu można to uznać za naturalne, ponieważ mechanikę newtonowską powszechnie uważa się za pierwszy triumf nowoczesnej metody naukowej, której podstawowe narzędzie stanowi teoria. Sytuacja traci jednak szybko swoją prostotę, ponieważ między klasycznym rozumieniem teorii, takim jakie właściwe jest mechanice newtonowskiej, a rozumieniu w hawkingowskim sensie realizmu zależnego od modelu istnieje dość znacząca różnica. Mówią o tym zresztą Hawking i Młodinow, kiedy precyzują, co należy rozumieć pod pojęciem *nauki klasycznej*:

Nauka klasyczna reprezentuje pogląd, że istnieje realny świat zewnętrzny, który ma określone własności, niezależne od rejestrującego je obserwatora. Według niej pewne obiekty istnieją i mają dobrze określone własności fizyczne, takie jak prędkość czy masa. Nasze teorie są próbami opisanie tych obiektów i ich własności, a korespondują z nimi nasze pomiary i spostrzeżenia. Zarówno obserwator, jak i obiekt obserwowany, są częścią świata istniejącego obiektywnie i jakiegokolwiek rozróżnienie pomiędzy nimi nie ma istotnego znaczenia²².

Jak sami autorzy podkreślają, jest to więc stanowisko *realistyczne*, co w szczególności znajduje swoje odzwierciedlenie w mechanice newtonowskiej, gdzie czas i trójwymiarowa przestrzeń stanowią podstawową ontologię tej mechaniki jako teorii i uważane są za obiekty realnie istniejące w świecie fizycznym. Takie stanowisko jest podejściem typowym dla fizyków proveniencji klasycznej, kiedy dla danego matematycznego formalizmu można wskazać jego *naturalną interpretację*, to jest intuicyjnie powiązać postulowane przezeń obiekty z obiektami świata fizycznego. Utrzymuje się ono praktycznie do końca XIX wieku, kiedy to prace Pierre'a Duhema i Henri Poincaré ukazały dużo bardziej skomplikowaną zależność pomiędzy teorią a rzeczywistością fizyczną, niż to wynika z powyżej zasygnalizowanego realizmu. Współcześnie zależność ta wyrażona jest najlepiej w postaci *tezy o niezdeteminowaniu teorii* (ang. *underdetermination*)²³. W przy-

²²S. Hawking, L. Młodinow, *Wielki projekt*, s. 52-53

²³Zob. np. J. Ladyman, *Understanding Philosophy of Science*, New York 2002, ss. 161-182.

padku wielu możliwych teoretycznych wyjaśnień określonego zbioru danych empirycznych, o wyborze wyjaśnienia preferowanego decyduje jedynie *konwencja*, a interpretacja teorii staje się przedsięwzięciem niezwykle trudnym lub wręcz niemożliwym.

Jak okaże się dokładniej w kolejnym podrozdziale pracy, w tego typu podejściu tkwią źródła filozoficznych inspiracji realizmu zależnego od modelu, zaproponowanego przez Hawkinga i Młodinowa. Można więc z dużą dozą bezpieczeństwa postawić tezę, iż dopiero w tym punkcie nabiera sensu pieczołowicie budowana przez nich historyczna interpolacja obrazów świata. Przyjęcie realizmu zależnego od modelu pozwala im ocenić, dlaczego pojawienie się szczególnej i ogólnej teorii względności wniosło nie tylko powszechnie znane transformacje pojęć czasu i przestrzeni, ale również uwzględniło kwestię początku Wszechświata, jako zagadnienia, mogącego stać się przedmiotem dociekań nauki. Bardziej znacząca w tym względzie wydaje się jednak mechanika kwantowa, której abstrakcyjny formalizm po dziś dzień nie posiada interpretacji naturalnej, choć pozwala w sposób niezwykle precyzyjny przewidywać wyniki pomiarów²⁴. Można więc zaryzykować stwierdzenie, iż mechanika kwantowa *par excellence* kwalifikuje się jako teoria, której ontologia spełnia warunki realizmu zależnego od modelu. Zaprezentowana przez Hawkinga i Młodinowa w postaci *feynmanowskich ciałek po trajektoriach*, modyfikuje w takiej perspektywie klasycznie rozumiane pojęcie jednoznaczności historii Wszechświata, dopuszczając możliwość szeregu historii równoległych. Na końcu całej panoramy stoi *kwantowa teoria grawitacji*, która, pomimo swojej hipotetyczności, ma dzięki uwzględnieniu efektów kwantowych, doprowadzić do zniwelowania osobliwości ogólnej teorii względności. Rezultat taki osiągnięty jest — przynajmniej próbnie — w Hartle-Hawkinga modelu Wszechświata bez brzegów²⁵. Można więc ulec wrażeniu, iż model ten zasadniczo kończy zwycięski

²⁴Zob. np. W. P. Grygiel, „Interpreting Quantum Mechanics: Why An Interpretation?” [w:] S. Wszolek, R. Janusz (red.), *Wyzwania racjonalności: Księdzu Michałowi Hellerowi współpracownicy i uczniowie*, Kraków: Wydawnictwo WAM 2006, ss. 113-131.

²⁵Zob. J. Hartle, S. Hawking, „Wave Function of the Universe”, *Physical Review D*, 1983 nr 28, ss. 2960-2975.

pochód nauki, pokazując, iż na gruncie filozofii nie zostały rozwiązane fundamentalne pytania o to, skąd się wziął Wszechświat i dlaczego jest taki a nie inny.

INSPIRACJE HAWKINGOWSKIEGO REALIZMU

Zaproponowanej przez Hawkinga i Mlodinowa koncepcji *realizmu zależnego od modelu* nie sposób więc konsekwentnie wyprowadzić z przedstawionej powyżej historycznej interpolacji, ponieważ, wbrew wyraźnym sugestiom autorów, nie istnieje wspólna płaszczyzna metodologiczna, łącząca analizowane modele i pozwalająca na podanie uogólnionej reguły, która wyjaśniałaby zachodzące między nimi transformacje. Z drugiej strony należy jednak pamiętać, iż z punktu widzenia współczesnych stanowisk w kwestii ontologicznego statusu obiektów teoretycznych oraz ich relacji do obiektywnej rzeczywistości fizycznej stanowisko to można precyzyjnie określić i uzasadnić nie tylko w oparciu o filozoficzne deklaracje, ale o metodę formułowania oraz rozstrzygania konkretnych problemów teoretycznych. Tej kwestii będzie poświęcona osobna publikacja. Co więcej, bez większego trudu da się postawić tezę, iż Hawking i Mlodinow posiadają dość nikłe zrozumienie właściwych korzeni swoich filozoficznych poglądów i zupełnie bez potrzeby szukają wyjaśnień w koncepcjach antycznych, zamiast odwołać się do koncepcji zdecydowanie późniejszych, w świetle których realizm zależny od modelu staje się koncepcją w pełni zrozumiałą.

Inspiracji głoszonych przez Hawkinga przekonani, iż fizyka nie umożliwia dostępu do struktury obiektywnej rzeczywistości fizycznej — noumenów, a sięga jedynie zjawisk — fenomenów, którym sens nadają teorie, istniejące jedynie w ludzkim umyśle, należy z pewnością doszukiwać się w filozofii Imanuela Kanta. Różnica polega jednak na tym, iż o ile w koncepcji Kanta czas i przestrzeń traktowane były jako kategorie naoczności, odpowiadające geometrii euklidesowej, o tyle w ujęciu Hawkinga kategorie te zostają uzmiennione, stając się swoistymi *konwencjami*, podyktowanymi jedynie ich empiryczną weryfikacją. W tej kwestii Hawkingowi znacznie bliżej jest więc do *konwencjonalizmu* Henriego Poincaré. Choć w traktowaniu historii nauki przez

Hawkinga można zauważyć wyraźne tendencje *pozytywistyczne*, to sam formalizm teorii nie jest przez niego bynajmniej traktowany w sposób pozytywistyczny. Najbardziej dobitnym tego przykładem jest sam model Hartle-Hawkinga, który, będąc czysto teoretyczną i empirycznie nieweryfikowalną konstrukcją, dostarcza, zdaniem Hawkinga, istotnej wiedzy na temat początków Wszechświata. Dopuszcza on w ten sposób możliwość sądów *syntetycznych a priori*, podczas gdy w paradygmacie pozytywistycznym sądami syntetycznymi mogą być jedynie sądy *a posteriori*.

W kolejności warto również poczynić kilka uwag odnośnie realizmu zależnego od modelu w kontekście filozofii matematyki. Ograniczenie istnienia obiektów teoretycznych jedynie do sfery mentalnej zdecydowanie wskazuje na stanowisko zwane *konceptualizmem*, które plasuje się jako jedna z opcji, sygnalizowanych m.in. przez Quine'a we współczesnej odsłonie sporu o uniwersalia²⁶. Przyglądając się wspomnianej we wstępie antologii tekstów z historii matematyki, którą Stephen Hawking zatytułował *God Created the Integers* — czyli *Bóg stworzył liczby naturalne*, można by ulec sugestii, iż w kwestii podstaw matematyki Hawking zalicza się do grona *intuicjonistów* i *konstruktywistów*. W zaprezentowanych przez niego krótkich komentarzach nie sposób jednak natrafić na żadne odniesienia natury filozoficznej, a wybór takich postaci proveniencji platońskiej, jak chociażby Cantor czy Gödel z pominięciem Kroneckera i Brouwera, zdaje się podpowiadać, iż kwestia ta nie przedstawia dla Hawkinga istotnego znaczenia. Można więc przypuszczać, iż taktuje on osiągnięcia matematyki „zbiorczo” i jako fizyk korzysta z nich stosownie do potrzeb, niezależnie od jakichkolwiek filozoficznych przesłanek. Taki obraz rysuje się przykładowo w fundamentalnej pracy, napisanej z G. Ellisem, zatytułowanej *The Large Scale Structure of Spacetime*²⁷. Konstruktywizm wyłania się jednak u Hawkinga w nieco innej szacie, bardziej jako postawa metodologiczna, niż filozoficzne założenie. Przykładowo w modelu Hartle'a-

²⁶W. V. O. Quine, „O tym, co istnieje”, [w:] *Z punktu widzenia logiki*, PWN: Warszawa 1969, ss. 9-34.

²⁷S. Hawking, G. Ellis, *The Large Structure of Spacetime*, Cambridge: Cambridge University Press 1973.

Hawkinga powstaje teoretyczna konstrukcja, której sfinalizowanie równoważne jest wykazaniu, iż istnieje Wszechświat bez brzegów. Innymi słowy, rezultat taki czyni wszelkie dalsze kroki fizyka zbędnymi, ponieważ cel, jakim jest usunięcie osobliwości początkowej został osiągnięty.

PODSUMOWUJĄC

Przechodząc obecnie do sformułowania wniosków zaprezentowanych rozważań, warto posłużyć się zaprezentowanym przez Hawkinga i Młodinowa w *Wielkim projekcie* dość groteskowym obrazem ryby, znajdującej się w kulistym akwarium, którego geometria powoduje, iż postrzegany przez rybę obraz rzeczywistości — choć wypaczony narzuceniem innej geometrii pola widzenia — jest obrazem równoważnym, ponieważ można wskazać jednoznaczne przekształcenia, którymi obydwa obrazy są związane²⁸. W konsekwencji z punktu widzenia opisu regularności w obserwowanych zjawiskach, obydwa obrazy są sobie równoważne. Interesującą polemikę z tak pojmowanym realizmem zależnym od modelu formułuje Roger Penrose:

Nie widzę dlaczego co jest nowego lub „zależnego od teorii” w tym poglądzie na rzeczywistość. Ogólna teoria względności Einsteina traktuje tego typu sytuacje w całkowicie zadowalający sposób, w którym różni obserwatorzy mogą wybrać różne układy współrzędnych dla lokalnego opisu geometrii jednoznacznej wszędzie rozpościerającej się czasoprzestrzeni. Występuje tam pewna doza matematycznej subtelności oraz złożoności, sięgająca daleko poza to, co obecne jest w antycznej euklidesowej geometrii przestrzeni. Ale matematyczna czasoprzestrzeń, przy pomocy której teoria opisuje rzeczywistość, posiada całkowitą obiektywność²⁹.

Powyższa wypowiedź Penrose’a jest o tyle pożyteczna, iż pozwala ona w sposób bardziej precyzyjny dostrzec warunki, które są

²⁸S. Hawking, L. Młodinow, *The Grand Design*, s. 39.

²⁹R. Penrose, „The Grand Design: recenzja”, *The Financial Times*, 4 września 2010.

konieczne, aby sugerowana przez Hawkinga i Młodinowa interpolacja obrazów świata prowadziła do wyciąganych z niej wniosków. Nie ulega wątpliwości, iż potrzebne do tego celu są „znormalizowane” założenia, stanowiące jednolite podłoże dla każdego uwzględnianego obrazu. Sam fakt, iż obraz świata ulegał przemianom, co jest faktem niezaprzeczalnym, nie uprawnia do konstatacji, iż podlegają wszystkie one jednej wspólnej regule, opartej na założeniu epistemologicznego sceptycyzmu. Taki bowiem sens ma interpolacja, którą to z powodzeniem można zastosować do analizy pola widzenia wspomnianej powyżej ryby. Patrząc na sens konstruowanej interpolacji z perspektywy całości można odnieść wrażenie, iż w filozoficznej otoczce, budowanej wokół historii fizyki, Stephen Hawking próbuje na jej bazie zarysować *pozytywistyczną* wizję rozwoju myśli człowieka, najprawdopodobniej inspirowaną myślą Augusta Comte’a. Przedstawienia religijne oraz filozofia stanowią mniej lub bardziej prymitywne stadia przejściowe, natomiast, dzięki oczyszczeniu z wszelkich religijnych i metafizycznych założeń, tylko nauka dostarcza wyjaśnień ostatecznych i stanowi zwięźczenie intelektualnych dociekań. Z taką tezą trudno się zgodzić z kilku ważnych powodów. Po pierwsze, nawet jeśli obrazy przed-naukowe obarczone są metafizycznym balastem, to wszystkie te stadia przy całym swoim zróżnicowanym metafizycznym balaście, zapewniały ciągły rozwój i oczyszczanie tak kluczowych dla nauki pojęć jak chociażby czas, przestrzeń czy przyczynowość. Nauka przejmuje więc a nie neguje — czy wręcz uśmierca — dziedzictwo filozofii. Po drugie nie można uznać za prawdziwe, iż realizm zależny od modelu eliminuje wszelkie założenia metafizyczne. Przede wszystkim nie rozwiązana pozostaje kwestia, w jaki sposób ludzki umysł warunkuje powstawanie w nim abstrakcyjnych pojęć matematycznych. Choć Hawking i Młodinow czynią kilka utrzymanych w radykalnie fizykalistycznym tonie uwag na temat wolnej woli³⁰, realizm zależny od modelu nadal implikuje wyraźnie rozróżnienie pomiędzy podmiotem poznającym a ostrzeżaną przez niego fizyczną rzeczywistością. Staje się to szczególnie problematyczne w kontekście modelu Hartle’a–Hawkinga, gdzie pojawia się pojęcie funkcji falowej Wszechświata, której naturalną częścią

³⁰S. Hawking, L. Młodinow, *Wielki projekt*, s. 39n.

musi być poznający podmiot, czyli obserwator. Po trzecie, o ile realizm zależny od modelu jest uprawnionym stanowiskiem w kwestii ontologicznego statusu obiektów teoretycznych, o tyle jego absolutyzacja wydaje się nieuzasadniona, ponieważ w obrębie współczesnej filozofii nauki funkcjonują również alternatywne stanowiska realistyczne, znane pod szerokim pojęciem *realizmu naukowego*, pozwalające formułować sądy prawdziwościowe w stosunku do obiektywnie istniejącej rzeczywistości fizycznej. Po czwarte, bycie specjalistami w dziedzinie fizyki w niczym nie uprawnia Hawkinga ani Młodinowa do zawężenia ścieżki historii rozwoju ludzkiej myśli do naukowego studium przyrody oraz absolutyzowania jego wyników. Tymczasem ich konkluzja co do zbędności filozofii jako całości opiera się teźże wyselekcjonowanej ścieżce, odmawiając w ten sposób prawomocności jakimkolwiek innym paradygmatom filozoficznym. Takie paradygmaty myślenia, jak chociażby fenomenologia czy egzystencjalizm, w uprawniony sposób rozwijały się równolegle do nauk przyrodniczych i pozwalały na pogłębienie zrozumienia wielu zagadnień, które wymykały się — i wymykają się nadal — „twardym” metodom nauki. Na koniec warto również poczynić pewną uwagę natury czysto fizycznej odnośnie samego modelu Hartle’a–Hawkinga, stanowiącego *de facto* bazę wszystkich sformułowanych konkluzji. Fizycy przedstawiają bowiem szereg zarzutów pod adresem modelu, które zalecają ostrożność w absolutyzacji jego implikacji fizycznych oraz poddają w wątpliwość możliwość wykorzystania go do formułowania wyjaśnień ostatecznych³¹. W ramach podsumowania można z dobrą dozą pewności postawić tezę, iż Hawking i Młodinow w żaden sposób nie dowodzą śmierci filozofii. Wręcz przeciwnie, podjęty przez nich problem, choć poparty mało precyzyjnymi analizami historycznymi, wydobywa na światło dzienne bardzo istotną kwestię rozumienia, czym jest teoria fizyczna jako struktura relacji pomiędzy obiektami teoretycznymi i w jaki sposób dostarcza ona wiedzy o świecie fizycznym. Filozof nie powinien więc bać się podjęcia wyzwań, postawionych mu przez autorów *Wielkiego projektu*. Lękiem

³¹Zob. np. M. Heller, *Ostateczne wyjaśnienia wszechświata*, Universitas: Kraków 2008, ss. 87-100.

natomiast powinna napawać pochopną i nieuprawnioną absolutyzacją błędnie wyciąganych wniosków filozoficznych.

SUMMARY

SHOULD A PHILOSOPHER FEAR STEPHEN HAWKING?

Scientists, who have made significant contributions to the deepening of knowledge in their area of research, often engage in discussions concerning the ultimate explanations of the Universe. This is particularly visible in cosmology for the theories presented directly refer to the major questions raised by the philosophers such as the origin and the fate of the Universe, the nature of the physical laws and the existence of God. Stephen Hawking has made himself known as one of the most vocal speakers in this regard by insisting that the no-boundary Hartle-Hawking model can be used to explain away the need for any external agent in the creation of the Universe. In his recent popular book entitled *The Grand Design* written together with Leonard Mlodinow, Hawking declared the death of philosophy on the grounds that it did not stand up to the challenges of science by not answering the ultimate questions the way science is now capable of doing. The article aims at demonstrating that Hawking's and Mlodinow's radical claims rest on very strong and ill-justified philosophical assumptions of *the model dependent realism*. Although it is a philosophically legitimate standpoint, its reductive character does not permit the extent of generalization as suggested in *The Grand Design*.

Krzysztof WÓJTOWICZ
Uniwersytet Warszawski, Instytut Filozofii

***DOWÓD MATEMATYCZNY —
ARGUMENTACJA CZY DERYWACJA? —
CZĘŚĆ I***

Niniejsza, dwuczęściowa praca¹ poświęcona jest problemowi statusu dowodu matematycznego, i w szczególności próbie zrozumienia zależności między algorytmicznym (formalnym) a semantycznym („ideowym”) charakterem dowodów matematycznych. Owe zależności stara się wyjaśnić Azzouni w ramach swojej koncepcji *derivation-indicator view* [Azzouni 2004]². Choć w mojej ocenie nie stanowi ona trafnego wyjaśnienia owych zależności, może jednak stanowić ciekawy punkt wyjścia do dyskusji.

Pierwsza część poświęcona jest wprowadzeniu w problematykę i prezentacji koncepcji Azzouniego. Druga część poświęcona jest bardziej szczegółowej analizie problemu — w szczególności też analizie koncepcji Azzouniego.

1. ASPEKTY DOWODÓW MATEMATYCZNYCH

Jest bezspornym faktem, że w dowodzeniu twierdzeń (w taki sposób, jaki znamy ze zwykłej praktyki matematycznej) podstawową rolę

¹ Artykuł został napisany w ramach grantu N N101 094136.

² Nie znalazłem zgrabnego polskiego tłumaczenia, dlatego pozostanę przy oryginalnym określeniu.

odgrywa rozumienie pojęć matematycznych i uchwycenie relacji między nimi. Przy opisie dowodów, posługujemy się takimi pojęciami jak idea dowodu, mówimy o tym, że dowód wyjaśnia interesujące nas zjawiska, lub że jedynie wykazuje pewien fakt, pozostawiając uczucie poznawczego niedosytu. Nierzadko zdarza się, że dopiero jakiś nowy dowód już znanego twierdzenia pozwala na zrozumienie wszystkich zależności — powiemy wtedy, że jest głęboki, w przeciwieństwie do wcześniejszych (które określilibyśmy mianem np. siłowych czy tricowych). Matematycy mówią nawet o estetycznych wartościach dowodów. Nie możemy też pomijać zjawisk o charakterze psychologicznym, jakie towarzyszą matematykowi przy dowodzeniu twierdzeń — zarówno przy tworzeniu własnych dowodów, jak i przy śledzeniu cudzych (swoiste „oślnienie”, nagłe uchwycenie głównej idei dowodu, przełamanie poznawczej bariery — takie doświadczenia są udziałem każdego, kto ma do czynienia z matematyką). Nieco górnolotnie można powiedzieć, że nierzadko matematycy dokonują swoistej kontemplacji dowodów, dzięki której owe dowody odkrywają pewne ukryte, głębokie znaczenia i treści, idee czy koncepcje. Nie chodzi przy tym o śledzenie szczegółów technicznych (takich jak np. to, czy ciąg oszacowań, przy którym 25 razy zastosowano nierówność Höldera jest poprawny), ale raczej o akty — można rzec — „wglądu w istotę dowodu”. W takim obrazie, podstawą dowodzenia (i tym samym transferu prawdy od założeń do twierdzeń) są intelektualne akty — a kluczem do zrozumienia natury dowodu matematycznego jest wyjaśnienie semantyki pojęć matematycznego dyskursu.

Z drugiej jednak strony, istotną cechą dowodów matematycznych jest ich formalizowalność. Znane z praktyki dowody sformułowane są w „naturalnym języku matematycznym”, będącym swoistą mieszaniną języka symbolicznego i formalnego — jesteśmy jednak przekonani, że dowody matematyczne dają się sformalizować (a rama takiej formalizacji wyznaczona jest najczęściej przez teorię mnogości³). Dowód

³Oczywiście, w wielu przypadkach możemy użyć systemów znacznie słabszych, np. różnych wersji arytmetyki, albo wprost zaksjomatyzować interesującą nas teorię. Możemy też zastanawiać się nad teoriokategoryjnymi podstawami dla matematyki. Te szczegóły nie są tu istotne — dla naszej dyskusji ważny jest sam fakt istnienia formalizacji.

matematyczny (w swej wyidealizowanej wersji) w takim ujęciu jest właśnie ciągiem napisów, skonstruowanym zgodnie z pewnymi formalnymi regułami. W systemach sformalizowanych mamy zawsze daną listę aksjomatów (prawd pierwotnych) oraz reguł wnioskowania, za pomocą których możemy wyprowadzać wnioski z danego zbioru zdań. Aksjomaty mają oczywiście swoją interpretację, ale można na nie patrzeć również jak na czysto formalne napisy, abstrahując od ich treści⁴. Zamiast mówić o prawdach pierwotnych, będziemy mówić o napisach wyjściowych, zaś o regułach wnioskowania będziemy myśleć jako o regułach tworzenia nowych napisów (a nie jako o regułach „transmisji prawdy od założeń do wniosków”). Dowody matematyczne, sformalizowane np. w teorii mnogości możemy traktować jako ciągi takich napisów, utworzonych zgodnie z pewnymi czysto formalnymi regułami. Możliwe jest wówczas ich zakodowanie w taki sposób, aby mogły stać się przedmiotem komputerowej obróbki (w szczególności możemy myśleć wówczas o komputerowym dowodzeniu twierdzeń). Rzecz jasna, komputer nie wiąże z przetwarzanymi przez siebie symbolami (na poziomie maszynowym reprezentowanymi przez ciągi zer i jedynek) żadnych treści⁵.

Rozwój logiki formalnej dostarczył silnych narzędzi do analizy wnioskowań matematycznych, umożliwiając stworzenie ogólnego modelu (i zrozumienie istotnych aspektów tych wnioskowań). W szczególności możliwe było sformułowanie ścisłej definicji dowodu matematycznego, jako ciągu formuł spełniających pewne warunki formalne⁶.

⁴Np. aksjomat istnienia zbioru pustego to napis $\exists x \forall y (\neg y \in x)$. Aksjomat istnienia sumy zbiorów to napis: $\forall x \forall y \exists z \forall t (t \in z \Leftrightarrow (t \in x \vee t \in y))$, etc.

⁵Komputer sprawdzający poprawność dowodu formalnego nie wiąże z symbolem „ \Rightarrow ” żadnych intuicji; podobnie, nie „zastanawia się” nad tym, jaka jest interpretacja znaków „ \exists ” czy „ \forall ” — „wie” natomiast, że np. zamiast napisu „ $\neg \forall \neg x$ ” może wstawić napis „ $\exists x$ ”.

⁶Znana z elementarnego kursu rachunku zdań definicja dowodu formuły β na podstawie założeń A wygląda następująco: dowód to skończony ciąg formuł $\alpha_1, \dots, \alpha_n$, taki, że $\alpha_n = \beta$, oraz dla każdej z formuł zachodzi jeden z dwóch faktów: (1) $\alpha_k \in A$ lub (2) istnieją formuły α_i, α_j , takie, że $i, j < k$ oraz α_j jest postaci $\alpha_i \Rightarrow \alpha_k$ (czyli albo korzystamy z założeń, albo z reguły odrywania). Jest to definicja czysto formalna, i przy sprawdzaniu czy dany ciąg formuł klasycznego rachunku zdań jest dowodem formalnym, w ogóle nie musimy zastanawiać się nad tym, co właściwie znaczy sym-

O tym czy dowód jest poprawny decydują wyłącznie kryteria o charakterze syntaktycznym⁷. Przy analizie teori dowodowej abstrahujemy od problemu interpretacji, czy rozumienia treści dowodu, traktując go czysto formalnie. Nie interesują nas przy tym ograniczenia praktyczne (wiążące się np. z długością naszego życia). Stwierdzenie, że najkrótszy dowód pewnego twierdzenia α w pewnej teorii T ma długość $10^{10000000}$ ma oczywiście charakter czysto teoretyczny — mowa jest tutaj jedynie o (potencjalnym) istnieniu takiego dowodu, a nie że taki dowód został faktycznie kiedyś przez kogoś sformułowany (ani tym bardziej, że możliwa jest jego graficzna reprezentacja w postaci wydruku). Nie interesuje nas również to, czy dowód formalny mógłby być faktycznie przez kogoś przeprowadzony, ani nawet to, czy matematyk, któremu taki dowód zostałby zaprezentowany, poczułby się przekonany. Aspekty semantyczne są tu nieobecne.

Traktowanie dowodu matematycznego jako dowodu formalnego jest odległe od praktyki matematycznej. Dowody, z jakimi się spotykamy w praktyce (na referatach czy w publikacjach) mają oczywiście ścisły i precyzyjny charakter, ale nie są dowodami formalnymi w takim sensie, jak to rozumie teoria dowodu⁸. Żaden matematyk nie pisze swoich prac w postaci ciągu formuł języka formalnego (np. języka ZFC)⁹. Byłoby to z praktycznego punktu widzenia niewykonalne (zastanówmy się, jaką długość miałyby dowody, które w swojej zwykłej wersji mają kilkadziesiąt — czy nawet kilkaset stron!) — ale przede

bol „ \Rightarrow ”. W przypadku innych systemów formalnych definicja będzie inna (niekiedy dowodem może być drzewo, niekiedy ów ciąg może być ciągiem pozaskończonym) — jednak zasadnicza idea jest wspólna.

⁷Kiedy definiujemy ów język formalny, musimy opisać jednoznacznie klasę poprawnych wyrażeń, klasę aksjomatów i zestaw dopuszczalnych reguł dowodzenia.

⁸Teoria dowodu nie stawia zresztą sobie zadania, aby opisać praktykę matematyczną — jej przedmiotem zainteresowania są dowody w teoriach sformalizowanych, a nie opis tego, jak dowodzą twierdzenia specjaliści z zakresu np. topologii różniczkowej (np. jak wygląda dowód hipotezy Poincare podany przez Perelmana — i czy jest poprawny).

⁹Mam tu na myśli zwykłą praktykę matematyczną: matematyków zajmujących się np. teorią równań różniczkowych, kombinatoryką, topologią etc. W przypadku badań dotyczących automatycznego dowodzenia twierdzeń oczywiście taka formalizacja jest dokonywana.

wszystkim zbędne. Z dokonaniem takiej formalizacji nie wiązałyby się żadna korzyść poznawcza; co więcej z punktu widzenia komunikowania treści matematycznych, taka nadmierna formalizacja byłaby wręcz szkodliwa. Można przypuszczać, że żaden specjalista od np. topologii różniczkowej nie byłby w stanie rozpoznać nawet swojego własnego dowodu po „przetłumaczeniu” go na język ZFC¹⁰. Z punktu widzenia owego specjalisty fakt, że jakiś dowód geometryczny (np. dowód hipotezy Poincare) został formalnie zrekonstruowany w ramach ZFC nie jest faktem interesującym — specjalista ów co najwyżej pokiwa głową w zadumie, że oto ludzie (być może doda tu kpiąco: o mentalności buchalterów a nie matematyków...) tracą energię na przerabianie dobrych dowodów, zamiast zająć się rozwiązywaniem problemów, tworzeniem nowych idei, wymyślaniem nowych technik i pojęć. Formalna rekonstrukcja dowodów leży poza zasięgiem zainteresowania topologii różniczkowej. Gdyby nawet owym topologom oznajmiono, że mimo wieloletnich prób nie udało się podać formalizacji dowodu hipotezy Poincare w języku ZFC, to nie uznaliby tego faktu za kłopotliwy z punktu widzenia ich dyscypliny. Co więcej, nawet gdyby się okazało, że prawdopodobnie taka formalizacja nie jest możliwa (albo że komputerowa weryfikacja dowodu jest praktycznie niewykonalna), specjaliści bynajmniej nie uznaliby tego faktu za katastrofalny. Powiedzieliby raczej, że z punktu widzenia topologii różniczkowej problem jest rozwiązany, a dowód dobry — a to, że nie da się go zrekonstruować w pewnej określonej notacji to już nie ich problem. Zadaniem topologii różniczkowej jest bowiem zdobywanie nowej wiedzy na temat różniczkowalnych, a nie zapisywanie (w pełni satysfakcjonujących) dowodów w sztucznej notacji wymyślonej przez logików¹¹.

¹⁰Z jego punktu widzenia, tłumaczenie dowodu na język ZFC przypominałoby tłumaczenie na chiński — zidentyfikowanie odpowiednich miejsc pierwotnego dowodu w owym ciągu symboli wymagałoby ogromnego (i zbędnego...) wysiłku.

¹¹Jako ciekawostkę można tu przytoczyć podaną przez Mathiasa w pracy [Mathias 2002] rekonstrukcję definicji liczby 1 w systemie Bourbakiiego. Okazuje się, że stosowny term miałby długość 4 523 659 424 929 znaków. Nic więc dziwnego, że idea pełnego formalizowania rozumowań matematycznych napotyka opór matematyków...

Mamy zatem niejako dwie wizje dowodów matematycznych, które mogą być punktem wyjścia dla dalszych analiz:

(1) Dowodzenie matematyczne stanowi swoistą aktywność intelektualną, która nie jest skrepowana warunkami czysto formalnymi. Sama warstwa formalna (czy nawet językowa) jest mniej istotna. Kluczowe dla matematyki jest przekazywanie pewnych treści, idei, intuicji — a nie formalizacja. Dowodzenie stanowi raczej ciąg aktów intelektualnych, a nie przekształceń formalnych. Można powiedzieć, że z tego punktu widzenia, dowodzenie to operacje na pojęciach (zaś aspekty semantyczne mają charakter nieredukowalny)¹².

(2) Dowód matematyczny to formalny konstrukt, którego semantyczne aspekty są nieistotne — liczy się tylko zgodność z formalnymi regułami. Fakt, że matematycy wiążą z owymi dowodami pewne treści jest pewnym (być może skądinąd ciekawym) zjawiskiem psychologicznym, jednak nie ma ono żadnego znaczenia w dyskusji filozoficznej. W takim ujęciu winniśmy traktować dowód jako operację na niezinterpretowanych symbolach.

Historycznie pierwotne jest stanowisko (1), jednak w matematyce nowożytnej nastąpiła swoista ewolucja od rozumienia (1) w kierunku rozumienia (2). W kolejnym akapicie krótko przedstawię pewne wątki historyczne, co pozwoli na lepsze ukazanie problemu¹³.

¹²W ostatnich latach ukazuje się coraz więcej prac, które podejmują problem dowodów matematycznych z tego właśnie punktu widzenia (a nie z punktu widzenia formalnej teorii dowodu), por. np. [Panza 2003], [Bassler 2006], [Rav 1999], [Rav 2007], [Dawson 2006], [Fallis 2003]. Zaś za swoistego prekursora tego sposobu myślenia można uznać Lakatosa i jego klasyczne już dziś *Dowody i refutacje* ([Lakatos 1976]).

¹³Nie jest moim celem historyczna prezentacja. Bardziej szczegółowe omówienie owej ewolucji historycznej (z uwzględnieniem roli Kartezjusza, Berkeley’ a, Peacocka, Heinego, Thomae, Fregego i innych myślicieli), Czytelnik znajdzie w [Detlefsen 2005], a także w [Wójtowicz 2007a, 2007b].

2. WĄTKI HISTORYCZNE

Paradygmatycznym reprezentantem poglądu (1) był Kartezjusz, który uważał metodę matematyczną za swoisty wzór racjonalnego myślenia, bynajmniej nie traktując jednak rozumowań matematycznych czysto formalnie. Podkreślał, że podstawą naszego poznania jest zdolność do ujmowania w czysto intelektualnych aktach pewnych podstawowych prawd w jasny i wyraźny sposób¹⁴. Jasne i wyraźne widzenie jako kryterium wiedzy stosuje się oczywiście również do matematyki. Odwołania do intuicji występują jednak nie tylko w przypadku uznawania podstawowych prawd; musimy z niej korzystać także w rozumowaniach, intuicyjnie postrzegając prawomocność każdego kroku dowodowego: „owa oczywistość i pewność intuicji wymagana jest nie tylko dla samych wypowiedzi, ale także dla jakichkolwiek rozumowań... Zdania [...] poznaje się [...] już to przy pomocy intuicji, już to przy pomocy dedukcji; same zaś pierwsze zasady tylko przy pomocy intuicji; natomiast ich odległe wnioski jedynie przy pomocy dedukcji” [Descartes 1958, 13-14]. Z punktu widzenia koncepcji Kartezjusza, rozumowanie matematyczne stanowi proces treściowy, oparty na naszym rozumieniu pojęć, a nie na formalnych własnościach systemów symbolicznych. Zdaniem Kartezjusza (i zwolenników poglądu treściowego) o prawomocności dowodu decyduje więc — mówiąc skrótowo — treść, a nie forma.

Jednak ten sposób myślenia w matematyce nowożytnej stopniowo zaczął ustępować nowemu ujęciu, w myśl którego wyznacznikiem poprawności dowodu przestawało być jego intuicyjne rozumienie, a stała się nim zgodność z pewnymi określonymi formalnie regułami. Ten pogląd w jasny sposób wyartykułował (i w pewnym stopniu także wcielił w czyn) Moritz Pasch (nazywany bywa on „ojcem ścisłości

¹⁴Podstawowe czynności naszego umysłu, za pomocą których „możemy nie obawiając się omyłki dojść do poznania rzeczy” [Descartes 1958, 12] to intuicja i dedukcja. Intuicję Kartezjusz określa jako „nie zmienne świadectwo zmysłów, lub zwodniczy sąd źle tworzącej wyobraźni, lecz tak łatwe i wyraźne pojęcie umysłu czystego i uważnego, że o tym, co poznajemy, zgoła już wątpić nie możemy, lub, co na jedno wychodzi, pojęcie niewątpliwe umysłu czystego i uważnego, że o tym, co poznajemy, zgoła już wątpić nie możemy” [Descartes 1958, 12].

w geometrii”)¹⁵. W pracy *Vorlesungen über neuere Geometrie* (1882) Pasch podał aksjomatyczne sformułowanie geometrii i sformułował jasne kryterium metodologiczne dotyczące poprawności dowodów geometrycznych:

Jeśli geometria ma naprawdę być nauką dedukcyjną, proces wnioskowania musi we wszystkich fragmentach być niezależny od znaczenia pojęć geometrycznych, podobnie jak musi być niezależny od diagramów; pod uwagę mogą być brane jedynie relacje wyrażane w twierdzeniach i definicjach. W czasie wnioskowania jest użyteczne i dopuszczalne, ale nie konieczne myślenie o znaczeniach terminów; faktycznie, jeśli jest to konieczne, to w ten sposób widoczna staje się niepoprawność dowodu [Pasch 1882, 98] (cyt. za [Detlefsen 2005, 250-251]).

Warunkiem pełnej ścisłości dowodu jest więc uwolnienie go od wszelkich elementów wyobraźniowych, poglądowych, co stanowi postulat utrzymany w całkowicie „antykartezjańskim” duchu. Z punktu widzenia ścisłości dowodu, „treściowa kontrola”, oparta na odwołaniu się do intuicji, nie ma najmniejszego znaczenia. Dowód geometryczny możemy traktować w czysto formalny sposób, podobnie jak przekształcanie wyrażeń algebraicznych zgodnie z pewnymi regułami. Zaś fakt, że w jakimś dowodzie musimy odwołać się do intuicji, świadczy po prostu o tym, że jest tam luka.

Grundlagen der Geometrie (1899) Hilberta utrzymana jest w duchu realizacji sformułowanego przez Pascha programu formalizacji dowodów geometrycznych i uwolnienia ich od elementów intuicyjnych i wyobraźniowych. Hilbert posługiwał się technikami geometrii analitycznej, interpretując terminy geometryczne (takie jak prosta, punkt, płaszczyzna etc.) w terminach liczb. W *Grundlagen der Geometrie* Hilbert podał model nie tylko dla klasycznej geometrii, ale także dla szeregu jej wariantów (w których odrzucano poszczególne aksjomaty geometryczne). W ten sposób wykazał, iż aksjomaty te są od siebie

¹⁵Ważną rolę odegrał tu rozwój algebry, w której dokonywano czysto symbolicznych operacji na wyrażeniach matematycznych (wykorzystując np. jednostkę urojoną, której nie nadawano realistycznej interpretacji).

niezależne. Oczywiście w takim ujęciu nie jest konieczna żadna wizualizacja, ani odwoływanie się do intuicyjnych wyobrażeń. Intuicja może odgrywać rolę pomocniczą, heurystyczną, inspirującą — ale nie ma znaczenia z punktu widzenia samego problemu poprawności dowodu. Geometria w takim ujęciu stać się miała nauką formalną i ścisłą — a gwarancją dla tej ścisłości miało być właśnie sformułowanie katalogu reguł dowodowych o czysto syntaktycznym charakterze. Usuwają one wątpliwości i ewentualne luki dowodowe, pozwalając na uzyskanie pewności¹⁶. Ten postulat poszukiwania ścisłości i pewności (będące — można rzec — wyrazem swoistej tęsknoty za punktem Archimedesowym w matematyce) stanowi dla Hilberta motywację przy formułowaniu jego słynnego programu — programu poszukiwania możliwie bezpiecznych i niekontrowersyjnych podstaw dla matematyki.

O procesie odchodzenia od kartezjańskiego, „treściowego” ujęcia dowodu matematycznego tak pisał Hahn:

Ponieważ intuicja okazała się zwodnicza w tak wielu przypadkach i ponieważ twierdzenia akceptowane na mocy intuicji okazywały się fałszywe (na mocy wnioskowania logicznego), matematycy stawali się coraz bardziej sceptyczni w odniesieniu do intuicji. Uznali, że nie jest rzeczą bezpieczną opieranie jakiegokolwiek stwierdzenia matematycznego [...] na intuicyjnych przekonaniach. Pojawiło się dążenie do wyeliminowania intuicji z rozumowań matematycznych i całkowitej formalizacji matematyki. [...] [K]ażde nowe pojęcie matematyczne miało być wprowadzane przez czysto logiczne definicje; każdy matematyczny dowód przeprowadzany za pomocą czysto logicznych środków [Hahn 1980, 93].

Dziś przekonanie, iż matematyka poddaje się formalizacji (i że — co więcej — owa formalizacja stanowi niejako gwarancję metodolo-

¹⁶Nie znaczy to jednak bynajmniej, że w takim ujęciu matematyka ma zostać sprowadzona do czysto formalnej, pozbawionej interpretacji gry symboli. Nie bierze się przecież ona znikąd, odzwierciedla ona reguły. Hilbert podkreśla, że reguły naszego myślenia tworzą system, który jesteśmy w stanie odkryć i precyzyjnie opisać. Zadaniem badań logicznych ma być „stworzenie protokołu reguł, zgodnie z którymi przebiega nasze myślenie. Myślenie, tak się składa, przebiega równoległe do mówienia i pisania: tworzymy wypowiedzi i umieszczamy je jedną za drugą.” [Hilbert 1928, 475].

gicznej poprawności) wydawać się nam może oczywiste, ale przecież pogląd ten jest w refleksji nad matematyką obecny od niezbyt dawna¹⁷. Zauważmy też, że nasze przekonanie o zasadniczej formalizowalności dowodów matematycznych opiera się na swoistej indukcji przyrodniczej: wiele dowodów dało się sformalizować, a więc jesteśmy przekonani, że akceptowalne w matematyce metody argumentacyjne nie wykraczają poza np. ZFC¹⁸. Jest to jednak — do pewnego stopnia — akt wiary, a pytanie o zależności między realnymi dowodami matematycznymi, a ich wyidealizowanymi wersjami pozostaje aktualne.

3. DOWODY REALNE A IDEALNE

Nie ulega wątpliwości, że również w dowodach realnych obecny jest element czysto formalny (kiedy np. konieczne jest przeprowadzenie kilku stron żmudnych przekształceń algebraicznych). Z drugiej jednak strony nie ulega wątpliwości, że dowody realne nie są sformalizowane, zaś eksperci wydają pozytywny werdykt akceptując dany dowód kiedy czują się przekonani, a nie kiedy zobaczą w pełni sformalizowaną wersję owego dowodu. Kluczowy jest tu moment zrozumienia idei, przewodniego wątku, zasadniczej metody dowodu i akceptacja owego dowodu (w szczególności też poszczególnych kroków dowodu) w akcie intelektualnym. Wszak sformułowanie językowe, uzupełnianie szczegółów dowodu często przychodzi znacznie później, u źródła mamy bowiem ów przebłysk idei, a nie badanie formalnych ciągów

¹⁷Barwise pisze iż „pomysł, aby rozumowanie mogło zostać w jakiś sposób zredukowane do postaci czysto syntaktycznej w pewnym formalnym, sztucznie skonstruowanym języku jest stosunkowo nowym pomysłem w historii matematyki. Wyrasta w programu Hilberta. Dowody matematyczne istniały przez tysiące lat zanim pojawili się logicy i zmatematyzowali to pojęcie.... O żadnym systemie nie można powiedzieć, że to właśnie on jest tym rzeczywistym pojęciem dowodu, ponieważ istnieją niekończące się warianty... One wszystkie nie mogą być rzeczywistym pojęciem dowodu... istnieją dobre dowody, które nie są modelowane w żadnym współczesnym systemie dedukcyjnym”. [Barwise 1989], (cytat za [Rav 2007, 302]).

