

Wojciech Grygiel

Między mikroświatem a makroświatem

Zagadnienia Filozoficzne w Nauce nr 50 [Numer rocznicowy], 46-62

2012

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

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

Wojciech GRYGIEL

Wydział Filozoficzny, Uniwersytet Papieski Jana Pawła II w Krakowie

MIĘDZY MIKROŚWIATEM A MAKROŚWIATEM

WPROWADZENIE

Fizyka stanowi obszar badań, w których najprecyzyjniej tropi się zagadnienia filozoficzne w nauce. W pierwszym rzędzie dzieje się tak, ponieważ podstawowy warsztat tej sformalizowanej nauki, jakim jest matematyka, czyni ją najbardziej metodologicznie przejrzystą. W obrębie samej matematyki można bowiem jasno określić wynikające z niej ograniczenia jako narzędzia badawczego, pokazując w ten sposób właściwe fizyce granice naukowego poznania. Z uwagi na fakt, iż znaczna część autorów publikujących na łamach Zagadnień Filozoficznych w Nauce to fizycy, w periodyku tym zagadnienia filozofii fizyki stanowią przedmiot ożywionej analizy i dyskusji. Sytuacja taka nie miałaby z pewnością miejsca, gdyby inspiracją dla podejmowanego filozoficznego namysłu nie był Michał Heller, którego intelektualna przygoda filozofowania w kontekście nauk zrodziła się na bazie fizyki, pobudzając w ten sposób do refleksji szerokie grono tych, dla których ta dziedzina nauki jest życiową pasją. Pojawienie się 50. numeru Zagadnień jest więc doskonałą okazją, aby pokusić się o podsumowanie wkładu, jaki badacze ci wnieśli do lepszego zrozumienia filozoficznych implikacji, jakie niesie ze sobą uprawnianie fizyki. Ponieważ srebrny jubileusz periodyku zaakcentowany został w jego 25-tym numerze stosownymi podsumowaniami, w obecnym artykule za-

prezentowany zostanie przegląd filozoficznych aspektów fizyki, które pojawiły się w numerach Zagadnień Filozoficznych w Nauce od 26. do 49., co przypada na lata od 2000 – 2011.

O CZYM FILOZOFUJĄ FIZYCY?

Rozpiętość tematyki filozoficznej, generowana w obrębie fizyki, jest dość znaczna. W uprawianiu fizyki tkwią bowiem wirtualnie bardzo silne założenia natury filozoficznej, z których naczelnym jest przyjęcie istnienia podmiotu – badacza, który w swoim umyśle tworzy obraz analizowanej przez siebie rzeczywistości. Rodzi to całe naręczne pytań o status obiektów teoretycznych, sięgając w ten sposób do starożytnego sporu o uniwersalia. W kolejności pojawia się zasadnicze pytanie, dlaczego posiadany przez fizyka obraz rzeczywistości jest adekwatny, czyli na ile realne w przyrodzie są matematyczne struktury konstruowanych przez niego teorii. Jest to jedno z centralnych zagadnień filozofii nauki, znane pod pojęciem *realizmu naukowego*, które we współczesnej fizyce częściej traktowane jest w kategoriach *realizmu strukturalnego*. O ile problemy te plasują się w centrum filozoficznej debaty w kontekście fizyki, o tyle autorzy, publikujący w ZFN, zdają się bardziej akcentować kwestie natury *ontologicznej*, stawiające pytania o najbardziej ogólne cechy kreowanego przez współczesne teorie obrazu rzeczywistości fizycznej. Mówiąc w największym skrócie, chodzi tutaj o przeanalizowanie, jak te teorie każą nam myśleć o strukturze świata, ze szczególnym uwzględnieniem poziomu najbardziej fundamentalnego, za który dziś powszechnie uważa się tak zwany poziom Plancka. Wśród autorów tych panuje powszechne przekonanie, iż to tylko dzięki zmatematyzowanym teoriom posiadamy wgląd w tenże poziom. Co więcej, zmusza nas on do radykalnego przeformułowania czy wręcz porzucenia wszelkich potocznych pojęć, przy pomocy których organizujemy nasze codzienne doświadczenie takich, jak czas, przestrzeń, przyczynowość, materia oraz wiele innych.