¹⁸Należy tu jednak dodać, że także współcześnie (zwłaszcza w przypadku matematyki stosowanej) można wskazać sytuacje, kiedy posługujemy się narzędziami w sposób — mówiąc żartobliwie — nielegalny. Przykładem może być funkcja δ Diraca, którą fizycy posługiwali się zanim została opracowana jej ścisła teoria matematyczna.

symboli. Często przecież zdarza się, że matematyk już wie, jak ma wyglądać dowód, jaki jest jego schemat, i jest przekonany o poprawności owego dowodu — choć być może jeszcze nie jest w stanie go zapisać, i czeka go żmudne zadanie uzupełniania szczegółów (wtórne w stosunku do uchwycenia głównej idei). Pojawia się pytanie, na jakiej podstawie matematyk podejmuje decyzję o uznaniu dowodu za dobry — i jaki związek ma ta jego decyzja z istnieniem (potencjalnej) sformalizowanej wersji dowodu?

W procesie dowodzenia kluczowe są przejścia od akceptacji zdania α do akceptacji kolejnego zdania β ¹⁹. Nie ulega przy tym wątpliwości, że na poziomie naszych świadomych aktów intelektualnych nie rozkładamy takich przejść na elementarne operacje w rachunku formalnym — matematyk takiej formalizacji najczęściej nie zna, a niekiedy w ogóle nie ma świadomości jej (potencjalnego) istnienia. Stosunkowo proste przejście dowodowe, które matematyk uzna za zasadne (śledząc dowód hipotezy Poincaré'go), po sformalizowaniu może zająć 20 stron przekształceń formuł ZFC. Akceptacja nowego zdania nie ma przy tym na ogół prostej liniowej struktury: owo przejście do nowego przekonania β nie następuje w wyniku analizy samego tylko poprzednika α , ale raczej w wyniku swoistego całościowego oglądu wiedzy w danym momencie, w której zdanie α stanowi jedynie jeden z elementów. Rolę odgrywa tu więc — mówiąc swobodnie — cały „pakiet” przekonania matematyka na temat przedmiotu jego badań. Owo przejście od α do β odbywa się w kontekście pewnej „wiedzy tła”.

Z czysto formalnego punktu widzenia, opis owej „wiedzy tła” zdaje się być klarowny: składa się ona po prostu z przyjętych na początku aksjomatów i już udowodnionych zdań. Nie opisuje to jednak realnych procesów dowodzenia; w każdym razie nie w planie psychologicznym. Z kolei w ujęciu intuicyjnym („kartezjańskim”) w dowodzeniu mamy do czynienia z aktami intelektualnymi, które dają nam wgląd w prawdziwość zdań matematycznych (i prawomocność kroków we wnioskowaniu). Naturalne staje się pytanie, na jakim poziomie pojawia się taka zdolność, jakiego typu akty są faktycznie elementarne (niereduko-

¹⁹Niektóre z takich szczególnie ważnych miejsc podkreślamy w dowodach używając zwrotów „stąd”, „a zatem” etc.

walne), a jakie dają się dalej rozłożyć na „czynniki pierwsze”. W praktyce matematycznej stosunkowo skomplikowane przejścia dowodowe są traktowane jako prawomocne (przy czym warunkiem jest pewne obycie z przedmiotem badań). Pojawia się problem, co leży u podłoża tego typu przejść i co jest gwarantem ich prawomocności? Problem ma przynajmniej dwa aspekty: indywidualny (decyzje pojedynczych matematyków) i społeczny (wspólne reguły dla całej społeczności matematyków). Z punktu widzenia kartezjańskiego, u podłoża owych elementarnych przejść leżałaby pewna zdolność do intelektualnego ujęcia owych operacji. Z punktu widzenia skrajnego formalizmu, u podłoża owych przejść leżą czysto formalne reguły (można powiedzieć: formalne reguły przekształcania ciągów symboli — w ostatecznym rozrachunku ciągów zerojedynkowych, bo każdy skończony ciąg symboli daje się tak zakodować). Jednak każde z tych wyjaśnień pomija pewne ważne aspekty: nie ulega przecież wątpliwości, że dokonujemy przekształceń formalnych (a więc jakieś ziarno prawdy tkwi w formalizmie), ale nie ulega również wątpliwości, że owe reguły formalne zostały przyjęte w sposób niearbitralny, ale zgodnie z pewnym rozumieniem reguł (a więc ziarno prawdy tkwi w ujęciu treściowym).

Ciekawa próba wyjaśnienia relacji między tymi aspektami dowodów została podjęta przez Azzouniego w pracy ([Azzouni 2004]); jego koncepcji poświęcony jest kolejny paragraf.

4. KONCEPCJA AZZOUNIEGO

Azzouni wychodzi od obserwacji, że matematycy zgadzają się zasadniczo co do poprawności i prawomocności dowodów, pomimo iż ich w swojej praktyce nie formalizują. Pojawia się więc naturalne pytanie, jakie jest źródło owej zgodności.

Jedno z możliwych ujęć sięga do wyjaśnień socjologizujących, w myśl których dowód matematyczny ma charakter społecznego konstruktu, a warunki społeczno-kulturowe determinują, kiedy dowód uznawany jest za przekonujący. Owa zgodność matematyków ma zatem swoje źródło w swoistej umowie społecznej. Z punktu widzenia

filozofii postmodernistycznej²⁰ dowód matematyczny to zestaw technik retorycznych, służących do zwycięstwa w dyskusji i przekonania do swoich racji pozostałych członków komunikacyjnej wspólnoty. Dowód stanowi więc skuteczną aplikację pewnych akceptowanych w danej społeczności technik argumentacyjnych, stanowi pewien czysto kulturowy konstrukt, który — co do istoty — nie różni się od technik perswazyjnych stosowanych np. w kulturach plemiennych. Z tego punktu widzenia ewentualna formalizowalność dowodu nie ma znaczenia — liczy się bowiem jedynie retoryczna skuteczność.

Przedstawiając ów pogląd w sposób — dla wyrazistości — nieco wyostrowany, akceptacja danych technik dowodowych jest wyrazem hegemonii pewnych grup społecznych (np. biali heteroseksualni mężczyźni, członkowie klasy średniej, właściciele nieruchomości, osoby jedzące wołowinę, wychowankowie MIT lub UCLA, osoby wyznania katolickiego, cykliści etc.) i winna być wyjaśniana w terminach ekskluzywistycznego dyskursu: osoby, które wierzą w to, że $2 + 2 = 5$ są poddane opresji i w brutalny sposób wykluczani ze wspólnoty, zaś ich (wszak równie uprawniony jak każdy inny) punkt widzenia nie ma szans na przebicie się w zideologizowanym dyskursie. Akceptacja takich a nie innych dowodów ma charakter czysto socjologiczny, podobnie jak moda. W tej akurat chwili panuje moda na dowodzenie w pewnym stylu, ale równie dobrze za 30 lat może zapanować moda na dowody np. czysto rysunkowe albo uwzględniające stosowne parytety²¹.

Azzouni odrzuca wyjaśnienia socjologizujące. Jego zdaniem, społeczna zgoda matematyków dotycząca dowodów ma głębsze przyczyny, niż tylko społeczne: w tle tej zgody leży pewien swoiście rozumiany idealny dowód. Główna teza Azzouniego głosi bowiem, iż każdy realny dowód stanowi swoisty wskaźnik (*indicator*) tego, że

²⁰Traktuję ten nurt zbiorczo, zaliczając do niego również np. mocny program socjologii wiedzy zaaplikowany do matematyki. Być może specjalista w tej dziedzinie uzna to za uproszczenie — ale przecież skoro każdy dyskurs jest równie dobry jak każdy inny, to i dyskurs posługujący się tym uproszczeniem też...

²¹Pojawia się pytanie, skąd biorą się tego typu pomysły w odniesieniu do matematyki. Moim zdaniem nie wynikają one z pogłębionej refleksji nad matematyką, ale raczej z klimatu intelektualnego, który zachęca do rezygnacji z poszukiwania racjonalnych wyjaśnień. (Analizie tych zagadnień poświęcona jest praca [Wójtowicz 2009]).

w pewnym systemie algorytmicznym istnieje stosowna procedura algorytmiczna (obliczeniowa) stanowiąca ową idealną wersję dowodu (*derivation*) — stąd też bierze się określenie jego koncepcji jako *derivation-indicator view*. Azzouni pisze więc

jeśli dowody w gruncie rzeczy stanowią narzędzia, za pomocą których matematycy przekonują siebie nawzajem o istnieniu takiej czy innej mechanicznie weryfikowalnej derywacji, fakt ten wystarczy do wyjaśnienia, dlaczego matematycy zgadzają się ze sobą co do tego, kiedy pewien dowód faktycznie dowodzi pewnego twierdzenia [Azzouni 2004, 84].

Można powiedzieć, że realny dowód niejako odkrywa fakt istnienia takiej derywacji „w takim czy innym nieformalnie określonym systemie algorytmicznym” [Azzouni 2004, 85]. Sam opis owego systemu nie musi być sformalizowany, natomiast ów system umożliwia mechaniczne rozpoznawanie dowodów.

Owe derywacje nie muszą być związane z jakimś z góry ustalonym systemem formalnym: „systemy algorytmiczne” nie są ograniczone do pewnej wyróżnionej logiki... ani nawet to pewnego ustalonego języka.... To, co jest istotne jest to, że ‘dowody’, jakkolwiek by nie były rozumiane, są (w zasadzie) mechanicznie rozpoznawalne” [Azzouni 2004, 86]. Praktyka matematyczna może więc bazować (nawet jeśli dzieje się to w sposób nieświadomiony) na różnego typu systemach algorytmicznych w tle, zaś owe systemy mogą być — stosownie do potrzeb — wzbogacane i rozwijane. Tu Azzouni formułuje warunek, iż jedynym logicznym ograniczeniem dotyczącym owych wzbogacanych systemów jest warunek zachowawczości, tj. zachowane mają być wyniki uzyskane we wcześniejszych systemach. Jest to warunek dość oczywisty: skoro bowiem w pewnym systemie S udowodnione zostało α , to zmodyfikowany (wzmocniony) system S^* powinien nadal umożliwiać udowodnienie twierdzenia α . Wzmacnianie, uogólnianie, łączenie ze sobą różnych teorii matematycznych jest kluczowe dla rozwoju matematyki, Azzouni pisze więc „centralną rolę w praktyce matematycznej odgrywa łączenie ze sobą tych algorytmicznych systemów — i ten fakt wyjaśnia wiele zjawisk znanych z praktyki, które w innym

wypadku wydawałyby się wymagać odniesienia do obiektów matematycznych (np. liczb)” [Azzouni 2004, 86-87]. Wyjaśnieniem i gwarantem dla współdziałania różnych teorii matematycznych są więc owe procedury algorytmiczne w tle, a nie założenie o istnieniu wspólnego przedmiotu odniesienia w postaci obiektów abstrakcyjnych²².

Na realne dowody matematyczne należy zatem patrzeć jako na argumenty, które wskazują na istnienie derywacji [Azzouni 2004, 88]. Dowód dlatego jest przekonujący dla innych matematyków, że „w tle” czeka owa derywacja. To właśnie ona jest uprawdziwaczem (*truth-maker*) dla prawdziwości zdań matematycznych (a nie np. konfiguracja abstrakcyjnych bytów). Jak sam pisze „to derywacja stanowi szkielet (ciała) dowodu” [Azzouni 2004, 95].

Azzouni oczywiście zdaje sobie sprawę, że matematycy w praktyce nigdy nie formalizują dowodów; co więcej, zaprezentowanie takiego sformalizowanego dowodu nie stanowiłoby na ogół żadnego poznawczego zysku z punktu widzenia konkretnej dyscypliny matematycznej. Specjalista od np. analizy zespolonej nie dowie się nic ciekawego analizując sformalizowaną wersję dowodu jakiegokolwiek twierdzenia (i z jego punktu widzenia takie analizy byłyby wręcz stratą czasu). Ten fakt Azzouni bierze pod uwagę, zarazem stara się jednak uwzględnić postulat formalizmu, zgodnie z którym dowody mają charakter potencjalnie formalny. W świetle uwag dotyczących historycznej ewolucji rozumienia dowodu matematycznego, można powiedzieć, że Azzouni próbuje wyjaśnić ową ewolucję jako swoiste uświadamianie sobie matematyków, co leży w tle ich działań. Ten proces uświadamiania polega bowiem w gruncie rzeczy na odkrywaniu owego systemu algorytmicznego w tle.

Koncepcja Azzouniego stanowi więc próbę wyjaśnienia natury „mostu Hilberta”, łączącego królestwo obiektów syntaktycznych z królestwem nieformalnego dyskursu matematycznego²³. Krytycznej ana-

²²Azzouni jest antyrealistą, a więc nie chce odwoływać się do interpretacji, w myśl których o prawdziwości zdań matematycznych decyduje zgodność z pozamatematyczną rzeczywistością.

²³Rav pisze o „moście Hilberta”: „Łączy dwa królestwa: formalne królestwo obiektów syntaktycznych... z królestwem nieformalnego dyskursu matematycznego” [Rav 1999, 31].

lizie koncepcji Azzouniego i dyskusji pewnych problemów związanych z relacją między formalnym a nieformalnym aspektem dowodzenia poświęcona jest druga część artykułu.

LITERATURA

Azzouni, J.

[2004] „The derivation-indicator view of mathematical practice”, *Philosophia Mathematica*, 3 (12), s. 81–105.

Barwise, J.

[1989] „Mathematical proofs of computer system correctness”, *Notices of the American Mathematical Society* 36, s. 844–851.

Bassler, O. B.

[2006] „The surveyability of mathematical proof: a historical perspective”, *Synthese*, 148, s. 99–133.

Dawson, J. W., Jr.

[2006] „Why do mathematicians re-prove theorems”, *Philosophia Mathematica*, III, (14), s. 269–286.

Descartes, R.

[1958] *Prawidła kierowania umysłem; poszukiwanie prawdy przez światło przyrodzone rozumowi*. PWN, Warszawa.

Detlefsen, M.

[2005] „Formalism”, [w:] Shapiro S. (red.), *The Oxford Handbook of Philosophy of Mathematics and Logic*, Oxford University Press, Oxford, s. 236–317.

Fallis, D.

[2003] „Intentional gaps in mathematical proofs”, *Synthese*, 134, s. 45–69.

Hahn, H.

[1980] *Empiricism, Logic and Mathematics*, D.Reidel, Dordrecht, London, Boston.

Hilbert, D.

[1928] „Die Grundlagen der Mathematik,, *Abhandlungen aus dem mathematischen Seminar der Hamburgischen Universität*, 6; s. 65–85. Angielskie tłumaczenie w: Van Heijenoort, J. *Form Frege to Gödel: A Sourcebook in Mathematical Logic, 1879–1931*, Harvard University Press, Cambridge, Mass. 1967, s. 464–479.

Lakatos, I.

[1976] *Proofs and refutations. The Logic of mathematical discovery*, Cambridge University Press, Cambridge. Przekład polski (na podstawie wydania z 1999, red. Worrall J., Zahar E.): *Dowody i refutacje. Logika odkrycia matematycznego*, tłum. Kozłowski M., Lipszyc K., Tikkun, Warszawa, 2005.

Mathias, A. R. D..

[2002] „A term of length 4 523 659 424 929”, *Synthese*, 133, s. 75–86.

Pasch, M.

[1882] *Vorlesungen über neuere Geometrie*, Teubner, Leipzig.

Panza, M.

[2003] „Mathematical proofs”, *Synthese*, 134, s. 119–158.

Rav, Y..

[1999] „Why do we prove theorems?” *Philosophia Mathematica*, 7, 1999, s. 5–41.

[2007] „A critique of a formalist–mechanist version of the justification of arguments in mathematicians’ proof practices”, *Philosophia Mathematica* (III) 15, s. 291—320.

Wójtowicz, K.

[2007a] „Dowód matematyczny z punktu widzenia formalizmu matematycznego. I”, *Roczniki Filozoficzne*, LV, (2), s. 123–138.

[2007b] „Dowód matematyczny z punktu widzenia formalizmu matematycznego. II”, *Roczniki Filozoficzne*, LV, (2), s. 139–153.

[2009] „Filozofia matematyki a filozoficzna kultura masowa”, [w:]
Nauka a kultura masowa, Heller M., Mączka J., Polak P.,
Szczerbińska–Polak M. (red.), *Biblos*, Tarnów.

SUMMARY

*MATHEMATICAL PROOF — ARGUMENTATION OR
DERIVATION? — PART I*

The article is devoted to the problem of status of mathematical proofs, in particular it tries to capture the relationship between the real, „semantic” notion of mathematical proof, and its formal (algorithmic) counterpart. In the first part, Azzouni’s *derivation–indicator view* is presented in a detailed way. According to the DI view, there is a formal derivation underlying every real proof.

Krzysztof WÓJTOWICZ
Uniwersytet Warszawski, Instytut Filozofii

***DOWÓD MATEMATYCZNY —
ARGUMENTACJA CZY DERYWACJA? —
CZĘŚĆ II***

Niniejszy artykuł¹ stanowi drugą część pracy dotyczącej dyskusji natury dowodu matematycznego. W pierwszej zaprezentowana została koncepcja *derivation–indicator view* Azzouniego, która ma wyjaśniać relację między standardowym, znanym nam z praktyki matematycznej sposobem prowadzenia dowodów matematycznych (kiedy to odwołujemy się do semantyki pojęć matematycznych) a traktowaniem dowodu jako konstruktu czysto formalnego.

Zdaniem Azzouniego, w tle każdego standardowego dowodu tkwi pewna derywacja w systemie formalnym. Koncepcja Azzouniego nie stanowi — moim zdaniem — dobrego wyjaśnienia natury matematycznej argumentacji, i tezę tę staram się tu uzasadnić. Stanowi jednak dobry punkt wyjścia do dyskusji dotyczącej różnych aspektów dowodu matematycznego — i taką dyskusję tu podejmuję.

1. CZYM JEST SYSTEM ALGORYTMICZNY W TLE?

Azzouni nie wyjaśnia, jak zidentyfikować system algorytmiczny leżący u podłoża interesującego nas dowodu, ograniczając się do stwierdzenia, że systemy algorytmiczne nie ograniczają się do żadnej konkretnej logiki ani języka, zaś jedyny istotny warunek to warunek (po-

¹Artykuł został napisany w ramach grantu N N101 094136.

tencjalnej) mechanicznej rozpoznawalności dowodów (czykolwiek by one nie były) [Azzouni 2004, 86]. Pojęcie algorytmu występuje — w luźnym sensie — w mowie potocznej (mówimy o algorytmie robienia ciasta albo strojenia gitary), wymaga jednak uściślenia. Jego matematyczny odpowiednik ma precyzyjny sens formalny: zgodnie z tezą Churcha, adekwatnym ujęciem naszego intuicyjnego pojęcia obliczalności stanowi pojęcie obliczalności w sensie Turinga. Tak — jak sądzę — należy też rozumieć stanowisko Azzouniego. W przeciwnym wypadku trudno byłoby tutaj mówić o mechanicznej rozpoznawalności (lub przyjąć niestandardowe rozumienie pojęcia algorytmu)².

Pojawia się problem, na podstawie jakich kryteriów jest wybierany ów algorytmiczny system formalizujący nasze nieformalne (realne) dowody? Azzouni twierdzi, że tutaj panuje pełna dowolność: żądamy jedynie, aby istniał jakiś system algorytmiczny. Na jakiej jednak podstawie nasza „podświadomość matematyczna” rozpoznaje i wybiera odpowiedni system algorytmiczny, gwarantujący poprawność danego realnego dowodu? Problem rozpoczyna się już przy wyborze formalizacji — nie jest przecież prawdą, że uprawiana nieformalnie dziedzina matematyki w jednoznaczny sposób taką formalizację wyznacza. Można podać liczne przykłady historyczne — np. definicja ciągłości funkcji może być sformułowana bądź w ciągowej wersji Heinego, bądź epsilon-deltowej definicji Cauchy’ego. Te definicje są wprawdzie (przy pewnych dodatkowych założeniach) równoważne, ale przecież są to jednak różne ujęcia pojęcia ciągłości. Liczba rzeczywista może być formalnie zrekonstruowana jako ciąg Cauchy’ego liczb wymiernych, bądź jako przekrój Dedekinda. Za podstawę teorii funkcji analitycznych można przyjąć bądź definicję w terminach równań Cauchy’ego-Riemanna, bądź różniczkowalności w sensie zespolonym, bądź w terminach rozwijalności funkcji w szereg potęgowy³. Wybór języka i po-

²W ostatnich latach toczy się ożywiona dyskusja na temat niestandardowego rozumienia pojęcia obliczenia, mówi się o obliczeniach analogowych, o hiperobliczeniach etc. (por. np. [Copeland 2002], [Stannett 2006]). Jednak w dyskusji dotyczącej koncepcji Azzouniego przyjmuję standardowe (turingowskie) rozumienie pojęcia algorytmu.

³Ten przykład jest przedmiotem badań w pracy [Mancosu 2001]. Autor analizuje tam jeszcze inne ujęcie teorii funkcji analitycznych, które zdaniem jego twórcy (Pring-

jęć pierwotnych jest więc kwestią pewnej decyzji. Zaś po ustaleniu języka i pojęć pierwotnych możemy różnicować siłę aksjomatów przyjmowanych w danym formalnym systemie⁴. Droga do formalizacji nie jest więc bynajmniej wyznaczona jednoznacznie. Czy znaczy to, że gwarantem prawomocności dowodu jest istnienie jakiegokolwiek dowodu formalnego w tle, w ramach jakiejkolwiek formalizacji?⁵

Z faktem mnogości możliwych ujęć formalnych wiąże się kolejny problem. Musimy przecież uznać, że dany system formalny S jest adekwatnym odpowiednikiem danego systemu nieformalnego T ⁶. Akceptacja danego systemu formalnego S , jako adekwatnie ujmującego nasze preformalne intuicje wymaga odwołania się (na metapoziomie) do oceny relacji między naszą nieformalnie uprawianą matematyką a systemem sformalizowanym. Tutaj musimy odwołać się do jakiegoś kryterium, które już nie może mieć już charakteru formalnego. Problem odwołania do intuicji zostaje tutaj przeniesiony na wyższy poziom — ale jest nadal obecny⁷. Azzouni jest tego świadom: pisze wyraźnie o tym, że ów system algorytmiczny jest wyspecyfikowany w sposób nieformalny. Przy formalizowaniu w nieuchronny sposób pojawia się więc

sheima) pozwala na lepsze i bardziej jednolite wyjaśnienie szeregu faktów matematycznych.

⁴W zależności od tego, jak silne założenia przyjmiemy, dowód danego twierdzenia może okazać się prosty lub niezwykle trudny (w skrajnym przypadku, jeśli za aksjomat przyjmujemy dowodzone zdanie, to dowód jest po prostu jednolinijski).

⁵Przy bardzo liberalnym ujęciu moglibyśmy dokonywać też bardzo sztucznych formalizacji: np. każda linijka standardowego dowodu byłaby nowym symbolem, zaś w tabeli instrukcji znaleźlibyśmy warunek mówiący, że w danym dowodzie po danym symbolu (będącym odpowiednikiem fragmentu standardowego dowodu) następuje kolejny symbol (będący odpowiednikiem innego fragmentu). Ponieważ znamy skończenie wiele dowodów, taka tabela byłaby skończona, a więc zadana w sposób efektywny. Po stworzeniu nowego dowodu tabela byłaby aktualizowana. Taka formalizacja — choć poprawna — byłaby jednak w oczywisty sposób sztuczna.

⁶Podobna sytuacja pojawia się lokalnie, gdy zastanawiamy się np., czy dana definicja formalna adekwatnie ujmuje pewne intuicyjne pojęcie (np. pojęcie ciągłości, prawdopodobieństwa, długości krzywej, powierzchni figury etc.).

⁷Można tutaj puścić wodze fantazji, twierdząc, że nasze decyzje dotyczące adekwatności formalizacji nieformalnego systemu T poprzez system S są regulowane przez pewien algorytmiczny metasytem... i tak dalej. Takie ujęcie niewiele wnosi, bo popadamy w regres.

element semantyczny: formalizujemy w taki sposób, aby odtworzyć sieć pojęć, zależności, aby zachować udowodnione nieformalnie twierdzenia! Posługując się terminologią Lakatosa, nasze nieformalnie udowodnione twierdzenia można uznać za falsyfikatory heurystyczne dla owego systemu algorytmicznego. Owe formalne systemy nie biorą się z powietrza: wszak wymóg zachowania już istniejących wyników stanowi jedno z kryteriów uznania, że dana formalizacja jest adekwatna. Jednak w tej sytuacji powstaje błędne koło: owe systemy formalne mają niejako gwarantować prawomocność wiedzy uzyskanej nieformalnie — ale kryterium trafności formalizacji stanowi właśnie to, że jest ona takim gwarantem. Nie widać tu prostego wyjścia z tej sytuacji.

Kolejna wątpliwość dotyczy tego, czy faktycznie przyjęcie istnienia takich derywacji w tle wyjaśnia zgodność matematyków dotyczącą nieformalnych dowodów matematycznych. Mówiąc nieco żartobliwie, koncepcja Azzouniego jest czymś w rodzaju psychoanalizy matematycznej. Sam Azzouni oczywiście zdaje sobie sprawę z faktu, że matematycy nie prowadzą dowodów formalnych, i że przedmiotem analizy filozoficznej winny być realne dowody. Zarazem jednak status owych realnych dowodów jest wyjaśniany poprzez wprowadzenie hipotezy o istnieniu pewnych idealnych, algorytmicznych dowodów w tle — których istnienia matematyk nie musi sobie nawet uświadamiać. Można powiedzieć, że owe dowody idealne mają charakter obiektów teoretycznych, których istnienie Azzouni postuluje, aby wyjaśnić zgodność matematyków co do dowodów realnych. Danymi doświadczalnymi są tu więc obserwacje dotyczące zgodności matematyków, postulowane byty teoretyczne to idealne dowody, zaś prawa pomostowe dotyczą powiązań między owymi idealnymi dowodami a dowodami realnymi. I tu pojawia się trudność, bowiem Azzouni nie wyjaśnia, jakiego typu relacja miałaby tutaj zachodzić. Czy chodzi o jakąś wyidealizowaną, niejako czysto ontologiczną zależność, czy też o zależność istotną kognitywnie? Czy derywacja ma pełnić jedynie funkcję swobodnego uprawdziwacza (*truth-maker*) twierdzenia, czy też ma pełnić jakieś funkcje poznawcze?

Jeśli uznamy, że istnienie takiej derywacji stanowi jedynie warunek prawdziwości dla twierdzenia matematycznego, to znajdziemy się

w sytuacji podobnej do sytuacji platonika. Platonik twierdzi (zgodnie z klasycznym rozumieniem prawdy), że warunki prawdziwości zdań matematycznych zadane są poprzez konfiguracje abstrakcyjnych bytów. Stanowisko takie jest oczywiście nie do zaakceptowania dla antyrealisty (a Azzouni deklaruje stanowisko antyrealistyczne). Jednak uznanie, że owymi *truth-makerami* dla twierdzeń matematycznych są jakieś hipotetyczne, niedostępne poznawczo derywacje w formalnych systemach, różni się od stanowiska platonizmu jedynie werbalnie. Można byłoby próbować uchylić ten zarzut twierdząc, że nie myślimy o aktualnym, a jedynie o potencjalnym istnieniu takich derywacji. Jednak eliminacja założeń platonistycznych poprzez wprowadzenie kategorii owych potencjalnych derywacji formalnych jedynie przerzucałaby „koszty ontologiczne” w inne miejsce⁸.

Dochodzimy zatem do problemu poznawczej roli dowodów matematycznych, w szczególności owych derywacji formalnych. Uznanie, że owe derywacje nie pełnią żadnej funkcji poznawczej byłoby bardzo nienaturalne. Nie jest jednak jasne, jaka to ma być rola, skoro matematycy często w ogóle nie wiedzą, że taka formalizacja jest możliwa (co nie przeszkadza im tworzyć, rozumieć i oceniać dowodów). Problem ten jest przedmiotem dyskusji w następnym paragrafie.

2. POZNAWCZA DOSTĘPNOŚĆ DOWODÓW

Choć dowody matematyczne są (jak sądzimy) potencjalnie formalizowalne, na ogół dokonanie takiej formalizacji nie stanowi poznawczego zysku z punktu widzenia specjalisty w danej dziedzinie. Jest wręcz na odwrót: w wersji sformalizowanej nie widać idei dowodu, kluczowych technik i pojęć, zasadniczych pomysłów etc. Można nawet powiedzieć (z niewielką chyba przesadą), że matematyk zapytany

⁸Zauważmy na marginesie, że taki problem dotyczy wielu koncepcji antyrealistycznych. Eliminacja platonistycznej ontologii dokonywana jest np. poprzez wprowadzenie kategorii modalnych i przyjęcie pewnych założeń dotyczących możliwości (tak czynią np. Chihara i Hellman) poprzez wprowadzenia kategorii Idealnego Podmiotu (Kitcher), poprzez uznanie pewnych pojęć semantycznych za pierwotne etc. Mówiąc swobodnie, zawsze mamy tutaj do czynienia z podobną sytuacją: nieuniknione koszty są „przerzucane” w inne miejsce.

o poprawną w sensie logicznym — czyli sformalizowaną — wersję prezentowanego przez niego dowodu nowego wyniku matematycznego odpowie, że to nie ma żadnego znaczenia z punktu widzenia jego badań. To, jak wygląda formalna rekonstrukcja dowodu dotyczącego np. topologii czy geometrii różniczkowej nie ma bowiem znaczenia z punktu widzenia lepszego zrozumienia danego zagadnienia topologicznego czy geometrycznego. Źródłem tego rozumienia są bowiem pewne treści matematyczne, relacje między pewnymi pojęciami, ideami — a nie formalna reprezentacja. Nagabywany o sformalizowaną wersję dowodu specjalista powie zapewne, że jego zadaniem jest uzyskanie nowego wyniku, rozwiązanie konkretnego problemu matematycznego (udowodnienie twierdzenia), swoiste „wniknięcie” w istotę problemu, a nie przepisywanie twierdzeń i dowodów w jakiejś wymyślonej przez logików notacji. Nasz matematyk doda zapewne, że żaden specjalista z jego dziedziny nie ma wątpliwości co do poprawności dowodu — a zapisywanie go w jakiejś „kanonicznej notacji logicznej” może jedynie zaciemnić obraz. Realne dowody zawierają skróty, wykorzystywane są w nich diagramy⁹, pojawiają się zwroty typu „jak łatwo zobaczyć”, albo „w oczywisty sposób teza wynika z twierdzenia α ” etc. — co bynajmniej nie zmniejsza ich komunikatywności, wprost przeciwnie.

Sytuacja ta jest nieco dziwna: oto okazuje się że to, co ponoć czyni dowód nieformalny prawomocnym sposobem argumentacji (czyli owa algorytmiczna derywacja w tle) nie ma żadnego znaczenia poznawczego — przynajmniej na poziomie świadomych aktów matematyka. Jaką więc rolę może ogrywać owa derywacja? Jak się wydaje, jedynym wytłumaczeniem tej sytuacji byłoby uznanie, że nasze świadome akty intelektualne są (w wypadku matematyki) emergentne w stosunku do pewnych formalnych przebiegów obliczeniowych w tle. My wprawdzie możemy sobie nie zdawać z tego sprawy, ale jednak źródłem na-

⁹W pracy [Brown 1999] autor analizuje rolę rysunków w dowodach matematycznych, stawiając wręcz tezę, iż (niektóre) dowody czysto rysunkowe można uznać za pełnoprawne dowody matematyczne. Tezę Browna uważam za przesadną, trudno jednak zanegować fakt, że często odpowiedni szkic może (z poznawczego punktu widzenia) zastąpić formalny dowód — przekazuje idee w sposób dostatecznie jasny, aby dalsza argumentacja stała się zbędna.

szego przekonania dotyczącego poprawności danego dowodu semantycznego jest właśnie istnienie odpowiedniej derywacji formalnej. Byłaby to więc swoista teza komputacjonizmu w filozofii umysłu (czy mówiąc słabiej: teza komputacjonizmu odniesiona do matematyzującego umysłu — aby przyjąć koncepcję Azzouniego nie musimy być komputacjonistami *en bloc*). Azzouni twierdzi, że sytuacja przypomina sytuację użytkownika języka naturalnego, który również nie ma uświadomionych owych reguł, a jednak sprawnie posługuje się językiem. Znajomość reguł algorytmicznych w tle nie jest więc konieczna do tego, aby na powierzchni tworzyć dowody. Owo odwołanie do systemu algorytmicznego w tle nie ma przy tym sztywnego charakteru — matematycy mogą bowiem odwoływać się do coraz to bogatszych systemów. Azzouni postuluje istnienie czegoś w rodzaju uniwersalnej „gramatyki rozumowań”, z której (być może) nie zdają sobie sprawy matematycy. Owa „gramatyka rozumowań” wyjaśnia, iż u podłoża akceptacji argumentów matematycznych leżą pewne procesy algorytmiczne w tle.

W takiej sytuacji należałoby więc uznać, że owe formalne derywacje mogą wyjaśniać mechanizmy poznania matematycznego w podobny sposób, w jaki znajomość neurofizjologii może wyjaśniać mechanizmy poznawcze. Nie mamy świadomego dostępu do naszych przebiegów neurofizjologicznych, ale to one leżą u podłoża naszej świadomości (choć nie znamy natury zależności między treściami świadomości a procesami neurofizjologicznymi)¹⁰. Podobnie musiałyby być w przypadku owych formalnych derywacji — one miałyby wyjaśniać zjawiska związane z dowodzeniem. Należałoby więc uznać, że np. matematycy XIX-wieczni akceptowali pewne dowody, gdyż zupełnie nieświadomie odwoływali się do pewnych (bliżej niesprecyzowanych) systemów algorytmicznych, tkwiących — mówiąc metaforycznie — w ich matematycznej podświadomości¹¹. Innymi słowy, hi-

¹⁰Taka jest w każdym razie teza naturalisty — jednak jej przyjęcie jest naturalne z punktu widzenia analizy koncepcji Azzouniego.

¹¹Rav w pracy [Rav 2007] podaje przykłady matematyków babilońskich, greckich czy indyjskich. W ich przypadku procedury dowodowe mogły mieć (na ogół tego nie wiemy) zupełnie inny charakter, niż nasze: mogli na przykład opierać się na pewnych empirycznie przetestowanych regułach. Czy tu również mamy do czynienia z dowodami, u podłoża których leżą systemy algorytmiczne?

storia matematyki to w szczególności historia odkrywania przez matematyków prawdziwych motywów ich działań: działali bowiem (nieświadomie) w granicach pewnej tkwiącej w tle rodziny systemów algorytmicznych. Tak jest również teraz — przy czym nam owa kategoria jest już znana (podobnie jak naturalistycznie nastawionemu psychologowi znane jest już pojęcie neuronu).

Jeśli przyjmiemy taką perspektywę, to znaczy to, że owe przebiegi formalne w tle muszą mieć charakter przebiegów neurofizjologicznych. W przeciwnym razie musielibyśmy uznać, że gwarantem prawomocności dowodów semantycznych byłyby bytujące w „przestrzeni metafizycznej” derywacje formalne, z którymi nie musimy mieć poznawczego kontaktu. Pojawia się jednak problem dotyczący implementacji owych przebiegów obliczeniowych na naszej — mówiąc kolokwialnie — „biologicznej maszynie”. Niektóre dowody w wersji sformalizowanej mogą bowiem mieć bardzo dużą długość. Co wtedy?

Poucżający jest przykład podany przez Boolosa w artykule [Boolos 1987]. Autor poddaje tam analizie pewne wnioskowanie, sformułowane w języku pierwszego rzędu. Mamy tam stałą: 1; jednoargumentowy symbol funkcyjny „ s ”; dwuargumentowy symbol funkcyjny „ f ”, jednoargumentowy predykat: „ D ”. Założenia to:

1. $\forall n f(n, 1) = s1$
2. $\forall x f(1, sx) = ssf(1, x)$
3. $\forall n \forall x f(sn, sx) = f(n, f(sn, x))$
4. $D(1)$
5. $\forall x (D(x) \rightarrow D(sx))$

WNIOSEK: $D(f(ssss1, ssss1))$.

Intuicyjnie, wnioskowanie dotyczy liczb naturalnych. S to następnik, f to funkcja określona na parach liczb naturalnych, D jest własnością (która może przysługiwać liczbom naturalnym). Wniosek głosi, że liczba będąca wartością funkcji f dla argumentów $(5, 5)$ ma własność D .

Jednak dowód tego faktu w formalizmie pierwszego rzędu jest bardzo długi. Funkcja $f(x, y)$ rośnie bardzo szybko, w stylu funkcji Ackermanna. Wartość $f(4, 4)$ stanowi „wieżę” potęg dwójki. Dowód tożsamości $D(f(5, 5))$ jest astronomicznej długości. Zarazem jednak dowód w logice drugiego rzędu jest elementarny. Mamy tu do czynienia z ciekawą sytuacją: formalny dowód jest absolutnie poza naszym zasięgiem (i również poza zasięgiem nawet najszybszego komputera), natomiast z naszego punktu widzenia dowód w logice drugiego rzędu jest absolutnie przekonujący i wystarczający. A zatem sam dowód — co do zasady — jest algorytmizowalny, ale dla nas owa algorytmiczna wersja jest całkowicie niedostępna. Boolos twierdzi, że z faktu, iż z taką łatwością umiemy faktycznie udowodnić to twierdzenie świadczy o tym, że żaden system logiczny pierwszego rzędu nie stanowi dobrej idealizacji naszych faktycznych (psychologicznych) procesów wnioskowań [Boolos 1987]. Wydaje się bowiem, że nawet nasza zdolność do rozpoznawania pewnych zdań pierwszego rzędu jako prawdziwych wniosków odwołuje się do czegoś więcej, niż tylko formalizacja w języku pierwszego rzędu, że *de facto* sięgamy do zasobów poznawczych wykraczających poza logikę pierwszego rzędu — i do przekonań o charakterze *par excellence* semantycznym¹².

Nie jest jasne, jak wyjaśnić przykład Boolosa z punktu widzenia koncepcji Azzouniego. Wszak ów algorytmiczny, formalny dowód w logice pierwszego rzędu jest całkowicie poza naszym zasięgiem. Tym samym twierdzenie, że u podłoża naszej akceptacji zwykłego dowodu leży taka derywacja jest gołosłowne. Wyjaśnienie, że w tle naszej zdolności do rozpoznawania inferencji drugiego rzędu tkwi system algorytmiczny (w którym dowód jest zbyt długi z punktu widzenia czasu

¹²Zjawisko, iż dowód w jednym systemie może być takiej astronomicznej długości, zaś w innym — normalny, jest znane od dawna. Często twierdzenia o takiej własności są sztuczne, jednak niekiedy są to zwykłe, standardowe twierdzenia matematyczne. Dowody poznawczo niedostępne stają się proste — ale za cenę przyjęcia pewnych silniejszych założeń (np. ZFC zamiast PA). W przypadku wnioskowania podanego przez Boolosa, ową ceną za zdobycie wiedzy iż zachodzi $D(f(5, 5))$ jest przyjęcie pewnych założeń na temat logiki drugiego rzędu.

naszego życia — a może i nawet wieku Wszechświata) jest absolutnie niewiarygodne poznawczo¹³.

3. PROBLEM WYJAŚNIANIA

Ujęcie Azzouniego zachęca do dyskusji problemu wyjaśniania w matematyce. Problem ten jest szeroko dyskutowanym w odniesieniu do nauk empirycznych, natomiast w przypadku matematyki literatura jest bez porównania uboższa. Już samo sformułowanie problemu może na pierwszy rzut oka budzić pewien opór: pytanie o to, dlaczego kamień leci po takiej a nie innej krzywej brzmi rozsądnie (wyjaśniamy w oparciu np. o prawa ruchu), natomiast pytanie o to, dlaczego prawdziwe jest np. twierdzenie Stokesa może się wydawać źle postawione (lub trywialne). Jednak matematyk w swojej praktyce zadaje sobie przecież pytania takie, jak: dlaczego tak naprawdę to twierdzenie da się tak udowodnić? Jaki tak naprawdę fakt wyraża to twierdzenie? etc. Matematycy posługują się w analizach „okołodowodowych” sformułowaniami typu „tak naprawdę, to badane równanie nie ma rozwiązania dlatego, że jakaś przestrzeń funkcyjna ma taką a nie inną własność”, albo „tak naprawdę, to ten dowód wyraża pewien głębszy fakt” etc. Nie mają przy tym na myśli samego istnienia dowodu, ale coś więcej. Trudno przecież zanegować fakt, iż zdaniem matematyków teoria Galois wyjaśniła szereg wyników związanych z rozwiązywaniem równań. Jest to zjawisko o charakterze ogólnym: często twierdzenia wyjaśniają, dlaczego pewne pojęcia są ważne.

Takiemu postawieniu sprawy można zarzucać tworzenie hipotaz: czyż zadaniem matematyka nie jest dowodzenie twierdzeń, a nie wzbu-

¹³Ciekawe przykłady wnioskowań podobnych do wnioskowania Boolosa podaje też Ketland w artykule [Ketland 2005]. Rozważa tam wnioskowania, które są oczywiście z punktu widzenia standardów matematycznej argumentacji, natomiast dowody formalne w logice pierwszego rzędu byłyby zbyt długie, aby mogły być zastosowane jako środek inferencyjny. (Ketland formułuje swoje argumenty w kontekście dyskusji na temat nominalistycznej rekonstrukcji matematyki, twierdząc, że istnienie tego typu wnioskowań stanowi problem dla nominalisty: nie jest on bowiem w stanie wyjaśnić w ramach czysto nominalistycznej „maszyny”, że pewne skądinąd oczywiście wnioskowania są faktycznie poprawne).

dzanie w innych matematykach poczucia głębi czy doniosłości wyników — nie mówiąc już o postulacie poszukiwania jakichś tajemniczych przyczyn (które to poszukiwania mają być czymś więcej niż tylko ustaleniem zależności logicznych między zdaniami)? Pytaniom o przyczynę można udzielić odpowiedzi w duchu formalizmu (czy szerzej: weryfikacjonizmu): przyczyną prawdziwości twierdzenia jest to, że podano jego dowód. W tym duchu, stwierdzilibyśmy, że to, jaki jest dowód (długi czy krótki, obliczeniowy, trickowy, siłowy, głęboki, ładny, inspirujący, zaskakujący etc.) nie ma znaczenia z punktu widzenia procesu wzbogacania wiedzy (podobnie jak nie ma znaczenia, czy dowód został napisany ołówkiem czy długopisem, ładnym czy brzydkim charakterem pisma, czy referent mówił dźwięcznym głosem czy nie etc.). Liczy się jedynie fakt istnienia owego dowodu. Jednak taki zarzut nie bierze pod uwagę praktyki matematycznej: rola dowodu w praktyce matematycznej jest z pewnością większa, niż tylko jako środka do dowodzenia kolejnych zdań¹⁴. Pojęcie wyjaśniania w matematyce jest niewątpliwie trudno uchwytnie, podobnie jak np. pojęcie doniosłości czy głębi twierdzenia: matematycy się nimi posługują, ale trudno byłoby podać ich precyzyjne charakteryzacje. Jednak trudno odmówić mu sensowności i znaczenia dla analiz filozoficznych.

Ważną inspiracją dla dyskusji problemu wyjaśniania jest fakt istnienia dowodów komputerowych (które z całą pewnością mają charakter formalny) i pytanie o ich poznawczy status. Nie ma tu miejsca na szczegółową analizę, warto jednak odnotować, że w opinii wielu matematyków takie dowody (w szczególności najbardziej znany i najszerzej dyskutowany dowód twierdzenia o czterech barwach) pozostawiają poczucie niedosytu¹⁵. Aby wyraźniej postawić problem rozważmy eksperyment myślowy w którym komputery działają np. 2^{1000} razy szybciej niż obecnie. Jeśli zlecimy takiemu komputerowi dowodzenie kolejnych

¹⁴Np. Rav w pracy [Rav 1999] twierdzi, że to dowody stanowią właściwy przedmiot badań matematyki, zaś twierdzenia należy traktować w pewnym sensie jedynie jako swoiste etykiety. Nawet jeśli ten punkt widzenia jest nieco przesadny, to nie ulega wątpliwości, że poznawcza rola dowodu matematycznego jest fundamentalna.

¹⁵Niektórzy twierdzą wręcz, że taki dowód w ogóle nie wyjaśnia przyczyn prawdziwości twierdzenia o czterech barwach, i nie zasługuje na miano pełnoprawnego dowodu matematycznego (takie krytyczne uwagi przytacza np. [Rota 1997]).

twierdzeń ZFC, będzie je generował z ogromną prędkością. Czy przyrost naszej wiedzy jest proporcjonalny do wysokości stosu zadrukowanych owymi twierdzeniami kartek? Z pewnością nie. Pierwsza trudność, jaka tutaj się pojawi, to odróżnienie wyników istotnych od nieistotnych¹⁶. W czasie tej procedury selekcyjnej musielibyśmy odwołać się do kryteriów pozaformalnych, do naszych przekonań dotyczących tego, że dane twierdzenie jest ciekawe, głębokie, doniosłe, zaskakujące etc. Gdybyśmy zaś faktycznie zidentyfikowali ważne twierdzenie udowodnione przez komputer, to natychmiast podjęlibyśmy próbę zrozumienia tego, jakie idee tkwią u podłoża danego dowodu. Trudno sobie wyobrazić, aby matematycy stwierdziwszy, że komputer informuje nas o tym, iż właśnie udowodnił twierdzenie Riemanna (oczywiście sformułowane w języku ZFC), ograniczyliby się do pokiwania głowami w zadowoleniu, że wreszcie ów problem został rozwiązany. Nie zadowoliliby się konstatacją, że prawdziwą przyczyną, dla którego hipoteza Riemanna jest prawdziwa jest to, że istnieje ciąg formuł ZFC długości np. $2^{124} + 32443$, będący jej formalnym dowodem. Powiedzieliby raczej, że sam fakt istnienia takiego ciągu formuł nie wyjaśnia, dlaczego to jest prawda — i nadal zadawałoby pytania np. o to, jakie idee (topologiczne? geometryczne? algebraiczne?) leżą u podłoża owego faktu, dłaczego to twierdzenie jest prawdziwe, czy jest wyrazem jakichś głębszych zależności etc. Ten eksperyment myślowy można odnieść do koncepcji Azzouniego: istnienie formalnej derywacji w tle nie wyjaśniałoby bowiem bynajmniej, dłaczego dane twierdzenie (np. hipoteza Riemanna — gdyby została udowodniona) jest prawdziwe.

¹⁶Należy pamiętać, że ogromna większość tak wygenerowanych twierdzeń to byłyby twierdzenia mało ciekawe, na przykład takie jak: „Jeśli zbiór A ma 5 elementów, zaś zbiór B ma 2 elementy, to istnieje dokładnie tyle funkcji charakterystycznych określonych na iloczynie kartezjańskim $A \times B$ ile jest podzbiorów zbioru będącego sumą 3 rozłącznych zbiorów C, D, E takich, że C ma 2 elementy, D ma 3 elementy, zaś E ma 5 elementów”. Jeśli będziemy mieli pecha, to nasz komputer zacznie zadrukowywanie owych kartek od niezliczonych wariantów tego właśnie twierdzenia dla różnych możliwych mocy zbiorów A, B, C, D, E .

4. KONSEKWENCJA SEMANTYCZNA A SYNTAKTYCZNA

Przy dyskusji koncepcji Azzouniego, istotna staje się różnica między konsekwencją syntaktyczną i semantyczną. Przy ustalaniu, czy α jest konsekwencją syntaktyczną musimy mieć do dyspozycji pewien zdefiniowany zbiór reguł — i wskazać stosowny ciąg formuł (stosowną derywację) formuły α w ramach aparatu dedukcyjnego. Jeśli tak jest, to sformułowany przez Azzouniego warunek algorytmicznej sprawdzalności jest spełniony.

Sprawa nie jest aż tak prosta w wypadku konsekwencji semantycznej: mowa tutaj jest bowiem o klasie wszystkich modeli dla interesującej nas teorii T . Jak wiadomo, na mocy twierdzenia o pełności, w przypadku logiki pierwszego rzędu istnienie dowodu formalnego zdania α w teorii T jest równoważne faktowi, że zdanie α jest prawdziwe we wszystkich modelach dla T (mówiąc krócej: konsekwencja semantyczna i syntaktyczna są w przypadku logiki pierwszego rzędu tożsame). W przypadku teorii pierwszego rzędu możemy zatem (odwołując się do twierdzenia o pełności) przyjąć tezę, iż semantyczne argumenty (odwołujące się do naszego rozumienia tego, czym są modele dla T) mają swoje odpowiedniki w postaci formalnych derywacji. Jednak na ogół nie jest dostępna żadna efektywna procedura, która umożliwiłaby „przejrzenie” owych modeli dla T i sprawdzenie, czy faktycznie tam jest prawdziwe dowodzone przez nas zdanie α . Co więcej, sama znajomość faktu iż α jest konsekwencją semantyczną teorii T nie prowadzi nas na ogół w efektywny sposób do znalezienia owej żądanej derywacji formuły α w teorii T .

Jednak zgodnie z koncepcją Azzouniego należałoby stwierdzić, iż fakt, że uzasadniliśmy, iż α jest semantyczną konsekwencją T (a to jest typ rozumowania jaki często stosujemy) zarazem stanowi (w świetle pełności logiki pierwszego rzędu) argument na rzecz istnienia owej derywacji formalnej „gdzieś w tle” — i to właśnie owa derywacja stanowi argument na rzecz poprawności naszego rozumowania¹⁷. Uważam taki

¹⁷Oczywiście, argumenty teoriomodelowe też można sformalizować, jednak na pewnym poziomie staniemy wobec konieczności odwołania się do intuicyjnego, preteoretycznego rozumienia pewnych pojęć i akceptacji pewnych faktów jako danych.

sposób argumentacji za bardzo odległy od praktyki: dlaczego niby nasza zgoda na to, że w każdym modelu dla T prawdziwe jest zdanie α (użyte są tu sformułowania *par excellence* semantyczne) miałyby wynikać z faktu, że istnieje pewna formalna derywacja α z T ? Czy faktycznie matematyk godzi się, że zdanie α jest prawdziwe w strukturach pewnego typu (modelach dla T), ponieważ gdzieś w tle majaczy formalny dowód (derywacja) α na podstawie T ? Jest to teza pozbawiona podstaw — i z całą pewnością nie odpowiada praktyce matematycznej¹⁸. Mówiąc swobodnie, jest to teza u podłoża której leży owa „matematyczna psychoanaliza” o której wspomniałem wcześniej: matematyk wierzy w to, że we wszystkich strukturach opisanych przez T prawdziwe jest zdanie α , ponieważ w podświadomości ma formalną derywację α z aksjomatów T oraz twierdzenie o pełności. Teza taka jest karkołomna. Co więcej, nawet gdybyśmy ową (karkołomną!) tezę zaakceptowali dla teorii matematycznych sformułowanych w języku pierwszego rzędu, to na placu boju pozostaje przypadek teorii sformułowanych w językach, dla których nie zachodzi twierdzenie o pełności. Najprostszy przykład to logika drugiego rzędu; aby nie mnożyć przykładów ponad potrzebę ograniczę się do niej¹⁹. Konsekwencja semantyczna jest w przypadku logiki drugiego rzędu pojęciem silniejszym niż konsekwencja syntaktyczna: istnieją takie semantyczne konsekwencje teorii T , dla których nie istnieje formalny dowód. Pojawia się pytanie, do którego typu konsekwencji odwołuje się w naturalny sposób mate-

A sama semantyka teoriomodelowa ma formalizować pewne intuicje semantyczne, i to one są pierwotne, a nie ich formalny odpowiednik.

¹⁸Rozważmy — jako *toy example* — przykład konsekwencji na poziomie rachunku zdań. Możemy za pomocą metody zerojedynkowej sprawdzić, że dana formuła KRZ jest konsekwencją danego zbioru zdań KRZ. Nie znaczy to przecież bynajmniej, że wiemy, jak wygląda formalna derywacja; co więcej, możemy nawet nie zdawać sobie sprawy z tego, że dla KRZ obowiązuje twierdzenie o pełności i że nasz argument semantyczny ma odpowiednik w postaci formalnej derywacji. Jeszcze wyraźniej widać to w przypadku logiki pierwszego rzędu: możemy sformułować czysto semantyczny argument (odwołując się do własności klas modeli dla pewnej teorii T) aby uzasadnić, że pewne zdanie α wynika z tej teorii T . Ale nie ma to nic wspólnego z istnieniem owej formalnej derywacji. Gdyby nawet dla logiki pierwszego rzędu nie obowiązywało twierdzenie o pełności, nasz argument semantyczny pozostawałby w mocy.

¹⁹Pamiętajmy o przykładzie Boolosa, który dotyczy właśnie logiki drugiego rzędu.

matyk w trakcie uzasadniania twierdzeń? Twierdzę, że jest to konsekwencja semantyczna — i że to ona stanowi podstawowy, pierwotny dla dowodów matematycznych typ konsekwencji. Dzieje się tak po prostu dlatego, że uprawiając matematykę myślimy o dowodzeniu tez o pewnych obiektach, a nie o przekształcaniu symbolicznych napisów w oderwaniu od ich interpretacji. Jednak w takiej sytuacji nie ma żadnego sensu powoływanie się na istnienie formalnej derywacji w tle — bo takiej derywacji po prostu być wcale nie musi. W jaki zatem sposób mielibyśmy wytłumaczyć fakt, że matematycy prowadzą rozumowania w ramach których odwołują się do faktów o czysto semantycznym charakterze? Nie jest przekonujące wyjaśnienie (które byłoby — jak sądzę — sformułowane w duchu Azzouniego) iż owe rozumowania można sformalizować w pewnej metateorii, w tle której mamy derywacje, to prowadzi bowiem do regresu: w pewnym momencie konieczne jest odwołanie się do intuicyjnej identyfikacji dowodu realnego z danym dowodem formalnym. I cały problem powraca na nowym poziomie.

5. PODSUMOWANIE

Koncepcja Azzouniego nie stanowi dobrego wyjaśnienia statusu dowodów matematycznych. Nie pokazuje, jaką poznawczą rolę miałyby pełnić owe formalne derywacje. Z punktu widzenia praktyki matematycznej teza, że to istnienie formalnej derywacji czyni daną argumentację matematyczną prawomocną jest sztuczna. Koncepcja Azzouniego jest też bezsilna wobec problemu eksplanacyjnej funkcji dowodów. Można zatem nadal zasadnie twierdzić, że dowody matematyczne zawierają nieredukowalny składnik semantyczny, a podjęta przez Azzouniego próba jego eliminacji nie powiodła się.

LITERATURA

Azzouni, J.

[2004] „The derivation–indicator view of mathematical practice”,
Philosophia Mathematica, 3 (12), s. 81–105.

Boolos, G.

[1987] „A curious inference”, *Journal of Philosophical Logic*, 16, s. 1–12.

Brown, J.

[1999] *Philosophy of Mathematics. An Introduction to the World of Proofs and Pictures*. Routledge, StateNew York.

Copeland, B. J.

[2002] „Hypercomputation”, *Minds and Machines*, 12, s. 461–502.

Ketland, J.

[2005] „Some more curious inferences”, *Analysis* 65 (285), s. 18–24.

Mancosu, P.

[2001] „Mathematical explanation: problems and prospects”, *Topoi*, 20, s. 97–117.

Rav, Y.

[1999] „Why do we prove theorems?” *Philosophia Mathematica*, 7, 1999, s. 5–41.

[2007] „A critique of a formalist–mechanist version of the justification of arguments in mathematicians’ proof practices”, *Philosophia Mathematica* (III) 15, s. 291–320.

Rota, G-C.

[1997] „The phenomenology of mathematical proof”, *Synthese*, 111, s. 183–196.

Stannett, M.

[2006] „The case for hypercomputation”, *Applied Mathematics and Computation*, 178, s. 8–24.

Tymoczko, T.

[1979] „The four–color problem and its philosophical significance”,
The Journal of Philosophy, 76 (2), s. 57–83.

Wójtowicz, K.

[2011] „Dowód matematyczny — argumentacja czy derywacja? (I)”,
Zagadnienia Filozoficzne w Nauce nr 49, 2011, s. 63–80.

SUMMARY

MATHEMATICAL PROOF — ARGUMENTATION OR DERIVATION? — PART II

In the first part of the paper, Azzouni’s *derivation–indicator view* was presented. In the second part it is analyzed in a detailed way. It is shown, that many problems arise, which cannot be explained in a satisfactory way in Azzouni’s theory, in particular the problem of the explanatory role of proof, of its epistemic role; the relationship between first–order and second–order versions of proofs is also not clear. It is concluded, that Azzouni’s theory does not provide a satisfactory account of mathematical proof, but inspires an interesting discussion. In the article, some of the mentioned problems are discussed.

Piotr WILCZEK
Foundational Studies Center
ul. Na Skarpie 99/24, 61-163 Poznań

LOGIKA RACJONALNOŚCI. W STRONĘ MODALNEGO PLATONIZMU MATEMATYCZNEGO

1. WSTĘP

Przypomnijmy, że zgodnie z ogólnie przyjętą typologią współczesnych prądów filozoficznych w podstawach matematyki wyróżnić możemy następujące tendencje: *logicyzm*, *intuicjonizm* (oraz inne postawy *konstruktywistyczne*), *formalizm*, *empiryzm* oraz *platonizm matematyczny*¹.

Stanowisko platonizmu matematycznego, zwanego również *realizmem matematycznym*, zakłada istnienie samoistnej oraz niezależnej od umysłu poznającego podmiotu (ang. *mind-independent*) sfery bytu

¹Z. Król, *Platonizm matematyczny i hermeneutyka*, Wydawnictwo IFiS PAN, Warszawa 2006; P. Maddy, *Realism in Mathematics*, Clarendon Press, Oxford 1990; R. Murawski, *Filozofia matematyki. Zarys dziejów*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001, s. 79 oraz nast.; R. Penrose, *Nowy umysł cesarza*, tłum. P. Amsterdamski, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000; R. Penrose, *Droga do rzeczywistości*, tłum. J. Przysława, Prószyński i S-ka, Warszawa 2006; K. Wójtowicz, *Realizm mnogościowy. W obronie realistycznej interpretacji matematyki*, Wydział Filozofii i Socjologii Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 1999; K. Wójtowicz, *Platonizm matematyczny. Studium filozofii matematyki Kurta Gödla*, OBI — Biblos, Kraków — Tarnów 2002.

idealnego, którą to dziedzinę utożsamiać możemy ze zbiorami jestestw matematycznych. Realizm w teoriobytowych rozważaniach dotyczących podstaw matematyki postuluje ontologiczną autonomię ponadczasowego bytu matematycznego. Jest to odrębność zarówno względem bytu rzeczywistego, jak również bytu intencjonalnego. Zauważmy, że byt idealny, w tym również przedmioty czystej matematyki, można badać z różnych perspektyw poznawczych, takich jak np. *fenomenologia realistyczna* (Roman Ingarden), *holizm językowy* (Willard van Orman Quine, Hilary Putnam), *filozofia procesu* (Alfred N. Whitehead, Charles Hartshorne) oraz innych². Przypomnijmy, że procesualna filozofia Whiteheada zakłada istnienie sfery bytu idealnego w postaci tzw. *wiecznych obiektów* (ang. *eternal objects*), które to stanowią ontologiczne usprawiedliwienie *Racjonalności* poznawczej świata zewnętrznego, złożonego z kolekcji *aktualnych zaistnień* (ang. *actual occasions*)³. W dziele Whiteheada zatytułowanym *Nauka i Świat Nowożytny* czytamy:

Podstawą przyjętego tu stanowiska metafizycznego jest założenie, że zrozumienie tego, co aktualne, wymaga odniesienia do tego, co idealne. Te dwie dziedziny są immanentnie obecne w całości sytuacji metafizycznej [...]. Tak więc przedmioty ponadczasowe są ze swej istoty abstraktami. Przez słowo „abstrakt” rozumiem, iż to, czym przedmioty ponadczasowe są same w sobie — to znaczy w swej istocie — rozumiały jest bez odniesienia do jakiegoś szczególnego zaistnienia doświadczenia. Być abstraktem, to wykraczać ponad poszczególne konkretne zaistnienia tego, co aktualnie dzieje się⁴.

²K. Wójtowicz, *Realizm...*, s.; P. Wilczek, „O sposobie istnienia przedmiotów matematycznych. Poglądy Romana Ingardena a współczesny platonizm matematyczny”, [w:] *Spór o istnienie świata. W 40 rocznicę śmierci Romana Ingardena*, red. W. Słomskiego, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Finansów i Zarządzania w Warszawie, Warszawa 2010, s. 175-207; J. Życiński, *Bóg Abrahama i Whiteheada*, Biblos, Tarnów 1992.

³J. B. Cobb, *Whitehead Word Book. A Glossary with Alphabetical Index to Technical Terms in Process and Reality*, P&F Press, Claremont 2008.

⁴A. N. Whitehead, *Nauka i świat nowożytny*, tłum. M. Kozłowski oraz M. Pieńkowski, Wydawnictwo Znak, Kraków 1987, s. 217.

Dalej można zauważyć, że wszystko co może być wyabstrahowane z doświadczenia, a następnie stać się przedmiotem myśli jest Whiteheadowskim wiecznym obiektem. Obiekty ponadczasowe są *formami określoności* (ang. *forms of definiteness*). Whitehead stwierdza, że obiekty ponadczasowe, w tym przedmioty matematyczne, stanowią sferę *czystej potencjalności*. W jego głównym dziele — *Process and Reality* czytamy:

A więc zawsze musimy rozpatrywać dwa znaczenia ...[terminu] potencjalność: a) potencjalność 'ogólna' stanowiąca wiązkę potencjalności, które to są wzajemnie niesprzeczne lub też stanowią względem siebie alternatywy; potencjalność ta zależna jest od wielości obiektów ponadczasowych oraz b) potencjalność 'rzeczywista' uwarunkowana przez dane dostarczone przez świat aktualny⁵.

W opinii Whiteheada *dziedzina wiecznych przedmiotów* (ang. *the realm of eternal objects*) to źródło absolutnie ogólnie pojętej potencjalności jaka zawarta jest we wzajemnych związkach pomiędzy poszczególnymi obiektami ponadczasowymi. Można przyjąć, że pod względem ontologicznym wieczne przedmioty konstytuują zbiór możliwości wobec aktualnych zaistnień. Dlatego też mówimy, że poszczególne zaistnienia aktualne stają się tym, czym są, z chwilą, gdy przedmioty ponadczasowe wkraczają w owe zaistnienia. *Wkroczenie* (ang. *ingression*) kolekcji wiecznych obiektów w aktualne zaistnienie jest możliwe dzięki temu, że *stające się* (ang. *becoming*) aktualne zaistnienie *ujmuje* (ang. *prehends*) nieskończoną hierarchę idealnych przedmiotów ponadczasowych. W procesie *ujęcia* (ang. *prehension*) wiecznych bytów idealnych stające się aktualne zaistnienie *realizuje* (ang. *realizes*) pewien zbiór możliwości. „Każde aktualne zaistnienie zdefiniowane jest — co do swej natury — poprzez sposób, w jaki te możliwości aktualizują się w odniesieniu do tego zaistnienia. A zatem aktualizacja, to wybór spośród możliwości”⁶. Proces ten nazywamy procesem *ukon-*

⁵A. N. Whitehead, *Process and Reality: An Essay in Cosmology*, The Free Press, New York 1978, s. 65. Wszystkie tłumaczenia z *Process and Reality* pochodzą od autora — P. W.

⁶A. N. Whitehead, *Nauka...*, s. 218.

kretniania się (ang. *concrecence*) poszczególnych aktualnych zaistnień. Dlatego też ową dziedzinę wiecznych oraz niezmiennych przedmiotów idealnych nazwać można *matrycą świata* (ang. *world's matrix*). Natomiast tą jej część, która jest nam *dostępna poznawczo* (ang. *cognitively accessible*) nazwać możemy — za Józefem Życińskim — *Polem Racjonalności* (ang. *the Rationality Field*)⁷. W powyższym ujęciu owo *Pole Racjonalności* — będąc poznawalnym za pomocą metod apriorycznych — stanowi uniwersum możliwości względem realizujących się, czyli ukonkretniających się poszczególnych aktualnych zaistnień⁸. A więc „w tej perspektywie nauka nie jest już dłużej postrzegana jako [proces] odnotowywania obserwowalnych parametrów fizycznych ale raczej jako próba określenia ukrytej formalnej struktury stanowiącej osnowę procesów fizycznych”⁹. W naszym ujęciu sedno racjonalnie pojętej nauki oraz *Racjonalności* w ogóle uwarunkowane jest faktem epistemologicznej dostępności wspomnianej powyżej struktury formalnej, wyrażającej się w języku matematyki oraz logiki symbolicznej, a nazwanej *Polem Racjonalności*.

Ogólność matematyki to ogólność najbardziej pełna, zgodna z całą wspólnotą zaistnień składających się na naszą sytuację metafizyczną. [...] Użycie logicznego umysłu odnosi się zawsze do tych absolutnie ogólnych warunków. [...] Ta struktura relacji pomiędzy ogólnymi warunkami abstrakcyjnymi narzuca się zarówno jeśli idzie o rzeczywistość zewnętrzną, jak i o nasze o niej abstrakcyjne wyobrażenie [...]. Jest to właśnie potrzeba abstrakcyjnej logiki, która jest założona w samym fakcie „istnienia w związkach wzajemnych” (interrelated existence), objawiających się w każdym danym bezpośrednio za-

⁷J. Życiński, „Filozoficzne aspekty matematyczności przyrody.”, [w:] *Filozofować w kontekście nauki*, red. M. Heller, A. Michalik oraz J. Życiński, Polskie Towarzystwo Teologiczne, Kraków, s. 170-185; J. Życiński, „The Rationality Field and the Laws of Nature”, [w:] *Wyzwania Racjonalności*, red. S. Wszolek oraz R. Janusz, Wydawnictwo WAM — Ośrodek Badań Interdyscyplinarnych, Kraków, s. 87-101.

⁸Proponentem bardzo podobnej (o ile nie identycznej) koncepcji jest również Michał Heller. Por. M. Heller, *Uchwycić przemijanie*, Wydawnictwo Znak, Kraków 1997, s. 236 oraz nast.; M. Heller, *Filozofia i wszechświat*, Universitas, Kraków 2008, s. 37 oraz nast.

⁹J. Życiński, „The Rationality...”, [w:] *Wyzwania...*, s. 92.

istnieniu doświadczenia. [...] Rozumowanie, to nic innego, jak tylko ujawnienie całej struktury ogólnych warunków zawartych w strukturze wyprowadzonej z wybranych postulatów. Harmonia logicznego umysłu, który przeczuwa istnienie utajonej w postulatach pełnej struktury, to najbardziej ogólna własność estetyczna wynikająca z samego faktu jednoczesnego istnienia w jedności danego zaistnienia. Gdziekolwiek ma miejsce jedność zaistnienia, tam w założeniu już istnieje estetyczny związek pomiędzy ogólnymi warunkami zawartymi w tym zaistnieniu. Ten właśnie związek estetyczny odkrywamy w procesie racjonalnego myślenia¹⁰. (podkreślenia moje — P. W.)

Metodologia badań racjonalnych polega na tym, że zdobywając aprioryczną wiedzę o obiektach ponadczasowych badamy tym samym poszczególne aktualne zaistnienia konstytuujące dostrzegalny zmysłowy świat fizyczny. Badając struktury matematyczne złożone z idealnych wiecznych przedmiotów, poznajemy zjawiska fizyczne realizujące odpowiednie podzbiory owych ponadczasowych obiektów. Dzięki temu, że ontologiczną osnową rzeczywistości badanej przez nauki fizyczno-przyrodnicze są hierarchie wiecznych przedmiotów — które to z kolei są nam dostępne poznawczo za pomocą metod formalno-dedukcyjnych stanowiących jedną z egzemplifikacji ludzkiej *Racjonalności* — możemy przyjąć, że zyskujemy epistemologiczny dostęp do świata zewnętrznego, złożonego z mnogości aktualnych zaistnień realizujących w aktach *pojęciowych ujęć* (ang. *conceptual prehensions*) ową, wspomnianą na początku, dziedzinę ponadczasowych obiektów (lub jej wyróżnioną podkolekcję).

Aby zapoznać się z wewnętrzną logiką *Racjonalności* musimy poznać logikę bytu wiecznego, a w szczególności tą jej część, która dotyczy obiektów czystej matematyki.

Dlatego też w części drugiej pracy zapoznamy się z semantyką teorii matematycznych (opartą na pracach polskiego logika i filozofa Alfreda Tarskiego) oraz na tej podstawie scharakteryzujemy Whiteheadowską filozofię matematyki¹¹; część trzecia stanowić będzie ana-

¹⁰A. N. Whitehead, *Nauka...*, s. 52-53.

¹¹Na temat ogólnie pojętej filozofii matematyki Whiteheada por. J. Mączka, „Matematyczne inspiracje filozofii Whiteheada”, *Zagadnienia Filozoficzne w Nauce* 19

lizę formalno-logiczną uniwersum matematycznego. Część czwarta zawiera podsumowanie oraz kierunki dalszych badań.

2. SEMANTYKA TEORII MATEMATYCZNYCH ORAZ FILOZOFIA MATEMATYKI ALFREDA N. WHITEHEADA

Językiem matematyki — jako nauki formalno-dedukcyjnej — jest logika predykatów pierwszego rzędu. Zakładamy, że teorie matematyczne mogą być utożsamione z *dedukcyjnie domkniętymi* (ang. *deductively closed*) zbiorami zdań. Przypomnijmy, że Alfred Tarski w 1930 roku określił operację matematyczną, nazwaną później *operacją konsekwencji logicznej Tarskiego* (oznaczoną jako Cn), działającą na zbiorach potęgowych formuł zdaniowych¹². Załóżmy, że A to przeliczalny zbiór formuł zdaniowych, np. wyrażeń matematycznych. Wtedy operacja Cn ma postać odwzorowania $Cn : \mathcal{P}(A) \rightarrow \mathcal{P}(A)$, gdzie $\mathcal{P}(A)$ to zbiór potęgowy zbioru A (czyli zbiór wszystkich podzbiorów zbioru A). Odwzorowanie to spełnia dla wszystkich podzbiorów $X, Y \subseteq A$ następujące warunki:

1. $X \subseteq Cn(X)$,
2. jeżeli $X \subseteq Y$, to $Cn(X) \subseteq Cn(Y)$ oraz
3. $Cn(Cn(X)) = Cn(X)$

określane odpowiednio jako *zwrotność*, *monotoniczność* oraz *idempotentność* operacji Cn . Ponadto każda operacja konsekwencji logicznej jest w sposób naturalny sprzężona z *relacją konsekwencji logicznej* $\vdash \subseteq \mathcal{P}(A) \times A$ pomiędzy podzbiórami zbioru A a elementami zbioru A

(1996), s. 108-126; J. Mączka, „Platonizm w matematycznych pracach Whiteheada”, *Zagadnienia Filozoficzne w Nauce* 21 (1997), s. 32-47; J. Mączka, *Od matematyki do filozofii. Twórcza droga Alfreda Northa Whiteheada*, OBI — Biblos, Kraków — Tarnów 1998.

¹²Por. J. M. Font, R. Jansana oraz D. Pigozzi, „A Survey of Abstract Algebraic Logic”, *Studia Logica* 74 (2003), s. 13-97; A. Tarski, *Podstawowe pojęcia metodologii nauk dedukcyjnych*, [w:] tegoż, *Pisma logiczno-filozoficzne. Tom 2. Metalogika*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001, s. 31-92.

przez założenie, że dla każdego zbioru $X \subseteq A$ oraz każdej formuły $\varphi \in X$ zachodzi:

$$X \vdash \varphi \text{ wtedy i tylko wtedy gdy } \varphi \in Cn(X).$$

Z powyższych uwag wynika, że pojęcia operacji oraz konsekwencji logicznej są pojęciami o charakterze syntaktycznym. W konsekwencji otrzymaliśmy syntaktyczne określenie teorii matematycznej, jako dedukcyjnie domkniętego, tj. domkniętego ze względu na operację Cn lub relację \vdash zbioru zdań dotyczących obiektów matematycznych. Aby podać semantyczne określenie teorii matematycznej, czyli wyznaczyć właściwy przedmiot badań teorii dedukcyjnych musimy posłużyć się pojęciem *modelu*. W pracy Tarskiego zatytułowanej *O pojęciu konsekwencji logicznej* czytamy: „Zdanie X jest wyprowadzalne logicznie z klasy zdań K wtedy i tylko wtedy, gdy każdy model klasy K jest również modelem zdania X ”¹³. Przyjmijmy, że język L logiki predykatów pierwszego rzędu można scharakteryzować za pomocą czwórki o postaci $L = \langle Var, P, F, \rho \rangle$, gdzie Var to skończony lub przeliczalny zbiór zmiennych indywidualnych, P to niepusty skończony lub przeliczalny zbiór liter predykatowych, F to skończony lub przeliczalny (możliwie pusty) zbiór liter funkcyjnych oraz ρ to funkcja arności ze zbioru $P \cup F$ w zbiór liczb naturalnych. Wtedy to modelem dla teorii dedukcyjnych formułowanych w języku L są układy relacyjne o postaci

$$M = \langle A, P^M, F^M \rangle$$

gdzie A to uniwersum modelu M składające się z przedmiotów matematycznych, których dana teoria dedukcyjna dotyczy; elementy uniwersum A są interpretacjami zbioru zmiennych Var , $P^M = \{P_i^M : P_i \in P\}$ to interpretacje predykatów $P_i \in P$ w modelu M będące relacjami o odpowiedniej arności nad uniwersum A oraz $F^M = \{f_i^M : f_i \in F\}$ to interpretacje symboli funkcyjnych $f_i \in F$ w modelu M będące n -argumentowymi funkcjami z A^n do A . Dalej zauważmy, że dana formuła matematyczna np. $\varphi(x_0, x_1, \dots, x_{n-1})$ dla $i < n$ jest spełnialna w modelu M , co oznaczamy jako $M \models \varphi$ wtedy i tylko wtedy, gdy

¹³A. Tarski, „On the Concept of Logical Consequence”, [w:] tegoż, *Logic, Semantics, Metamathematics*, Clarendon Press, Oxford 1956, s. 417. Tłum. moje — P.W.

w uniwersum A modelu M istnieje taki ciąg obiektów a_0, a_1, \dots, a_{n-1} , że zdanie $\varphi(a_0, a_1, \dots, a_{n-1})$ powstałe przez równoczesne zastąpienie zmiennych x_0, x_1, \dots, x_{n-1} przez odpowiednie stałe a_0, a_1, \dots, a_{n-1} jest zdaniem prawdziwym. Wtedy można orzec, że dany model M jest modelem dla zdania $\varphi(a_0, a_1, \dots, a_{n-1})$. Funkcja przyporządkowująca zmiennym stałe taka, że $I(x_i) = a_i$ to *funkcja interpretacji*. Równoważnie można rzec, że stałe a_i są korelatami semantycznymi zmiennych x_i a I to *funkcja korelacji semantycznej* (ang. *the semantic correlate function*). Jedno z podstawowych twierdzeń metalogicznych, mianowicie *Twierdzenie o Pełności* mówi, że każda teoria dedukcyjna sformułowana w logice predykatów pierwszego rzędu ma swój model. Oznacza to, że logika predykatów pierwszego rzędu jest *pełna*. Daną logikę nazywamy pełną, gdy dowodliwość syntaktyczna pokrywa się z teoriomodelowo rozumianą relacją spełnialności (która jest pewnym stosunkiem semantycznym), czyli gdy zachodzi następująca równość:

$$\vdash = \models$$

Konkludując można stwierdzić, że każda teoria matematyczna sformułowana w logice predykatów pierwszego rzędu wyznacza swój model. Zakładając semantyczną perspektywę badań dochodzimy do wniosku, że to właśnie modele teorii dedukcyjnych są właściwym przedmiotem dociekań matematycznych. Zdania teorii matematycznych dotyczą indywiduów matematycznych pogrupowanych w modele; przy czym modele rozumiemy jako pewne struktury relacyjne składające się ze zbiorów jestestw matematycznych (wraz z określonymi na nich odpowiednimi relacjami i funkcjami). Każdy taki model jest opisywalny przez niesprzeczny oraz dedukcyjnie domknięty zbiór pierwszorzędowych formuł matematycznych¹⁴.

Przyjmujemy, że modele są bytami istniejącymi niezależnie od umysłu badacza w dziedzinie przedmiotów ponadczasowych. Adap-

¹⁴Zauważmy, że powyższe rozważania zakładają tradycyjne tj. Arystotelesowskie rozumienie formuł zdaniowych jako form podmiotowo-orzecznikowych. Nie uwzględniają one Whiteheadowskiego spojrzenia na formuły matematyczne, które w jego opinii również są obiektami ponadczasowymi. Por. P. J. Cataldo, „Whitehead and Aristotle on Propositions”, *Process Studies* 12 (1) 1982, s. 15-21; A. J. Steinbeck, „Whitehead’s ”Theory” of Propositions”, *Process Studies* 18 (1) 1989, s. 19-29.

tując powyższe rozważania na grunt filozofii procesu otrzymujemy następującą Whiteheadowską definicję modelu:

Whiteheadowska definicja modelu. *Model matematyczny to kolekcja wiecznych przedmiotów idealnych, które to mogą być jednocześnie ujęte pojęciowo (ang. simultaneously conceptually prehended) przez pojedyncze aktualne zaistnienie.*

Zakładając, że zgodnie z filozofią Whiteheada byty idealne stanowią — pod względem metafizycznym — usprawiedliwienie aktualnych zaistnień, a pod względem ontologicznym mogą być rozumiane jako ponadczasowe wzorce (ang. patterns), czy też matryce (*schematy, plany, konfiguracje, formy*) owych atomowych jednostek doświadczenia jakimi są aktualne zaistnienia można zauważyć, że Whiteheadowska definicja modelu orzeka, iż model konstytuowany jest przez zbiór wewnętrznie powiązanych przedmiotów istniejących poza czasem i mogących się jednocześnie realizować w jednostkowych bytach aktualnych. Oznacza to, że wszystkie byty idealne stanowiące odrębny model mogą jednocześnie wkraczać w partykularne zaistnienia aktualne. Oczywiście tak rozumiany pojedynczy model ma tylko potencjalną zdolność urzeczywistniania się (tj. realizacji) w stającym się aktualnym zaistnieniu. Definicja modelu oparta na metafizyce Whiteheada nie zakłada, że owa kolekcja przedmiotów ponadczasowych (stanowiąca odrębny model) kiedykolwiek musi ulec aktualizacji. Model jest tylko i wyłącznie czystą potencjalnością. Dlatego też odrębne zaistnienia aktualne mogą realizować różne — a nawet wzajemnie wykluczające się — zestawy przedmiotów ponadczasowych. Whitehead stwierdza, że

nie istnieje cecha charakterystyczna przynależna aktualnemu zaistnieniu poza jego jednoznacznym [oraz wykluczającym inne możliwości] określeniem przez wybrane wieczne obiekty. Określoność aktualnego zaistnienia wypływa z jednoznaczności obiektów ponadczasowych jako determinant [aktualnych zaistnień]. Jeżeli aktualne zaistnienie jest 'tym', czym jest, to z natury rzeczy nie może być 'tym' lub 'tamtym' aktualnym zaistnieniem. Fakt wykluczających się alternatyw jest faktem o znaczeniu fundamentalnym na mocy którego można mówić

o określoności poszczególnych aktualnych zaistnień¹⁵. (podkreślenie moje — P. W.).

W obrębie pojedynczego aktualnego zaistnienia nie mogą realizować się *niezgodne* (ang. *incompatible*) zbiory idealnych przedmiotów ponadczasowych. Oznacza to, że w sferze aktualności sprzeczność nie istnieje. Natomiast w dziedzinie wiecznych obiektów matematyki mogą istnieć wzajemnie się wykluczające (ang. *exclusive*) oraz niezgodne alternatywy. Na tej podstawie można przyjąć, że — w obrębie metafizyki Whiteheada — choć sprzeczność nie istnieje aktualnie, to istnieje ona realnie. Jest to możliwe tylko i wyłącznie dlatego, że sfera idealnego bytu wiecznego jest czystą potencjalnością. Jest ona zasiedlana przez przedmioty ponadczasowe, które nie mogą być jednocześnie ujęte pojęciowo przez aktualizujące się pojedyncze zaistnienie. Fakt, że dany zbiór wiecznych obiektów tworzy uniwersum pojedynczego modelu M jest uwarunkowany tym, „że każdy przedmiot ponadczasowy posiada «relacjonalną istotę» [relational essence]”¹⁶. Przypomnijmy, że wewnętrzną logiką modeli teorii matematycznych jest logika predykatów pierwszego rzędu. Dlatego też predykaty P_i języka L tej logiki są interpretowane wewnątrz modelu, jako relacje P_i^M określone na przedmiotach ponadczasowych stanowiących uniwersum M . Whitehead stwierdza, że jeżeli A oznacza wieczny obiekt, to

do istoty A należy jego określoność w zakresie relacji do innych przedmiotów ponadczasowych i nieokreśloność w zakresie relacji A do aktualnych zaistnień. Skoro relacje A do innych przedmiotów ponadczasowych określone są w istocie A , są to relacje wewnętrzne. Mam tu na myśli, iż są to relacje konstytutywne dla A ; bowiem byt pozostający w relacjach wewnętrznych nie może istnieć jako byt poza tymi relacjami. [...] Określone

¹⁵Z uwagi na frazeologię tekstu Whiteheada przytaczamy powyższy fragment *Process and Reality* w oryginale: „There is no character belonging to the actual apart from its exclusive determination by selected eternal objects. The definiteness of the actual arises from the exclusiveness of eternal objects in their function as determinants. If the actual entity be 'this', then by the nature of the case it is not 'that' or 'that'. The fact of incompatible alternatives is the ultimate fact in virtue of which there is definite character”, s. 240.

¹⁶A. N. Whitehead, *Nauka...*, s. 218.

powiązania [relatedness] przedmiotu ponadczasowego A z każdym innym przedmiotem ponadczasowym, to sposób, w jaki A regularnie i na mocy konieczności swej natury wchodzi w relacje z każdym innym przedmiotem ponadczasowym. Powiązania takie ukazują możliwość urzeczywistnienia¹⁷.

Oznacza to, że powiązania pomiędzy poszczególnymi elementami uniwersum modelu M , czyli pomiędzy odrębnymi wiecznymi przedmiotami czystej matematyki egzemplifikują się w aktualnych zaistnieniach. W tym sensie są one matrycą świata aktualnego. Na poziomie ontologii matematyki można stwierdzić, że fakt posiadania przez każdy ponadczasowy przedmiot matematyczny *istoty relacyjnej* (ang. *relational essence*) może być rozważany jako argument przemawiający za *strukturalizmem matematycznym*. Jest to pogląd w podstawach matematyki orzekający, że matematyka zajmuje się tylko i wyłącznie *strukturami*, a nie obiektami posiadającymi *wewnętrzne własności*. A więc przedmioty matematyczne są tylko i wyłącznie *miejscami w strukturach*, a poza nimi są pozbawione indywidualności¹⁸. Jednak Whitehead zauważa, że oprócz wspomnianej powyżej istoty relacyjnej przedmioty matematyczne posiadają *istotę indywidualną* (ang. *individual essence*). Mianowicie w cytowanej już pozycji *Nauka...* czytamy:

[...] każdy przedmiot ponadczasowy stanowi indywidualium, które we własny, specyficzny sposób jest tym, czym jest. Ta szczególna indywidualność, to indywidualna istota [individual essence] przedmiotu. Nie sposób opisać jej inaczej, jak przez fakt, iż jest ona sobą. Tak więc indywidualna istota to po prostu istota rozważana ze względu na swą unikalność¹⁹.

Dalej angielski filozof konkluduje, że tożsamość istotowa wiecznych obiektów jest zagwarantowana faktem ich identyczności we wszystkich sposobach wkraczania w aktualne zaistnienia. Oznacza to, że

¹⁷Ibidem, s. 218-220.

¹⁸M. Heller, *Filozofia...*, s. 197 oraz nast.; R. Murawski, *Filozofia...*, s. 165 oraz nast.; M. Resnik, „Mathematics as Science of Patterns: Ontology and Reference”, *Noûs* 15 (1981), s. 529-550; M. Resnik, „Mathematics as a Science of Patters: Epistemology”, *Noûs* 16 (1982), s. 93-105; M. Resnik, „Mathematics from the Structural Point of View”, *Revue Internationale de Philosophie* 43 (1988), s. 400-424.

¹⁹A. N. Whitehead, *Nauka...*, s. 218.

z punktu widzenia metafizycznego system Whiteheada jest strukturalizmem, ale *strukturalizmem realistycznym*. A więc dziedzina przedmiotów ponadczasowych — choć poprzeplatana różnymi wzajemnymi relacjami — istnieje niezależnie od owych relacji wewnętrznych, gdyż każdy obiekt matematyczny jest sam ze sobą tożsamy; posiada on unikalną, jednoznaczną oraz niezmienną w czasie indywidualność. Dualna (tj. *indywidualno-relacyjalna*) natura Whiteheadowskich wiecznych przedmiotów zapewnia, że jego system filozoficzny w dziedzinie podstaw matematyki może być rozpatrywany jako strukturalizm, a zarazem jako platonizm²⁰. Dlatego nazwijmy go strukturalnym platonizmem.