W świetle zarysowanych powyżej problemów bardzo dobrze składa się, iż pierwszym artykułem, poruszającym w relacjonowanym okresie działalności ZFN zagadnienie filozofii fizyki *par excellence*, jest arty-

kuł Leszka Sokołowskiego zatytułowany *Czas a kwantowa grawitacja*¹. Można z dużą dozą pewności stwierdzić, iż współczesne wysiłki fizyków, zmierzające do sformułowania teorii kwantowej grawitacji, pokazują w największej ostrości centralne problemy filozoficzne, z jakimi borykają się teorie składowe, czyli mechanika kwantowa oraz ogólna teoria względności. W szczególności, Sokołowski analizuje tutaj problem czasu, będący z jednej strony jednym z podstawowych pojęć potocznych w życiu człowieka, z drugiej jednak uzyskujący precyzyjny sens fizyczny w każdej z teorii składowych. Jak się okaże, niekompatybilność tych dwóch koncepcji czasu jako elementów formalizmu teorii, stanowić będzie fundamentalne wyzwanie w podejmowanych dziś na szeroką skalę wysiłkach unifikacyjnych. Za jedną z przewodnich myśli filozofii fizyki, eksponowanych na łamach ZFN, wypada więc zgodnie z poczynioną już wyżej uwagą, uznać procesy transformacji podstawowych pojęć, które migrowały z refleksji filozoficznej do fizyki. Wprzęgając je w reżim matematycznych struktur, fizyka najlepiej potrafi pokazać ich ograniczenia w opisie coraz bardziej fundamentalnych poziomów rzeczywistości fizycznej, niedostępnych gołym okiem obserwatora. Może się bowiem zdarzyć tak, iż niezbywalne dotąd w fizycznym opisie pojęcie czasoprzestrzeni, opisywane różnorodnością różniczkową z metryką Lorentza (M, γ) , okaże się nieadekwatne na poziomie Plancka. Tkwi w tym niewątpliwie intuicja Alberta Einsteina, inspirowanego filozofią Ernsta Macha, pioniera opisu czasoprzestrzennego, którą Einstein podsumowuje następująco:

Znaczenie myślicieli takich jak Mach w żadnej mierze nie polega tylko na tym, że zaspokajają pewne filozoficzne potrzeby epoki, które zatwardziali przedstawiciele wiedzy zawodowej określiliby jako luksus. Pojęcia, które okazały się pożyteczne przy porządkowaniu, zdobywają u nas taki autorytet, że zapominamy o ich ziemskim pochodzeniu i przyjmujemy je jako dane, mające charakter niezmiennej rzeczywistości. Przypisujemy im następnie miano „ko-

¹L. Sokołowski, *Czas a kwantowa grawitacja*, Zagadnienia Filozoficzne w Nauce, 27 (2000) s. 3-32

nieczności myślowych”, „danych *a priori*” itd. Tego rodzaju błędy często przez długi czas zagradzają drogę postępowi naukowemu. Nie jest to wcale próżna gra, jeśli ćwiczymy się w analizie znanych od dawna pojęć i wykazujemy, od jakich okoliczności zależy ich uprawomocnienie i użyteczność, jak konkretnie wyrastały one z danych doświadczenia. Analiza taka pozwala złamać ich zbyt wielki autorytet. Będą one usunięte, jeśli nie da się ich właściwie uprawomocnić, skorygowane, jeśli ich przyporządkowanie danym rzeczom było zbyt niestaranne, zastąpione przez inne, jeśli da się stworzyć inny system, który z jakichkolwiek powodów wyżej cenimy².

W perspektywie niniejszego opracowania, wspomniane studium Sokołowskiego można potraktować jako swoistą soczewkę problemów z zakresu filozofii fizyki, poruszanych przez autorów na łamach ZFN. Jak się bowiem okaże – i co rzeczywiście jasno wynika z trudności narosłych w procesie konstruowania teorii kwantowej grawitacji – każda ze składowych teorii, to jest mechanika kwantowa oraz ogólna teoria względności, nadal borykają się z mniejszymi lub większymi problemami interpretacyjnymi, utrudniającymi stwierdzenie, o czym te teorie mówią. Innymi słowy można stwierdzić, iż obraz współczesnej fizyki rozpada się na dwa obszary: mikroświata i makroświata, opisywane teoriami fizycznymi o niekompatybilnych strukturach matematycznych, przypominających w ten sposób arystotelesowski rozłam na sfery podksiężycowe i nadksiężycowe. Czyżby fizyka zatoczyła w ten sposób pełne koło?