Ponadto w systemie autora *Process and Reality* dostrzec można komponent empiryczny. Przypomnijmy, że jednym z częstych zarzutów kierowanym pod adresem platonizmu matematycznego jest zarzut dotyczący niedostępności poznawczej przedmiotów czystej matematyki²¹. Argument ten próbowano odeprzeć na różne sposoby, na przykład powołując się na możliwość wglądu ejdetycznego w sferę idealnych przedmiotów matematycznych²². Whitehead rozwiązuje ten problem powołując się na swoją teorię ujęć pojęciowych. Mianowicie — co zostało już wcześniej zasygnalizowane — poszczególne aktualne zaistnienia ujmują wieczne przedmioty idealne w procesie aktualizacji.

3. FORMALNO-LOGICZNA ANALIZA UNIWERSUM MATEMATYCZNEGO JAKO SFERY CZYSTEJ POTENCJALNOŚCI

Whitehead proponował oprzeć całą matematykę na *teorii typów*; dzisiaj teoria typów ma już tylko znaczenie czysto historyczne i przy-

²⁰Pojęcie *dualnej* natury Whiteheadowskich wiecznych obiektów nie powinno być mylone z pojęciem *dwubiegunowej* (ang. *bipolar, dipolar*) natury ponadczasowych przedmiotów wypracowanej przez Amerykańskiego procesualistę Ch. Hartshorne'a. Por. P. Gutowski, *Filozofia procesu i jej metafizologia. Studium metafizyki Ch. Hartshorne'a*, Redakcja Wydawnictw KUL, Lublin 1995.

²¹P. Benacerraf, „Mathematical Truth”, [w:] *Philosophy of Mathematics. Selected Readings*, Cambridge University Press, Cambridge 1983, s. 403-420.

²²P. Wilczek, *O sposobie...*, s. 175-207.

muje się, że całą wiedzę matematyczną można zaksjomatyzować w systemie teorii mnogości *ZFC* (tj. *teorii Zermelo-Fraenkela z aksjomatem wyboru*). My również w poniższej pracy zakładamy, że ontologiczną podstawą dla całej matematyki jest teoria mnogości, co oznacza, że wszystkie abstrakcyjne obiekty matematyczne mogą być rozpatrywane jako zbiory i w tym znaczeniu uniwersum teoriomnogościowe stanowi środowisko badań dla całej matematyki²³. Na przykład każda funkcja na płaszczyźnie jest zbiorem par uporządkowanych, grupa to zbiór z określoną pewną operacją binarną; również liczby naturalne, rzeczywiste oraz porządkowe są konstruowane jako zbiory. Zbiory z uniwersum teoriomnogościowego tworzą hierarchię pozaskończoną. Można przyjąć, że ta hierarchia stanowi dziedzinę badań całej matematyki. Wszelka praca matematyków polega na odkrywaniu podstawowych prawd dotyczących uniwersum teoriomnogościowego. Stanowisko platonizmu matematycznego zakładające, że to właśnie uniwersum teoriomnogościowe stanowi ontologiczny fundament dla całej matematyki przyjmuje, że uniwersum to jest *statyczne* (ang. *static*) oraz *niezmiennie* (ang. *immutable*). Jest to klasyczna wersja *realizmu teoriomnogościowego*. Jednak w tym miejscu należy postawić pytanie *czy istnieje jedno czy też wiele uniwersów teoriomnogościowych?*

Zauważmy, że w ciągu ostatnich pięćdziesięciu lat prace teoriomnogościowców skupione są głównie na budowaniu alternatywnych modeli teorii mnogości, w których obowiązują alternatywne prawdy. Takie wyrafinowane techniki matematyczne jak metoda *ultrapotęgi*, *modeli permutacyjnych*, *modeli wewnętrznych*, a przede wszystkim technika *forsingu* (ang. *forcing*) umożliwiły konstruowanie alternatywnych uniwersów matematycznych z alternatywnymi prawdami²⁴. Przypatrzymy się dokładniej metodzie forsinu odkrytej w 1963 roku przez Paula Cohena. Załóżmy, że V to *model podstawowy* (ang. *the ground model*) teorii mnogości Zermelo-Fraenkela z aksjomatem wyboru, co oznaczamy jako $V \models ZFC$; dalej przyjmijmy, że P to zbiór częściowo

²³R. Murawski, *Filozofia...*, s. 173 oraz nast.

²⁴T. Jech, *Set Theory*, Springer — Verlag, Berlin/Heidelberg/New York 2003.

uporządkowany znajdujący się wewnątrz modelu V , czyli $P \in V^{25}$. Określmy teraz V -generyczny filtr $G \subseteq P$ za pomocą, którego możemy zbudować pożądane *rozszerzenie forsingowe* (ang. *a forcing extension*) modelu V . Mianowicie dołączamy do modelu podstawowego V *idealny* (ang. *ideal*) generyczny element G i w ten sposób otrzymujemy nowy model teorii mnogości oznaczony jako $V[G]$. Jest to procedura podobna do procedur rozszerzania ciał algebraicznych. Ponadto zachodzi:

$$V \subseteq V[G].$$

Rozszerzenia o postaci $V[G]$ mogą być równoważnie nazwane *modelem generycznym* (ang. *the generic model* uniwersum V). Zbiór częściowo uporządkowany z modelu podstawowego V , czyli para uporządkowana o postaci (P, \leq) nosi nazwę *pojęcia forsingu* (ang. *a forcing notion*); elementy zbioru P to *warunki forsingu* (ang. *forcing conditions*). Zauważmy, że obiekty wewnątrz modelu $V[G]$ są konstruowane algebraicznie z obiektów znajdujących się w modelu podstawowym V oraz nowego obiektu G . Rozpatrując rozszerzenia generyczne $V[G]$ modelu V widzimy, że zbiory znajdujące się wewnątrz modeli o postaci $V[G]$ są definiowalne z idealnego obiektu G oraz skończenie wielu elementów zbioru V . Każdy przedmiot matematyczny znajdujący się wewnątrz rozszerzenia $V[G]$ posiada *nazwę* w modelu podstawowym V opisującą jak został skonstruowany. Istotną własnością forsingu jest fakt, że model generyczny $V[G]$ może być opisany w obrębie modelu podstawowego V . Z każdym pojęciem forsingu sprzężony jest pewien język, zwany *językiem forsingu* (ang. *a forcing language*) oraz *relacja forsingu* \Vdash_P (ang. *the forcing relation*), zwana też relacją wymuszania. Relacja ta zachodzi pomiędzy warunkami forsingu, a zdaniami języka forsingu, czyli symbolicznie

$$p \Vdash_P \varphi$$

²⁵Przypomnijmy, że parę uporządkowaną (X, \leq) , gdzie X to dowolny zbiór a \leq to binarna relacja na X nazywamy *zbiorem częściowo uporządkowanym*, gdy \leq spełnia warunki zwrotności, przechodniości oraz antysymetryczności. Por. T. Jech, *Set...*, s. 17.

co oznacza, że warunek forsingu $p \in P$ wymusza (ang. *forces*) prawdziwość zdania φ . Z punktu widzenia modeli generycznych powyższa relacja może być określona za pomocą następującej równoważności:

$p \Vdash_P \varphi$ wtedy i tylko wtedy, gdy dla każdego V -generycznego filtru G takiego, że $p \in G \subseteq P$ zachodzi relacja $V[G] \models \varphi$.

Jest to *Twierdzenie o Forsingu*. Za pomocą powyżej opisanej metody Cohen skonstruował modele teorii mnogości *ZFC* spełniające hipotezę continuum (*CH*), jak również modele falsyfikujące CH ²⁶. Z punktu widzenia modeli generycznych oznacza to, że w modelu podstawowym V teorii *ZFC* istnieją elementy V -generyczne $G \subseteq P$ oraz $F \subseteq Q$ takie, że:

$V[G] \models ZFC + CH$ wtedy i tylko wtedy, gdy $\exists p \in G \subseteq P$ oraz
 $p \Vdash_P CH$

oraz

$V[F] \models ZFC + \neg CH$ wtedy i tylko wtedy, gdy $\exists q \in F \subseteq Q$ oraz
 $q \Vdash_P \neg CH$

Jest to równoznaczne z wykazaniem, iż hipoteza continuum jest niezależna od aksjomatów teorii Zermelo-Fraenkela.

Metoda *forsingu* posłużyła do konstruowania zdumiewającej rozmaitości nowych modeli teorii mnogości *ZFC*, w których obowiązują alternatywne, często wzajemnie wykluczające się prawdy matematyczne. Z punktu widzenia epistemologicznego należy zauważyć, że rozszerzenia forsingowe $V[G]$ są ściśle związane z modelem podstawowym V , ale obowiązują w nich alternatywne prawdy teoriomnościowe, które to są ściśle kontrolowane przez odpowiednie zbiory częściowo uporządkowane znajdujące się w modelu podstawowym V . Postawmy teraz kluczowe dla nas pytanie:

*Czy owe alternatywne uniwersa matematyczne istnieją **realnie** czy przysługują im tylko status bytu **intencjonalnego**?*

²⁶Przypomnijmy, że hipoteza continuum (*CH*) orzeka, iż $2^{\aleph_0} = \aleph_1$, gdzie \aleph_0 to moc zbioru liczb naturalnych, a \aleph_1 to pierwsza nieprzeliczalna liczba kardynalna. Por. K. Wójtowicz, *Realizm...*, s. 177.

Mianowicie posługując się kryterium równouprawnienia epistemologicznego musimy przyjąć, że owe modele uniwersum teoriomnogościowego istnieją realnie ponieważ nie możemy wskazać żadnej zasady teoriopoznawczej, która falsyfikowałaby zdania dotyczące obiektów matematycznych będące prawdami w owych alternatywnych uniwersach teoriomnogościowych. Dlatego też musimy przyjąć *tezę o równouprawnieniu* — zarówno z punktu widzenia teoriopoznawczego, jak również ontologicznego — wszystkich dostępnych modeli uniwersum matematycznego. Z wewnętrznego punktu widzenia teorii mnogości nazwijmy powyższy pogląd — zakładający mnogość uniwersów matematycznych — teorią *Multiuniwersum* (lub *Multiwersum*) *Matematycznego* (ang. *the Multiverse view*), w skrócie teorią *MM*^{27,28}. Widzimy, że teoria *MM* jest platonizmem, ale *platonizmem drugiego rzędu*, bowiem dotyczy realnego istnienia alternatywnych uniwersów teoriomnogościowych. Ów *drugorzędowy realizm matematyczny* stwierdza obiektywne istnienie wszystkich dostępnych pod względem poznawczym uniwersów matematycznych. Mianowicie każdej kolekcji przedmiotów matematycznych, która nie zawiera elementów wzajemnie wykluczających się w pełni — pod względem ontologicznym — przysługuje istnienie w sferze ponadczasowych przedmiotów idealnych. Oznacza to, iż uniwersum matematyczne w świetle teorii *MM* nie jest statyczną oraz niezmienną strukturą, lecz ma charakter *heterogeniczny*. Dana formuła matematyczna może zmieniać swoją wartość logiczną w zależności od regionów owego uniwersum matematycznego. Jeden z najwybitniejszych współczesnych badaczy podstaw matematyki — Saharon Shelah tak charakteryzuje *dynamizm* dziedziny przedmiotów matematycznych²⁹:

²⁷J. D. Hamkins, „Some Second Order Set Theory”, *Lecture Notes in Computer Science* 5378 (2009), s. 36-50.

²⁸Omawiana powyżej teoria Multiuniwersum Matematycznego, zwana również Teorią Wieloświata Matematycznego nie ma nic wspólnego i nie powinna być mylona z teorią Wieloświata występującą na terenie współczesnej kosmologii. Na temat tej ostatniej por. M. Heller, *Filozofia...*, s. 417 oraz nast.; M. Heller, *Ostateczne wyjaśnienia wszechświata*, Universitas, Kraków 2008, s. 109 oraz nast.; M. Tegmark, „Parallel Universes”, *Scientific American* 6 (2003), s. 41-51.

²⁹Matematyk ten opublikował blisko 1000 prac z dziedziny podstaw matematyki (w połowie 2011 roku internetowe archiwum prac Shelaha — Shelah's Archive

Typowe uniwersum teorii mnogości można przyrównać do życia pana Johna Smitha, typowego Amerykanina. Moje typowe uniwersum matematyczne jest bardzo interesujące (a nawet pluralistyczne): zawiera ono na przykład duże fragmenty, w których obowiązuje uogólniona hipoteza continuum, podczas gdy w innych fragmentach obowiązuje jej negacja [...] ³⁰. Wydaje się to nie mniej usprawiedliwione niż stwierdzenie, że pan John Smith wychował się w stanie Nowy York, podjął wyższą edukację w Kalifornii, rzucił college na trzecim roku, a obecnie mieszka gdzieś na przedmieściach w północno-wschodniej części kraju; głównie jest pochodzenia anglo-saksońskiego, przy czym jeden z jego dziadków był Irlandczykiem lub Włochem oraz ma domieszkę hiszpańskiej lub afroamerykańskiej krwi; z żoną żyje w separacji oraz ma z nią 2,4 dzieci ³¹. (podkreślenie moje — P. W.)

Teraz staje się oczywistym, że analiza bytu idealnego przeprowadzona przez Whiteheada może być zinterpretowana w kategoriach teorii *MM*. Można założyć, iż owe wzajemnie wykluczające się ze względu na realizację w pojedynczych aktualnych zaistnieniach kolekcje obiektów ponadczasowych tworzą alternatywne uniwersa teoriomnogościowe. Przypomnijmy, że modelem w sensie autora *Process and Reality* nazywamy zbiór wiecznych przedmiotów matematycznych, które mogą być jednocześnie ujęte pojęciowo poprzez pojedyncze, stające się zaistnienie. Dlatego też każde alternatywne uniwersum matematyczne może być rozpatrywane jako indywidualny zbiór ponadczasowych obiektów, które posiadają potencjalną zdolność jednoczesnego wkroczenia w aktualizujące się pojedyncze zaistnienie.

<http://shelah.logic.at/> — liczyło dokładnie 982 pozycje, z czego większość to artykuły opublikowane w czasopismach z listy Filadelfijskiej); jego prace dotyczą głównie teorii klasyfikacji modeli matematycznych, logik infinitarynych, arytmetyki liczb kardynalnych oraz zastosowań logiki matematycznej w algebrze.

³⁰*Uogólniona hipoteza continuum (GCH)* to asercja o postaci $2^{\aleph_\alpha} = \aleph_{\alpha+1}$, gdzie α to liczba porządkowa, $\aleph_{\alpha+1}$ to następnik kardynalny liczby \aleph_α . Por. T. Jech, *Set...*, s. 55.

³¹S. Shelah, „The Future of Set Theory”, [w:] *Set Theory of Reals. Israel Mathematical Conference Proceedings*, Vol. 6, red. H. Judah, *Proceedings of the Winter Institute held at Bar-Ilan University*, Ramat Gan, 1991; artykuł dostępny również jako preprint pod adresem arXiv:math/0211397 (14 czerwiec 2011).

Jaki charakter ma dziedzina czystej potencjalności w postaci rozmaitości alternatywnych uniwersów teoriomnogościowych? Aby odpowiedzieć na to pytanie oddajmy głos Whiteheadowi. Oznaczmy przez A pewien przedmiot ponadczasowy. W pracy *Nauka...* stwierdza on, że

tak więc ogólną zasadą wyrażającą wkroczenie A w poszczególne aktualne zaistnienie α jest mieszcząca się w istocie A nieokreśloność co do wkroczenia w α i określoność mieszcząca się w istocie α co do wkroczenia A w α . [...] Każde aktualne zaistnienie α , to rozwiązanie wszelkich modalności w aktualnych, kategoriowych wkroczeniach; miejsce możliwości zajmują prawda i fałsz³². (podkreślenie moje — P. W.)

Z powyższego wynika, że sfera czystej potencjalności ma charakter modalny. Obejmuje ona wszelkie dostępne epistemologicznie potencjalności dotyczące poszczególnych aktualizacji alternatywnych uniwersów matematycznych. Oczywiście rozważania z zakresu ontologii matematyki nic nie mówią o metafizycznych realizacjach poszczególnych modeli teorii *ZFC* w świecie aktualnym. Nasze badania odnoszą się tylko i wyłącznie do bytu idealnego, czyli dziedziny czystych, idealnych możliwości. Dlatego też teorię *MM* nazwać można *drugorzędowym realizmem modalnym*. Stwierdza ona, że ponadczasowe przedmioty czystej matematyki — pogrupowane w alternatywne, samoistne modele teorii dedukcyjnych — istnieją realnie w obszarze czystej, niezrealizowanej potencjalności bytującej niezależnie od umysłu badaczy.

Używając narzędzi formalnych zaczerpniętych z teorii logik modalnych oraz ich semantyk założymy, że każde alternatywne uniwersum teoriomnogościowe w postaci rozszerzeń generycznych to jeden *świat możliwy* (ang. *a possibile world*), natomiast relacja dostępności epistemologicznej pomiędzy dwoma alternatywnymi modelami teorii *ZFC* to dobrze znana z teorii semantyk Kripkiego *relacja dostępności* (ang.

³²A. N. Whitehead, *Nauka...*, s. 219; P. Wilczek, „The Ontological Approach to Mathematics: Whitehead and Contemporary Mathematical Platonism”, [w:] *The Dynamical Ontologies of A. N. Whitehead and N. Hartmann*, Towarzystwo Metafizyczne im. A. N. Whiteheada, Katowice 2001, s. 83-86.

the accessibility relation) pomiędzy możliwymi światami³³. Mówimy, że jeden możliwy świat (w postaci uniwersum teoriomnogościowego) jest dostępny względem innego możliwego świata (również w postaci uniwersum teoriomnogościowego), gdy jest on jego rozszerzeniem forsingowym. Określmy teraz — za Joelem D. Hamkinsem — funkcję nazwaną później *translacją Hamkinsa* (ang. *Hamkins translation*) odwzorowującą asercje zdaniowe sformułowane w języku logiki modalnej na formuły języka teorii zbiorów³⁴. Zakładając, że 0 oznacza logiczny fałsz, funkcja ta ma postać:

$$H(0) = 0$$

$$H(\neg\varphi) = \neg H(\varphi)$$

$$H(\varphi \vee \phi) = H(\varphi) \vee H(\phi)$$

$H(\diamond\varphi)$ = istnieje rozszerzenie forsingowe modelu podstawowego V teorii mnogości ZFC , w którym prawdziwa jest formuła $H(\varphi)$.

Zbiór możliwych asercji z punktu widzenia zdaniowej logiki modalnej pokrywa się ze zbiorem zdań wymuszalnych w języku forsingu teorii ZFC . Zbiór ten ma postać:

$$Force := \{\varphi : \exists G \subseteq P \in V, V[G] \models ZFC + H(\varphi)\}.$$

Formułę matematyczną φ (na przykład formułę wyrażającą hipotezę continuum) sformułowaną w języku teorii mnogości ZFC nazywamy *możliwą* (ang. *possible*) lub *wymuszalną* (ang. *forceable*), co oznaczamy jako $\diamond\varphi$, gdy zachodzi ona w **pewnym** rozszerzeniu forsingowym modelu podstawowego V teorii ZFC . Natomiast formułę φ , również w języku ZFC , nazywamy *konieczną* (ang. *necessary*), co oznaczamy jako $\square\varphi$, gdy zachodzi ona we **wszystkich** rozszerzeniach forsingowych modelu podstawowego V teorii ZFC . Jeżeli P oznacza częściowo uporządkowany zbiór taki, że $P \in V$ oraz na P określamy V -generyczny filtr G to zachodzą następujące równoważności:

$$\diamond\varphi \leftrightarrow \exists P \exists p \in P \ p \Vdash_P \varphi$$

³³K. Świrydowicz, *Podstawy logiki modalnej*, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań 2004.

³⁴J. D. Hamkins oraz B. Löwe, „Modal Logic of Forcing”, *Transaction of American Mathematical Society* 360 (2008), s. 1793-1817.

$$\Box\varphi \leftrightarrow \forall P\forall p \in P \ p \models_P \varphi.$$

Na przykład asercje CH lub $\neg CH$ są zdaniem możliwymi, tj. wymuszalnymi w pewnych rozszerzeniach forsingowych, ale nigdy nie są one zdaniem koniecznymi ponieważ mogą być prawdziwe lub fałszywe w konkretnych modelach teorii mnogości ZFC .

Zakładamy, że asercja modalna $\sigma(x_0, x_1, \dots, x_n)$ to obowiązująca zasada forsingu, gdy dla wszystkich zdań $\varphi_0, \varphi_1, \dots, \varphi_n$ sformułowanych w języku teorii mnogości ZFC następujące podstawienie $\sigma(\varphi_0, \varphi_1, \dots, \varphi_n)$ jest prawdziwe. J. Hamkins oraz B. Löwe wykazali, że poniższe asercje modalne są obowiązującymi zasadami forsingu:

K	$\Box(\varphi \rightarrow \phi) \rightarrow (\Box\varphi \rightarrow \Box\phi)$
Dualność	$\Box\neg\varphi \leftrightarrow \neg\Diamond\varphi$
S	$\Box\varphi \rightarrow \varphi$
4	$\Box\varphi \rightarrow \Box\Box\varphi$
.2	$\Diamond\Box\varphi \rightarrow \Box\Diamond\varphi$

...dowodząc tym samym następującego twierdzenia:

Twierdzenie o Modalności Forsingu. *Każda asercja zdaniowa logiki modalnej S4.2 jest obowiązującą zasadą forsingu, czyli Force=S4.2.*

Oznacza to, że dowodliwymi w teorii mnogości ZFC prawami forsingu są wszystkie asercje zdaniowej logiki modalnej S4.2.

Na podstawie powyższych analiz widzimy, że każdy model generyczny o postaci $V[G]$, jak również samo uniwersum teoriomnogościowe V , wyczerpują Whiteheadowską definicję modelu, tj. zbioru wiecznych przedmiotów matematycznych mogących się równocześnie realizować w pojedynczym stającym się aktualnym zaistnieniu. Przykładowo możemy sobie wyobrazić pojedyncze aktualizujące się zaistnienie obejmujące pojęciowo (tj. konceptualnie) kolekcję ponadczasowych obiektów czystej matematyki w postaci modelu generycznego $V[G]$ takiego, że $V[G] \models ZFC + CH$. Inne, również stające się aktualne zaistnienie może realizować zbiór wiecznych przedmiotów w postaci rozszerzenia forsingowego $V[F]$ takiego, że $V[F] \models ZFC + \neg CH$. A więc aktualność — w przeciwieństwie do dziedziny czystej potencjalności — nie realizuje warunków wzajemnie się wykluczających.

Nie może istnieć aktualne zaistnienie, które równocześnie ujmowałoby pojęciowo przeciwstawne kolekcje idealnych, ponadczasowych obiektów matematycznych (np. wzajemnie się wykluczające modele generyczne), w których obowiązywałyby sprzeczne twierdzenia matematyczne jak na przykład hipoteza continuum oraz jej negacja. *Wewnętrzną* logiką pojedynczych aktualizujących się zaistnień oraz *wewnętrzną* logiką modeli matematycznych (np. rozszerzeń forsingowych) jest logika predykatów pierwszego rzędu. Natomiast *metalogiką* różnorodności kolekcji wiecznych przedmiotów matematycznych należących do sfery czystych potencjalności jest zdaniowa logika modalna S4.2.

Używając operatorów modalnych możliwości oraz konieczności określimy zdanie φ jako *możliwie konieczne* (ang. *possibly necessary*) lub też jako *wymuszalnie konieczne* (ang. *forceably necessary*), gdy φ zachodzi w pewnym rozszerzeniu forsingowym modelu podstawowego V oraz we wszystkich dalszych rozszerzeniach modelu $V[G]$, tj. w modelach generycznych o postaci $V[G][\dot{F}]$, gdzie \dot{F} oznacza nazwę $V[G]$ -generycznego filtru określonego na zbiorze częściowo uporządkowanym \dot{Q} znajdującym się w pierwszym rozszerzeniu generycznym $V[G]$ modelu podstawowego V (oznacza to, że rozszerzenia forsingowe mogą być iterowane)³⁵. W symbolice modalnej zdania wymuszalnie konieczne zapisujemy jako $\diamond\Box\varphi$. Wspomniany już badacz teorii mnogości — Joel Hamkins — wprowadził nowy postulat teorii zbiorów, nazwany *Zasadą Maksymalności* (ang. *the Maximality Principle*), w skrócie *MP* orzekający, iż każde zdanie sformułowane w języku teorii mnogości *ZFC* będące wymuszalnie konieczne jest zdaniem prawdziwym³⁶. Symbolicznie *MP* ma postać:

$$\diamond\Box\varphi \rightarrow \varphi$$

MP może być wzmocniona do asercji o następującej postaci:

$$\diamond\Box\varphi \rightarrow \Box\varphi$$

³⁵Jech, *Set...*, s. 280 oraz nast.

³⁶J. D. Hamkins, „A Simple Maximality Principle”, *Journal of Symbolic Logic* 68 (2) (2003), s. 527-550.

mówiącej, że każde możliwie konieczne zdanie sformułowane w języku teorii *ZFC* jest koniecznie prawdziwe. Jest to dobrze znany z teorii logik modalnych *aksjomat Euklidesa* (ang. *the the Euclidean Axiom*). Równoważnie *MP* może być sformułowana w postaci implikacji:

$$\neg \Box \varphi \rightarrow \Box \neg \Box \varphi$$

orzekającej, że każde nie koniecznie prawdziwe zdanie sformułowane w teorii *ZFC* jest koniecznie nie koniecznie prawdziwe. Zauważmy, że schemat wnioskowania o powyższej postaci jest aksjomatem, który dodany do logiki modalnej *S4* tworzy wraz z jej własnymi postulatami teorii modalną *S5*. Można wykazać, że aksjomat *MP* jest niesprzeczny z pewnikami teorii mnogości *ZFC*. Przyjmując *MP* jako dodatkowy pewnik teorii *ZFC* otrzymujemy następującą charakterystykę zbioru zdań wymuszalnych *Force*:

$$S4.2 \subseteq Force \subseteq S5.$$

Pozostaje kwestią otwartą zbadanie statusu ontologicznego oraz interpretacji aksjomatu *MP* jako nowego pewnika teorii *ZFC* na tle zarysowanej Whiteheadowskiej analizy ponadczasowego bytu idealnego.

4. ZAKOŃCZENIE

W artykule tym analizując ontologiczne koncepcje Alfreda N. Whiteheada (zamieszczone głównie w pracach *Nauka i świat nowożytny* oraz *Process and Reality*), a dotyczące jestestw matematycznych przyjęto Arystotelesowski punkt widzenia. Egzemplifikuje się on w założeniu kategorii potencjalności oraz aktualności mogących przysługiwać bytom określonego rodzaju. Mianowicie Whiteheadowskie wieczne obiekty — w tym przedmioty czystej matematyki — choć są realne, to nie są aktualne. Tworzą one dziedzinę czystych potencjalności. Bazując na pracach angielskiego procesualisty próbowano zastosować osiągnięcia współczesnej logiki matematycznej w celu ukazania — od strony formalnej — owej czysto potencjalnej rzeczywistości. Wykazaliśmy, że owa sfera niezaktualizowanych możliwości ma charakter mo-

dalny i właściwą logiką opisującą tę dziedzinę jest dokładnie zdaniowa logika modalna S4.2.

Posługując się terminem — zaczerpniętym z prac Alfreda Tarskiego — teorii matematycznej jako domkniętego zbioru zdań sformułowanych w logice predykatów pierwszego rzędu określiliśmy pojęcie modelu matematycznego jako zbioru ponadczasowych obiektów matematycznych zdolnych do jednoczesnej aktualizacji w pojedynczym stającym się zaistnieniu. Z prac współczesnych logików matematycznych wiemy, że metalogiką tak rozumianych modeli — w tym modeli forsingowych teoriomnogościowego uniwersum V — jest właśnie logika modalna S4.2. Relacja dostępności epistemologicznej pomiędzy modelami generycznymi teorii mnogości ZFC jest dobrze znaną — z semantycznych prac Saula Kripkiego — relacją dostępności pomiędzy światami możliwymi aksjomatyzowaną w modalnej teorii S4.2. Na podstawie prac z ostatnich paru lat poświęconych metateorii uniwersum matematycznego pokazano, iż filozofia Whiteheada dotycząca dziedziny wiecznych przedmiotów może stanowić podstawę heurystyczną dla współcześnie rozwijanej teorii Multiuniwersum Matematycznego będącą próbą formalizacji naszych intuicji odnoszących się do drugorzędowego realizmu matematycznego postulującego obiektywne istnienie alternatywnych oraz samodzielnych ontologicznie modeli uniwersum mnogościowego V .

Z punktu widzenia filozoficznych podstaw matematyki można przyjąć, że teoria Whiteheada dotycząca wiecznych przedmiotów matematycznych jest realizmem matematycznym drugiego rzędu. Mianowicie postuluje ona nie tylko samoistne istnienie przedmiotów matematycznych, ale również samoistne bytowanie alternatywnych uniwersów teoriomnogościowych. Jest to więc realizm dotyczący zarówno odrębnych przedmiotów matematycznych jak również ich — często wzajemnie się wykluczających — hierarchii, którymi są na przykład alternatywne modele teorii mnogości Zermelo-Fraenkela. Ponadto autor *Process and Reality* zakłada, iż ponadczasowe idealne obiekty nauk dedukcyjnych posiadają tak zwaną dwoistą naturę. Jest to natura indywidualno-relacyjalna, co też oznacza, iż każdy wieczny przedmiot jest tożsamy sam ze sobą jak również pozostaje w wielości relacji

z innymi obiektami matematycznymi. Dlatego też Whiteheadowskie spojrzenie na matematykę jest strukturalizmem i to strukturalizmem realistycznym, gdyż owe współwystępujące w strukturach przedmioty matematyczne pozostają w relacji identyczności (tj. tożsamości bytowej) we wszystkich przypadkach realizacji w poszczególnych aktualizujących się zaistnieniach. Oznacza to, iż aby w pełni zrozumieć naturę pojedynczego jestestwa matematycznego musimy pytać o jego miejsce w strukturze. Ponadto kategoria ujęć konceptualnych wiecznych przedmiotów przez stające się aktualne zaistnienia pozwala rozumieć dziedzinę czystych potencjalności w sposób empiryczny.

W naszych dociekaniach przyjęliśmy hipotezę badawczą tak zwanego *Pola Racjonalności*, czyli przypuszczenie postulujące istnienie ponadczasowej dziedziny czystych potencjalności, które to stanowią ontologiczną osnowę dla wszystkich aktualnych zaistnień. Ponadto przyjmuje się, iż owo *Pole Racjonalności* wyznacza — pod względem teoriobytowym — granice dla wszystkich realizujących się w świecie aktualnym zaistnień. Jest więc ono sferą czystych możliwości dla ukonkretniających się (tj. stających się) bytów aktualnych. W przypadku przyjętych przez nas założeń należy zaznaczyć, że — z punktu widzenia epistemologicznego — *Pole Racjonalności*, choć konstytuowane przez wieczne przedmioty idealne pozbawione aktualności, ale nie realności, stanowi poznawcze usprawiedliwienie naszego poznania apriorycznego. Badając — za pomocą metod dedukcyjnych — ową dziedzinę czystych możliwości oraz wzajemne związki o charakterze logiczno-ontologicznym zachodzące pomiędzy jej elementami składowymi (tj. poszczególnymi ponadczasowymi obiektami lub ich zbiorami) zdobywamy wiedzę o otaczającym nas aktualnym świecie rzeczywistym. Sfera czystych potencjalności stanowiących ontologiczną podstawę dla realnie zachodzących procesów stanowi obszar badań podatny — z punktu widzenia teorii poznania — na stosowalność metod dedukcyjno-logicznych.

Dlatego też powyższa praca może być potraktowana jako przyczynek do badań nad formalizacją — za pomocą ścisłych metod logiczno-matematycznych — owego hipotetycznego *Pola Racjonalności* konstytuowanego przez sferę czystych możliwości (tj. potencjalności realizu-

jących się w obszarze bytu aktualnego), a tym samym jako pierwszy krok w kierunku zbudowania koherentnej *Logiki Racjonalności*. Heurystycznym usprawiedliwieniem tak rozumianej *Logiki Racjonalności* są między innymi: idee semantyczne Alfreda Tarskiego, teorie zdaniowych logik modalnych oraz teoria Multiuniwersum Matematycznego będąca formalizacją ontologii drugorzędowego realizmu matematycznego. Z powyższej perspektywy badawczej uzasadniona wydaje się hipoteza mówiąca, iż choć *Racjonalność* jest jedna, to ma ona różne, nierzadko wzajemnie się wykluczające oblicza. Jeżeli przyjmiemy istnienie *Pola Racjonalności* jako źródła wszelkich potencjalności, to musimy założyć, iż owa sfera — istniejąca niezależnie od umysłów badaczy — ma w istocie swojej charakter modalny. Zawiera ona wszystkie możliwe związki wynikania mogące się realizować w świecie aktualnym.

SUMMARY

THE LOGIC OF RATIONALITY

In this article Whitehead's philosophy of mathematics is characterized as a Structural Second-Order Platonism and it is demonstrated that the Whiteheadian ontology is consistent with modern formal approaches to the foundation of mathematics. We follow the pathway taken by model-theoretically and semantically oriented philosophers. Consequently, it is supposed that all mathematical theories (understood as deductively closed sets of sentences) determine their own models. These models exist mind-independently in the realm of eternal objects.

From the metatheoretical point of view the hypothesis (posed by Józef Życiński) of the Rationality Field is explored. It is indicated that relationships between different models can be described in the language of modal logics and can further be axiomatized in the framework of the Second Order Set Theory. In conclusion, it is asserted that if any model (of a mathematical theory) is understood, in agreement with Whitehead's philosophy, as a collection of eternal objects, which can be simultaneously realized in a single actual occasion, then our external world is governed by the hidden pattern encoded in the field of pure potentialities which constitute the above mentioned Field of Rationality. Therefore, this work can be regarded as the first step towards building a Logic of Rationality.

Tadeusz PABJAN
Centrum Kopernika Badań Interdyscyplinarnych

DRUGA REWOLUCJA KWANTOWA: DZIEDZICTWO JOHNA S. BELLA

Mechanika kwantowa jest z wielu powodów wyjątkowo wdzięcznym przedmiotem analiz dla filozofii nauki. Jako jedna z najbardziej zaawansowanych matematycznie i najlepiej potwierdzonych empirycznie teorii fizycznych stanowi ona swego rodzaju metodologiczny wzorzec dla wszystkich innych teorii współczesnej nauki, a jednocześnie — jest źródłem bardzo wielu interpretacyjnych kontrowersji, które kładą się cieniem na wszystkich jej pozostałych zaletach. Interesującym — zwłaszcza z metodologicznego punktu widzenia — fenomenem jest to, że matematyczne i technologiczne zaawansowanie mechaniki kwantowej nie idzie w parze z zaawansowaniem konceptualnym: wiele zagadnień o charakterze pojęciowym, które mają fundamentalne znaczenie dla interpretacji formalizmu tej teorii ciągle jeszcze oczekuje na satysfakcjonujące wyjaśnienie. Równie interesujące — nie tylko dla metodologii, ale również dla socjologii i psychologii nauki — są mechanizmy, które odpowiadają za to, że znaczna część fizyków, zajmujących się mechaniką kwantową, w całkowicie bezkrytyczny sposób przyjmuje pogląd szkoły kopenhaskiej, zgodnie z którym wszystkie istotne dla tej teorii problemy o charakterze pojęciowym zostały dawno temu w sposób zadowalający rozwiązane przez jej ojców-założycieli.

Fizykiem, który zwrócił uwagę świata naukowego na bezpodstawność tego ostatniego poglądu, był autor jednego z najważniejszych twierdzeń, dotyczących interpretacji formalizmu mechaniki kwanto-

wej, John S. Bell.¹ Lektura jego artykułów, dotyczących konceptualnych podstaw tej teorii², pozwala nabrać przekonania, że ulubionym zajęciem tego uczonego było kontestowanie stanowiska szkoły kopenhaskiej, i formułowanie (wyjątkowo trafnych!) argumentów za tym, że standardowe sformułowanie mechaniki kwantowej zawiera szereg „fundamentalnych nieścisłości”³, które w tak poważnej i zaawansowanej teorii fizycznej, jaką jest mechanika kwantowa, najzwyczajniej w świecie nie mają prawa się pojawiać. Co prawda, Bell nie znalazł jednej prostej odpowiedzi na pytania, dotyczące tego typu interpretacyjnych nieścisłości — chociaż wskazał na kilka rozwiązań, które mogłyby takich odpowiedzi dostarczyć⁴ — ale jego analizy okazały się niezwykle skutecznym katalizatorem postępu technologicznego, otwierającego przed mechaniką kwantową zupełnie nowe, nieznanе wcześniej, perspektywy rozwoju. Jeśli pamięta się o tym, że stanowisko szkoły kopenhaskiej przez długie dziesięciolecia traktowane było przez naukowe elity jako „jedynie słuszna” interpretacja mechaniki kwantowej, to trudno nie zgodzić się z przewrotnym wnioskiem, który formułuje Alain Aspect w odniesieniu do wyników, uzyskanych przez Bella: kwestionowanie naukowych dogmatów w pewnych przypadkach może okazać się bardzo owocne.⁵

¹John S. Bell (1928-1990) był irlandzkim fizykiem teoretykiem — „kwantowym inżynierem”, jak zwykł o sobie mawiać. Studia z zakresu fizyki eksperymentalnej (*Queen's University of Belfast*) ukończył w roku 1948. Specjalizował się w fizyce nuklearnej i kwantowej teorii pola (przez wiele lat pracował w ośrodku CERN), ale największą sławę przyniosły mu prace, dotyczące konceptualnych podstaw mechaniki kwantowej, przede wszystkim zaś — praca, zawierająca wynik, znany obecnie jako twierdzenie Bella.

²Zob. J. S. Bell, *Speakable and Unsayable in Quantum Mechanics. Collected Papers on Quantum Philosophy*, Cambridge University Press, Cambridge 2004.

³Tamże, s. 170.

⁴Teorie w sposób szczególnie faworyzowane przez Bella to teoria fali pilotującej de Broglie'a-Bohma oraz teoria spontanicznego kolapsu funkcji falowej, sformułowana przez G. C. Ghirardiego, A. Rimini i T. Webera.

⁵Por. A. Aspect, „Introduction: John Bell and the second quantum revolution”, w: J.S. Bell, *Speakable and Unsayable in Quantum Mechanics*, dz. cyt., s. xvii-xxxix.

1. DWIE REWOLUCJE

Różnica pomiędzy tym, co w mechanice kwantowej działo się w pierwszej połowie XX wieku, i tym, co dzieje się obecnie, jest tak zasadnicza, że mówi się w tym kontekście o dwóch różnych rewolucjach kwantowych: pierwszej i drugiej. Pierwsza z nich doprowadziła do zbudowania teoretycznych i eksperymentalnych podstaw fizyki kwantowej, i miała w rzeczywistości charakter rewolucji konceptualnej, w czasie której radykalnej zmianie uległo zarówno potoczne, jak i ściśle naukowe, wyobrażenie na temat tego, w jaki sposób funkcjonuje fizyczna rzeczywistość na najbardziej podstawowym — to jest kwantowym — poziomie. Druga rewolucja kwantowa pozwoliła na znalezienie konkretnych zastosowań dla reguł, rządzących światem kwantowym, i stała się okresem rozwoju nowych, kwantowych technologii, umożliwiających nie tylko badanie tego świata, ale również jego przekształcanie i dostosowywanie do konkretnych, praktycznych celów. Różnicę pomiędzy pierwszą i drugą rewolucją kwantową w trafny sposób ujmują w jednym ze swoich artykułów J. P. Dowling i G. J. Milburn:

Nie jesteśmy już pasywnymi obserwatorami świata kwantowego, który jest nam dany. W pierwszej rewolucji kwantowej wykorzystywaliśmy mechanikę kwantową, by zrozumieć to, co już istnieje. Mogliśmy wyjaśnić tablicę okresową pierwiastków, ale nie projektować i budować własne atomy. Mogliśmy wyjaśnić, w jaki sposób zachowują się metale i półprzewodniki, ale nie wpływać na to zachowanie. Różnica pomiędzy nauką i technologią polega na możliwości projektowania własnego otoczenia w najdrobniejszych szczegółach, a nie jedynie wyjaśniania go. W drugiej rewolucji kwantowej w sposób aktywny wykorzystujemy mechanikę kwantową po to, aby zmieniać kwantowe oblicze świata przyrody. Tworzymy w nim dla własnych celów zaprojektowane przez siebie sztuczne stany kwantowe. (...) Choć mechanika kwantowa jako nauka dojrzała już całkowicie, inżynieria kwantowa — jako technologia — dopiero teraz pojawia się [i funkcjonuje] na własnych prawach.⁶

⁶J. P. Dowling, G. J. Milburn, „Quantum technology: the second quantum revolution”, *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 361 (2003), s. 1656.

Nie ulega wątpliwości, że rewolucja technologiczna nie byłaby możliwa bez radykalnej rewolucji konceptualnej, jaka miała miejsce w pierwszej połowie wieku XX. Zwolennicy szkoły kopenhaskiej utrzymują, że ta ostatnia — to znaczy konceptualna — rewolucja zakończyła się wtedy, gdy twórcy mechaniki kwantowej zbudowali formalizm tej teorii. Zakończyła się — ponieważ wszystkie istotne zagadnienia o charakterze konceptualnym zostały w satysfakcjonujący sposób wyjaśnione przez Bohra, Heisenberga, i innych fizyków, którzy stworzyli formalizm mechaniki kwantowej, i nadali mu stosowną interpretację. Czy rzeczywiście tak było? Wiele wskazuje na to, że — wbrew tej ostatniej opinii — pierwsza rewolucja kwantowa cały czas trwa, a jej bardzo istotny etap dokonał się nie tak dawno właśnie za sprawą Johna S. Bella. Prace tego fizyka uzmysłowiły uczynom, że wiele pojęć i koncepcji, tworzących pojęciowy fundament mechaniki kwantowej, wymaga zasadniczego doprecyzowania.

Szczególną rolę w tym procesie odegrał niepozorny artykuł Bella z roku 1964, dotyczący paradoksu EPR, i zawierający wynik, znany obecnie jako twierdzenie Bella.⁷ Publikacja ta umożliwiła przynajmniej częściowe rozstrzygnięcie ciągnącego się od wielu lat sporu, dotyczącego teorii zmiennych ukrytych: dowiodła ona, że żadna tego typu teoria, zgodna z warunkiem lokalnej przyczynowości, nie jest w stanie odtworzyć wszystkich empirycznych predykcji standardowej mechaniki kwantowej.⁸ O doniosłości tego wyniku może świadczyć to, że o doświadczeniach, w których empirycznym testom poddano nierówności Bella⁹, dosyć powszechnie zaczęto mówić, iż rozpoczynają

⁷J. S. Bell, „On the Einstein-Podolsky-Rosen paradox”, *Physics*, 1 (1964), s. 195-200.

⁸Co istotne, twierdzenie Bella nie falsyfikuje nielokalnych (a jedynie lokalne) wersji teorii zmiennych ukrytych.

⁹Nierówność Bella jest matematycznym wyrażeniem, które stanowi konstytutywny element twierdzenia Bella, i które umożliwia empiryczne rozstrzygnięcie sporu pomiędzy standardowym sformułowaniem mechaniki kwantowej i lokalną teorią zmiennych ukrytych. Pierwsza z tych teorii przewiduje naruszenie nierówności, druga z nich — nie. Wyniki empirycznych testów nierówności Bella jednoznacznie potwierdzają poprawność mechaniki kwantowej i falsyfikują każdą teorię zmiennych ukrytych, zgodną z warunkiem lokalności.

one erę „eksperymentalnej metafizyki”.¹⁰ Ale praca Bella z roku 1964 odegrała również inną rolę: bezpośrednio przyczyniła się do tego, że uczeni dostrzegli ogromne możliwości związane z praktycznym wykorzystaniem fenomenu kwantowego splątania, i innych niezwyklej własności układów kwantowych. To z kolei doprowadziło do zapoczątkowania gwałtownego postępu technologicznego, będącego najbardziej wyraźnym symptomem drugiej rewolucji kwantowej. Nic dziwnego, że we wstępie do tomu zawierającego artykuły Bella, dotyczące conceptualnych podstaw mechaniki kwantowej¹¹, Aspect określa tego fizyka mianem „proroka drugiej rewolucji kwantowej” i podkreśla, że jego naukowe osiągnięcia „wywołały tę rewolucję”.¹²

To właśnie pod wpływem artykułów Bella fizycy zaczęli na nowo bacznie przyglądać się trudnościom, o których przez całe lata sądzono, że zostały raz na zawsze definitywnie rozwiązane przez twórców mechaniki kwantowej, a które w rzeczywistości okazały się ujawniać zasadnicze nieścisłości dotyczące kluczowych koncepcji i pojęć tej teorii. Najlepszym przykładem tego typu trudności jest problem pomiaru, a szczególnie te jego aspekty, które dotyczą nieprecyzyjnie określonej granicy pomiędzy światem kwantowym i makroskopowym. Tym zaś, co dostarczyło bezpośredniego impulsu, rozpoczynającego technologiczną rewolucję mechaniki kwantowej, były prace Bella, dotyczące kwantowego splątania cząstek (twierdzenie Bella), i zawierające teoretyczne podstawy metod, które umożliwiają kwantowy opis pojedynczych obiektów subatomowych.

Co prawda, już w pierwszej połowie XX wieku przedstawiciele szkoły kopenhaskiej podkreślali — zwłaszcza przy okazji dyskusji

¹⁰Por. np.: A. Shimony, „Contextual hidden variables theories and Bell’s inequalities”, *The British Journal for the Philosophy of Science*, 35 (1984) s. 25-45; R. S. Kochen, M. Horne, J. J. Stachel (red.), *Experimental Metaphysics. Quantum Mechanical Studies for Abner Shimony*, vol. I, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 1997; M. L. G. Redhead, *From Physics to Metaphysics*, Cambridge University Press, Cambridge 1995, s. 41-62.

¹¹J. S. Bell, *Speakable and Unspeakable in Quantum Mechanics*, dz. cyt.

¹²A. Aspect, *Introduction: John Bell and the second quantum revolution*, art. cyt., s. xix, xxxiv.

z Einsteinem i innymi oponentami ich stanowiska¹³ — że formalizm standardowej mechaniki kwantowej umożliwia kwantowy opis nie tylko zespołów statystycznych, złożonych z wielkiej ilości cząstek, ale również pojedynczych obiektów kwantowych. Aż do lat 70-tych XX wieku, kiedy to fizykom udało się opracować metody, umożliwiające nie tylko obserwowanie tego typu obiektów, ale również bezpośrednie nimi manipulowanie, była to jednakże tylko i wyłącznie teoretyczna możliwość. Wszystkie istotne doświadczenia, dostarczające empirycznych dowodów na poprawność predykcji, wynikających z formalizmu standardowej mechaniki kwantowej, miały zawsze charakter doświadczeń statystycznych. W tego typu doświadczeniach wykorzystuje się każdorazowo ogromne ilości cząstek kwantowych — np. fotonów lub elektronów — a na dodatek sam eksperyment powtarza się wielokrotnie, aby wykluczyć różnego rodzaju błędy systematyczne, i określić statystyczny rozrzut wyników. Predykcje mechaniki kwantowej mają w tym przypadku charakter probabilistyczny — określają prawdopodobieństwo, z jakim pewna część cząstek zostanie zarejestrowana w danym detektorze, albo z jakim określony procent powtarzanych prób zakończy się takim lub innym wynikiem.

Zasadniczą zmianę tej tendencji przyniosły ostatnie dekady wieku XX, kiedy to fizykom udało się wyizolować (pułapki elektromagnetyczne) i obserwować pojedyncze obiekty kwantowe, takie jak fotony, elektrony, jony i atomy. W krótkim czasie doprowadziło to do opracowania nowych technologii, bazujących na możliwości kontrolowania tego typu obiektów. Na gruncie ewoluującej w taki sposób mechaniki kwantowej pojawiły się zupełnie nowe dziedziny (np. nanoelektronika, nanoinżynieria, nanomedycyna, kwantowa optyka, nanobiotechnologia, nanometrologia), umożliwiające radykalny postęp technologiczny, którego najbardziej charakterystycznym przejawem stała się miniaturyzacja, niemożliwa do uzyskania na drodze tradycyjnego pomniejszania obiektów rządzonych prawami fizyki klasycznej. Wiele wskazuje na to, że żadna z tych dziedzin nie mogłaby ani powstać, ani

¹³Por. M. Jammer, *The Philosophy of Quantum Mechanics: the Interpretation of Quantum Mechanics in Historical Perspective*, John Wiley and Sons, New York 1974, rozdział 10.

tym bardziej rozwinąć się w tak szybkim tempie, bez pionierskich prac Bella dotyczących metod umożliwiających przeprowadzanie eksperymentów na pojedynczych obiektach kwantowych.

2. KWANTOWA KRYPTOGRAFIA

Wyniki uzyskane przez Bella — a szczególnie jego nierówność, ujawniająca niezwykle własności cząstek splątanych — w najbardziej istotny sposób wpłynęły na powstanie dziedziny określanej ogólnym mianem kwantowej informatyki (*quantum information*)¹⁴, z której wyodrębniły się kwantowa kryptografia (*quantum cryptography*) i kwantowe przetwarzanie danych (*quantum computation*).¹⁵ Dyscypliny te zajmują się wykorzystaniem własności obiektów kwantowych do celów bezpiecznego przesyłania, kodowania i przetwarzania informacji, a ich powstanie jest pośrednim dowodem na to, że splątanie nie jest jedynie dziwną cechą obiektów kwantowych, ale że może stać się ono „ważnym narzędziem technologicznym”.¹⁶

Najbardziej wyraźny związek wymienionych dziedzin z naukowym dorobkiem Bella daje się zauważyć w przypadku kwantowej kryptografii.¹⁷ Jak wiadomo, podstawowym celem jakiegokolwiek formy kodowania informacji jest takie jej zabezpieczenie, aby odczytanie tej in-

¹⁴Na temat tej dziedziny, por. np. M. Pavicic, *Quantum Computation and Quantum Communication: Theory and Experiments*, Springer, New York 2006; J. Audretsch (red.), *Entangled World. The Fascination of Quantum Information and Computation*, Wiley-VCH Verlag, Weinheim 2002; J. Stolze, D. Suter, *Quantum Computing: A Short Course from Theory to Experiment*, Wiley-VCH Verlag, Weinheim 2008; A. Whitaker, *Einstein, Bohr and the Quantum Dilemma. From Quantum Theory to Quantum Information*, Cambridge University Press, Cambridge 2006, s. 352-412.

¹⁵„These new ways of communication and of computation include as a fundamental concept quantum entanglement. It is safe to say that this very recent development would not have been possible without John Bell's seminal work”; A. Zeilinger, „Bell's Theorem, Information and Quantum Physics”, w: R. A. Bertlmann, A. Zeilinger (red.), *Quantum [Un]speakables. From Bell to Quantum Information*, Springer, Berlin 2002, s. 246.

¹⁶J. P. Dowling, G. J. Milburn, „Quantum technology: the second quantum revolution”, art. cyt. s. 1658.

¹⁷Por. N. Gisin, G. Ribordy, W. Tittel, H. Zbinden, „Quantum cryptography”, *Reviews of Modern Physics*, 74 (2002), s. 145-195.

formacji było możliwe dla tych odbiorców, którzy mają do tego uprawnienia, i nie było możliwe dla tych, którzy takich uprawnień nie posiadają. W klasycznej kryptografii zasadniczą rolę w procesie bezpiecznego kodowania i odczytywania zakodowanej informacji ma tak zwany klucz szyfrujący, który — w przypadku algorytmów symetrycznych — występuje zawsze w dwóch identycznych kopiach dostępnych jedynie nadawcy i odbiorcy informacji.¹⁸ Podstawowe znaczenie dla skuteczności całego procesu kryptograficznego ma w tym przypadku to, że aby nadawca mógł bezpiecznie przekazywać informację odbiorcy, najpierw obydwaj oni muszą mieć pewność, że są w posiadaniu jednej z dwu identycznych kopii klucza, i że nikt inny takiej kopii nie posiada. W przypadku klasycznym nadawca i odbiorca informacji nigdy nie mogą mieć absolutnej pewności, że klucz nie został przechwycony przez nieupoważnionych do tego, postronnych obserwatorów.

Kwantowa kryptografia pozwala w stosunkowo prosty sposób uporać się z tą trudnością. Co istotne, o istnieniu takiej możliwości fizycy dowiedzieli się właśnie dzięki pracom Bella dotyczącym skorelowanych cząstek układu EPR. Tego typu układy tworzą (najczęściej dwie¹⁹) cząstki pozostające w stanie „splątany”, który charakteryzuje się tym, że pomiar pewnej własności jednej z tych cząstek powoduje natychmiastowe — niezależnie od dzielących cząstki odległości — określenie tej samej własności drugiej cząstki. Artur Ekert, który jako jeden z pierwszych fizyków już w 1991 roku wykazał, że zjawisko kwantowego splątania może zostać wykorzystane do bezpiecznego przesyłania klucza szyfrującego, podkreśla, że sama idea kwantowej kryptografii jest warta właśnie w twierdzeniu Bella:

Wpływ twierdzenia Bella znacznie wykracza poza problematykę dotyczącą odrzucenia lokalnych zmiennych ukrytych. Metoda, którą John Bell wykorzystał do zbadania konceptualnych

¹⁸W kryptografii asymetrycznej występuje powszechnie dostępny klucz publiczny, służący do szyfrowania informacji, i klucz prywatny, dostępny jedynie określonej odbiorcy informacji, który służy do jej deszyfrowania. Dodatkowo, klucz prywatny służy do generowania podpisów cyfrowych, a klucz publiczny do ich weryfikowania.

¹⁹Obecnie przeprowadza się już doświadczenia EPR z trzema (lub nawet z większą liczbą) splątanych cząstek.

podstaw mechaniki kwantowej, została zastosowana do rozwiązania odwiecznego problemu absolutnie bezpiecznej komunikacji.²⁰

Na czym polega metoda, o której pisze Ekert? Zgodnie z podstawowymi zasadami mechaniki kwantowej, nie jest możliwy taki pomiar, który nie powodowałby żadnego zaburzenia układu poddawanego temu pomiarowi. O obecności postronnego obserwatora usiłującego przechwycić klucz szyfrujący, można się zatem przekonać na podstawie pozostawionego przez niego śladu: jakakolwiek ingerencja w kwantowy układ złożony z nadawcy i odbiorcy informacji powoduje bowiem niemożliwe do wyeliminowania zaburzenie, które można potraktować jako dowód obecności szpiega. Brak takiego zaburzenia — to znaczy śladu pozostawionego przez nieupoważnionego obserwatora — daje absolutną pewność, że przekazywana informacja nie została przez żadną postronną osobę odczytana.²¹

Praktyczną realizację przedstawionego powyżej schematu umożliwiają eksperymenty ze splątanymi cząstkami układu EPR. Aby wygenerować unikatowy i niemożliwy do przechwycenia klucz szyfrujący, wystarczy wykorzystać skorelowane pary tego typu cząstek. Nadawca przeprowadza pomiar na jednej, a odbiorca na drugiej, cząstce splątanej pary. Ponieważ rezultaty takich pomiarów są przypadkowe, ale doskonale skorelowane, każdy z nich otrzymuje identyczny wynik. Kilukrotne powtórzenie przeprowadzonego w opisany sposób pomiaru pozwala wygenerować dwie identyczne kopie klucza szyfrującego o całkowicie przypadkowej kolejności znaków, tworzących zawartą w tym kluczu informację. Co istotne, tego typu klucz — w dwóch identycznych kopiach — pojawia się dopiero w momencie dokonywania pomiarów przez nadawcę i odbiorcę, a przed tym momentem klucz ten w ogóle nie istnieje. Z analizy układu EPR wynika bowiem, że wyników pomiaru przeprowadzanego na takim układzie w żaden sposób nie

²⁰A. Ekert, „Secret Sides of Bell’s Theorem”, w: *Quantum [Un]speakables*, dz. cyt., s. 210.

²¹Por. A. Ekert, „Quantum cryptography based on CityBell’s theorem”, *Physical Review Letters*, 67 (1991), s. 661-663; C. H. Bennet, G. Brassard, N. D. Mermin, „Quantum cryptography without Bell’s theorem”, *Physical Review Letters*, 68 (1992), s. 557-559.

da się przewidzieć. Podstawową zaletą tego rozwiązania jest więc to, że potencjalny szpieg nie może w tym przypadku przechwycić klucza wcześniej niż zostanie on wygenerowany przez nadawcę i odbiorcę; nie ma on również możliwości ukrycia swoich prób przechwycenia klucza w trakcie jego generowania.

Należy podkreślić, że przedstawiony powyżej schemat oparty jest w całości na teoretycznych analizach Bella, których słuszność została ostatecznie potwierdzona wynikami empirycznych testów nierówności Bella. Aspect nie bez racji zauważa, że „nierówności Bella odgrywają pierwszoplanową rolę w tym schemacie: ich naruszenie daje pewność, że cząstki, docierające do [nadawcy i odbiorcy] nie zostały podstępnie przygotowane przez [szpiega] w taki sposób, że zna on ich stan, i to umożliwi mu odszyfrowanie wiadomości pomiędzy nadawcą i odbiorcą”.²² Warto w tym miejscu dodać, że omówiony schemat kwantowej kryptografii nie jest jedynie teoretyczną dywagacją na temat potencjalnej możliwości wykorzystania fenomenu kwantowego splątania. W ostatnich latach przeprowadzono wiele eksperymentów, które potwierdziły skuteczność tej metody szyfrowania danych, a najlepszym dowodem że metoda ta sprawdza się w praktyce jest to, że rozpoczęto już produkcję i sprzedaż urządzeń służących do przesyłania — np. przy pomocy światłowodów — kwantowych kluczy szyfrujących.²³

3. KWANTOWY KOMPUTER

Z innych, pokrewnych dziedzin, przed którymi za sprawą mechaniki kwantowej otwierają się obecnie ogromne możliwości, warto w tym miejscu wspomnieć o kwantowym przetwarzaniu danych.²⁴ Pierwsze plany zbudowania kwantowego komputera pojawiały się już na początku lat 80. ubiegłego wieku za sprawą takich fizyków, jak Ri-

²²A. Aspect, „Introduction: John Bell and the second quantum revolution”, art. cyt., s. xxxii-xxxiii.

²³Zob. G. Stix, „Kwantowy strażnik poufności”, *Świat Nauki*, luty 2005, s. 59-63; G. Milburn, *Inżynieria kwantowa*. J. A. Kozubowski (tłum.), Prószyński i S-ka, Warszawa 1999, rozdział 5.

²⁴Por. M. A. Nielsen, I. Chuang-Isaac, *Quantum Computation and Quantum Information*, Cambridge University Press, Cambridge 2000.

chard Feynman, Paul Benioff, Peter Shor, David Deutsch, czy Artur Ekert. Ich projekty zakładały wykorzystanie praw mechaniki kwantowej do znacznego (eksponencjalnego) zwiększenia mocy obliczeniowej tradycyjnego komputera. W komputerze kwantowym odpowiednikiem tradycyjnego procesu obliczeniowego jest odpowiednio zaplanowana ewolucja stanów kwantowych całego układu, złożonego z kwantowych bramek logicznych. Różnica pomiędzy klasycznymi i kwantowymi bramkami logicznymi polega na tym, że w przypadku tych ostatnich zakres wartości podstawowej jednostki informacji (tzw. kubitu) nie jest ograniczony jedynie do dwóch możliwości, to znaczy do 0 i 1. Zakres ten obejmuje również wiele wartości pośrednich, które odpowiadają kwantowym superpozycjom stanów wyjściowych układu. Kwantowe bramki logiczne przetwarzają zatem więcej informacji niż bramki klasyczne, dzięki czemu komputery kwantowe mogą wykonywać równolegle wiele obliczeń, i na dodatek potrafią to robić znacznie szybciej niż ich tradycyjne odpowiedniki.²⁵

Prace nad zbudowaniem w pełni funkcjonalnego kwantowego komputera trwają; fizycy zaangażowani w realizację tego programu mogą już poszczycić się pewnymi osiągnięciami — takimi jak np. skonstruowanie pierwszych kwantowych bramek logicznych²⁶ — choć do pełnego sukcesu pozostała jeszcze długa droga. Zasadniczą trudnością jest w tym przypadku wyeliminowanie wszystkich zewnętrznych czynników, które mogłyby zniszczyć koherentną superpozycję splątanych stanów kwantowych, zanim komputer wykona stosowne obliczenia. Pojawiają się tu interpretacyjne trudności dotyczące problemu dekoherencji: do dzisiaj nie wiadomo, czy dekoherencja jest procesem nieuniknionym dla określonej ilości — a jeśli tak, to dla jakiej ilości — splątanych cząstek kwantowego komputera, czy też można ją skutecz-

²⁵Na ten temat, por. np. G. Milburn, *Inżynieria kwantowa*, dz. cyt., rozdział 6; G. Johnson, *Na skróty przez czas. Czy nadchodzi era komputerów kwantowych?*, K. Masłowski (tłum.), Prószyński i S-ka, Warszawa 2005.

²⁶Zob. np. T. Sleator, H. Weinfurter, „Realizable Universal Quantum Logic Gates”, *Physical Review Letters*, 74 (1995), s. 4087-4090; C. Monroe, D. M. Meekhof, B. E. King, W. Itano, D. J. Wineland, „Demonstration of a fundamental quantum logic”, *Physical Review Letters*, 75 (1995), s. 4714-4717.

nie wyeliminować na drodze odpowiednich, technologicznych innowacji.²⁷

Warto zauważyć, że zagadnienie to pojawia się w nieco innym kontekście również u Bella. Jednym z aspektów problemu nieprecyzyjnie określonej granicy pomiędzy światem kwantowym i makroskopowym, któremu w swoich pracach Bell poświęcał wiele uwagi, jest trudność dotycząca makroskopowych superpozycji stanów kwantowych. Z niewiadomych powodów — a w każdym razie niewiadomych dla standardowej mechaniki kwantowej — superpozycje można zaobserwować w przypadku obiektów kwantowych i mezoskopowych, ale nigdy makroskopowych. Aby wyjaśnić tę trudność, fizycy końca XX i początku XXI wieku odwołują się najczęściej właśnie do teorii dekoherencji. Jak na razie żaden z nich nie zdołał jednakże odpowiedzieć na to samo pytanie, które zadawał sobie Bell, a mianowicie — gdzie dokładnie znajduje się hipotetyczna granica, poza którą proces dekoherencji zachodzi w sposób konieczny i nieunikniony.²⁸ Aspect zauważa — oceniając wkład Bella w rozwój kwantowej technologii — że w tym przypadku nie jest również wyjaśnione w sposób zadowalający to, czy w ogóle istnieje możliwość takiego odizolowania układu (np. kwantowego komputera) od jego otoczenia, by zewnętrzne fluktuacje nie niszczyły koherentnej superpozycji stanów kwantowych, i jaka relacja zachodzi pomiędzy wielkością tych fluktuacji, a wielkością samego układu podlegającego dekoherencji.²⁹ Niezależnie od tego, czy fizykom uda się przewyciężyć te trudności, i czy kwantowy komputer rzeczywiście zostanie kiedyś skonstruowany, nie ulega wątpliwości, że sama idea wykorzystania procesów kwantowych do przetwarzania da-

²⁷Por. C. Monroe, D. Wineland, „Future of quantum computing proves to be debatable”, *Physics Today*, 49/11 (1996), s. 107-108.

²⁸Por. S. L. Adler, „Why decoherence has not solved the measurement problem: a response to P. W. Anderson”, *Studies in History and Philosophy of Science B*, 34/1 (2003), s. 135-142.

²⁹„Nobody knows, however, where there is a hypothetical limit beyond which decoherence would be inevitable, or whether we always can, at least in principle, take sufficient precautions to protect the system against perturbations, no matter how large it is. A clear answer to that question would have immense consequences, both conceptually and for future quantum technologies”; A. Aspect, „Introduction: John Bell and the second quantum revolution”, art. cyt., s. xxxi.

nych ustala całkowicie nową jakość w dziedzinie współczesnych technik obliczeniowych.

Warto w tym miejscu nadmienić, że gwałtowny rozwój kwantowej informatyki, jaki daje się zauważyć w ostatnich latach, jest dla niektórych autorów argumentem za tym, iż mechanikę kwantową należy interpretować właśnie w kategoriach informacji. Anton Zeilinger — jeden ze zwolenników tego typu interpretacji — zauważa w kontekście tego zagadnienia, że nie miał racji Bell, zaliczający termin „informacja” do „niepoprawnych słów”³⁰, które nie powinny pojawiać się w tej teorii.³¹ Jeśli nawet wniosek ten jest słuszny — co nie jest oczywiste, bo Bell nie występował przeciwko samej *koncepcji* informacji, ale raczej przeciwko nie dość precyzyjnemu stosowaniu *pojęcia* informacji; poza tym nie kwestionował on stosowania tego pojęcia w obszarze *interpretacji* mechaniki kwantowej, ale jedynie w jej *sformułowaniu*³² — to i tak nie zmienia to faktu, że to właśnie ten fizyk przyczynił się w istotnym stopniu do powstania i rozwoju kwantowej informatyki.

Kwestionowanie naukowych dogmatów jest owocne, ale tylko wtedy gdy jest połączone z odpowiednim stopniem zawodowych kompetencji (uczony, który pozwala sobie na podważanie uświęconych tradycją rozwiązań, musi w przekonujący sposób swoją propozycję uzasadnić), i gdy idzie w parze z cywilną odwagą (musi on liczyć się z realną możliwością lekceważenia, a nawet napiętnowania przez przedsta-

³⁰Zob. J. S. Bell, *Speakable and Unsayable in Quantum Mechanics*, dz. cyt., s. 215.

³¹„By now, the reader might have gathered that the present author does not agree with John Bell’s statement. In contrast it is suggested that information is the most basic notion of quantum mechanics, and it is information about possible measurement results that is represented in the quantum states”; A. Zeilinger, „Bell’s Theorem, Information and Quantum Physics”, art. cyt. s. 252. Na temat informacyjnej interpretacji mechaniki kwantowej, por. np. R. Nakmanson, „Informational interpretation of quantum mechanics”, arXiv:physics/0004047v1.

³²„Information [...] that notion should not appear in the formulation of fundamental theory”; J. S. Bell, *Speakable and Unsayable in Quantum Mechanics*, dz. cyt., s. 215.

wicieli obowiązującego paradygmatu), a także naukową intuicją, która w ogromnej ilości zagadnień błahych pozwala dostrzegać problemy o charakterze fundamentalnym (musi on przewidywać, albo przynajmniej przeczuwać, konsekwencje własnych propozycji). Najlepszym dowodem na to, że Bell spełnił każdy z tych warunków, jest niezwykle szeroki zakres rewolucji technologicznej — wiele wskazuje na to, że nanotechnologia będzie w przewidywalnej przyszłości wkraczać w kolejne dziedziny nauk ścisłych — a także znaczne tempo, w jakim ta rewolucja się dokonuje.

Interesującym aspektem tego procesu jest to, że wydaje się on ujawniać stopniowe zacieranie się metodologicznych granic pomiędzy różniącymi się w istotny sposób dziedzinami nauk ścisłych. Jeśli bowiem technologiczne innowacje mechaniki kwantowej znajdują swoje zastosowanie w takich dziedzinach, jak np. medycyna, optyka, informatyka czy biologia, to siłą rzeczy metodologiczny status tych dziedzin ulega zasadniczej modyfikacji. Wiele wskazuje na to, że można w tym przypadku mówić o ewolucji metody naukowej, i że konsekwencje tego procesu nie ominą również samej mechaniki kwantowej. Czy druga rewolucja kwantowa rzeczywiście umożliwi ostateczne wyjaśnienie wszystkich problemów, związanych z interpretacją matematycznego formalizmu tej teorii? Czy zaawansowanie technologiczne pozwoli na usunięcie sygnalizowanych przez Bella „fundamentalnych nieścisłości” interpretacji standardowej? Mechanika kwantowa jest niedokończoną powieścią napisaną przed wiekiem przez twórców tej teorii. Należy mieć nadzieję, że odpowiedzi na te pytania wcześniej czy później ułożą się w brakujący epilog tej powieści.

SUMMARY

THE SECOND QUANTUM REVOLUTION: THE LEGACY OF JOHN S. BELL

The history of quantum mechanics is divided into two periods which are labeled as the first and the second quantum revolutions. During the first of these periods mathematical formalism of quantum theory was formulated and interpreted, during the second — new quantum technologies were developed. It turns out that conceptual revolution of the first period enabled technolog-

ical revolution of the second. In this article it is argued, that Irish physicist, John S. Bell, played an important role in the process of triggering the second quantum revolution. His work on quantum entanglement of the EPR particles made possible elaborating some new methods and theoretical approaches clarifying the quantum description of single objects. These methods and approaches became the core of new scientific domains which are hybrids of quantum mechanics and some classical sciences. The quantum cryptography and the quantum computation are examples of such domains and in the paper special attention is paid to them. It is showed that theoretical analyses of John S. Bell provide a conceptual background for these disciplines and this is why it's not improper to call this physicist — as Alain Aspect did — a prophet of the second quantum revolution.

Piotr FLIN, Agnieszka STĘPIEŃ
Uniwersytet Jana Kochanowskiego, Instytut Fizyki, Kielce

LUDWIK SILBERSTEIN O PRZYCZYNOWOŚCI W PRZYRODZIE

1. WSTĘP

Ludwik Silberstein urodził się w Warszawie 17 maja 1872 roku, a zmarł w Rochester (N.Y., USA) w dniu 17 stycznia 1948 roku. Studiował w Uniwersytecie Jagiellońskim, Heidelbergu i Berlinie, gdzie uzyskał doktorat (1894). Działal aktywnie głównie jako teoretyk, ale jego prace dotyczyły również zastosowań fizyki.¹ Jest uważany za wybitnego polsko — amerykańskiego fizyka i matematyka. Wykładał we Lwowie, Bolonii, Rzymie, Londynie. Był związany z firmami Adam Hilger Company (1913–1920) w Londynie, a potem (od 1920) Eastman Kodak Company w Rochester. Był obywatelem rosyjskim (z urodzenia), ale w 1920 otrzymał obywatelstwo brytyjskie, a w 1935 został naturalizowanym Amerykaninem. O jego zainteresowaniach filozoficznych świadczą książki, które przetłumaczył na język polski: Hermana Helmholtza *Zaelen und Messen, erkenntnistheoretisch bearbeitet* (1901), Henri Poincarego *La valeur de la science* (1908),

¹Silberstein jest najbardziej znany ze swoich prac z zakresu teorii względności; por. A. Pais, *Tu żył Albert Einstein*, Prószyński i S-ka, Warszawa 1983. O osiągnięciach Ludwika Silbersteina w zakresie mechaniki kwantowej wspomina m.in. w swojej monografii Max Jammer, *The conceptual development of quantum mechanics*, Mac Graw–Hill, New York 1966, s. 196.

Bertranda Russella *The Problems of Philosophy* (1913), zaś na niemiecki: Williama K. Clifforda *The aims and instruments of scientific thought* (1896).

Za jego główne dzieło o charakterze filozoficznym należy uważać wydaną w 1933 roku książkę *Causality — a law of nature or a maxim of the naturalist?*² Ta licząca 8 + 159 stron publikacja została napisana w sposób charakterystyczny dla autora: barwnym językiem, bez unikania krytycznych uwag o poglądach oponentów. Zaczynem tej książki, jak też kilku innych publikacji Silberstaina, były publiczne wykłady; jeden z nich odbył się w Toronto 14 maja 1932 roku i po znaczącym rozbudowaniu stał się podstawą omawianej pozycji. Jest to książka napisana przez człowieka biorącego czynny udział w powstawaniu współczesnej fizyki, a zarazem odnoszącego się sceptycznie do nowinek naukowych.

Już sam tytuł książki: „Przyczynowość — prawo natury czy zasada przyrodników?” wyraźnie określa zainteresowanie autora. Silberstein zastanawia się nad rolą przyczynowości w badaniach naukowych, głównie w fizyce i astronomii. Należy pamiętać, że niedługo przed napisaniem tej książki powstała zasada nieoznaczoności (1927), która rzuca na zagadnienie przyczynowości inne światło niż fizyka klasyczna. Interesującym zadaniem wydaje się zatem przeprowadzenie analizy poglądów aktywnie pracującego fizyka, aby dowiedzieć się, w jaki sposób naukowe nowości były w tym okresie przyjmowane przez uczonych.³

Problem przyczynowości był w tamtych latach problemem bardzo żywo interesującym zarówno fizyków, jak też filozofów. Związane to było z jednej strony z zagadnieniem opisu fizycznego świata, zdominowanym przez poglądy dualistyczne, które można krótko scharakteryzować tytułem znanego wykładu Plancka: „Prawidłowości dynamiczne i statystyczne”; z drugiej zaś — z zastosowaniem zasad deterministycz-

²Ludwik Silberstein, *Causality — A law of nature or a maxim of the naturalist?*, Macmillan Company of Canada, Toronto 1933.

³Por. P. Flin, H. W. Duerbeck, 2006, „Silberstein, General Relativity and Cosmology”, w: *Albert Einstein Century. International Conference*, J. M. Alimi, A. Fuzi (red.), Am. Inst. Phys. 978, 1087.

nych poza wąsko pojmowanym kontekstem teorii naukowych.⁴ Była to przede wszystkim próba odpowiedzi na pytanie, na ile działania człowieka są zdeterminowane, a na ile ma on wolną wolę.⁵ „Rozpatrzenie kwestii powstałej wskutek rozwoju mechaniki kwantowej — pisał w tym okresie Planck — budzi obecnie, ze względu na swe zasadnicze znaczenie, zainteresowanie zarówno wśród fizyków, jak też daleko poza ich kręgiem. Jest to pytanie, czy najsubtelniejsze zdarzenia fizyczne, procesy atomowe, są zdeterminowane, czy nie niezeterminowane”.⁶

2. PRZYCZYNOWOŚĆ

Pod pojęciem *causality* Silberstein rozumie przyczynowość, bądź też związek przyczynowy. Autor ten twierdzi, że terminy „przyczyna” i „skutek” są źle zdefiniowane, że są to w zasadzie pojęcia nieokreślone; w szczególności zaś nieokreślona jest relacja między nimi. Dlatego też przedstawia dwa różne podejścia do zasady przyczynowości, formułując je następująco:

I. Jednakowe przyczyny wywołują takie same skutki.

II. Każde zdarzenie ma swoją przyczynę.

Jako przykład Silberstein podaje ruch wahadła. Ciężkie wahadło zostaje ustawione pionowo i ma możliwość oscylacji w jednej płaszczyźnie. Odchylone od pozycji równowagi o kąt np. $\alpha = 15^\circ$ uderzy w ograniczającą je deskę z pewną siłą. Odchylenie wahadła *A* jest przyczyną uderzenia w deskę, czyli skutku *B*. Przypuszczamy, że jeżeli powtórzymy eksperyment z tym samym wahadłem w innym miejscu

⁴Por. M. Planck, „Prawidłowości dynamiczne i statystyczne”, w: tenże, *Jedność fizycznego obrazu świata*, Książka i Wiedza, Warszawa 1970, s. 68; M. Bunge, *O przyczynowości. Miejsce zasady przyczynowości we współczesnej nauce*, PWN, Warszawa 1968.

⁵Por. D. Bohm, *Przyczynowość i przypadek w fizyce współczesnej*, Książka i Wiedza, Warszawa 1961.

⁶M. Planck, „Determinizm czy indeterminizm?”, w: tenże, *Jedność fizycznego obrazu świata*, dz. cyt., s. 185.

i w innym czasie, to uzyskamy taki sam wynik. Zmiana wartości przyspieszenia ziemskiego g zależy od wysokości nad poziomem morza i szerokości geograficznej, więc uzyskany efekt, czyli siła uderzenia, będzie różna. Ale wydaje się, że w tym samym miejscu czas przeprowadzenia eksperymentu nie ma wpływu na siłę uderzenia. Okazuje się jednak, że ma, bo jeżeli uwzględni się położenie ciał we Wszechświecie, a w szczególności bliskich ciał Układu Słonecznego, to one oddziałując grawitacyjnie na wahadło mają wpływ na siłę uderzenia.

Przyjmuje się, że przebieg zjawiska nie zależy od miejsca i czasu jego przeprowadzania. Dyskutowany przykład z wahadłem uczy nas jednak, że przypadek (I) jest spełniony tylko w przybliżeniu. Jeżeli miałby być spełniony rygorystycznie, to pojęcie „jednakowe przyczyny” oznaczałoby „takie same stany całego Wszechświata”. A jest bardzo wątpliwym, abyśmy mieli dwa takie same stany Wszechświata. Oznacza to, że ogólna weryfikacja tego twierdzenia jest niemożliwa. Wiemy jednak, że wpływ ciał niebieskich na wahadło jest zaniedbywalnie mały, dlatego też możemy stosować zasadę przyczynowości w postaci (I) dla wybranych fragmentów przyrody, czy też dla układów izolowanych. I na tym polega wielka użyteczność tej zasady.

Rozważmy obecnie ruch tego wahadła, gdy po odchyleniu od położenia równowagi nadamy mu jakąś prędkość początkową β (np. $5^\circ/s$). Obecna przyczyna to dwa czynniki, α i β , które mogą się dowolnie zmieniać i są od siebie niezależne. Tak więc jednakowe skutki nie są wynikiem działania jednakowych przyczyn. Istnieje dowolna liczba wartości spełniających prostą zależność między α i β , takich, aby efekt B był taki sam. Można więc powiedzieć, że nieskończenie wiele przyczyn $A(\alpha, \beta)$ prowadzi do takiego samego efektu B . W omawianym przypadku nie interesuje nas, kiedy nastąpi uderzenie, czyli jaki jest czas od puszczenia wahadła w ruch do momentu uderzenia.

Silberstein rozważa stan wahadła określony przez parametry α i β w momencie odchylenia maksymalnego $t = 0$. Każdy następny stan jest wynikiem stanu wcześniejszego, czyli stan wcześniejszy jest przyczyną, a stan późniejszy można uważać za skutek stanu wcześniejszego. Silberstein wprowadza następnie pojęcie stanu i linii stanów. Stan początkowy liczy od wybranego momentu i wybiera mak-

symalne wychylenie wahadła. Wprowadza do rozważań przestrzeń fazową i ustala zależność między wychyleniem wahadła i jego prędkością kątową. Uzyskuje w ten sposób elipsę przedstawiającą zależność między tymi parametrami i określa fazę, czyli stan wahadła. Każdy punkt elipsy przedstawia nieprzerwany ciąg stanów wahadła. Można powiedzieć, że każdy późniejszy stan Q jest wynikiem stanu wcześniejszego P . Każda taka elipsa jest w danych warunkach stacjonarna, niezależna od czasu. Nie biorąc pod uwagę tarcia, można uważać takie wahadło (wraz z Ziemią) za układ zupełny, czyli system izolowany (równanie ruchu nie zależy w sposób jawny od czasu).

Silberstein przechodzi następnie do analizy pojęć: prawdopodobieństwo zdarzenia, skutku i przyczyny. „To przywodzi nas — uważa — do fascynującej dziedziny rachunku prawdopodobieństwa, gałęzi matematyki stosowanej, związanej z nazwiskami wielkiego astronoma Laplace’a i „księcia matematyków” Gaussa. Czas spędzony na tych rozważaniach będzie dobrze wykorzystany, zwłaszcza biorąc pod uwagę niektóre dzisiejsze usprawnienia podejmowane przez młodsze pokolenie fizyków, pionierów (Heisenberga, Diraca i innych) tego, co jest modnie nazywane mechaniką falową”.⁷

Wniosek z tych rozważań jest następujący: prawdopodobieństwo, że przyczyna x wywoła efekt e jest równe prawdopodobieństwu wywołania tego efektu przez tę przyczynę, podzielonemu poprzez sumę prawdopodobieństw tego samego efektu wywołanego wszystkimi możliwymi przyczynami. Silbersteinowi udaje się pokazanie w szerokim zakresie prawdziwości sformułowania (I).

Przechodzi następnie do sformułowania (II), stwierdzającego, że każde zdarzenie ma swoją przyczynę. Każdy stan wahadła ma swoją przyczynę, a jest nią stan wcześniejszy, należący do tej samej linii stanów. Ale są też inne systemy. Zmiana ciepła ciała z cieplejszego do chłodniejszego jest wprost proporcjonalna do temperatury. Na powierzchni ciała tempo utraty ciepła opisuje różnica temperatur powierzchni ciała i otoczenia. Autor rozważa przewodnictwo cieplne ciał, biorąc za przedmiot analiz miedzianą kulę, którą umieszczono w dużym zbiorniku z wrzącą wodą i trzymano w niej tak długo, aż

⁷L. Silberstein, dz. cyt., s. 21.

cała ogrzała się do 100°C . Następnie kulę położono w ciemnej piwnicy o temperaturze 0°C . Modelowo kulę tę można przedstawić, jako złożoną z koncentrycznych sfer. Mechanizm przewodnictwa cieplnego ciała można opisać, jako przenoszenie ciepła z jednej sfery do drugiej, sąsiedniej. Wewnętrzna warstwa ma wyższą temperaturę niż przylegająca zewnętrzna, a najwyższa temperatura panuje w centrum kuli. Znając rozkład temperatury w danej chwili, można odtworzyć zmiany temperatury w przeszłości i przewidzieć jej rozkład w kuli w przyszłości. Ale jest to możliwe tylko wtedy, jeżeli badamy co się działo do momentu, kiedy rozkład temperatury wewnątrz kuli był jednorodny (t_c), gdyż używana formuła opisuje tylko taki stan. Oznaczmy momenty t_1, t_2, t_3 , a także wszystkie późniejsze niż t_c , tzn. $t_c < t_1 < t_2 < t_3$. Niech wartości s_i odpowiadają kolejnym stanom sfer kuli w momencie t_i . Jeżeli ewolucja układu odbywa się zgodnie z omawianym prawem przewodnictwa cieplnego, to każdy określony stan s_i ma stan wcześniejszy s_j ($i > j$), który jest jego przyczyną, on zaś jest ich skutkiem, jak też on sam staje się przyczyną stanów następnych (dla $t > t_c$ ciąg opisujący rozkład temperatur w sferach jest zbieżny, w przeciwnym wypadku jest rozbieżny).

Jeżeli równanie ruchu systemu zależy od czasu, to wtedy mówimy o układzie niekompletnym lub zaburzonym (perturbowanym). Oznacza to, że w różnych momentach czasu układ zachowuje się inaczej. Omawiany uprzednio przykład z wahadłem może być potraktowany jako układ niekompletny, w którym da się wprowadzić zależność od czasu: wystarczy np. użyć nieprawidłowo działającego zegara. Niech wahadło będzie z żelaza i niech znajdująca się w pobliżu duża namagnesowana sztaba porusza się. W tym przypadku dane α i β nie są wystarczające do opisu, bo dochodzi element oddziaływania magnesu, który jest funkcją czasu. Rozważając wahadło (i Ziemię) jako system, otrzymamy system niekompletny. Nie jest możliwym jednoznaczne wyznaczenie stanów przeszłych i przyszłych w oparciu tylko o stan obecny (teraźniejszy). Wprawdzie stan wahadła jest opisany przez te same dwie zmienne co uprzednio, ale zachowanie się systemu jest całkowicie różne od poprzedniego. Silberstein pokazuje, że warunkiem przewidywalności zachowania systemu jest rozpatrywanie układu grawitacyjnego i magne-

tycznego nie oddzielnie, ale łącznie. Prowadzi to do układu opisanego nie przez dwa parametry, ale przez cztery. Uzyskuje się w ten sposób układ zupełny, w którym równania ruchu nie zależą od czasu.

Silberstein podkreśla, że każdy układ zaburzony (niekompletny) należy powiększyć tak, aby uzyskać układ niezaburzony. Jest to procedura szeroko stosowana w badaniach naukowych. Jako przykład podaje on odkrycie Neptuna w oparciu o analizę perturbacji Urana. Człowiek spotykając się z zaburzeniami jakiegoś układu zawsze zastanawia się, co jest źródłem tych zaburzeń. Prowadzi to do poznawania zjawisk i nowych odkryć. Taka zasada leży u podstaw poznania i to jest istotą tego, co nazywa się „przyczynowością”. Rodzi się pytanie, czy przyczynowość jest regułą uniwersalną, zawsze prawdziwą, czy też raczej mającą charakter użyteczny. Czy ta reguła jest w swych prostych zastosowaniach podstawowym i nienaruszalnym prawem przyrody, czy też kantowską konstrukcją w umyśle badacza?

Silberstein uważa, że jest to zasada filozofów naturalnych. Jest to przede wszystkim użyteczna reguła o dużej wartości heurystycznej, która staje się dla wielu badaczy przyrody „obiektem intelektualnej, emocjonalnej i estetycznej przyjemności”.⁸ U podstaw reguły przyczynowości leży wiara w jednorodność świata. Reguła przyczynowości nie ma uniwersalnego zastosowania. Nawet w fizyce klasycznej zasada ta jest limitowana. Ograniczeniem jest w tym przypadku fakt, że system staje się niekompletny. Ponieważ jest to reguła przyrodników, a nie prawo natury, jest oczywistym, iż nie można potwierdzić lub zaprzeczyć jej prawdziwości. Dyskutować można tylko na temat tego, czy jest to reguła użyteczna.

3. DETERMINIZM

Silberstein przechodzi następnie do dyskusji na temat negacji determinizmu, który pojawia się w fizyce współczesnej. Trzeba zastanowić się nad tym, co to jest determinizm. Autor ten uważa, że stwierdzenie, iż historia pojedynczego układu formuje jeden, nie rozgałęziający się łańcuch wydarzeń lub stanów, jest tautologią, bo system w danym mo-

⁸Tamże, s. 70.

mentcie czasu nie może być w więcej niż jednym stanie. Aby znaleźć znaczenie słowa „determinizm”, należy rozważyć przynajmniej dwa egzemplarze układu. Rozważmy dwa identyczne wahadła umieszczone obok siebie, których parametry (α i β) są identyczne. Jeśli te dwa wahadła zostaną umieszczone w tym samym punkcie przestrzeni fazowej, to ich linie stanów będą się pokrywać.