Przechodząc obecnie do bardziej systematycznej charakterystyki filozoficznych zmagani w obrębie fizyki, utrwalonych na stronach ZFN, warto je podzielić na filozofię fizyki mikroświata, bazującą głównie na interpretacyjnych zmaganiach wokół mechaniki kwantowej, oraz filozofię fizyki makroświata, której refleksja toczy się głównie wokół zagadnień kosmologicznych, wyrosłych na gruncie ogólnej teorii względ-

²A. Einstein, *Ernst Mach*, [w:] S. Butryn (red.), *Albert Einstein – pisma filozoficzne*, Ediciones Altaya Polska Sp. z o. o. i De Agostini Polska Sp. z o. o. 2001, s. 55

ności. Podział taki wydaje się w miarę rzetelnie odzwierciedlać podejmowane przez poszczególnych autorów zagadnienia, choć, jak się okaże, będzie on ostatecznie wymagał pewnego rozszerzenia. Z uwagi na fakt, iż osobny artykuł przeglądowy poświęcony zostanie historii fizyki z uwzględnieniem takich zagadnień jak postać Galileusza, czy krakowska filozofia przyrody dwudziestolecia międzywojennego, obecna praca obejmie jedynie systematyczne badania filozoficznych implikacji współczesnych teorii fizycznych.

FILOZOFIA FIZYKI MIKROŚWIATA

Jeśli jest mowa o filozofii fizyki mikroświata, to podejmowana refleksja dotyczy głównie mechaniki kwantowej i jej interpretacji, to jest pytania, o to czy i w jaki sposób elementy formalizmu teorii takie, jak funkcja falowa czy prawdopodobieństwo, mogą być odniesione do obiektywnej rzeczywistości fizycznej. Choć interpretacja kopenhaska stanowi swoistą "protezę" interpretacji, pozwalając jedynie na powiązanie funkcji falowej z pomiarem za pomocą pojęcia prawdopodobieństwa, to jednak tkwi w niej zauważalne zaangażowanie ontologiczne, wynikające m. in. z rozmycia wartości obserwabli, odpowiadających niekomutującym operatorom kwantowo-mechanicznym³. W nurcie debaty nad pytaniem o realność stanów kwantowych plasują się prace Tadeusza Pabjana, z którego dorobku warto tutaj wyróżnić trzy, dotyczące kwestii, pozostających ze sobą w ścisłym związku. W porządku historycznym należy wspomnieć słynny paradoks Eisnteina – Podolskiego – Rosena (EPR), który w dziejach fizyki uważany jest za kulminację sporu Alberta Einsteina z Nielsem Bohrem o ostateczny kształt mechaniki kwantowej. Choć zagadnienia te wydają się być dobrze poznanym obszarem historii tej teorii, to jednak Pabjan w interesujący sposób odsłania nieznaną kulisy sformułowania argumentu EPR⁴. Jak pokazuje autor, pojawienie się tego argumentu w jego finalnej postaci poprzedzone było kilkoma innymi eksperymentami myślowymi, po-

³Por. np. M. Heller, *Filozofia i wszechświat*, Universitas: Kraków 2006 s. 150.

⁴T. Pabjan, *Krótko (pre)historia argumentu EPR*, *Zagadnienia Filozoficzne w Nauce*, 47 (2010) s. 54-69.

danymi przez Einsteina, które ostatecznie przywiodły do postawienia mechanice kwantowej zarzutu niezupełności. Ilustruje to precyzyjnie zmagania Einsteina z konceptualnymi wyzwaniem mechaniki kwantowej oraz pokazuje dlaczego, pomimo ostatecznej akceptacji zasady nieoznaczoności Heisenberga, Einstein nie pogodził się z ontologicznymi implikacjami mechaniki kwantowej. Znamienny dla podejmowanej kwestii jest następujący cytat:

Okolo roku 1931 zmieniło się nastawienie Einsteina do mechaniki kwantowej w ogólności, i do zasady nieoznaczoności Heisenberga w szczególności. Wiele wskazuje na to, że Einstein ostatecznie przekonał się, iż formalizm teorii kwantowej jest spójny i nie zawiera żadnej sprzeczności. Nie oznacza to jednak, iż fizyk ten w pełni zaakceptował stanowisko Bohra i innych przedstawicieli szkoły kopenhaskiej: przedmiotem jego wątpliwości stała się od-tąd zupełność mechaniki kwantowej. Eksperymenty my-słowe Einsteina zmieniły w związku z tym swój charakter: ich podstawowym zadaniem nie było już dowodzenie sprzeczności tkwiącej w zasadzie nieoznaczoności lub w innych elementach formalizmu teorii kwantowej, ale stało się ukazywanie konieczności uzupełnienia tej teorii o zmienne ukryte. W niektórych doświadczeniach tego okresu Einstein wręcz zakładał powszechną obowiązywalność zasady Heisenberga — ale czynił to przede wszystkim po to, by uzyskać logiczny paradoks, który zmusza do wyciągnięcia wniosku o niezupełności mechaniki kwantowej.

W chronologicznej kolejności rozwoju prac nad mechaniką kwantową, pojawia się studium Pabjana poświęcone zaletom i wadom interpretacji mechaniki kwantowej, zaproponowanej przez Davida Bohma, zwanej teorią zmiennych ukrytych⁵. Choć interpretacja ta wprowadza

⁵T. Pabjan, *Davida Bohma teoria zmiennych ukrytych*, Zagadnienia Filozoficzne w Nauce, 44 (2009) s. 25-39

prawdopodobieństwo kwantowe jako element epistemologiczny, unikając w ten sposób kwantowego indeterminizmu, to jej nielokalny charakter prowadzi do istotnych sprzeczności ze szczególną teorią względności. Trzecia ważna praca Pabjana prezentuje konkretne zastosowania nierówności Bella, których wyprowadzenie otworzyło drogę do empirycznego sfalsyfikowania każdej lokalnej teorii zmiennych ukrytych⁶. Pabjan zajmuje się w tym kontekście kwestią informacji, mającej istotne znaczenie technologiczne dla kwantowej kryptografii i kwantowych komputerów.

Nieco odmienną perspektywę „kwantowego filozofowania” podejmuje na łamach ZFN autor niniejszego przeglądowego opracowania. W pierwszym swoim tekście powracam do kontrowersji, skupiającej się wokół osławionego paradoksu kota Schrödingera, próbując przedstawić propozycję rozwiązania tego paradoksu w ramach teorii *dekoherencji*⁷. Teoria ta, będąc zewnętrznym formalizmem w stosunku do mechaniki kwantowej, pokazuje, iż oddziaływanie układu kwantowego z makroskopowym otoczeniem prowadzi do wygaszenia interferencji kwantowych. W rezultacie stan kwantowy, w którym kot byłby jednocześnie żywy i martwy, ulega ultraszybkiemu zanikowi. Makroskopowy obserwator widzi jedynie kota albo żywego, albo martwego. Teoria dekoherencji umożliwia rozwiązanie problemu świadomego obserwatora, który poprzez sam akt obserwacji miałby ostatecznie decydować o losie kota. Jest to rezultat o tyle ważny, iż przekonuje on o bezpodstawności angażowania aktów świadomości, których fizyczny opis na dzień dzisiejszy nie jest znany, do wyjaśnień, których dostarcza fizyka. W kolejnym artykule, dotyczącym mechaniki kwantowej, podejmuję analizę innej, ciekawej perspektywy rozwikłania problemu obserwatora, polegającej na jego *obiektywizacji* a zapostulowanej przez Rogera Penrose’a⁸. W kontekście jego kwantowej koncepcji umysłu, to redukcja wektora falowego leży u podstaw ludzkiej świadomości,

⁶T. Pabjan, *Druga rewolucja kwantowa: dziedzictwo J. S. Bella*, Zagadnienia Filozoficzne w Nauce, 49 (2011) s. 123-137.