Możemy oczywiście zwiększyć liczbę n rozważanych egzemplarzy i wtedy będziemy mieli zagadnienie w przestrzeni n -wymiarowej, gdzie linie stanów też muszą się pokrywać. Determinizm oznacza, że zawsze jest możliwe wyznaczenie tylu parametrów, aby zapewnić koincydencje całej historii różnych egzemplarzy, jeżeli te parametry miały w pewnym momencie te same wartości dla każdego egzemplarza. Dla Silbersteina determinizm to całkowita przyczynowość. Determinizm jest też ważną regułą heurystyczną, używaną w nauce. Jak pokazuje jednakże proces rozpadu atomu, determinizm nie jest w świecie atomowym zachowany. Może to być związane na przykład z naszym brakiem wiedzy.

Silberstein wyraża opinię, iż obecnie możliwość uchylenia determinizmu jest stanowczo przedwczesna, ze względu na naszą bardzo małą znajomość fizyki spontanicznej emisji i absorpcji, oraz samej budowy atomów. Powołuje się przy tym na Heisenberga, który twierdzi, że nowa mechanika kwantowa, w przeciwieństwie do fizyki klasycznej, jest w zasadzie teorią statystyczną, w tym sensie, że nawet w wypadku dokładnych danych wyciągnięte wnioski są prawdopodobne, tzn. statystyczne.

Silberstein zwraca uwagę, iż jeżeli klasyczna teoria dopuszcza ścisłą zależność między dwoma wielkościami, to również w mechanice kwantowej istnieje odpowiadająca jej ścisła relacja, wyrażona na przykład zasadą zachowania energii. Problemem jest jedynie odpowiednie sformułowanie prawa przyczynowego. Jeżeli znamy stan obecny, to możemy z niego wyliczyć (przewidzieć) stan przyszły. Nie jest to jednakże konkluzja, ale tylko przesłanka. Z zasady nieoznaczoności wynika bowiem, że nie znamy terazniejszego stanu całkowicie, ze wszystkimi detalami. Nasze postrzeganie jest zatem wyborem z całego zespołu możliwości, i zarazem ograniczaniem możliwości w przeszłości.

Heisenberg sądzi, że za postrzeganym statystycznym światem istnieje inny, „realny” świat, który jest królestwem doskonałej przyczynowości. Ale zarazem odrzuca on tę podaną przez siebie możliwość „jako bezwzględnie jałową i bezsensowną spekulację, gdyż obiektem fizyki jest formalny opis relacji między obserwacjami”. Fizyk ten twierdzi, „że wszystkie eksperymenty podlegają prawom mechaniki kwantowej, dlatego też brak lub nieważność prawa przyczynowości zostało wyraźnie ustalone w mechanice kwantowej”.⁹

Silberstein rozpoczyna polemikę z tym twierdzeniem, pisząc, iż jest przedwczesnym stwierdzenie, iż „wszystkie eksperymenty” są zgodne z nową teorią. Jest prawdą, że w ciągu kilku lat swojego istnienia teoria znakomicie zgadza się z obserwacjami. Ale problemy sformułowane i rozwiązywane przez tę teorię to tylko najprostsze przypadki. Przywołuje „starą” teorię kwantów, która też była uważana za znakomitą, a mimo to zastąpiono ją „nową” teorią. Zgodnie z nauczaniem Kirchhoffa, zadaniem fizyki jest opis i formułowanie przewidywań, a także określanie pomiędzy nimi wzajemnych relacji; nie jest więc potrzebny jakiś „realny” świat ukryty za nimi. Temu opisowi musi towarzyszyć zbiór wielkości matematycznych, dokładnie deterministycznych praw, to jest równań różniczkowych nie zawierających czasu. Oczywiście wielkości te nie są dokładnie znane; są one jedynie mierzone z pewną dokładnością. Inaczej wyznaczane wielkości nie mają fizycznego znaczenia. Obserwowany stan układu będzie reprezentowany nie przez punkt, ale przez objętość na wykresie fazowym, i dlatego można przewidzieć przyszłość i odtworzyć przeszłość.

Zasada przyczynowości oferuje zatem śmiałą nadzieję, że jest możliwym takie wybranie zbioru wielkości, iż ograniczając warunki początkowe oraz rozmiary obszaru końcowego, możemy opisać przeszłość i przyszłość układu w sposób odpowiednio ograniczony. Tak jest w klasycznej fizyce i astronomii, a to, że teoria kwantowa nakłada ograniczenie na naturę poprzez stałą h , w zasadzie nie zmienia niczego. Silberstein twierdzi, że zasada nieoznaczoności daje tylko ograniczenie precyzji równoczesnego pomiaru dwu wielkości p i q , a nie jest — jak twierdzi Heisenberg — śmiertelnym uderzeniem w zasadę

⁹Tamże, s. 109.

przyczynowości. Co więcej, te wielkości występują w ściśle deterministycznych równaniach. Silberstein przypomina zasadę korespondencji Bohra. W fizyce klasycznej rozpatrywane prędkości są znacznie mniejsze od prędkości światła c i występują tam niezależnie czas oraz przestrzeń. W fizyce dużych prędkości, w fizyce relatywistycznej, mamy czasoprzestrzeń. Stała Plancka h może pełnić podobną rolę, oddzielając obszary zastosowań mechaniki kwantowej i klasycznej. W świecie atomowym czasoprzestrzeń nie jest używana, ale być może użycie dodatkowego piątego wymiaru będzie tutaj pomocne. Mogłoby to doprowadzić do „przeformułowania koncepcji czasu i przestrzeni tak, aby podstawowa zasada determinizmu odzyskała swoją dawną chwałę”.¹⁰

4. KONKLUZJE

Silberstein prawidłowo odczytuje przyczynowość, jako zasadę przyrodników. Nie jest to taka sama reguła jak prawa fizyki klasycznej, np. prawo Ohma. Autor ten pokazuje jej dużą wartość heurystyczną. Interesującym jest jego przekonanie, że poznanie odbywa się poprzez badanie małych fragmentów natury, które dopiero po połączeniu pozwalają poznać całą rzeczywistość. Zasada przyczynowości pozwala na odkrywanie nieznanych zależności. Przywiązanie Silbersteina do determinizmu, i do analizowania układów opisanych przy pomocy równań różniczkowych niezależnych w sposób jawny od czasu, jest charakterystyczne dla zwolenników klasycznej fizyki. Silberstein nie chce przyjąć do wiadomości istnienia zasady nieoznaczoności, a właściwie istnienia procesów stochastycznych. I nie jest w tym odosobniony. Jest on głównym i zarazem najpoważniejszym antagonistą Einsteina. Ciekawe, iż obaj oni nie przejawiają entuzjazmu dla mechaniki kwantowej, a właściwie dla jej kopenhaskiej interpretacji. Obydwu tych badaczy łączy Einsteinowskie stwierdzenie: Pan Bóg nie gra w kości. Silberstein kurczowo trzyma się zasady przyczynowości. Prawdopodobnie jest to związane z jego przywiązaniem do tradycyjnego sposobu uprawiania fizyki.

¹⁰Tamże, s. 126.

Jako swoich najważniejszych nauczycieli Silberstein wymieniał Witkowskiego, Koenigsbergera, Plancka i von Helmholtza. W czasie egzaminu doktorskiego Silbersteina (5 lipca 1894) Planck był egzaminatorem z fizyki. Krytycyzm Silbersteina był szeroko znany. Jego artykuły pisane były w bardzo polemicznym tonie i na ogół trudno było odpowiedzieć na jego zarzuty. Jak pokazał rozwój nauki, Silberstein w obronie determinizmu mechaniki kwantowej nie miał racji (jak zresztą w szeregu innych polemik). Wyrażał nadzieję, że ewentualne zwiększenie liczby rozpatrywanych wymiarów do pięciu, jak w przypadku teorii Kaluzy i Kleina, pozwoli przywrócić determinizmowi jego ważną rolę również w świecie atomów. Ta wypowiedź pokazuje, iż Silberstein miał przeczucie tego kierunku rozwoju fizyki, w którym rozważa się wielowymiarowy Wszechświat.

SUMMARY

LUDWIK SILBERSTEIN ON CAUSALITY IN NATURE

In this paper we present the opinions of Ludwik Silberstein (1872-1948) on the question of causality in the scientific investigations. The discussion is based on the examples taken from physics and astronomy. Silberstein is convinced that the principle of causality is an important heuristic law, a different kind of law of nature (as, for example, Kepler's laws or Ohm's law).

Jacek KWAŚNIEWSKI
jacek952@gmail.com

NAUKA A RELIGIA. HISTORIOGRAFIA PROBLEMU

EWOLUCJA POGLĄDÓW NA TEMAT HISTORYCZNYCH ZWIĄZKÓW RELIGII I NAUKI

1. WSTĘP

Na wstępie kilka słów, o czym będzie ten tekst traktował. Terminem historiografia określam opis zmieniającego się w dłuższym okresie czasu, sposobu refleksji na określony temat. Historiografia problemu „nauka a religia” to opis ewolucji myślenia historyków, ale i socjologów, jak najtrafniej ująć historię wzajemnych związków między religią i nauką. Należy tu odróżnić historię jako zachodzące w przeszłości relacje pomiędzy nauką i religią od historii zmieniającego się sposobu ich opisywania. Tę drugą historię nazywamy historiografią problemu „nauka a religia” i o tym traktuje poniższy tekst.

Nie będę się natomiast zajmował problemem o tej samej nazwie, czyli „nauka a religia”, ale rozważanym przez filozofię nauki i filozofię religii. Należy to wyraźnie podkreślić, bo zarówno w historiografii problemu „nauka a religia” jak i debatach filozoficznych na ten temat jeden z ważnych wątków dotyczy tak samo brzmiącego pytania: czy pomiędzy tymi siłami kulturowymi istnieje immanentny konflikt, zgoda, czy też inny typ relacji? Co to oznacza i jak to pytanie było rozstrzygane

przez historyków i socjologów, zobaczymy za chwilę. To samo pytanie stawiane na gruncie filozofii kieruje uwagę na inne zagadnienia, na przykład, czy metodologia nauk przyrodniczych może orzekać o prawdziwości, racjonalności i zasadności twierdzeń religii o istnieniu Boga. Czy twierdzenia teologii o bycie transcendentnym, które ze swojej natury nie podlegają empirycznej weryfikacji i falsyfikacji, mogą sobie rościć prawo do statusu naukowych? Zainteresowanych filozoficznymi aspektami problemu „nauka a religia” odsyłam do przeglądowego artykułu Alvina Plantingi (Plantinga 2010) o takim właśnie tytule lub niedawno wydanego podręcznika Alistera McGrath’a (McGrath 2009).

Istnieje szereg innych tekstów rekapitułujących historiografię problemu „nauka i religia”. Dwa z nich, Davida Wilsona (Wilson 2000) oraz Davida Lindberga i Ronalda Numbersa (Lindberg i Numbers 1986a) szczególnie polecam. Do napisania kolejnego skłoniły mnie trzy powody. Chciałem przedstawić tekst, który zamiast szerokiej, ale skrótowej i przez to pobieżnej panoramy poglądów skoncentruje się na uczonych i pracach, które są kluczowe i omówi je szerzej. Po drugie, z perspektywy roku 2011, akcenty należy inaczej rozłożyć. Ważniejsza jest dla mnie historia dochodzenia do obecnego sposobu myślenia o historycznych związkach nauki i religii niż wciąż żywa w tamtych tekstach kwestia przewyższania starych XIX wiecznych schematów. To powoduje, że zajmuję się ważnymi z dzisiejszego punktu widzenia myślicielami, pominiętymi w tamtych artykułach (m.in. Burt, Foster, Jaki). I wreszcie, w roku 2011 warto się już pokusić o, choćby bardzo roboczą, próbę opisu i oceny funkcjonowania w praktyce nowego paradygmatu podejścia do tytułowego zagadnienia. Paradygmatu, który narodził się ćwierć wieku temu i nadal obowiązuje, choć słychać już głosy krytyczne pod jego adresem.

* * *

Badając wzajemne oddziaływanie Kościoła, chrześcijaństwa oraz nauki nowożytnej musimy być świadomi długiej, bo trwającej przeszło sto lat, debaty naukowej o relacjach między religią a nauką. Jej cechą charakterystyczną jest bardzo znacząca ewolucja myślenia historyków

i socjologów na ten temat. W ostatniej ćwiartce XIX wieku została sformułowana teza o permanentnej wojnie religii z nauką. Metafora wojenna szybko zyskała rozgłos i bardzo długo była żywa oraz akceptowana, choć z rosnącymi zastrzeżeniami. Stosunkowo szybko po jej sformułowaniu, bo już od początku XX wieku pojawił się jednak inny nurt myślenia. Kolejni uczeni dowodzili, że chrześcijaństwo, teologia, metafizyka chrześcijańska oraz Kościół były czynnikami, które przyczyniły się do powstania nauki nowożytnej. Oba nurty myślenia współistniały, ale czas grał na niekorzyść pierwszego, bo historia nauki krzepła jako dyscyplina akademicka i rosnący materiał historyczny czynił militarny schemat historiograficzny coraz mniej adekwatnym w analizie konkretnych przypadków. Wynikało z nich bowiem, że w okresie drugiego tysiąclecia typowa była nie walka, ale różnorakie wzajemne oddziaływania i stymulacje nauki i religii. Ten stan rzeczy doprowadził w końcu do przełomu w podejściu do całego problemu. W latach osiemdziesiątych XX wieku został wypracowany i zaproponowany nowy model opisu historycznych relacji nauki i religii, zwany zasadą bogatej złożoności i wzajemnych uwarunkowań. Stał się on szybko obowiązującym paradygmatem opisu tych relacji. Nieco inaczej rzecz się ma ze świadomością potoczną, w której po dziś dzień żywa jest opinia, że Kościół walczył z nauką na przestrzeni dziejów.

2. WIEK XIX. KONCEPCJA WOJNY NAUKI Z RELIGIĄ

Punktem odniesienia znacznej części dwudziestowiecznej dyskusji były prace powstałe w ostatniej ćwiartce XIX wieku: Johna Williama Drapera (1811-1882) „Historia konfliktu między religią i nauką” (Draper 1874) i rozrastająca się książka Andrew Dicksona White’a (1832-1918), której pierwsze wydanie z 1876 roku nosiło tytuł „Wojna nauki” (White 1876) a wersja ostateczna z roku 1897 — „Historia wojny nauki z teologią w świecie chrześcijańskim” (White 1897). Obie silnie i na wiele dziesięcioleci ukierunkowały dyskusję, formułując tezę o immanentnym konflikcie między nauką a religią. Mówiąc o religii, obaj autorzy mieli na myśli głównie katolicyzm i Kościół rzymski. Książka Drapera miała charakter popularny. Skierowana do masowego czytel-

nika zyskała wielki rozgłos osiągając szybko kilkadziesiąt wydań i kilkanaście tłumaczeń.

Draper (Draper 1880, s. xiii-xv) stwierdzał, że korzenie nauki nowożytnej z jej akcentowaniem obserwacji, eksperymentu i matematyki tkwiły w epoce hellenistycznej i jej centrum — Aleksandrii. Narodziny chrześcijaństwa i zdobycie przez Kościół imperialnej potęgi miały być w sposób oczywisty niezgodne z takim nastawieniem, bo religia ta preferowała myślenie spekulatywne. W efekcie szkoły aleksandryjskie zostały zamknięte. Był to początek wojny. Jej drugi akt wiązał się z powstaniem islamu. Dzięki wyparciu chrześcijaństwa z Azji i Afryki nastąpiło tam odrodzenie nauki. Gdy dotarła ona do Europy, między innymi z pracami Awerroesa, Kościół miał ją wyeliminować, korzystając z Inkwizycji i oficjalnych potępień. Po raz trzeci konflikt wybuchł, gdy astronomia i geografia zaczęły tworzyć nowy obraz Ziemi oraz kosmosu. Kościół uznał, że biblijna wizja Ziemi jako centrum wszechświata jest poprawna, potępił więc heliocentryczne nowinki, represjonując uczonych, między innymi Galileusza. Potem nastąpiły kolejne odsłony wojny: walka Kościoła z przynoszącą wyzwolenie intelektualne Reformacją, walka z teorią ewolucji itd.

W perspektywie całego dwudziestego wieku silniej oddziaływała jednak praca White'a, „częściowo dlatego, że wyraźny antykatolicyzm Drapera szybko okazał się nieaktualny, a udokumentowany sposób pisania White'a sprawiał wrażenie badania naukowego”. (Lindberg i Numbers, 1986a, polska wersja, s. 5). White uznał za przeciwnika nauki dogmatyczną teologię a konflikt między nimi za starcie dwóch epok ludzkiej myśli: dawnej — zdominowanej przez teologię i nowej — opartej na nauce. Kolejne rozdziały jego pracy, poświęcone różnym dziedzinom wiedzy: astronomii, geografii, geologii, antropologii, meteorologii, chemii, medycynie a nawet filologii zbudowane były według podobnego schematu. Dogmatycznie zaprogramowani duchowni sprzeciwiali się, walczyli i represjonowali rodzącą się naukę nowożytną z wykorzystaniem aparatu państwowego i kościelnego. Ona jednak ostatecznie zwyciężyła obalając, jedno po drugim, stare dogmatyczne twierdzenia o tym, jak stara jest Ziemia, jak długo istnieje człowiek, jak

zbudowany jest wszechświat, co rodzi pioruny, skąd się wzięły różne języki, co jest źródłem chorób itd.

Koncepcja nieustannej wojny religii z nauką stosunkowo szybko spotkała się z krytyką, ale przeniknęła do myślenia naukowego i żargon militarystyczny zdominował dyskusję „szczególnie w latach dwudziestych XX wieku, kiedy to fundamentaliści, opierając się na Biblii, usiłowali zdyskredytować naukę o ewolucji w szkołach publicznych” (Lindberg i Numbers, 1986a, polska wersja, s. 5). Jeszcze w latach trzydziestych Robert Merton uważał, że w świecie nauki przeważa opinia, iż nauka i religia pozostają ze sobą w nieuniknionym konflikcie (Wilson 2000, s. 4). Klasyk amerykańskiej historii nauki, George Sarton (1884-1956) chwalił pracę White’a jeszcze w latach pięćdziesiątych (Sarton, 1955). I choć metafora wojny została już zarzucona, wciąż jest popularna w szerokiej opinii publicznej. Dowodzi tego liczba przeszło osiemdziesięciu wydań książek Drapera i White’a, w całości lub we fragmentach, między rokiem 1950 i 1980 (Lindberg, 1986b, s. 42 przypis 8).

3. WIEK XX DO II WOJNY. NOWE SPOJRZENIE: ROLA ŚREDNIOWIECZA, METAFIZYKI, TEOLOGII, UWARUNKOWAŃ SPOŁECZNYCH

Jedną z pierwszych ważnych postaci na scenie naukowej, które pokazały zdecydowanie inny charakter relacji religii i nauki był Pierre Duhem (1861-1916), znany francuski fizyk, chemik, filozof i historyk nauki przełomu wieku XIX i XX. W swoich studiach nad genezą nowożytnej statyki i fizyki ruchu, publikowanych w latach 1906-1919, Duhem wskazywał na XIII i XIV wiecznych filozofów przyrody, których idee silnie oddziaływały na koncepcje Leonarda da Vinci, Galileusza, Kartezjusza, Leibniza. W przypadku fizyki ruchu prekursorami byli między innymi Jan Buridan (1300-1358) — profesor uniwersytetu paryskiego i jego uczeń, późniejszy biskup Lisieux, Mikołaj z Oresme (1320-1382), których koncepcja *impetusu* stała się dla uczonych wczesnonowożytnych bardzo ważną inspiracją w formułowaniu pierwszej zasady dynamiki — prawa bezwładności. Ponieważ ci średniowieczni ante-

naci działali w obrębie filozofii scholastycznej, w uniwersytetach będących wówczas pod przemożnym wpływem Kościoła, wskazywało to na pozytywny wpływ tej instytucji na rozwój fundamentów wiedzy nowożytnej. Duhem niejako wyprzedził swój czas. Twierdzenia o pozytywnym wkładzie Średniowiecza do nauki nowożytnej brzmiały w jego epoce obrazoburczo i absurdalnie, nie zyskały uznania mu współczesnych i zostały ponownie odkryte dopiero w latach sześćdziesiątych XX wieku (Ariew 2007, Caiazza 1988, Hodgson 1994, Iliffe 2008, Jaki 1984, 1988, 1991, 2000)

W okresie międzywojennym rosnąca liczba uczonych zaczęła formułować opinię, że „chrześcijaństwo nie przeszkadzało, lecz inspirowało rozwój nauki poprzez przekonanie, że natura zachowuje się w regularny i uporządkowany sposób, co jest podstawowym założeniem dzisiejszej nauki” (Lindberg i Numbers 1986a, s. 6) lub dowodząc, że idee i wartości powiązane z religią i wyznawane przez ludzi wierzących stymulowały rozwój nauki. Najważniejszymi autorami tych nowych koncepcji byli Edwin Burt (1892-1989), Alfred Whitehead (1861-1947), Michael Foster (1903-1959) i Robert Merton (1910-2003).

Książka Edwina Burta „Metafizyczne podstawy współczesnych nauk przyrodniczych” (Burt 1925) ukazała się w roku 1925 i stała się ważną inspiracją między innymi dla Alexandra Koyré’go — bardzo wpływowego historyka nauki z połowy XX wieku, twórcy pojęcia Rewolucja Naukowa. Burt dowodził, że główna różnica między myślą średniowieczną a nowożytną tkwiła w odmiennej metafizycznej koncepcji stosunku człowieka do jego środowiska. Średniowiecze dokonało specyficznej syntezy części filozofii greckiej i teologii judeochrześcijańskiej — człowiek stanowił centrum wszechświata a świat był mu podporządkowany teleologicznie. Człowiek był najważniejszym faktem wszechświata. Ta wizja była podłożem średniowiecznej fizyki. Świat natury istniał dla człowieka. Wyjaśnienia w kategoriach celów, jakim służą rzeczy były zatem ważniejsze od wyjaśnień przyczynowych. Pojęcia stosowane do opisu i wyjaśnień były dostosowane do tej celowościowej wizji. Nie tak ważne były kategorie czasu, przestrzeni masy i energii, co substancji, esencji, jakości, potencji i aktualności.

Nowożytna wizja relacji człowieka i świata była zdaniem Burtt'a zdecydowanie inna. Naturę uznano za niezależną od człowieka. To człowiek stał się zależny od niej. Dramatycznie spadł w hierarchii bytów a świat uznano za pozbawiony celu. Choć znaczna część nowożytnej filozofii była próbą przywrócenia człowiekowi wysokiego miejsca w porządku kosmicznym, nowa wizja zwyciężyła. Przyczyna tego zwrotu tkwiła, według Burtt'a, w odrzuceniu metafizycznej tradycji Arystotelesa, teleologicznej i niematematycznej, która została schryścianizowana i dominowała w pełnym Średniowieczu. W to miejsce weszły odrodzone w wieku XV i XVI wcześniejsze koncepcje metafizyczne łączące chrześcijaństwo z tradycją neoplatońską i pitagorejską. Odnaleziono w nich aprecjację dla kosmicznej harmonii, prostoty oraz matematyki, jako niemal boskiego narzędzia opisu porządku świata. Kopernika, na którego formację intelektualną neoplatonizm i pitagoreizm miał bardzo silny wpływ, motywowały do sformułowania teorii heliocentrycznej a jego współczesnych adherentów do jej studiowania i wspierania, nie odkrycia nowych faktów, ale właśnie chęć ich ułożenia w prostszy, bardziej harmonijny, matematyczny porządek. Budując teorię heliocentryczną Kopernik, bez względu na swoje intencje, zanegował całą arystotelesowską fizykę i kosmologię. Chrześcijański neoplatonizm był także oparciem dla Keplera i Galileusza. Stanowił dla nich aksjologiczne, metafizyczne i religijne uzasadnienie szukania porządku matematycznego w naturze oraz przeformułowania pojęcia przyczyny i hipotezy. Miały się one teraz odnosić do obserwowalnego świata. Stare, scholastyczne pojęcia stały się nieprzydatne. Bardziej użyteczne stały się nowe kategorie: siła, ruch, przestrzeń, czas czy masa.

Koncepcja Burtt'a silnie oddziaływała na dwudziestowieczną historię nauki oraz na myślenie o relacjach między nauką i religią. Stało się tak za sprawą wpływu, jaki wywarł on na dwóch wybitnych i wpływowych historyków nauki: Herberta Butterfielda i wspomnianego już Alexandra Koyré. Ich prace bazowały na kluczowej tezie Burtt'a o naturze przejścia od nauki średniowiecznej do nowożytnej, które miało polegać na „przeskoku metafizycznym” a nie stopniowej ewolucji koncepcji teoretycznych i gromadzeniu danych obserwacyjnych i ekspe-

rymentalnych. To właśnie przeskok metafizyczny miał zdeterminować odrzucenie starej fizyki i astronomii oraz matematyzację obrazu natury.

Drugą ważną pracą powstałą w okresie międzywojennym była książka Alfreda Whiteheada „Nauka i świat współczesny” z roku 1926 (Whitehead 1988). Whitehead sformułował w niej jedną z najbardziej wpływowych potem też odnośnie genezy nauki nowożytnej. Stwierdził, że aby mogła ona powstać, musiało ją poprzedzać, zarówno w porządku logicznym jak i chronologicznym, powszechne i instynktowne przekonanie, że „istnieje jakiś porządek rzeczy, a w szczególności porządek przyrody” (Whitehead 1988, s.12-13). Oczywiście, od czasów klasycznej cywilizacji greckiej, zawsze istniały, zdaniem Whiteheada, jednostki żywiące takie przekonanie. Ale do schyłku wieków średnich większość wykształconych ludzi tak nie myślała. Wątpiono w istnienie takich powszechnych zasad albo w szanse ich wykrycia albo nie chciano o tym myśleć albo wreszcie nie rozumiano ich doniosłości praktycznej, nawet gdy udało się takie zasady odkryć. Tempo badań wzrosło niepomniernie począwszy od wieku XVI i XVII, gdyż wtedy właśnie ujawniła się nowa mentalność.

Jak pisał Whitehead, „nauka wymaga jednak czegoś więcej niż [tylko] ogólnego poczucia porządku rzeczy. Trzeba jeszcze wskazać na nawyk precyzyjnego myślenia ukształtowany w umysłowości europejskiej dzięki długotrwałej dominacji logiki scholastycznej i scholastycznego duchowieństwa. Nawyk pozostał, choć filozofia [scholastyczna] upadła.” (Tamże, s. 21)

Jednak najważniejszym, zdaniem Whiteheada, wkładem Średniowiecza w dzieło kształtowania ruchu naukowego było „niezlomne przekonanie, iż każde szczegółowe zdarzenie można powiązać w określony sposób ze zdarzeniami wcześniejszymi, ujawniając przy tym prawidłowości ogólne. To instynktowne przekonanie, wyraźnie wyryte w wyobraźni, stanowi motyw badań naukowych — przekonanie, że tajemnica istnieje i że trzeba ją osłonić.” (Tamże)

Szukając źródeł tego przekonania, pisał: „Porównując myśl europejską z postawami obserwowanymi na gruncie innych, pozostawionych samym sobie, cywilizacji, dochodzimy do wniosku, że źródło może być tylko jedno. Musi się ono wiązać z naciskiem, jaki śre-

dniowiecze kładło na racjonalność Boga, którego wyobrażano sobie jako istotę o osobowej mocy Jahwe i racjonalności greckiego filozofa. Każdy szczegół znajduje się pod [Jego] kontrolą i jest elementem [boskiego] porządku: badania nad przyrodą muszą prowadzić do podtrzymania wiary w racjonalność. Proszę pamiętać, że nie mówię o świadomych przekonaniach paru jednostek. Mówię o kształcie umysłowości europejskiej, wyłaniającym się z niekwestionowanej wiary trwającej całe stulecia. Mam na myśli instynktowny ton myśli, a nie tylko słowne wyznanie wiary.” (Tamże, s. 21-22)

Koncepcja Whiteheada wytyczyła nowy szlak badań. Idea uporządkowanego świata, który wyprzedzał logicznie i warunkował jego naukowe badanie, wiara w zdolność wykrycia tego porządku oraz wskazanie, że źródła tych przekonań tkwiły w chrześcijańskiej teologii współbrzmiały z wcześniejszymi pracami Pierre’a Duhema o średniowiecznych korzeniach nowożytnej fizyki i kosmologii. Rozwinął te myśli jeszcze w okresie międzywojennym Michael Foster a w drugiej połowie XX wieku między innymi Stanley Jaki (1924-2009) i Reijer Hooykaas (1906-1994).

Aksjomatyczne założenia współczesnej nauki, zwłaszcza fizyki, analogiczne do opisywanych przez Whiteheada, dostrzegli w drugiej połowie XX wieku także sami fizycy i problem ten rozwinął się w samodzielny przedmiot badań. Można tu wymienić choćby prace Paula Daviesa (Davies 2006, 2007, 2008a, 2008b), Michała Hellera (Heller 2006, Coyene i Heller 2007) i Stephena Barra (Barr 2005).

Obok Burtta i Whiteheada, należy wymienić Michaela Beresforda Fostera (1903-1959), który w latach trzydziestych sformułował koncepcję o ścisłym, logicznym powiązaniu średniowiecznych koncepcji teologicznych i wczesnonowożytnych koncepcji nauki: jednej akcentującej znaczenie empirii, drugiej — czystego rozumu (Foster 1934, 1935, 1936). Według Fostera, metodologia nauk przyrodniczych (filozofii przyrody) zależała od przyjętych założeń co do istoty Natury, te zaś od wyznawanej doktryny o istocie Boga. Foster dostrzegał dwa zasadnicze nurty teologicznego myślenia o Bogu, które miały zasadnicze odmienne implikacje dla metodologii naukowej. Teologia racjonalna widziała Boga jako wcielenie doskonałego rozumu i akt stworzenia był

aktem tego rozumu. Ludzkie poznanie musi podążać tą drogą. Odkrywając naszym rozumem Boże idee i zamysły odkrywamy jednocześnie rozumną i konieczną naturę stworzonego świata. Z kolei teologia woluntarystyczna podkreślała boską wolną wolę, nie zdeterminowaną całkowicie przez Rozum. Dzieła Boga nie są konieczne, ale przygodne (mogłyby być inne). Nasze umysły nie mogą posiadać wiedzy *a priori* o przygodnym ze swojej natury świecie. Świat może być zatem poznany jedynie empirycznie.

Prace Fostera nie analizowały faktycznego kierunku i źródeł myślenia uczonych średniowiecznych i wczesnonowożytnych. W tym sensie były ahistoryczne. Pokazywały jedynie logiczne powiązanie koncepcji teologicznych i wczesnonowożytnej metodologii nauki. Skierowały jednak, choć z dużym opóźnieniem, w tę stronę uwagę historyków nauki. Oddziaływanie jego myśli datuje się od lat mniej więcej siedemdziesiątych XX wieku. Zaczęto wówczas, posługując się materiałami historycznymi, zagadnienie to dogłębnie badać i znajdować faktyczne powiązania. Będę o tym pisał omawiając okres powojenny.

Czwarty z wymienionych autorów, Robert Merton, był socjologiem i jego prace z lat trzydziestych (Merton 1982, 1938) szły podobną linią rozumowania, co teza Maxa Webera o powiązaniu etyki protestanckiej z powstaniem kapitalizmu. Merton dostrzegł podobną korelację między protestanckim petyzmem a powstaniem wczesnonowożytnej nauki eksperymentalnej. Pisał: „Nasza podstawowa teza brzmi następująco: etyka purytańska, wyrażająca [...] postawy i wartości najbardziej charakterystyczne dla ascetycznego protestantyzmu, w taki sposób ukierunkowała zainteresowania siedemnastowiecznych Anglików, iż stanowiła jeden z doniosłych elementów rozwoju działalności naukowej. Głęboko w tym czasie zakorzenione zainteresowania religijne zdecydowanie [...] skłaniały do systematycznego, racjonalnego i empirycznego badania zjawisk Natury dla chwały Bożej i w celu uzyskania kontroli nad zepsutym światem doczesnym.” (Merton 1982, s. 601-602). Twierdzenia te Merton wsparł między innymi analizą struktury wyznaniowej wiodącego brytyjskiego naukowego Towarzystwa Królewskiego oraz niemieckich szkół o nastawieniu przyrodniczym i tech-

nicznym. Wszędzie tam protestanci dominowali nad pozostałymi wyznaniami.

Tezy Mertona, bardzo gorąco dyskutowane, okazały się w dłuższej perspektywie prekursorskie. Wskazując bowiem na religijne determinanty aktywności naukowej dowodziły, że zakorzeniona w pewnych grupach i społecznościach aksjologia kształtuje środowisko społeczne a ono stanowi socjologiczną determinantę rozwoju nauki. Ten trop miał podjąć niecałe trzydzieści lat później Thomas Kuhn (1922-1996) a po nim, znacznie od niego radykalniejsi, przedstawiciele socjologii wiedzy naukowej (m.in. Barry Barnes i David Bloor), zdaniem których, czynniki społeczne nie tylko wpływają na ramy organizacyjne nauki, jak dowodził Merton, ale i na samą jej treść.

4. PO II WOJNIE DO LAT 80.: AKCENT NA RÓŻNORODNOŚĆ, ROLA NEOPLATONIZMU, O POZYTYWNEJ ROLI CHRZEŚCIJAŃSTWA

Historykiem, który wydatnie przyczynił się do nowego spojrzenia na relacje pomiędzy nauką a religią był także Herbert Butterfield (1900-1979). W roku 1931 opublikował książkę „Historia w interpretacji wigów” (Butterfield 1931), w której zarzucił historykom zniekształcanie obrazów przeszłości przez sztuczne dzielenie minionego świata na dwa zwalczające się obozy, z których jeden, ostatecznie zwycięski, najbardziej przypominał to, co dany historyk uznawał za najlepsze w teraźniejszości. Scena historyczna rozpadała się na przeciwstawne sobie obozy: postępowców i reakcjonistów, wigów i torysów, protestantów i katolików. Postaciom historycznym przypisywano współczesne motywacje i zdawały się one świadomie podążać w kierunku, który historyk znał, bo była to jego przeszłość, ale który był przecież dla owych postaci mglistą i niepewną przyszłością. Lekarstwem na takie wypaczone pisanie historii było, zdaniem Butterfielda, przyjęcie założenia, że minione epoki, jako różne od wieku XX, miały inne problemy, inne motywacje, inne oglądy sytuacji. Pisząc historię należało zatem wejść najgłębiej, jak to możliwe, w położenie, myśli i emocje ludzi opisywanej epoki.

Pisząc w roku 1949 pracę „Rodowód współczesnej nauki, 1500–1800” (Butterfield 1968), zastosował tę metodologię do historii nauki, a także do historycznych relacji nauki z religią. Okazało się, że religia nie była „przeciwna lub odseparowana od nauki we współczesnym sensie, ale mogła pozostawać z nią w każdej możliwej relacji, zależnie od sytuacji. Patrząc na historię nie na sposób wigowski, Butterfield dostrzegł różnorodność”. (Wilson 2000, s. 4). Z tej perspektywy Kopernik tracił jednoznaczność rewolucyjną stając się po części naukowym konserwatystą, relacje Galileusza i Kościoła traciły oczywistość mającej rację ofiary i bezpodstawnie sprzeciwiającej się mu władzy. Chrześcijaństwo wsparło światopogląd mechanicystyczny, bo umożliwił precyzyjną definicję cudu, jako wydarzenia przeciwnego mechanicznej regularności świata przyrody a newtonowska teoria grawitacji wymagała regularnych Boskich interwencji które, zdaniem Newtona, czyniły istnienie Boga logiczną koniecznością.

Pod wpływem Burtta rozwijał się także jeden z najwybitniejszych historyków nauki XX wieku, Alexandre Koyré (1892-1964). Jego najsilniejsze oddziaływanie na dwudziestowieczną historię nauki miało miejsce w latach pięćdziesiątych i sześćdziesiątych, obejmowało Europę i Stany Zjednoczone i polegało na wypracowaniu koncepcji Rewolucji Naukowej. Koncepcję tę przejęli za nim, omawiany już wcześniej, Butterfield a także Alfred Rupert Hall (1920-2009) (Hall 1966) i plejada innych historyków. Rozwinął ją w nową teoretyczną jakość Thomas Kuhn wprowadzając pojęcie paradygmatów. W odniesieniu do relacji między nauką a religią Koyré rozwinął myśl Burtta, pisząc szereg szczegółowych analiz kształtowania się poglądów wielkich postaci nauki w okresie od XV do XVIII wieku, od Mikołaja z Kuzy do Izaaka Newtona (Koyré 1998). Dowodził, że przejście od nauki średniowiecznej do nowożytnej było radykalnym i gwałtownym zerwaniem ciągłości myślenia, na miarę rewolucji. Stąd ukuta przez niego nazwa — Rewolucja Naukowa. Jej istota sprowadzać się miała do destrukcji średniowiecznego obrazu kosmosu oraz matematyzacji obrazu natury. Rewolucja obejmowała równocześnie trzy składniki: filozofię, teologię i naukę, gdyż były to elementy nierozłączne, stanowiąc jedność w umysłach ówczesnych ludzi nauki, na przykład Keplera, Karte-

zjusza czy Newtona. Koyré szczególnie wagę, podobnie jak Burtt, przywiązywał do chrześcijańskiego neoplatonizmu jako systemu religijno-metafizycznego, który w XVI-XVII wieku dokonał radykalnej transpozycji umysłów. Zdaniem Koyré'go, neoplatonizm był jedynym właściwym, dla rozwoju nauki nowożytnej, fundamentem metafizycznym, zawierał bowiem przekonanie, że konstrukcja świata sprowadza się do obiektów matematycznych poruszanych zgodnie z prostymi prawami matematyki. Takie widzenie natury umożliwiło i uzasadniło połączenie obserwacji i eksperymentu z analizą ilościową i stosowaniem matematyki. Dzięki temu, te same fakty i dane zostały nagle inaczej zobaczone, ocenione i połączone ze sobą.

Prace Burtt, Whiteheada, Fostera, Mertona, Butterfielda i Koyré'go oraz innych historyków i filozofów ze środowisk, w których wymienieni przeze mnie pracowali i na które oddziałali, stworzyły nowy korpus teoretyczny do analizy historycznych relacji między nauką i religią. Należy mieć na uwadze również fakt, że krzepnąca dyscyplina historii nauki owocowała coraz większą liczbą publikacji szczegółowo omawiających różne epizody z dziejów nauki. Ta kumulująca się wiedza ukazywała rzeczywistość bogatą, zróżnicowaną i nie przystającą do prostego, dychotomicznego podziału na postępową naukę i wsteczną religię.

Obok propozycji historiograficznych już wymienionych, pojawiły się też inne koncepcje teoretycznego ujęcia relacji pomiędzy nauką a religią. Jedną z nich, o której warto wspomnieć, choć ma ona charakter głównie normatywny a nie porządkujący fakty historyczne, była sformułowana w latach sześćdziesiątych XX wieku koncepcja niezależności obu sfer.

Schemat niezależności wiąże się z nazwiskami Iana Barboura (Barbour 1966, 1993, 1994), Johna Dillenbergera (Dillenberger 1960) i Stephena Wykstra'a (Wykstra 1996). W latach dziewięćdziesiątych został ponownie zaproponowany przez Stephena Jay Goulda pod nazwą NOMA (Non Overlapping Magisteria) (Gould 2002). Koncepcja niezależności głosi, że nauka i religia są dziedzinami niezależnymi od siebie i autonomicznymi. Każda ma specyficzny dla siebie obszar badań i specyficzną metodologię. Koncepcja ta ma bardziej charakter postu-

lujący, jak obie sfery powinny się do siebie odnosić aniżeli opisowy. Jej zastosowanie przez Barboura do analizy nauki siedemnastowiecznej spotkało się z uzasadnioną, moim zdaniem, krytyką, że ignoruje oczywiste świadectwa faktograficzne, które jej przeczą (Osler 1998).

Z początkiem lat siedemdziesiątych pojawili się na scenie naukowcy, między innymi Reijer Hooykaas (1906-1994), Stanley Jaki (1924-2009), Eugene Klaaren (Klaaren 1977), Hendrik F. Cohen (Cohen 1994), którzy odwrócili tezę o wojnie nauki z religią, głosząc, że to chrześcijaństwo było podstawowym a przynajmniej jednym najważniejszych motorów powstania nauki nowożytnej. Autorzy ci dowodzili, że nie byłoby nauki nowożytnej bez chrześcijaństwa.

Reijer Hooykaas (Hooykaas 1975, 1987) definiował naukę nowożytną tradycyjnie, jako opartą na obserwacji, eksperymencie, kierującą się mechanistycznym obrazem świata, szeroko wykorzystującą matematykę i przyjmującą za kryterium prawdy naukowej zgodność z faktami empirycznymi. Na te zmiany wpłynęło, jego zdaniem, utrwalenie u progu nowożytności postawy empirycznej, akcentującej badanie rzeczywistości danej zmysłowo ponad dominujące wcześniej myślenie spekulatywne, towarzyszące temu dowartościowanie pracy manualnej, pogardzanej w starożytności, coraz szersze analizowanie zjawisk w drodze eksperymentów w miejsce dominacji średniowiecznych analiz czysto logicznych, uwolnienie nauki od wszelkich autorytetów poza autorytetem natury oraz matematyzacja badanego obrazu świata zastępująca niematematyczny język arystotelesowskich jakości.

Przyczyn tych zmian Hooykaas upatrywał w zmieniających obraz świata odkryciach geograficznych, w emancypacji klasy kupieckiej oraz w determinantach religijno-teologicznych. Wśród tych ostatnich wskazywał na chrześcijański system wartości doceniający wysiłek fizyczny, chrześcijański obraz świata odbóstwionej Natury, inny niż w panteistycznych wizjach pogańskiej starożytności. Za wyjątkowo ważne uznawał teologiczne koncepcje woluntaryzmu i nominalizmu, które stały się orężem Kościoła przeciwko atakom na dogmaty doktrynalne, a które — niejako przy okazji — „odstrzeliły” stare idee szkodzące rozwojowi nauki.