⁷W. Grygiel, *Is the Schrödinger's Cat Dead or Alive?*, Zagadnienia Filozoficzne w Nauce, 37 (2005) s. 119-139.

⁸W. Grygiel, *Rogera Penrose'a obiektywizacja obserwatora w mechanice kwantowej*, Zagadnienia Filozoficzne w Nauce, 45 (2010) s. 45-61.

a nie – tak, jak sugerowało wielu filozofujących fizyków – apriorycznie rozumiany świadomy akt obserwatora, który ma wybierać odpowiadającą danej obserwabli stan kwantowy z liniowej superpozycji wszystkich stanów. Tezę tę ilustruje trafnie następujący wyjątek z artykułu:

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

W nurcie refleksji nad mechaniką kwantową i jej interpretacjami pragnę zwrócić krótko uwagę na pracę, w której analizuję interpretację mechaniki kwantowej, opartą na formalizmie *spójnych historii* (ang. *consistent histories*, która według jednego z jej twórców, francuskiego fizyka teoretyka Rolanda Omnese, stwarza podstawy do zapostulowania ogólniejszej koncepcji relacji między matematyką a fizyką, zwaną *fizyzmem*⁹. Wedle tej koncepcji, analogicznie do logicyzmu, matema-

⁹W. Grygiel, *Is the Schrödinger's Cat Dead or Alive?*, Zagadnienia Filozoficzne w Nauce, 43 (2008) s. 89-102.

tyka ma być ostatecznie redukowalna do fizyki. Krytyczna ocena fizyzmu wymaga jednak osobnego, szerszego opracowania.

FILOZOFIA FIZYKI MAKROŚWIATA

Refleksja filozoficzna nad makroświatem rodzi się głównie w kontekście ogólnej teorii względności, obejmującej swoim opisem obszar rzeczywistości, poddający się opisowi *klasycznemu*. Podstawową kategorią takiego opisu jest pojęcie *czasoprzestrzeni*, której matematyczna struktura implikuje *lokalność* zdarzeń. Nie musi być zatem tak, iż refleksja w obrębie teorii względności dotyczy jedynie kosmologii. Refleksji kosmologicznej na łamach ZFN poświęcone zostanie osobne opracowanie. Bogactwo matematycznej struktury klasycznego opisu prowokuje do namysłu nad wieloma innymi aspektami tej teorii. Opracowaniem, zachęcającym do pochylenia się nad naturą oddziaływania grawitacyjnego, jest tekst Roberta Janusza, stawiający na pozór proste pytanie o to, czy siła grawitacji działa na odległość¹⁰. Wbrew powszechnym przekonaniom o spójności mechaniki newtonowskiej, autor wychodzi w swojej analizie od zasygnalizowania, iż w mechanice tej powstaje zasadniczy problem z pojęciem układu inercjalnego, co skutkuje konceptualnymi trudnościami w określeniu pojęcia siły, działającej na odległość. Problem ten jednak zostaje usunięty w wyniku geometryzacji siły grawitacji w ogólnej teorii Einsteina. Jak wyraźnie zaznacza Janusz:

Tak więc siła grawitacji nie jest oddziaływaniem na odległość i jest jakimś szczęśliwym zbiegiem okoliczności, że Newton znalazł swoje przybliżenie dotyczące prawa powszechnego ciążenia. Grawitacja nie jest nawet w ogóle siłą, lecz geometrią świata, nie „działa”, lecz „jest areną” — wszystkie zjawiska fizyczne do niej się odnoszą; nie potrzeba też pisać osobnych równań ruchu, gdyż zawarte są one w równaniach pola grawitacyjnego ogólnej teorii względności.

¹⁰R. Janusz, *Czy siłą grawitacji działa na odległość?*, Zagadnienia Filozoficzne w Nauce, 37 (2005) s. 15-31.

Z uwagi na fakt, iż termodynamikę również zalicza się do szeroko rozumianego klasycznego paradygmatu fizyki, warto chwilę dłużej pozostać przy postaci Roberta Janusza i przypomnieć jego kolejny, interesujący tekst z obszaru filozofii fizyki, zatytułowany *Co pojęcie entropii wniosło do filozofii?*¹¹. Wnikliwa analiza rozumowania Janusza ujawnia, iż doszukuje się on ciekawego uzasadnienia matematyczności praw zachowania energii. Pokazuje on bowiem, iż substancjalne traktowanie energii tak, jak to miało miejsce we wczesnych fazach rozwoju termodynamiki, zasadniczo wyklucza sformułowanie stosownych praw zachowania. Odkrycie różnych postaci energii, z uwzględnieniem energii nieużytecznej, mierzonej entropią, koresponduje ze stałą wartością całkowitej energii, narzucanej przyrodzie przez perfekcyjnie realizowane przez nią matematyczne prawo zachowania. We wnioskach tych jednoznacznie przeziiera przekonanie Roberta Janusza, o tym, iż rzeczywistością fizyczną rządzą ukryte w niej matematyczne struktury. Przekonanie podzielane jest przez znaczne grono współczesnych fizyków takich, jak przykładowo Roger Penrose.

Powracając obecnie do tematyki w nurcie szczególnej teorii względności (STW), nietrudno natrafić na kolejne studium omawianego już powyżej autora, Tadeusza Pabjana¹². W studium tym autor bliżej przygląda się dyskusji toczącej się wokół statusu pojęcia jednoczesności w STW. Zgodnie z formalizmem tej teorii, jednoczesność zdarzeń można określić jedynie na sposób względny, to jest, w stosunku do pewnego układu inercyjnego. Gdy jednak pada pytanie o jednoczesność w jednym, konkretnym układzie odniesienia, natychmiast wynika trudność, czy jednoznaczność ta posiada charakter absolutny czy dowolny (konwencjonalny). Okazuje się bowiem, iż istnieje więcej niż jedna metoda synchronizowania oddalonych od siebie zegarów. Pabjan przytacza szereg argumentów za (Malament) i przeciw (Reichenbach) konwencjonalności jednoczesności w STW. W konkluzji autor przekonuje, iż posłużenie się einsteinowskim warunkiem rów-

¹¹R. Janusz, *Czy siłą grawitacji działa na odległość?*, Zagadnienia Filozoficzne w Nauce, 45 (2009) s. 27-44.

¹²T. Pabjan, *O konwencjonalnym charakterze pojęcia jednoczesności w szczególnej teorii względności*, Zagadnienia Filozoficzne w Nauce, 37 (2005) s. 53-72

noczesności jest preferowane jako posiadające wyraźny sens fizyczny. Być może, zdaniem autora, pojawi się inna teoria fizyczna, wykorzystująca niestandardową definicję jednoczesności, ale brak takiej teorii na obecnym etapie, czyni tezę o konwencjonalności jednoczesności w STW słabo uzasadnioną. W dorobku Pabjana na uwagę zasługuje również praca o charakterze historycznym, prezentująca drogę rozwiązania wynikłego na gruncie mechaniki newtonowskiej grawitacyjnego paradoksu Seelingera, które naturalnie pojawiło się w kosmologicznym kontekście ogólnej teorii względności¹³.

Wielu czytelników mogło stracić już nadzieję, iż w niniejszym przeglądzie kiedykolwiek uwzględniony zostanie wkład samego mistrza, Michała Hellera. Z mistrzami jest często tak (i to chyba dobrze), iż nie tylko badają i odkrywają, ale również i uczą. Zadanie takie z pewnością realizuje praca, zatytułowana *Kwantowe stworzenie Wszechświata*, w której Heller przedstawia konceptualne założenia oraz podstawy teoretycznej konstrukcji modelu Wszechświata bez brzegów autorstwa Jamesa Hartle'a i Stephena Hawkinga¹⁴. Co więcej, autor podejmuje się rzetelnej oceny znaczenia modelu dla rozumienia zagadnienia stworzenia, prezentując jego istotne w tym względzie ograniczenia, a także zastrzeżenia natury czysto fizycznej. Te drugie są o tyle istotne, iż zmuszają do krytycznego spojrzenia na wszelkie próby wyprowadzania zbyt śmiałych wniosków filozoficznych z teorii, która nie ma charakteru jakiegokolwiek ostatecznego opisu struktury Wszechświata, a jest jedynie *modelem zabawkowym*. W ostatecznym rozrachunku jednak Heller wskazuje na pozytywną rolę modelu, pisząc:

Model Hartle'a-Hawkinga odegrał jednak ważną rolę w filozoficznej refleksji nad kosmologią. Mimo całej swojej dyskusyjności, ukazał on bowiem, jak daleko mogą sięgać metody współczesnej fizyki teoretycznej. Potrafią one

¹³T. Pabjan, *Paradoks grawitacyjny*, Zagadnienia Filozoficzne w Nauce, 48 (2011) s. 111-126.