Bardziej radykalny w pozytywnej ocenie roli chrześcijaństwa na powstanie nauki był Stanley Jaki (Jaki 1974, 1994, 1995). W odróżnieniu od Hooykaasa, stosunkowo niewiele zajmował się wpływem czynników zewnętrznych: społecznych, ekonomicznych czy politycznych. Koncentrował się na determinantach intelektualnych. Dowodził, że nauka nowożytna bazująca na obserwacji, eksperymencie i hipotezach nie mogłaby powstać bez chrześcijańskiej koncepcji Boga, świata i człowieka a także chrześcijańskiej wizji relacji pomiędzy nimi. Naukę nowożytną Jaki postrzegał podobnie jak Hooykaas a jej istotę sprowadzał czasem do teorii ruchu i trzech praw dynamiki. W swoich pracach pokazywał, jaką rolę odegrały w jej powstaniu podstawowe dogmaty wiary przypieczętowane przez Kościół w XIII wieku, w tym — między innymi — powstanie świata z niczego oraz w czasie, stanowcze orzeczenia Kościoła o swobodzie Stwórcy i wynikającej stąd przygodnej naturze świata oraz fundamentalne prawdy chrześcijaństwa, w tym trynitarny charakter Boga (Ojciec, Syn i Duch Święty) i ustanowiony przez Boga porządek świata, który człowiek, stworzony na Boże podobieństwo, może badać i odkrywać. By wskazać przykład jednego z zaskakujących rozumowań Jaki'ego, trynitarny charakter Boga chrześcijańskiego miał, jego zdaniem, stanowić jedyną skuteczną zaporę przed pokusami panteistycznych wizji świata, które były typowe dla starożytności, ale od których nie były wolne także religie skrajnie monoteystyczne, jak judaizm czy islam. Wiara w Chrystusa jako jednorodzonego Syna Boga (po grecku *monogenes*) wykluczała przypisanie boskiej natury światu. Takie doktrynalne zablokowanie panteizmu zapobiegało wielu szkodliwym dla nauki ideom, które zwykle panteizmowi towarzyszyły.

Opisując działalność intelektualną innych wielkich cywilizacji przednowoczesnych (Egipt, Babilon, Indie, Grecja, Chiny) Jaki wskazywał, że ich główne założenia światopoglądowe winne były temu, co nazywał poronionymi narodzinami nauki w tamtych kręgach kulturowych. Opisy Jaki'ego chrześcijańskiej genezy nauki nowożytnej a z drugiej strony — błędzenia starożytnego intelektu, oparte były na zderzeniu różnych, przeciwstawnych sobie, idei opisujących naturę wszechświata. Idee te można ułożyć w pary, w których pierwszy ele-

ment, działający negatywnie i zapobiegający powstaniu nauki, charakteryzował cywilizacje pozaeuropejskie a drugi, stymulujący jej narodziny i o wyraźnych religijnych i chrześcijańskich korzeniach — Europę. Owe pary to: czas cykliczny — czas linearny, świat wieczny — świat mający początek, świat tożsamy z Bogiem — Bóg transcendentny wobec świata, świat jako organizm — świat jako mechanizm, świat jako byt konieczny — świat jako byt przygodny, bóstwa kapryśne i nieprzewidywalne — Stwórca racjonalny, tworzący świat uporządkowany i przewidywalny; człowiek intelektualnie bezradny wobec natury i bóstw nią rządzących — człowiek stworzony na boskie podobieństwo zdolny do wykrycia boskiego porządku stworzenia.

Innym składnikiem myśli Jakiego były jego prace o średniowiecznych korzeniach fizyki nowożytnej, w tym pierwszego prawa dynamiki — zasadzie bezwładności (Jaki 2000). Jaki był tu świadomym kontynuatorem myśli Pierre'a Duhema.

Ciekawe są losy myśli Jaki'ego. Posiadał niekwestionowany autorytet naukowy, był bardzo płodnym i znanym historykiem. Nie stronił też od publicystyki. Z jednej strony został uhonorowany prestiżową nagrodą Templetona (1987), był zapraszany na wykłady i panele naukowe do czołowych uniwersytetów. Jednak jego radykalna wizja genezy nauki nowożytnej była przez wiele lat w zasadzie ignorowana i pomijana milczeniem przez główny nurt środowiska historyków nauki. Zamiast dyskusji i analizy dezawuowano jego prace epitetami („z trudem ukrywana apologetyka” — Lindberg i Numbers 1986a, s. 9) lub krytycznymi ocenami bez wsparcia ich jakąkolwiek argumentacją („nieprzekonujące, bo nazbyt jednostronne” — Mączka 1996, s. 5). Piętno apologety zdjęto z niego dopiero pod koniec lat dziewięćdziesiątych.

Hooykaas, Jaki, Klaaren i Cohen są zaliczani do czołowych zwolenników tezy o zasadniczej harmonii w historycznych relacjach pomiędzy nauką i religią. Bardziej umiarkowani jej przedstawiciele to między innymi Charles Webster, Margaret Jacob i Christopher Hill, którzy także wskazywali, że fundamenty ontologiczne i epistemologiczne nauki nowożytnej, takie jak jednolitość natury, metoda empiryczna czy idea postępu wiedzy naukowej były efektem wpływu różnych chrześcijańskich konfesji. Listę ciekawych postaci z tego kręgu

można znacznie rozszerzyć, na przykład o teologa i astrofizyka Christophera B. Kaisera (Kaiser 2007), teologa i historyka Philipa Hefnera i wielu innych. Warto też wspomnieć o polskiej inicjatywie, jaką jest działający od przeszło trzydziestu lat krakowski Ośrodek Badań Interdyscyplinarnych (OBI) przy Wydziale Filozoficznym Uniwersytetu Papieskiego Jana Pawła II i Centrum Kopernika Badań Interdyscyplinarnych. Jego początki wiążą się z trzema nazwiskami: Karola Wojtyły, Michała Hellera i Józefa Życińskiego. Obecnie OBI i Centrum Kopernika są aktywne na polu dialogu między teologią, filozofią, historią i naukami przyrodniczymi. Efektem ich działań są publikacje, konferencje i działalność edukacyjno-popularyzatorska akcentujące pozytywne korelacje między religią a nauką (Heller et al., 1999; OBI, 2008, Centrum Kopernika — Informacja).

Lata siedemdziesiąte i osiemdziesiąte XX wieku to okres wzrostu zainteresowania historyków nauki zagadnieniem historycznych relacji pomiędzy nauką a religią (Ilfie 2008, s. 50). Istotną rolę odegrała tu — zdaniem Edwarda Davisa — inspiracja tezami Michaela Fostera, która spowodowała, że „rosnąca liczba uczonych zaczęła budować autentycznie historyczne podejście do problemu. Byli to między innymi John H. Brooke, Reijer Hooykaas, Eugene Klaaren, J. E. McGuire, Francis Oakley i Margaret Osler — ludzie o różnych afiliacjach ideologicznych [...] a zatem których nie można oskarżyć o intencje apologetyczne. Ich praca podąża w kierunku przerzucenia mostu między abstrakcyjnymi założeniami Fostera i złożoną rzeczywistością historyczną nauki wczesnonowożytnej” (Davis 1999, s. 80). Prace wymienionych przez Davisa a także innych uczonych wykazywały, że wskazywane przez Fostera powiązanie między koncepcjami teologicznymi a odpowiadającymi im metodologiami naukowymi rzeczywiście istniało w przypadku większości kluczowych postaci nauki wczesnonowożytnej: Galileusza, Keplera, Kartezjusza, Boyla, Newtona i innych. (m.in. Davis 1994, 1999, McGrath 2001, Wybrow 1992, lista najważniejszych prac inspirowanych tezami Fostera w: Davis 1999, s. 91-92).

Tak samo widział to zagadnienie Steven Shapin, jeden z czołowych przedstawicieli nurtu socjologii wiedzy naukowej a więc zupełnie innej, może nawet przeciwstawnej ideologicznie tradycji naukowej niż

Edward Davis, który ma zawodowe umocowanie w uczelni założonej przez braci z Kościoła Chrystusa. Pisząc o kulturowych korzeniach nauki nowożytnej Shapin stwierdził: „doniosłe prace takich uczonych jak Alexandre Koyré, Frances Yates, Walter Pagel, P. M. Rattansi, J. E. McGuire, E. M. Klaaren i inni pokazały bliskie więzi między prądami religijnymi i filozoficznymi w obrębie filozofii przyrody. „Magiczne”, „neoplatońskie”, „hermetyczne” i teistyczne formy kulturowe, które obecnie uznalibyśmy za nieuprawnione wtręty do kultury naukowej, były ważnymi komponentami kultury naukowej w szesnastym i siedemnastym wieku” (Shapin 1982, s. 177).

5. OD LAT 80.: BUDOWA PARADYGMATU „BOGATEJ ZŁOŻONOŚCI I WZAJEMNYCH UWARUNKOWAŃ”

Pisząc o historiografii problemu „nauka a religia” koncentrowałem się, poza odniesieniem do koncepcji Mertona, na zagadnieniu, jakim jest powstanie nauki nowożytnej. Jednak większość prac historycznych powstałych w ciągu ostatnich dekad i opisujących związki pomiędzy nauką a religią odnosi się do późniejszych okresów, zwłaszcza do wieków od XVII do XIX. Analizom właśnie tego okresu należy zawdzięczać ostateczny upadek schematu wojny w opisie relacji między nauką i religią.

Lata osiemdziesiąte i dziewięćdziesiąte XX wieku David Wilson nazwał okresem rewolucyjnych zmian w metodologii i interpretacji problemu „nauka a religia”. Najważniejszą i głęboką przyczyną tych zmian był, wspomniany wcześniej, gromadzony przez kilkadziesiąt poprzednich lat szczegółowy materiał historyczny. Gdy przekroczona została pewna jego masa krytyczna, trudno już było zamknąć zgromadzone bogactwo faktograficzne w jakimkolwiek prostym schemacie.

Tę zasadniczą zmianę podejścia znaczą pewne publikacje i ich autorzy. Ważną rolę odegrały prace, jeszcze z lat siedemdziesiątych, Franka Turnera i Jamesa Moore’a, którzy podjęli szczegółowe studia nad relacjami nauki i religii w późnowiktoriańskiej Anglii (1871-1901), czyli nad okresem, kiedy metafora militarna została sformułowana przez Drapera i White’a. Z kolei naukowcy, którzy sformułowali i wdrożyli

do praktyki pryncypia nowego podejścia to między innymi David Lindberg, Ronald Numbers, John Brooke (Brooke 1991) i Margaret Osler (1942-2010).

Turner badając spory i konflikty pomiędzy przedstawicielami nauki i duchowieństwa w Anglii w drugiej połowie XIX wieku doszedł do wniosku, że nie wynikały one z merytorycznej wrogości między nauką i teologią. Była to natomiast konsekwencja „starcia się starych i wschodzących elit intelektualnych oraz społecznych w walce o prymat i powszechne uznanie w nowoczesnym, sprofesjonalizowanym społeczeństwie przemysłowym” (Turner, 1993a, s. 170). W epoce późnowiktoriańskiej, czyli w dobie rozwijającej się nauki laboratoryjnej i coraz szybciej postępującej specjalizacji oraz profesjonalizacji zawodu naukowca, szacowny naukowiec amator, często duchowny lub szlachetnie urodzony, stał się ewidentnym anachronizmem. Nowa warstwa zawodowych intelektualistów, wyznająca filozoficzny naturalizm (nauka wyjaśnia działanie natury bez uciekania się do przyczyn nadnaturalnych), nie miała ochoty spoglądać na dogmaty, teologię i religijne autorytety. Dążyła więc do odsunięcia kleru od działalności naukowej i pozbawienia go kontroli nad edukacją. Zderzyła się z obrońcami zinstytucjonalizowanej religii broniącymi swej pozycji w systemie szkolnictwa i pragnącymi zachować religię jako źródło porządku moralnego i społecznego oraz z warstwą naukowców starszej daty, ukształtowanych przed fazą profesjonalizacji tego zawodu. Był to więc u korzeni konflikt interesów statusowych dwóch grup społecznych a nie zderzenie prawd wiary i twierdzeń nauki, co głosili nieliczni lecz głośni trybuni obu stron.

Wsparciem tych twierdzeń były analizy, przeprowadzone przez Turnera na temat poglądów czołowych naukowców epoki późnowiktoriańskiej (Turner 1974, 1993b). Pokazały, że wiara religijna była udziałem wielu uczonych nowego pokolenia a od naturalizmu metodologicznego nie odżegnywało się z kolei wielu uczonych ze środowisk tradycyjnych, także duchownych. Dychotomiczny podział na zacofaną religię i postępową naukę oraz na konserwatywnych duchownych i nowoczesnych ludzi nauki coraz bardziej okazywał się mitem. Ukazywał to również coraz bogatszy materiał historyczny gromadzony przez innych uczonych

odnośnie epoki późnowiktoriańskiej (m.in. prace Bernarda Lightmana, Theodore'a Portera i innych).

Z kolei James Moore (Moore 1979) przeanalizował szczegółowo genezę metafory militarnej Drapera i White'a pokazując, że upowszechniła ona fałszywe, bo faktycznie nieistniejące dychotomie: między nauką a religią, między naukowcami i teologami, między instytucjami naukowymi i religijnymi. Pomijając już rozpropagowanie wielu nieprawdziwych faktów

Niedługo po pracach Turnera i Moore'a ukazały się książki, które uznaje się za wyznaczające nowy paradygmat w sposobie badania historycznych relacji pomiędzy religią, teologią i Kościołem a nauką. Pierwszą była wydana w roku 1986 praca „Bóg i natura: historyczne eseje o spotkaniu chrześcijaństwa i nauki” pod redakcją Davida Lindberga i Ronalda Numbersa. Ci znani historycy nauki zaprosili do współpracy szesnastu uczonych i efektem ich prac był nowatorski metodologicznie zbiór artykułów dotyczących relacji pomiędzy religią i Kościołem a nauką w okresie od Średniowiecza do wieku XX. Książka wytyczyła nowy model podejścia do badania tych relacji. Zaproponowanym schematem historiograficznym była zasada bogatej złożoności i wzajemnych uwarunkowań — *complexity thesis*.

Zasada bogatej złożoności i wzajemnych uwarunkowań nie wykluczała, zdaniem Lindberga i Numbersa, możliwości formułowania ogólnych tez o kierunku zmian, od stanu podporządkowania nauki w okresie Średniowiecza do jej względnej emancypacji w wieku siedemnastym. Nie mogło to jednak pomijać bogatej rzeczywistości historycznej, w której przekonania religijne niejednokrotnie stymulowały kierunek myślenia naukowego a rodzące się koncepcje naukowe oddziaływały na teologię.

Jak pisali Lindberg i Numbers, „jesteśmy przekonani, że tradycyjne dychotomie: wrogowie — sojusznicy, konflikt — zgoda, są mylące a nawet szkodliwe, bo prowadzą do złych pytań [badawczych]. [...] nie wolno [...] pytać „kto był napastnikiem?”, ale „jak chrześcijaństwo i nauka oddziaływały na siebie?”. Jesteśmy pewni, że badania wykażą, że owe kontakty miały wiele postaci [...]. Odkryjemy zmieniające się sojusze i równoczesne przynależności do różnych [pozornie będących ze

sobą w konflikcie] grup. Odsłonimy tyle samo walki i konkurencji wewnątrz społeczności chrześcijańskich i naukowych co pomiędzy nimi. A co najważniejsze, zobaczymy, że oddziaływanie było obustronne, że zarówno chrześcijaństwo jak i nauka były istotnie kształtowane przez swoje wzajemne relacje. Jeśli jednak wpadniemy w pułapkę przypisywania win i zasług, nigdy nie docenimy właściwie roli chrześcijaństwa i nauki w ukształtowaniu kultury zachodniej. I bardzoubożymy nasze rozumienie tego procesu” (Lindberg, Numbers 1987).

Drugą książką, uznaną z perspektywy lat za wytyczającą nowy kierunek w sposobie badania relacji między nauką i religią, była wydana kilka lat po zbiorze Lindberga i Numbersa praca Johna Hedleya Brooke’a „Nauka i religia. Niektóre z historycznych perspektyw badawczych” (Brooke 1991). Termin bogatej złożoności i wzajemnych uwarunkowań (*complexity thesis*) dla określania nowego sposobu podejścia w badaniu tych relacji został zaproponowany w tej właśnie książce. Analizując okres od procesu Galileusza do sporów wokół publikacji „O powstawaniu gatunków” Brooke pokazał na dużej liczbie przykładów, że historycy zidentyfikowali wielką różnorodność sposobów oddziaływania przekonań religijnych na uczonych wczesnonowożytnych. Przekonania te stawały się aksjomatycznymi założeniami naukowych przedsięwzięć, wpływały na metodologię przez dostarczanie kryteriów wyboru pomiędzy konkurującymi teoriami a także motywowały angażowanie się w działalność naukową i ją sankcjonowały. O tej ostatniej sprawie kilka lat później pisał Steven Shapin: „Uzasadnianie nowych praktyk badawczych przez powoływanie się na pożytek płynący z nich dla religii było w całej Europie ważnym sposobem zapewniania nauce legitymizacji kulturowej. Wiek XVII był epoką głęboko religijną a instytucje religijne we wszystkich krajach europejskich, czy to na własną rękę, czy to we współpracy z państwem, sprawowały ogromną władzę świecką. Żaden nowy prąd w kulturze, jeżeli był powszechnie postrzegany jako zagrożenie religii, nie mógł liczyć na instytucjonalizację.” (Shapin 2000, s. 123).

Zasadę bogatej złożoności i wzajemnych uwarunkowań w odniesieniu do okresu wczesnonowożytnego stosowała też inna znana orędowniczka nowego podejścia, Margaret Osler (lista jej publikacji —

Osler 2010). Zaproponowała historiograficzny schemat opisu nazwany przez nią „przejmowaniem i tłumaczeniem” (*appropriation and translation*). Zgodnie z tym modelem „filozofowie przyrody przejmowali czasem idee zrodzone w obrębie religii i na gruncie teologii, tłumaczyli je na język filozofii przyrody i używali do rozwiązywania problemów w nowym kontekście. W tych przypadkach podstawowa struktura danej idei była podobna w każdej z tych domen, ale służyła do rozwiązywania problemów specyficznych dla nauki. [...] W niektórych przypadkach pojęcia teologiczne były przejmowane do dyskursu naukowego tracąc swój specyficzny kontekst teologiczny i funkcjonując dalej jako fundamentalne pojęcia naukowe. Czasem zaś odwrotnie, to pojęcia naukowe były przyswajane przez teologię z analogicznymi konsekwencjami.” (Osler 1998, s. 101-102). Schemat przejmowania i tłumaczenia był jej zdaniem najwłaściwszy, bo umożliwiał badanie zmian jakim podlegały konkretne idee teologiczne i naukowe w wyniku wzajemnych oddziaływań. Zapobiegało to błędnemu postrzeganiu i analizowaniu średniowiecznej i wczesnonowożytnej nauki i teologii jako całościowych budowli. Badać należało indywidualne koncepcje zanurzone w różnych środowiskach intelektualnych i kulturowych oraz ich wzajemne oddziaływanie i zmiany.

Te ostatnie postulaty są powszechnie akceptowane i mają bardzo ważne konsekwencje dla badania relacji „nauka a religia” w oparciu o zasadę bogatej złożoności i wzajemnych uwarunkowań. Uznano bowiem, że takie pojęcia jak nauka średniowieczna czy teologia średniowieczna to jedynie hipostazy, którymi nauka historii nie powinna się zajmować. Istnieją tylko konkretne koncepcje i teorie oraz konkretni ludzie i ich poglądy. Jest to istotna różnica w porównaniu w dawnym podejściu, gdzie podmiotem, głównym aktorem, czy bohaterem historii nauki były często idee i relacje między nimi. Tak było między innymi z koncepcją Michaela Fostera, wiążącą określone koncepcje teologiczne i metodologie przyrodoznawstwa czy studiami Alexandra Koyré’go nad poglądami uczonych XVI-XVIII wieku. Fizyczni autorzy nie byli tam podmiotem historii, ale nosicielami pewnych idei, pomiędzy którymi rozgrywał się właściwy spektakl, na przykład rodzin nauki nowożytnej. Teraz zaczęło dominować ujęcie spersona-

lizowane. By pozostać przy wskazanym wyżej przykładzie, bada się już nie związek teologii woluntarystycznej z wizją nauki empirycznej, traktowanych jako zreifikowane całości, ale wszelkie świadectwa pozostawione przez konkretnych uczonych i z nimi związane, aby odtworzyć logikę ich rozumowania (Boyla, Newtona i innych) i ocenić, czy i jak stosowana przez nich metodologia była zdeterminowana ich poglądami religijnymi i teologicznymi (np. Davis 1999).

Przykładem takiej właśnie analizy jest praca Margaret Osler „Boska wola a filozofia mechanistyczna. Gassendi i Kartezjusz o przygodności i konieczności w świecie natury” (Osler, 1994). Autorka wykazała, że choć obaj uczeni akceptowali mechanistyczną wizję Natury, to różnili się co do sposobu jej badania. Było to konsekwencją ich przekonań teologicznych, które można wywodzić z różnych tradycji myśli scholastycznej (Gassendi — nominalizm, Kartezjusz — tomizm). Gassendi optował za wizją świata przygodnego (przygodny oznacza, że mógłby być inny), którego właściwości zależą od wolnej Bożej woli. Z kolei Kartezjusz postrzegał świat, jako rządony ustalonymi przez Boga wiecznymi, koniecznymi prawami mającymi matematyczną naturę. „Po przejściu przez pryzmat filozofii mechanistycznej, owe teologiczne ujęcia świata Natury jako przygodnego lub koniecznego zostały przetworzone w odmienne style nauki” (Osler 1994, str. 223). Przez styl nauki Osler rozumiała praktyczne konsekwencje ogólnych założeń epistemologicznych i metafizycznych, które determinują naukową praktykę, a więc pytania, problemy i sposoby radzenia sobie z nimi. W przypadku Gassendiego i Kartezjusza Osler wymieniała następujące pytania determinowane przekonaniem teologicznym: „Czy naukowcy uważają, że samo abstrakcyjne rozumowanie i matematyka mogą doprowadzić na prawdy naukowej? Czy też podkreślają wagę metod obserwacyjnych i eksperymentalnych? Czy rezultaty tych przedsięwzięć można uznać za pewne? Czy też za co najwyżej prawdopodobne? Jaką rolę w świecie opisywanym przez naukowca odgrywa przypadek? Czy wszystkie fakty mogą być wyjaśnione naukowo, czy też niektóre leżą poza zasięgiem teorii naukowej? Styl nauki jest praktycznym wyrazem założeń epistemologicznych i metafizycznych [...]. Nawet jeśli naukowcy nie są w pełni [tego] świadomi [...] wybór przez nich pro-

blemów badawczych, metod dowodzenia, kryteriów wyboru najlepszego wyjaśnienia, wszystko to odzwierciedla [jakaś] zakładaną metafizykę i epistemologię.” (Tamże). Teologicznie zdeterminowane style naukowe Gassendiego i Kartezjusza (poznanie empiryczne vs poznanie *apriori*, poznanie zawsze przybliżone vs poznanie pewne, poznanie ograniczone co do zakresu zjawisk vs poznanie wszystkiego) ujawniły się z całą mocą w następnym po nich pokoleniu badaczy. Osler wymieniła tu przykładowo Hobbesa, More’a, Boyle’a, Huygensa i Newtona. Ta i inne prace Osler oraz innych badaczy potwierdziły przedwojenne intuicje Michaela Fostera.

Podejście „spersonalizowane” umożliwia pozytywną ocenę przeobrażeń religijnych w stymulowaniu rozwoju nauki wczesnonowoczesnej bez angażowania się w dyskusję, czy chrześcijaństwo było jej „merytorycznym” współsprawcą. Jak pisał Steven Shapin, „Mówimy, że Boyle uważał, że to Bóg poręcza prawdziwość jego odkryć a nie, że Bóg to czynił” (Shapin 1992, s. 358). Jednak pytanie o „merytoryczne” współsprawstwo nie znika, zostaje tylko usunięte z tej konkretnej perspektywy badawczej, zwłaszcza, gdy jest ona stosowana do analizy nauki od wieku XVI. Pytanie to powraca w badaniach nad okresem wcześniejszym, między wiekiem XII a XV (np. Huff 2000, 2007; częściowo Stiefel 1985).

Pewne prace uznawane są z czasem za wyznaczające kierunek nowego myślenia. Tak było ze wspomnianym zbiorem artykułów pod redakcją Lindberga i Numbersa „Bóg i natura”. Są też książki stanowiące swego rodzaju manifest szerszego środowiska naukowego. Potwierdzają przywiązanie do nowego paradygmatu i jego powszechną akceptację. Taką rolę spełniła, monumentalna praca pod redakcją Gary’ego Ferngrena „Historia nauki i religii w zachodniej tradycji” (Fergren 2000), wydana czternaście lat po zbiorze Lindberga i Numbersa. Osiemdziesięciu dwóch autorów zamieściło łącznie sto trzy artykuły, które objęły praktycznie cały obszar historycznych związków religii i nauki. Niemal wszystkie (jednym z nielicznych wyjątków był tekst Stanleya Jaki) respektowały nowy model podejścia do badania historycznych relacji między nauką i religią. Osobną część poświęcono rozmaitym aspektom tych relacji, na przykład zmieniającym się po-

głodom na istotę natury świata, osobną intelektualnym i filozoficznym korzeniom nauki nowożytnej, na przykład arystotelizmowi, a osobną opisom różnych tradycji religijnych oraz studiom rozwoju poszczególnych dyscyplin nauki i ich powiązań z tradycjami religijnymi. Wśród autorów znaleźli się najbardziej znani i wpływowi historycy. Praca Ferngrena pokazała, że w ciągu czternastu lat po zaproponowaniu nowego modelu jego użyteczność została gruntownie przetestowana i powszechnie zaakceptowana.

Nowa metodologia opisu historycznych relacji nauki i religii uwolniła historię nauki z okowów sztywnych i upraszczających schematów. Umożliwiła rozwój szczegółowych badań bez narzuconych z góry konkluzji. Lektura kolejnych artykułów ze zbioru Ferngrena czy też wcześniejszego, pod redakcją Lindberga i Numbersa, pokazuje jak owocne jest to podejście. Tytułem przykładu wymieńmy, zamieszczony u Ferngrena, interesujący opis stopniowej sekularyzacji tłumaczenia takich zjawisk niebieskich, jak komety i meteory pod wpływem rozwoju astronomii (Sara S. Genuth), współpracy naukowców i Kościoła nad reformą kalendarza juliańskiego (James Lattis), czy też opis bardzo zróżnicowanej recepcji teorii heliocentrycznej w obrębie Kościoła katolickiego i wyznań protestanckich (Owen Gingerich).

Ciekawym zagadnieniem jest stosowanie zasady bogatej złożoności i wzajemnych uwarunkowań do jednego z kluczowych problemów historii nauki, mianowicie badania średniowiecznej genezy nauki wczesnonowożytnej. Konkretnie mam na myśli różnorodne czynniki, które przyczyniły się do powstania korpusu myśli scholastycznej oraz rolę samej scholastyki w szerszej panoramie tworzenia nauki nowożytnej. Otóż czytając na przykład prace na ten temat trzech ważnych przedstawicieli nowego podejścia: Davida Lindberga (Lindberg 1986b, 2000, 2007), Edwarda Granta (Grant 2005, 2007) i Toby'ego Huffa (Huff 2000, 2007) widać wyraźnie, że zasada bogatej złożoności i wzajemnych uwarunkowań umożliwiła połączenie kilku istniejących wcześniej sposobów i tradycji analizy tego problemu. Z jednej strony, mamy więc opisy oddziaływania nauki na teologię, czyli znaną z historii filozofii analizę recepcji Arystotelesa i spuścizny muzułmańskiej w wiekach od XII do XIV oraz wcześniejszego wpływu Platona (Timajos), logiki ary-

steotelesowskiej i tradycji augustiańskiej. Z drugiej strony, wpływ religii to oczywiście trzynastowieczne ingerencje Kościoła w studia nad Arystotelesem i jego arabskimi komentatorami, konsekwencje tych ingerencji na ukierunkowanie myśli filozoficznej i teologicznej w wiekach XIV-XV oraz to, co mówili o determinantach teologicznych i metafizycznych opisani wcześniej historycy międzywojenni (m.in. Duhem, Whitehead, Burtt, Foster) a także Hooykaas, Jaki, Klaaren, Cohen i inni uczeni z tego kręgu myślenia. Na to wszystko nakłada się problem wpływu czynników wobec nauki zewnętrznych, społecznych, ekonomicznych i innych, do których historia i teoria nauki drugiej połowy XX wieku przywiązuje coraz większą wagę. W zależności od preferencji te trzy składniki (wpływ Arystotelesa i innych tradycji naukowo-filozoficznych, oddziaływanie Kościoła, teologii i metafizyki oraz czynniki zewnętrzne) są wymieszane w różnych proporcjach odzwierciedlających znaczenie, jaki im przypisuje dany autor. Spośród trzech wymienionych historyków — zwolenników nowego podejścia, Lindberg stosunkowo niewiele a Huff i Grant znacznie więcej uwagi przywiązują do oddziaływania teologii i metafizyki. Lindberg i Huff uznają za ważne działanie czynników zewnętrznych, które z kolei stosunkowo mniej zajmują Edwarda Granta. W sumie, bez względu na osobistą ocenę tych trzech wizji, obrazy w nich zawarte są bez wątpienia bogatsze niż, jednostronne na tym tle, koncepcje powstałe przed stosowaniem zasady bogatej złożoności i wzajemnych uwarunkowań. To samo można powiedzieć o tekstach Margaret Osler, Margaret Jacob, Johna Brooke'a i innych zwolenników tej zasady, którzy zajmowali się tym zagadnieniem.

6. WIEK XXI: POCZĄTEK KRYTYKI NOWEGO PARADYGMATU I PROPOZYCJE ALTERNATYWNE

Formułowane są ostatnio opinie, że zasada bogatej złożoności i wzajemnych uwarunkowań rodzi niespodziewane i negatywne skutki uboczne. Porzucenie bowiem starych „wielkich narracji” (konfliktu, harmonii, niezależności) na rzecz tej zasady a więc prowadzenie badań ze świadomością wielkiej różnorodności poglądów i wielokierunko-

wych, wzajemnych oddziaływań skutkuje w praktyce brakiem nowych, szerszych generalizacji (Wilson 2000, s. 10, Dixon 2010). W nauce akademickiej zaczyna dominować specjalizacja i wąskie analizy przypadków. Zaś nagłośnione medialnie w ostatnich latach próby ujęć syntetycznych podejmowane są przez ludzi spoza środowiska historyków nauki, mają charakter popularny, widać w nich braki erudycyjne i są wyraźnie apologetyczne (Stark 2006, Woods 2006).

Zbyt daleko posunięta specjalizacja w historii nauki skutkuje szeregiem negatywnych zjawisk a ostatecznie podcina korzenie całej dyscypliny, gdyż powoduje coraz mniejsze nią zainteresowanie i ogólny spadek liczby czytelników. Ta smutna diagnoza przedstawiona w roku 2005 przez Stevena Shapina (Shapin 2005) odnośnie całej dyscypliny dotyczy również literatury zajmującej się historycznymi relacjami między nauką a religią. Na tym ostatnim obszarze próby przeciwdziałania kosztownemu w efekcie hiperprofesjonalizacji przybierają różne formy. Wspomnijmy o dwóch takich przedsięwzięciach. Każde zostało skierowane do odmiennej grupy odbiorców. W obu aktywną rolę odegrał wspomniany już wielokrotnie Ronald Numbers.

W roku 2009 pod jego redakcją ukazał się zbiór artykułów wybitnych historyków problemu (m.in. Brooke, E.B. Davis, Harrison, Lindberg, Livingstone, Moore, Osler, Park) zatytułowany z publicystycznym zacięciem: „Galileusz idzie do więzienia oraz inne mity na temat nauki i religii” (Numbers 2009). W dwudziestu pięciu esejach napisanych z myślą o szerokiej publiczności, autorzy prostowali rozpowszechnione i błędne opinie, na przykład, że Kościół średniowieczny tłumił rozwój nauki, że Galileusz był torturowany za popieranie kopernikanizmu, że Rewolucja Naukowa wyzwoliła naukę z okowów religii, że Einstein wierzył w osobowego Boga a Darwin utracił wiarę po sformułowaniu teorii ewolucji, ale powrócił do niej na łożu śmierci.

Autorzy respektując obowiązujący paradygmat metodologiczny, czyli zasadę bogatej złożoności i wzajemnych uwarunkowań, stworzyli zarazem pracę popularną, świetnie trafiającą w potrzeby i zainteresowania niespecjalistów. Potwierdziły to setki recenzji, gorące dyskusje na blogach (między innymi sugerujące napisanie kolejnych tomów) i duża sprzedaż.

Rok później Numbers zaprezentował, tym razem na forum profesjonalnym, próbę nowego typu generalizacji — „średniego zasięgu”, jak ją nazwał. W eseju pod sporo mówiącym tytułem „Upraszczenie złożoności” (Numbers 2010) autor przyznaje, że poza kręgiem specjalistów zasada bogatej złożoności i wzajemnych uwarunkowań budzi u większości ludzi znudzenie i co gorsza nie przekonuje. Pozostają wierni postrzeganiu relacji nauki i religii w starych, odrzuconych przez naukę schematach konfliktu lub harmonii. Powstaje więc pytanie, jak pogodzić zasadę złożoności, która precyzyjnie odzwierciedla historyczne relacje pomiędzy nauką i religią z potrzebą pokazywania szerszych trendów, które by ujęły te relacje bardziej syntetycznie.

Propozycja Numbersa jest następująca. Spoglądając na ostatnie sto kilkadziesiąt lat debaty „nauka a religia” oraz na podejście naukowców, nie tylko historyków, do tego zagadnienia, Numbers dostrzega pięć charakterystycznych kwestii. Ich identyfikacja jest próbą tytułowego uproszczenia złożoności. Bogata złożoność zostaje sprowadzona do kilku zaledwie klas problemów badawczych. Każda klasa jest zbiorem pewnych obserwowanych fenomenów i zarazem wyodrębnionym na tej klasie zbiorze badań naukowych.

Numbers owe klasy fenomenów/problemów badawczych nazywa kolejno: naturalizacją, prywatyzacją, sekularyzacją, globalizacją i radykalizacją. Naturalizacja to usuwanie z dyskursu naukowego jakichkolwiek odwołań spoza empirii oraz badanie tego historycznego zjawiska z perspektywy historyka i socjologa. Prywatyzacja to usuwanie problemu Boga z dyskursu naukowego, wycofywanie religii poza profesjonalny świat nauki i uznanie przekonań religijnych za sprawę osobistą, nie mającą związku z działalnością naukową. Jest to równocześnie badanie tego historycznego procesu, jego genezy oraz konsekwencji. Sekularyzacja to problem przekonań religijnych naukowców na porównawczym tle całego społeczeństwa. Nazwa nadana przez Numbersa sugeruje utratę wiary wśród rosnącej części naukowców amerykańskich. Fakty nie są tu jednak jednoznaczne i wyniki różnych sondaży są gorąco dyskutowane (Ecklund 2007, Larson i Whitham 1998, Numbers 2010 s. 270-272, 280; Stark 2003 s. 192-197). Globalizacja to z kolei efekt dostrzeżenia faktu, że czasem te same sprawy na styku nauka —

religia bardzo różnie były postrzegane, oceniane i badane przez różne grupy w różnych krajach, na różnych kontynentach i w różnych okresach. Numbers jako przykład podaje światową recepcję teorii Darwina oraz międzynarodowe rozprzestrzenianie się ruchu kreacjonistycznego. Zaś radykalizacja to zjawisko datujące się od mniej więcej połowy XIX wieku, kiedy to gorące dyskusje o relacjach nauki i religii wykreowały po jej obu stronach ekstremistów, którzy ogniskowali na sobie uwagę opinii publicznej, choć umiarkowani z reguły daleko przewyższali liczbą nielicznych zelotów. Wegetujący na obrzeżach ekstremiści stają się co jakiś czas i na jakiś czas popularni przy okazji pewnych wydarzeń. Tak było w latach dwudziestych podczas tak zwanego „małpiego procesu” w sprawie nauczania teorii ewolucji w szkołach publicznych. Ostatnio uwagę opinii publicznej przykuwa znany biolog i genetyk Richard Dawkins, który wchodząc na teren religioznawstwa okazał się antyreligijnym pasjonatem.

Czy propozycja Numbersa zostanie uznana za atrakcyjną alternatywę, pokaże czas. W odniesieniu do problemu genezy nauki nowożytnej, najciekawszym pomysłem na ujęcie syntetyczne byłoby, moim zdaniem, zanurzenie obrazu wzajemnych relacji pomiędzy nauką i religią w szerszych kontekstach, między innym historycznym, geopolitycznym, społecznym, ekonomicznym, organizacyjnym i politycznym. Przedmiotem analizy byłaby triada: nauka — religia — owe konteksty zewnętrzne. Ważnym elementem tego podejścia byłoby szerokie wykorzystanie dorobku teorii nauki z okresu ostatnich trzydziestu — czterdziestu lat, który silnie akcentuje zewnętrzne wobec nauki uwarunkowania jej rozwoju. Dotychczasowe prace zwolenników zasady bogatej złożoności i wzajemnych uwarunkowań pokazują niektóre z owych determinant zewnętrznych, ale do stworzenia obrazu, w którym owe zewnętrzne czynniki grają równorzędną rolę droga jeszcze daleka. Przy czym równorzędne traktowanie nie wyklucza wskazania kierunków zależności w obrębie tak analizowanej triady.

7. ZAKOŃCZENIE. PRZYCZYNY EWOLUCJI POGLĄDÓW W OKRESIE 1874-2010

W okresie stu kilkudziesięciu lat nastąpiła radykalna zmiana w podejściu historyków i socjologów do opisu i oceny historycznych związków nauki i religii. W roku 1896 Andrew Dickson White używał raz po raz określeń: wojna, konflikt, terror, odwrót, kapitulacja, rozejm, zmiążdżenie, wyzwolenie. Terminologia militarna najlepiej bowiem oddawała — jego zdaniem — istotę tych relacji. Była to bowiem, według White'a, wojna między wyzwalającą człowieka nauką a represyjnymi i hamującymi postęp teologią, Kościołem i duchownymi. Dokładnie sto lat później, w roku 1996, Steven Shapin, kreśląc *Zarys Bibliograficzny* swojej pracy o Rewolucji Naukowej, pisał natomiast: „uznanie konstruktywnych związków nauki i religii jest obecnie tak powszechne, że niemal każda nowożytna praca historyczna podejmuje to zagadnienie. Dotyczy to większości książek i artykułów przytoczonych w niniejszej bibliografii” (Shapin 2000, s. 170). Niniejszy szkic potwierdzą tę opinię Shapina.

Tak radykalna zmiana domaga się wyjaśnień. Co się stało na przestrzeni wieku, mimo postępującej sekularyzacji, że religia, a praktycznie biorąc chrześcijaństwo, oraz Kościół nie tylko przestały być uważane za wrogów nauki, ale ich rola w powstaniu nauki nowożytnej została uznana za konstruktywną?

Jest to temat na szeroką rozprawę i w tym miejscu chciałbym jedynie wskazać trzy elementy, moim zdaniem istotne, choć wymienione w kolejności niekoniecznie odzwierciedlającej ich relatywne znaczenie.

Po pierwsze, ważne zasługi położyły dla takiej ewolucji prace wybitnych prekursorów, między innymi Duhema, Whiteheada, Burtt'a i Fostera oraz tych, którzy idąc kursem kolizyjnym z wiodącym trendem myśli humanistycznej lat 50., 60. i 70. tworzyli koncepcje akcentujące rolę chrześcijaństwa. Gdy trendy się zmieniły, prace te i ich autorzy stały się uznanym składnikiem głównego nurtu.

Po drugie, ważną rolę odegrała instytucjonalizacja historii nauki jako dyscypliny akademickiej. Powstające katedry uniwersyteckie,

idący w ślad za tym sformalizowany proces kształcenia i awansowania kadry naukowej, rosnąca liczba periodyków i publikacji książkowych, konferencje — wszystko to podniosło status tej dziedziny myśli historycznej i zwiększało liczbę ludzi wiążących z nią swoje zawodowe kariery. W efekcie następował szybki wzrost produkcji naukowej a gromadzone bogactwo danych coraz bardziej podważało wszelkie jednostronne schematy historiograficzne.

Po trzecie, od lat sześćdziesiątych dwudziestego wieku daje o sobie znać pokoleniowa zmiana warty w humanistyce. Gaśnie urok neopozytywizmu i ahistorycznych teorii nauki, a wraz nimi przekonanie, że metafizyka jest zbiorem zdań pozbawionych sensu a nauka procesem w pełni racjonalnym i autonomicznym. Zdania metafizyczne, czyli empirycznie nieweryfikowalne i niefalsyfikowalne zostają coraz szerzej uznawane za pełnoprawny składnik teorii naukowych. Wiedza naukowa zaczyna być zaś postrzegana nie jako autonomiczna i oparta na uniwersalnych zasadach racjonalności, ale ściśle powiązana z uwarunkowaniami historycznymi i społecznymi (Bird 2008, Longino 2008, Weldon 2000). Taka zmiana duchowego klimatu spowodowała, że historia nauki i teoria nauki zaczęły mniej więcej w tym samym czasie iść podobnym kursem legitymizując nawzajem swoje drogi. Ułatwiło to usankcjonowanie na równych prawach religii, teologii i metafizyki w rywalizacji z innymi czynnikami o ustalenie współsprawstwa nauki nowożytnej.

LITERATURA

- Ariew Roger, (2007), Pierre Duhem, [w]: Stanford Encyclopedia of Philosophy, <http://plato.stanford.edu/entries/duhem>
- Barbour Ian G., (1966), *Issues in science and religion*, New York: Prentice Hall, 1966
- Barbour Ian G., (1993, 1994), Jak układają się stosunki między nauką a teologią?, [w]: „Zagadnienia filozoficzne w nauce”, XV / 1993, XVI / 1994
- Barr Stephen M., (2005), *Współczesna fizyka a wiara w Boga*, Wrocław: Techtra 2005

- Bird Alexander, (2008), *The Historical Turn In the Philosophy of Science*, [w]: *The Routledge Companion to Philosophy of Science*, red. Stathis Psillos, Martin Curd, Abingdon: Routledge, 2008
- Brooke John H., (1991), *Science and Religion: Some Historical Perspectives*, Cambridge: Cambridge University Press, 1991
- Burtt Edwin A., (1925), *The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science*, New York, London: Kegan Paul, Trench, Trubner & Co., Ltd, 1925
- Butterfield H., (1931), *The Whig Interpretation of History*, London: G. Bell and Sons 1931
- Butterfield H., (1968), *Rodowód współczesnej nauki 1300-1800*, Warszawa: PWN 1968
- Caiazza John C., (1988), recenzja książki: Stanley L. Jaki, *Uneasy Genius: The Life and Work of Pierre Duhem Modern Age*, [w]: „A Quarterly Review”, Volume 32, Spring 1988, Number 2
- Centrum Kopernika — Informacja, (bez daty), <http://www.copernicuscenter.edu.pl/centrum>
- Cohen Hendrik F., (1994), *The scientific revolution: a historiographical inquiry*, Chicago London: The University of Chicago Press 1994
- Coyne George V., Heller Michał, (2007), *Pojmowalny wszechświat*, Warszawa: Prószyński i S-ka 2007
- Davies Paul, (2006), *Bóg i nowa fizyka*, Warszawa: Cyklady 2006
- Davies Paul, (2007), *Taking science on faith*, [w]: „The New York Times”, 24.11.2007. Polskie tłumaczenie wraz z dyskusją zostało zamieszczone na portalu www.racjonalista.pl
- Davies Paul, (2008a), *Kosmiczna wygrana. Dlaczego wszechświat sprzyja życiu?*, Warszawa: Prószyński i S-ka 2008
- Davies Paul, (2008b), *Porządek wszechświata*, wywiad z P. Davies'em, [w]: „Polityka” nr 42/2008

- Davis Edward B., (1994), *Christianity and Early Modern Science: Beyond War and Peace?*, [w]: *Perspectives on Science and Christian Faith*”, Vol. 46, No. 2, 1994
- Davis Edward B., (1999), *Christianity and Early Modern Science: The Foster Thesis Reconsidered*, [w]: *Evangelicals and Science in Historical Perspective*, tom pod redakcją: Livingstone David N., Hart D.G., Noll Mark A., New York: Oxford University Press, 1999
- Dillenberger John, (1960), *Protestant thought and natural science: A historical study*, Nashville: Abingdon Press, 1960
- Dixon Thomas, (2010), *Introduction*, w: *Science and Religion. New Historical Perspectives*, red. Dixon Thomas, Cantor Geoffrey, Pumfrey Stephen, Cambridge: Cambridge University Press 2010
- Draper John William, (1874), *History of the Conflict between Religion and Science*, New York: D. Appleton and Company, 1974. Polskie tłumaczenie tej książki nosi tytuł: *Dzieje stosunku wiary do rozumu*, tłum. J. Karłowicz, pierwsze wydanie polskie: Warszawa: L. Polak, 1882
- Draper John William, (1880), *History of the Conflict between Religion and Science*, London: C. Kegan Paul & Co, (wydanie XIV) 1880
- Ecklund Elaine H. (2007), *Religion and Spirituality among University Scientists*, na stronie internetowej <http://religion.ssrc.org/reforum/Ecklund.pdf>
- Ferngren Gary B. (red), (2000), *The History of Science and Religion in the Western Tradition. Encyclopedia*, New York: Garland Publishing Inc., 2000
- Foster Michael B., (1934), *The Christian Doctrine of Creation and the Rise of Modern Natural Science*, [w]: „Mind”, vol. 43, Issue 172, 1934
- Foster Michael B., (1935, 1936), *Christian Theology and Modern Science of Nature*, [w]: „Mind”, vol. 44, Issue 176 1935 i Mind, vol. 45, Issue 177, 1936.