¹⁴M. Heller, *Kwantowe stworzenie Wszechświata*, Zagadnienia Filozoficzne w Nauce, 41 (2007) s. 3-15. Uzupełniona wersja artykułu ukazała się jako rozdział w: M. Heller, *Ostateczne wyjaśnienia Wszechświata*, Universitas: Kraków 2008, s. 87-98.

zbliżyć się – zdawałoby się na jeden mały krok – do wielkich pytań metafizycznych, związanych z „początkiem istnienia”. Wprawdzie dokładniejsza analiza pokazuje, iż jest to krok nad przepaścią metod i pojęciowych rozróżnień, dzielących fizykę i metafizykę, ale samo zbliżenie się do tego rodzaju pytań ukazuje ich nieuchronność.

Skoro można założyć, iż istnieje już pewna propozycja, co do scenariusza powstania Wszechświata, to naturalne wydaje się obecnie postawienie pytania o charakter praw, rządzących Wszechświatem na najbardziej fundamentalnym poziomie. W swoim artykule, zatytułowanym *Czy Wszechświat jest chaosem*¹⁵, Michał Heller podejmuje wysiłek określenia, czy na najbardziej fundamentalnym poziomie panuje całkowity chaos, równoważny całkowitemu brakowi racjonalności, a obserwowane prawa przyrody są jedynie stochastycznymi uśrednieniami tego chaosu. Racjonalność jest tutaj rozumiana ściśle synonimicznie z matematycznością. Okazuje się bowiem, iż przyroda w swoich probabilistycznych zachowaniach nie eliminuje pewnych prawidłowości, co motywuje Hellera do sformułowania jego znanej tezy o „probabilistycznej ścieśnialności Wszechświata”. Nawet jeżeli Wszechświat na poziomie fundamentalnym jest w stanie chaosu, a obserwowane prawa są strukturami emergentnymi, to nie przeczy to matematycznej racjonalności Wszechświata jako całości. Jeżeli jednak przyjąć w matematyce prawo niesprzeczności jako prawo istnienia, to naturalnie pojawia się pytanie o to, czy mogą istnieć inne matematyczne Wszechświaty, którym również można by nadać sens fizyczny? Takiego zadania podejmuje się Gordon McCabe w publikacji, noszącej tytuł *Possible physical universes*¹⁶. Autor podejmuje szczegółową analizę rodziny wszechświatów przestrzennie jednorodnych, zwracając szczególną uwagę na argument Hawkinga-Collinsa, zgodnie z którym nasz Wszechświat miałby być szczególnym przypadkiem tej rodziny. McCabe kontynuuje tę dyskusję, biorąc za przedmiot rozważa-

¹⁵M. Heller, *Kwantowe stworzenie Wszechświata*, Zagadnienia Filozoficzne w Nauce, 41 (2007) s. 3-15.

¹⁶Gordon McCabe, *Kwantowe stworzenie Wszechświata*, Zagadnienia Filozoficzne w Nauce, 41 (2007) s. 3-15.

nia wszystkie rozwiązania równania pola Einsteina i bada, czy spełniają one pewne własności, odgrywające kluczową rolę we wspomnianym argumentacie. Praca McCabe'a wyróżnia się spośród innych prezentowanych zaawansowanym językiem matematycznym, przez co precyzyjne omówienie poszczególnych jej wątków nie jest w ramach niniejszego przeglądu możliwe. Warto jedynie zaznaczyć, iż uprawianie filozofii fizyki w kontekście teorii makroświata, jaką jest ogólna teoria względności, wymaga dogłębnej znajomości matematycznej struktury tej teorii, aby wnioski filozoficzne pozostawały w ścisłym związku z tym, o czym rzeczywiście teoria mówi.