- Gould Stephen J., (2002), *Skały wieków. Nauka i religia w pełni życia*, Warszawa: Zysk i S-ka 2002
- Grant Edward, (2005), *Średniowieczne podstawy nauki nowożytnej*, Warszawa: Prószyński i S-ka 2005
- Grant Edward, (2006), *Science and Religion, 400 B.C. to A.D. 1550, From Aristotle to Copernicus*, Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2006
- Hall Rupert, (1966), *Rewolucja naukowa 1500-1800*, Warszawa: PAX 1966
- Heller Michał, (2006), *Filozofia i wszechświat*, Kraków: Universitas 2006
- Heller Michał, Zbigniew Liana, Janusz Mączka, Adam Olszewski, Włodzimierz Skoczny, (1999), *Jak filozofuje się w OBI?*, [w]: „Zagadnienia Filozoficzne w Nauce, XXV / 1999
- Hooykaas, R., (1975), *Religia i powstanie nowożytnej nauki*, Warszawa: PAX 1975
- Hooykaas, R., (1987), *The Rise of Modern Science: When and Why?*, „The British Journal of the History of Science”, Vol. 20, No. 4, 1987
- Hodgson Peter E., (1994), *Pierre Duhem: historian of the Christian origin of science*, [w]: „Contemporary Review”, March 1994
- Huff Toby E., (2000), *Science and Metaphysics in the Three Religions of the Book*, [w]: „Intellectual Discourse”, 2000, Vol. 8, No 2
- Huff Toby E., (2007), *The Rise of Early Modern Science: Islam, China, and the West*, New York: Cambridge University Press, (drugie wydanie), 2007
- Illiffe Rob, (2008), *History of Science*, artykuł na stronie internetowej „Making History” Instytutu Badań Historycznych, University of London <http://www.history.ac.uk/makinghistory/index.html>
- Jaki Stanley, (1974), *Science and Creation: From Eternal Cycles to Oscillating Universe*, Edinburgh: Scottish Academic Press 1974

- Jaki, Stanley L., (1984), *Uneasy Genius: The Life and Work of Pierre Duhem*, Dordrecht, London, Boston: Martinus Nijhoff 1984
- Jaki, Stanley L., (1988), *The Physicist as Artist: the landscapes of Pierre Duhem*, Edinburgh: Scottish Academic Press 1988
- Jaki, Stanley L., (1991), *Scientist and Catholic: an essay on Pierre Duhem*, Front Royal, VA: Christendom Press 1991
- Jaki Stanley, (1994), *Zbawca nauki*, Poznań: W drodze 1994
- Jaki Stanley, (1995), *Bóg i kosmologowie*, Racibórz-Wrocław: RAF-SCRIBA 1995
- Jaki Stanley, (2000), *The Christological Origins of Newton's First Law*, [w]: *Science and the Future of Mankind. Science for Man and Man for Science*, Pontifical Academy of Sciences 2000
- Kaiser Christopher B., (2007), *Toward a Theology of Scientific Endeavour. The Descent of Science*, Burlington: Ashgate Publishing Company 2007
- Klaaren Eugene M., (1977), *Religious Origins of Modern Science: Belief in Creation in Seventeenth-Century Thought*, Grand Rapids: William B. Eerdmans, 1977
- Koyré A., (1998), *Od zamkniętego świata do nieskończonego wszechświata*, Gdańsk: Słowo/Obraz Terytoria 1998
- Larson Edward J., Witham Larry (1998), *Leading Scientists Still Reject God*, [w]: „Nature”, Vol. 394, 23 July 1998
- Lindberg David C., Numbers Ronald L., (1986a), Introduction, [w]: *God and Nature: Historical Essays on the Encounter Between Christianity and Science*, red. Lindberg David C., Numbers Ronald L., Berkeley, Los Angeles, London. 1986. Polskie tłumaczenie pt. „Metahistoryczne uwagi o konflikcie nauki i teologii” [w]: „Zagadnienia filozoficzne w nauce”, XX / 1997
- Lindberg David C., (1986b), *Science and the Early Church*, [w]: *God and Nature: Historical Essays on the Encounter Between Christianity and Science*, red. Lindberg David C., Numbers Ronald L., Berkeley and Los Angeles: University of California Press, 1986.

- Lindberg David C. (red), Numbers Ronald L. (red), (1986c), *God and Nature: Historical Essays on the Encounter Between Christianity and Science*, Berkeley and Los Angeles: University of California Press, 1986.
- Lindberg David C., Numbers Ronald L., (1987), *Beyond War and Peace: A Reappraisal of the Encounter between Christianity and Science*, [w]: „*Perspectives on Science and Christian Faith*”, 1987, vol.39, nr. 3
- Lindberg David C., (2000), *Medieval Science and Religion*, [w]: *The History of Science and Religion in the Western Tradition. Encyclopedia*, Ferngren Gary B. (red), New York: Garland Publishing Inc., 2000
- Lindberg David C., (2007), *The Beginnings of Western Science: The European Scientific Tradition in Philosophical, Religious, and Institutional Context, Prehistory to A.D. 1450*, (second edition), Chicago and London: The University of Chicago Press, 2007
- Longino Helen, (2008), *Philosophy of Science After the Social Turn*, wykład wygłoszony w Uniwersytecie w Bratysławie 9. czerwca 2008, http://www.exu.sk/material/temac/longino/PhilSci-Social-Turn_Longino_1prednaska.pdf
- Mączka Janusz, (1996), *Czy Chrystus zbawił naukę?*, [w]: „*Zagadnienia Filozoficzne w Nauce*”, XIX / 1996
- McGrath Alister E., (2001), *Scientific Theology: Nature, Grand Rapids: Eerdmans, 2001*
- McGrath Alister E., (2009), *Nauka i religia*, Kraków: WAM, 2009
- Merton Robert, (1938), *Science, Technology and Society In Seventeenth Century England*, *Osiris*, Vol. IV, Bruges: St. Catherine Press, 1938
- Merton Robert, (1982), *Purytanizm, pietyzm i nauka*, [w]: *Teoria socjologiczna i struktura społeczna*, Warszawa: PWN, 1982. Pierwsze wydanie: *Puritanism, Pietism, and Science*, [w]: *Sociological Review*, 1936, vol. 28

- Moore James R., (1979), *Post-Darwinian Controversies: A study of the Protestant struggle to come to terms with Darwin in Great Britain and America 1870-1900*, Cambridge: Cambridge University Press 1979
- Numbers Ronald L. (red), (2009), *Galileo Goes to Jail and Other Myths About Science and Religion*, Cambridge: Harvard University Press, 2009
- Numbers Ronald L., (2010), *Simplifying complexity: patterns in the history of science and religion*, [w]: *Science and Religion. New Historical Perspectives*, red. Dixon Thomas, Cantor Geoffrey, Pumfrey Stephen, Cambridge: Cambridge University Press 2010
- OBI, (2008), *Ośrodek Badań Interdyscyplinarnych. Rozwój OBI*, <http://www.obi.opoka.org.pl/rozwoj.html>
- Osler Margaret J., (1994), *Divine Will and the Mechanical Philosophy: Gassendi and Descartes on Contingency and Necessity in the Created World*, Cambridge: Cambridge University Press, 1994
- Osler Margaret J., (1998), *Mixing Metaphors: Science and Religion Or Natural Philosophy and Theology In Early Modern Europe*, [w]: „History of Science”, Vol. 36, part 1, March 1998, No. 111
- Osler Margaret J., (2010), lista publikacji:
<http://philpapers.org/s/Margaret%20J.%20Osler>
- Plantinga Alvin, (2010), *Religion and Science*, [w]: *Stanford Encyclopedia of Philosophy*,
<http://plato.stanford.edu/entries/religion-science>
- Sarton George, (1955), *Introductory Essay*, [w]: *Religion and Reality*, red. J. Needham, New York, 1955
- Shapin Steven, (1982), *History of Science and Its Sociological Reconstructions*, [w]: „History of Science”, Vol. XX, 1982. Polskie tłumaczenie Michała Tomczyka,
<http://fleck.umcs.lublin.pl/fsn.shapin.hnsocjrek.htm>

- Shapin Steven, (1992), *Discipline and bounding — history and sociology of science as seen through externalism — internalism debate*, [w]: „History of Science”, Vol. 30, 1992
- Shapin Steven, (2000), *Rewolucja naukowa*, Warszawa: Prószyński i S-ka, 2000
- Shapin Steven, (2005), *Hyperprofessionalism and the Crisis of Readership in the History of Science*, [w]: „Isis”, Vol. 96 No 2 (June 2005)
- Stark Rodney, (2003), *For the Glory of God. How Monoteism Led to Reformations, Science, Witch-Hunts, and the End of Slavery*, Princeton: Princeton University Press, 2003
- Stark Rodney, (2006), *The Victory of Reason. How Christianity led to Freedom, Capitalism, and Western Success*, New York: Random House, 2006
- Stiefel Tina, (1985), *The Intellectual Revolution in Twelfth-Century Europe*, Beckenham i Sydney: Croom Helm Ltd., 1985
- Turner Frank M., (1974), *Between Science and Religion: The Reaction to Scientific Naturalism in Late Victorian England*, New Haven: Yale University Press, 1974.
- Turner Frank M., (1993a), *Rainfall, Plagues, and the Prince of Wales*, [w]: Turner Frank M., *Contesting Cultural Authority: Essays in Victorian Intellectual Life*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993. Tekst ten został po raz pierwszy opublikowany pod tytułem: *Rainfall, Plagues, and the Prince of Wales. A Chapter in the Conflict of Science and Religion*, [w]: „Journal of British Studies”, 13, 1974
- Turner Frank M., (1993b), *The Victorian Conflict between Science and Religion: A Professional Dimension*, [w]: Turner Frank M., *Contesting Cultural Authority: Essays in Victorian Intellectual Life*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993. Tekst ten został po raz pierwszy opublikowany pod tym samym tytułem [w]: *Isis*, Vol. 69, No. 3, Sep 1978
- Weldon Stephen P., (2000), *The Social Construction of Science*, [w]: Ferngren Gary B. (red), *The History of Science and Religion in*

- the Western Tradition. Encyclopedia, New York: Garland Publishing Inc., 2000
- White Andrew D., (1876), *The Warfare of Science*, New York: D. Appleton and Co., 1876
- White Andrew D., (1897), *A History of Warfare of Science with Theology in Christendom*, New York: D. Appleton and Co., 1897
- Whitehead, A.N., (1988), *Nauka i świat współczesny*, Warszawa: PAX 1988
- Wilson David B., (2000), *The Historiography of Science and Religion*, [w]: *The History Of Science and Religion in the Western Tradition*. Encyclopedia, red. Ferngren Gary B., New York 2000
- Woods T.E., (2006), *Jak Kościół katolicki zbudował zachodnią cywilizację*, Kraków: AA 2006
- Wykstra, Steven John, (1996). *Should Worldviews Shape Science? Toward an Integrationist Account of Scientific Theorizing*, [w]: *Facets of Faith and Science*, vol. 2: *The Role of Beliefs in Mathematics and the Natural Science in Augustinian Perspective*, praca pod red. J.M. van der Meer, Lanham: University Press of America, 1996
- Wybrow, Cameron (red), (1992), *Creation, Nature, and Political Order in the Philosophy of Michael Foster (1903-1959): The Classic Mind Articles and Others, with Modern Critical Essays*, N.Y./Lampeter, Wales: Edwin Mellen Press, 1992.

SUMMARY

THE HISTORIOGRAPHY OF SCIENCE AND RELIGION

The article shows the evolution of historians' and sociologists' views in 1874-2010 period how the historical relations between science and religion should be presented. The key theories have been discussed which are the milestones in this evolution: from 19th century Draper's and White's works which formed the so called conflict thesis to the present complexity thesis, which recognizes the religion as significant co-originator of modern science.

SCIENCE AND RELIGION IN DIALOGUE

W dniach 17-23 lipca 2011 odbył się organizowany przez The Faraday Institute for Science and Religion letni kurs *Science and Religion in Dialogue*. Stanowił on kontynuację zapoczątkowanego w 2006 roku cyklu corocznych, otwartych dla naukowców, doktorantów, studentów i absolwentów rozmaitych kierunków studiów, spotkań¹, których uczestnicy mają okazję poznać aktualne problemy, spory i wnioski płynące z debaty między religiami a nauką. Wydarzenie miało miejsce w gościnnych progach Saint Edmund's College Uniwersytetu Cambridge i przyciągnęło prawie czterdziestu uczestników z pięciu kontynentów (z Wysp Brytyjskich, Europy Środkowej i Południowej, Holandii, Norwegii, USA, Kanady, Brazylii, Egiptu, Indii oraz Indonezji).

Kurs przybrał przede wszystkim formę czterech wykładów dziennie, jednak zarezerwowano aż trzydzieści minut na pytania po każdym wykładzie, a codziennie wieczorem odbywał się panel dyskusyjny — autorzy wszystkich prelekcji wygłoszonych w danym dniu odpowiadali na pytania uczestników, nierzadko podsuwając sobie wzajemnie ciekawe spostrzeżenia i uwagi. Taki harmonogram okazał się doskonałą strategią dla grupy uczestników studiujących/specjalizujących się w różnych dziedzinach — od biologii ewolucyjnej i biotechnologii przez nauki społeczne i dziennikarstwo, aż do teologii — ponieważ tematyka kursu była bardzo zróżnicowana. Gdyby zatem nie zapewniono słuchaczom czasu na wyrażenie dociekań i wątpliwości, to laicy mogliby nie zrozumieć danej problematyki, a specjaliści pogłębić czy skrytykować prezentowanych treści.

¹Faraday Institute organizuje również w różnych częściach świata krótsze kursy z tematyki *science & religion* w ciągu całego roku. Pełny spis można znaleźć na stronie internetowej http://www.st-edmunds.cam.ac.uk/faraday/Courses_old.php (dostęp: 6 IX 2011).

Swoją wiedzę i przemyśleniami dzieliło się z uczestnikami szesnastu wykładowców z Europy Zachodniej, USA i Zjednoczonych Emiratów Arabskich. Prelekcje zgrupowano w bloki tematyczne:

- Historyczne i filozoficzne interakcje między nauką a religią.
- Fizyka i wiara.
- Biologia i ewolucja.
- Mózg.
- Etyczne wyzwania we współczesnej nauce.

Prof. Ian Hutchinson z prestiżowego Massachusetts Institute of Technology otworzył kurs próbą odparcia scjentyzmu „nowych ateistów” i przypomnieniem, że słowa „nauka” nie wolno ideologizować. Oksfordczyk dr Allan Chapman, autor wielu książek o historii nauki, wyjaśniał, jak rodziła się oświeceniowa mitologia naukowego sekularyzmu i jaki miała wpływ na darwinizm oraz postrzeganie religii i chrześcijańskich uczonych. Wielkie zainteresowanie wzbudziły dwa wykłady prof. Nidhala Guessouma, pracownika American University of Sharjah (ZEA), który podjął się zadania obalenia stereotypów dotyczących stosunku islamu do nauki i technologii. Opowiedział on o historycznej tradycji muzułmańskiej filozofii i teologii nauki, o współczesnych szkołach i opiniach teologów oraz o promocji islamu w Internecie i nowoczesnych technologiach jako narzędziach ortodoksyjnej praktyki muzułmanina. Nieco kontrowersji związanych z użyciem narzędzi logicznych i statystycznych wywołała prelekcja prof. Tima O’Connor z Indiana University dotycząca kosmicznego dostrojenia (*fine-tuning*).

Jeśli chodzi o tematykę biologiczną, najbardziej interesujące problemy poruszył dr David Lahti z City University of New York. Zadawał on sobie pytania o genetyczne uwarunkowanie zachowań oraz o ewolucję religii. Szczególnie w pierwszym temacie przedstawił wiele wyników poprawnych metodologicznie badań i wykazał się głęboką znajomością zarówno biologii, jak i filozofii moralności. Wiele frapujących zagadnień poruszyli znawcy mózgu i umysłu, pytając np. na ile

trafna jest metafora mózgu jako maszyny (prof. Peter Clarke, Uniwersytet w Lozannie) oraz jakie miejsce w badaniach i światopoglądzie naukowym zajmuje wolna wola (ponownie prof. Tim O'Connor). Na pochwałę zasłużył bardzo rzeczowy referat ks. dr. Alasdaira Colesa, neurologa z Uniwersytetu Cambridge, zatytułowany „Neuroobrazowanie a doświadczenie religijne”.

Ostatni dzień organizatorzy postanowili poświęcić tematyce etycznej. Prof. Ted Peters, przedstawiciel Pacific Lutheran Theological Seminary, poruszył kwestię ludzkiego dążenia do udoskonalania własnej kondycji i podał etyczne oraz teologiczne implikacje transhumanizmu i bionanotechnologii. Prof. John Wyatt, pracownik University College w Londynie i praktykujący neonatolog, naświetlał problemy graniczne ludzkiej egzystencji — próby definiowania osoby i etykę zabijania w medycynie. Kurs zamknął ks. Dave Bookless, działacz międzywyznaniowej organizacji ekologicznej *A Rocha*², który przekonywał w swoim referacie, że zrównoważony rozwój, etyczne traktowanie zwierząt, ochrona ginących gatunków czy też oczyszczanie własnej okolicy powinny być istotnym przedmiotem troski człowieka wierzącego.

Uczestnicy mieli możliwość uczestniczenia w wycieczkach, które odsłaniały bogatą historię naukową miasta Cambridge. W czasie pierwszej z nich, idąc szlakiem college'ów i laboratoriów, można było dowiedzieć się, w których college'ach wykładali nobliści, jakie były kwestie sporne między kupcami a uniwersytetem w pierwszych stuleciach jego istnienia, jakie są tradycyjne zwyczaje i zabawy studentów, w którym pubie Watson i Crick podzielili się odkryciem DNA oraz gdzie mieszkał w czasie studiów Książę Karol. Druga wycieczka wiodła wprost do ogromnej biblioteki uniwersyteckiej, gdzie uczestnicy *Science and Religion in Dialogue* mieli okazję zobaczyć rękopisy Karola Darwina oraz należące do niego książki i rysunki, jak również porozmawiać z członkami zespołu badawczego pracującego nad edycją i wydaniem kilkudziesięciu tomów korespondencji Darwina z jego współczesnymi. Celem trzeciej trasy było Whipple Museum of the History of Science, którego

²Więcej o tej organizacji można dowiedzieć się na stronie internetowej www.arocha.org

kolekcje składają się m.in. z przyrządów optycznych i akustycznych, modeli dydaktycznych, urządzeń obliczeniowych i astronomicznych, kompasów oraz artefaktów związanych z badaniami nad promieniami Roentgena i próżnią.

Między wykładowcami i słuchaczami panowała przyjazna i dość swobodna atmosfera, nastawienie na dialog. Mimo — zdawałoby się przepastnych — różnic wieku i szczebli naukowej kariery między uczestnikami nie brakowało okazji do rozmów dzięki wspólnym posiłkom. Każdy mógł czuć się dobrze niezależnie od pochodzenia i wyznania. Nad wszystkim czuwał ks. dr Rodney Holder, a organizacyjną stroną zajmowały się niezwykle sprawnie i uprzejmie dr Zo, Binns i pani Polly Stanton. Faraday Institute z pewnością przyczynia się do promowania nauki, ułatwia rozumienie problemów metanaukowych oraz interdyscyplinarnych, buduje dialog między religiami a nauką, a także tworzy międzynarodową platformę spotkań i kontaktów.

Justyna Figas

**PRZYJACIELE I WROGOWIE
GALILEUSZA. OPOWIESC
SEKRETARZA**

◇ Jacob Popper, *Ereticus. L'ultima verita di Galileo*, (Heretyk. Ostatnia prawda Galileusza; tłumaczenie Luce D'Eramo e A. Popper), Roma: Castelvocchi 2011, ss. 382.

Galileusz, jak wiele postaci historycznych, nie ma szczęścia do literatury. Wielu pisarzy podejmowało próby opowiedzenia jego życia, ale nie można powiedzieć, iżby literatura zyskała dzięki temu arcydzieła. Sądzę, że nawet często jeszcze wystawiany dramat Brechta o życiu Galileusza nie zasługuje na miano arcydzieła, już nie tylko literackiego, ale nawet i teatralnego. To samo można powiedzieć o recenzowanym (a może lepiej — sygnalizowanym) tutaj dziele Jacoba Poppera.

Książka ma długą historię, zaś jej ostatnie włoskie wydanie nie do końca ją opowiada. Na początku 2011 roku, staraniem rzymskiego wydawnictwa Castelvocchi ukazał się przedruk tej książki opatrzonej tytułem *Heretyk. Ostatnia prawda Galileusza*, z komentarzem na obwolucie: „opowieść o człowieku, który w imię nauki odważył się rzucić wyzwanie Bogu”. Autor dzieła, Jacob

Popper, rumuński emigrant pracujący po opuszczeniu kraju rodzinnego dla radia Wolna Europa, nadał pierwszej, włoskiej wersji książki, znacznie skromniej brzmiący tytuł: *Człowiek i cień — życie Galileusza* (Firenze: Vallecchi 1966).

Zmiana tytułu jest znacząca. Wyznika, jak sądzę, z powodów rynkowych (nie trzeba przypominać Dana Browna), lecz także i z pewnej wizji osoby Galileusza, który stara się go przedstawić jako heretyka właśnie, a która ostatnia zyskała na popularności (zob. np. nową biografię Galileusza D. Woottona, *Galileo. Watcher of the skies*, New Haven and London 2010). W moim pojęciu jest to nazbyt jednostronne podejście do postaci Galileusza i zubaża jej złożoność, choć zauważyć trzeba, iż rozbieżność stanowisk w tym względzie jest wynikiem nie tyle pomijania czy też nieznaności źródeł, co raczej wynikiem różnych interpretacji tychże źródeł (zob. np. J. Heilbron, *Galileo*, Oxford 2010).

Na szczęście lektura książki Poppera, która — jako się rzekło - arcydziełem nie jest, wbrew komercyjnemu tytułowi dobrze oddaje złożoność postaci Galileusza, także jeśli chodzi o jego wiarę. Nadto szczęśliwy pomysł Poppera, by opowiedzieć zwłaszcza padewskie lata ży-

cia Galileusza, pozwolił mu na zarysowanie zasadniczych elementów jego dzieła — mechanika, inżynieria (cyrkiel wojskowy), astronomia (teleskop, odkrycie satelitów Jowisza, obserwacje plam słonecznych i Drogi Mlecznej, kopernikanizm) — przedstawić uniwersyteckie środowisko padewskie oraz postacie, które w znaczący sposób wpłynęły na myślenie autora *Sidereus nuncius* i były jego przyjaciółmi (Sarpi, Sagredo, matka jego dzieci Marina, córka Suor Celeste), albo też wrogami (B. Capra, S. Marius). Dodać trzeba, że Popper dobrze przestudiował dostępne mu opracowania na temat życia i dzieła Galileusza. Interesująca jest także konstrukcja książki — jest ona rodzajem opowieści snutej przez fikcyjnego sekretarza Galileusza Herkulesa Argentiego, który jest w pewnym sensie *alter ego* samego Galileusza. Jednym z zasadniczych wątków wspomnień Argentiego jest historia piętego dnia *Dialogu o dwu najważniejszych układach świata, Ptolemeuszowym i Kopernikowym*, którego napisanie Galileusz obiecał w trakcie przesłuchań w 1633 roku, a który może nigdy nie istniał (Popper wyobraża sobie, że w piątym dniu *Dialogu...* także i Słońce miało się poruszać — s. 377). Efektem jest książka wciągająca, żywo napisana i oferująca wiele interesujących informacji na w/w tematy.

Chciałbym wskazać na kilka ważniejszych moim zdaniem momentów książki. Autor proponuje

kilka scen i monologów wewnętrznych Galileusza oraz jego sekretarza, które bardziej niż uczone rozprawy przybliżają kontekst życia i samą postać uczonego. I tak na stronie 104 Popper opisuje wahania Galileusza, który pragnie wejść do kościoła, ażeby się wypowiedzieć. Jednakże po długiej walce wewnętrznej porzuca ten zamysł. Nieco wcześniej zaś (ss. 69-75) przeczytać można fascynujący opis rodzącej się pasji astronomicznej — sekretarz Galileusza po przeczytaniu książki Keplera zakochuje się w medytacjach nad „niezmienną architekturą” wszechświata, którą Bóg — jakby po kawałeczku — pozwala nam odkrywać (ta ostatnia idea jest ideą Galileusza, wyrażoną np. w listach o plamach słonecznych; zob. s. 83). Zabawną jest scena opisana pod koniec książki (ss. 378-380), w której Galileusz wymyśla cytaty mający pochodzić z dzieł ojców Kościoła i prosi znajomego księdza o znalezienie jego autora („Słowo człowieka bożego wiele jest warte; raz go posłuchasz, jakbyś denara dostał, słuchasz dwa razy — jakbyś sto denarów dostał” — powiedzenie to przypisuje Pseudoizydorowi albo Grzegorzowi z Nazjanzu).

Uwzględniając poprawkę na wolność pisarza wyobrażającego sobie okoliczności tych czy innych zdarzeń, książka Poppera rzetelnie przedstawia fakty. W ogólności jednak Autor może nazbyt wiernie iść w ślad za tezami sławnej książki A. Koestlera *The Sleepwalkers*, która przy-

pisuje nieszczęścia, jakie przytrafiły się Galileuszowi pewnym, dosyć nieprzyjemnym cechom jego charakteru, jak upór, porywczosć czy przesadne przekonanie o słuszności własnych racji. Koestler musiał przekonać Poppera do swego ujęcia osobowości Galileusza, bo ten ostatni przypisuje Galileuszowi np. świadomą chęć okłamania Bellarmina i Inkwizycji (ss. 260-261). Nie sądzę, by takie właśnie były motywy postępowania Galileusza. Kierowało nim raczej pragnienie przekonania ludzi Kościoła do prawdy systemu Kopernika, co w połączeniu z intelektualną pychą Galileusza doprowadziło do katastrofy procesu i wyrzeczenia.

Niesłuszne też wydają mi się stwierdzenie, że Galileusz pragnął ukryć swe odkrycia dotyczące plam słonecznych — było raczej tak, że w pierwz uznał to zjawisko za nieistotne i dopiero po opublikowaniu listów Ch. Scheinera, jezuita, który także zaobserwował plamy przez teleskop, uznał je za ważne i zgłosił pretensje do pierwszeństwa odkrycia (ss. 188-189). Jeżeli już o niedokładnościach mowa, to trzeba też dodać, iż dzieło przypisywane na stronie 74 kardynałowi Baroniuszowi, zostało najprawdopodobniej napisane przez kardynała Bellarmina.

Lektura książki Poppera wiele mi dała. Nie tylko pozwoliła mi na swobodną podróż wyobraźni w istotny dla Galileusza padewski okres jego życia, lecz także dostarczyła wiele ciekawych informacji na temat codzien-

nego życia w Padwie w owych latach, zwłaszcza zaś dotyczących rywalizacji pomiędzy miejscowym uniwersytetem i kolegium jezuitów oraz ukrytej, szpiegowskiej niemal działalności tych ostatnich. Lektura zatem przyjemna i pożyteczna, zwłaszcza dla tych, którzy w historii poszukują nie tylko samych faktów, o ile takowe niezinterpretowane fakty w ogóle istnieją.

Tadeusz Sierotowicz

KARTA Z HISTORII KOSMOLOGII

◇ Simon Mitton, *Fred Hoyle. A Life in Science*, Cambridge University Press, Cambridge 2011, ss. XI + 369.

Historia kosmologii, podobnie jak historia każdej nauki, to nie tylko historia idei, lecz także historia ludzi. W ostatnich dekadach historia kosmologii toczy się szybciej niż historia wielu innych gałęzi nauki i dlatego jej najnowsze dzieje warto przypominać. Fred Hoyle był na pewno jedną z najbarwniejszych postaci kosmologii XX wieku i wielu dzisiejszych adeptów kosmologii pamięta go jako autora kontrowersyjnych hipotez i niekiedy dziwnych poglądów, warto więc uświadomić sobie jego ogromny wkład do wielu dziedzin, które stanowią dziś trzon naszej wiedzy o Wszechświecie.

Przeciętny współczesny kosmolog wie zwykle o Fredzie Hoyle'u,

że był on twórcą i propagatorem kontrowersyjnej teorii *steady state*, która w końcu załamała się wobec odkrycia mikrofalowego promieniowania tła oraz że wspólnie z państwem Burbide'ami i Willy Fowlerem stworzył teorię syntezy jąder pierwiastków chemicznych we wnętrzach gwiazd (słynna teoria B²FH). I niewiele więcej. Tymczasem były to dwa ważne ale tylko epizody w bogatym naukowym życiu Hoyle'a. Polemiki, jakie rozpętał wokół kosmologii stanu stacjonarnego i jego talent popularyzatorski przyniosły mu sławę medialną (jakbyśmy to dziś powiedzieli), teoria B²FH zapewniała mu trwałe miejsce w nauce, ale jego całe życie było „zanurzone w nauce” jak sygnalizuje podtytuł książki Mittona. Hoyle rozpoczął swoją naukową drogę pod kierunkiem Diraca, specjalizując się w fizyce jądrowej. Była to dobra inwestycja, bo potem, gdy zdecydował się na kierunek astronomii, szybko zaczęła mu ona przynosić obfite procenty w postaci nowatorskich prac dotyczących reakcji jądrowych zachodzących w gwiazdach. Była to również tematyka nowa, — rezultat niedawnego rozwiązania zagadki źródła energii gwiazd. Dziś trudno sobie wyobrazić współczesną astrofizykę bez rekonstrukcji procesów fizycznych napędzających życie gwiazd i ich obserwacyjnych weryfikacji. Warto zdać sobie sprawę, że prace Hoyle'a, przy częstym udziale Littletona'a, nie tylko przecierały

drogę, lecz również ustalały standardy dla późniejszych badań.

Lata przypadające na naukowo najaktywniejszą część życia Hoyle'a, były okresem ogromnego przyspieszenia w rozwoju astronomii. W wielu obszarach tego rozwoju Hoyle brał czynny udział. Nie tylko miał szczęście znajdować się we „we właściwym czasie”, lecz również „we właściwym miejscu”. Cambridge samo było centrum wielu dokonań, ale także przyciągało uczonych z innych ośrodków, w których działało się coś ciekawego. Częste podróże Hoyle'a, zwłaszcza do Stanów Zjednoczonych (Kalifornia) i Australii czyniły z niego postać dobrze rozpoznawaną również poza Wielką Brytanią.

Konfliktowy charakter Freda nie ułatwiał mu życia, ale nie przeszkadzał mu w zawieraniu trwałych przyjaźni, a jego żona, Barbara, w wielu sytuacjach stanowiła dla niego prawdziwą ostoję. Jest może trochę zadziwiający, że przy swojej konfliktowości był on dobrym organizatorem życia naukowego i dość często potrafił niejako „na siłę” przeprowadzać swoje projekty. Założony przez niego w Cambridge Institute of Theoretical Astronomy (IoTA) stał się węzłem znakomitych prac i ośrodkiem na międzynarodową skalę. Niekiedy jednak Hoyle przegrywał. Za taką przegraną należy uznać jego dramatyczne rozstanie się z Cambridge. Wprawdzie na uniwersytecie w Manchesterze prowadził on nadal szeroką działalność, ale trudno oprzeć się

wrażeniu, że jego późniejsze tendencje opowiadania się po stronie raczej egzotycznych poglądów były jakoś związane z odejściem od naukowego *main stream*.

Skłonności Hoyle'a do „separatystycznych poglądów” ujawniły się już wcześniej, ale były one utrzymane w ramach tego, co w nauce można uważać za dopuszczalne. Na przykład jego spór z Ryle'm o naturę kwazarów, choć ze strony Hoyle'a miał potem cechy „upierania się przy swoim”, był „naukowo uprawniony”, gdyż przez długi czas nie dysponowano jeszcze decydującymi argumentami.

Środowisko Cambridge jest bardzo specyficzne. Bez życia i pracowania w nim przez dłuższy czas można je zrozumieć tylko powierzchownie. Simon Mitton przez całe swoje naukowe życie był związany z Oxford i Cambridge. Doktorat przygotowywał pod kierunkiem Martina Ryle'a, a swoją badawczą karierę rozpoczynał pod kierunkiem Freda Hoyle'a. Jedną z większych przyjemności przy czytaniu książki Mittona o swoim dawnym mistrzu jest wczuwanie się w atmosferę Cambridge i wszystkiego, co jest związane z angielską astronomią. Mitton nie stara się jakoś specjalnie przekazywać tej atmosfery czytelnikowi; on po prostu prowadzi go wśród spraw, które są mu bliskie i sprawia, że czytelnik spogląda wokół po trosze jego oczami.

Przy lekturze książki natrafiłem na jeden błąd historyczny. Na stro-

nie 111 Mitton pomylił dwie prace Lemaître'a: pracę z 1927 r., w której Lemaître (a nie Eddington) znalazł rozwiązanie z osobliwością w minus nieskończoności i pracę z 1931 r., w której Lemaître zaproponował swój model Pierwotnego Atomu. Wiem od samego Mittona, że pracuje on teraz nad biografią Lemaître'a, w której na pewno jego osiągnięcia będą przedstawione prawidłowo i wnikliwie.

Odkładam książkę o życiu Hoyle'a z żalem, że jej lekturę już mam poza sobą. Może jedynie z odrobina niedosytu, że zbyt mało dowiedziałem się o filozofii Hoyle'a. Oczywiście ta filozofia przebija się na wielu stronicach, ale czy on sam o niej nigdy wprost nie pisał, a jeżeli pisał, czy nie warto by tego skomentować? Przyznam się, że tego rodzaju książki czytam także pod kątem moich zainteresowań historią kosmologii. Życie Freda Hoyle'a to ważna karta tej historii. Karty tej już nie będzie można odwrócić bez dokładnej lektury książki Simona Mittona.

Michał Heller

KOSMOLOGIA PRAWOSŁAWNYCH MISTYKÓW

◇ Olivier Clement, *Boski kosmos. Wybrane zagadnienia z kosmologii*, P. Mikulska (tłum.), Wydawnictwo Salwator, Kraków 2010, s. 84.

Są książki, po które sięga się ze względu na autora, o którym wia-

domo, że spod jego pióra zawsze wychodzą ciekawe teksty; do innych zagląda się dzięki zasłyszanej od innych czytelników lub przeczytanej w prasie rekomendacji; jeszcze innych poszukuje się z tego powodu, że odwołują się do nich w swoich publikacjach inni autorzy. Są też takie książki, które kupujemy — zwłaszcza w Internecie — gdy z jakiegoś powodu określona pozycja zainteresuje nas swoim tytułem, okładką, ewentualnie zawartymi na tejsze okładce skrótowymi informacjami. Ostatni z wymienionych powodów zdecydował o tym, że w jednej z księgarni internetowych kupiłem wydaną przez Wydawnictwo Salvator niewielką książkę Oliviera Clementa *Boski kosmos. Wybrane zagadnienia z kosmologii*. Tytuł omawianej publikacji sugerował, że autor zajmie się zagadnieniem relacji Boga do Wszechświata, i że — doprecyzowanie tej kwestii wydawało się jednoznacznie wynikać z podtytułu — analizy te będą miały jakiś związek z kosmologią, czyli nauką o budowie i strukturze Wszechświata, która rozwinęła się w XX wieku na bazie ogólnej teorii względności. Pierwsze wrażenie — oprócz efektownego zdjęcia wykonanego z orbity okołoziemskiej, ukazującego niewielki fragment powierzchni Ziemi oświetlonej promieniami Słońca, rozświetlającymi bezkresne mroki przestrzeni kosmicznej — zdawała się potwierdzać notka na okładce, w której wydawca informuje potencjalnego czytelnika, iż „autor na

łamach książki poszukuje odpowiedzi na pytania o pochodzenie, ewolucję i strukturę wszechświata”, i że odpowiedzi te zostaną nakreślone z perspektywy teologicznej, umożliwiającej wyjaśnienie takich zagadnień jak np. „chrześcijańska wizja stworzenia”, „sposoby istnienia materii” i „duchowy sens techniki”.

Podstawową słabością księgarni internetowych jest to (od tej zasady oczywiście są wyjątki, ale one jedynie potwierdzają regułę), że nie można w nich zajrzeć do środka książki, i dopiero gdy przesyłka dotrze do adresata, może on przekonać się o tym, czy dokonał trafnego wyboru. W moim przypadku wybór okazał się całkowicie chybotony; okazało się, że z kosmologią we współczesnym tego słowa znaczeniu książka nie ma nic wspólnego; jest to raczej teologiczna, luźna refleksja, dotycząca dzieła stworzenia i odkupienia, postrzeganego w „kosmicznej” perspektywie nakreślonej przez apofatyczną teologię prawosławną, inspirowaną w dużej mierze tekstami biblijnymi i starożytnymi pismami wschodnich mistyków (głównie ojców kapadockich). Aby potencjalnemu czytelnikowi dać wyobrażenie o tym, jak wyglądają analizy przeprowadzane przez autora omawianej publikacji, i w jakim sensie dotyczą one „wybranych zagadnień z kosmologii”, warto w tym miejscu przytoczyć kilka wybranych, krótkich fragmentów jego tekstu. Już we wstępie Clement podaje następu-

jąca definicję, która w pewien sposób zapowiada, jak będą wyglądać jego dalsze analizy: „kosmologia jest zatem „gnozą”, poznaniem, które jest w Chrystusie przez Ducha Świętego w tajemnicach Kościoła, i wymaga od nas ascetycznego oczyszczenia i przyjęcia mistycznego realizmu” (s. 6). Pisząc o relacji między człowiekiem i otaczającym go światem autor stwierdza: „Nie ma nieciągłości między ciałem świata a ciałem człowieka, wszechświat jest „zawarty” w naturze ludzkiej, jest ciałem ludzkości. Człowiek jest „mikrokosmosem”, który przyjmuje w sobie, zagęszcza, jednoczy stopnie bytu stworzonego, i w ten sposób może poznać wszechświat od środka” (s. 19). Przeprowadzając analizę różnych wypowiedzi Ojców Kościoła Clement stwierdza, że grzech jest rodzajem kosmicznej katastrofy (s. 30); odkupienie dokonane przez Chrystusa jest zbawieniem kosmicznym („Kosmiczna historia Kościoła jest historią rodzenia kosmosu jako chwalebnej ciała przebóstwionej ludzkości”, s. 43), a sprawowane w Kościele sakramenty są niczym innym jak rodzajem „kosmicznej posługi” (s. 45).

Clement pisze stylem charakterystycznym dla opisywanej przez siebie teologii i mistyki prawosławnej, i nic dziwnego, że dla współczesnego czytelnika utrzymane w tej konwencji sformułowania wydają się kontrowersyjne, nieprecyzyjne, lub wręcz niepoprawne. Przykłady ilustrujące słuszność tego wniosku można

znaleźć na każdej stronie omawianej publikacji: „Nowoczesna technika wywodzi się z objawienia biblijnego, lecz rozwinęła się wyłącznie w kontekście judaizmu i chrześcijaństwa, w kontekście a-kosmicznym, czyli przede wszystkim starotestamentalnym” (s. 60); „technika, zgodnie z punktem widzenia proroków Izraela, zadała śmiertelny cios całej przedosobowej (sic!) mistyce kosmicznej” (s. 68). Przywołane zdania wydają się zapewne czytelnikowi tej recenzji całkowicie niezrozumiałe z tego powodu, że są wyrwane z kontekstu, ale wystarczy zaglądnąć do książki Clementa, żeby przekonać się, że cały tekst jest utrzymany w takiej konwencji, i że lektura poprzedzających i następujących paragrafów wcale nie ułatwia zrozumienia sensu przytoczonych zdań.

Mój sceptycyzm wobec stylu Clementa wcale nie oznacza, że uważam jego książkę za wydawnictwo złe lub bezwartościowe. Książka ta po prostu jest inna — w tym sensie, że jej autor stosuje inne niż w naszym kręgu kulturowym kanony ścisłości i terminologicznej precyzji. Niewykluczone, że w swojej klasie — w klasie książek prezentujących teologię i mistykę prawosławną — jest to książka bardzo dobra, i że warto ją polecić czytelnikom zainteresowanym tą tematyką — to znaczy teologią i mistyką prawosławną. Z całą pewnością jednakże nie warto jej polecać nikomu, kto jest zainteresowany problematyką dotyczącą wzajemnych re-

lacji pomiędzy nauką (we współczesnym tego słowa znaczeniu) i teologią. Nie znajdą tam również niczego dla siebie ci, którzy poszukują informacji o współczesnej kosmologii. W niektórych przypadkach zakup tej książki może się jednak na

coś przydać również i tym ostatnim. Dzięki niej poznają — tak samo jak ja — przekonujący argument, przemawiający za wyższością tradycyjnych księgarń nad księgarniami internetowymi.

Tadeusz Pabjan

OD REDAKCJI

W poprzednim numerze Zagadnień (48/2011) zamieściliśmy wykaz publikacji Abpa Józefa Życińskiego bez zaznaczenia, że wykaz ten został przygotowany przez Ks. Tomasza Adamczyka, byłego sekretarza Abpa Życińskiego. Za to przeoczenie autora bibliografii serdecznie przepraszamy.