CHWILA NA CZAS

Lektura prac z zakresu filozofii fizyki, jakie ukazały się na łamach Zagadnień w numerach od 26 do 49, pokazuje, iż warto obecnie poszerzyć podział na fizykę mikroświata i makroświata, ponieważ dyskutowane również szeroko pojęcie czasu, zdaje się być dla tych dwóch obszarów kwestią do pewnego stopnia wspólną. O czasie mówi się bowiem tak na poziomie mikroskopowym, jak i w globalnej skali Wszechświata. W ZFN swoje echo znalazły rezultaty VI Krakowskiej Konferencji Metodologicznej (2001), poświęconej temu na wskroś nieuchwytnemu zagadnieniu. Aby przekonać się, iż czas nie jest łatwym przedmiotem filozoficznej analizy, warto zaglądnąć do wypowiedzi Ewy Kałuszyńskiej, w której autorka próbuje wyłowić pewną wspólną płaszczyznę dyskusji o czasie pomiędzy filozofią a naukami ścisłymi¹⁷. Jej zdaniem, problematyka czasu spina praktycznie wszystkie obszary intelektualnej aktywności człowieka, wychodząc od opisywanych prawami fizyki praw rządzących najbardziej fundamentalnym poziomem Wszechświata a na społecznym fenomeń człowieka i jego świadomości skończywszy. Kałuszyńska sugeruje w tym względzie pewną strategię, pisząc:

Chcąc więc sprostać wyzwaniom swego czasu, filozofia musi brać pod uwagę rozstrzygnięcia nauki i być gotowa

¹⁷A. Kałuszyńska, *Nasz czas*, Zagadnienia Filozoficzne w Nauce, 28-29 (2001) s. 5-19.

na modyfikacje, gdy ustalenia te w zasadniczy sposób się zmieniają. Wynika stąd, że od filozofii nie można oczekiwać „ostatecznych” odpowiedzi na „fundamentalne” pytania — każdy czas ma swe własne problemy i nawet gdy stawiane pytania brzmią podobnie, sygnalizowane przez nie problemy są inne, przekładają się bowiem na inne doświadczenie, inną wiedzę, inny dorobek naukowców, ale też i filozofów.

Bardzo ciekawy kontrast w stosunku do rozmachu wypowiedzi Kałuszyńskiej stanowi tekst kosmologa, Andrzeja Woszczyzny, który dyskutuje kwestę konforemnych aspektów czasu Wszechświata¹⁸. Kwestia dotyczy bowiem skutecznych metod pomiaru czasu, wykorzystujących ruch galaktyk. Termin *konforemny* odnosi się do szczególnej własności geometrii czasoprzestrzeni, zachowującej kąty przy odpowiednich przekształceniach. Autor argumentuje, iż tak skonstruowane pojęcie czasu fizycznego zasługuje na miano „właściwego czasu Wszechświata”. Inny, niemniej istotny aspekt czasu w fizyce znajduje swoje odzwierciedlenie w głosie Michała Tempczyka, który próbuje zmierzyć się z pytaniem jak własności niecałkowalnych, nieliniowych układów dynamicznych modyfikują nasze rozumienie dynamiki a przez to i rozumienie czasu¹⁹. Przegląd szeregu przykładów procesów, zachodzących w przyrodzie, których podręcznikowym przykładem są chemiczne reakcje Biełusowa – Żabotyńskiego, pozwala autorowi skonstatować, iż:

Wszechświat na pewno nie jest podobny do kartezyjańskiego zegara, w którym czas płynie jednostajnie i może być traktowany jako absolutny zewnętrzny parametr, porządkujący stany w istocie podobne do siebie. Poszukując metafory bardziej odpowiedniej i bogatszej powiedziałbym raczej, że Wszechświat bardziej niż zegar przy-

¹⁸A. Woszczyzna, *Konforemny czas Wszechświata*, Zagadnienia Filozoficzne w Nauce, 28-29 (2001) s. 20-24.

¹⁹M. Tempczyk, *Skale czasu układów nieliniowych*, Zagadnienia Filozoficzne w Nauce, 28-29 (2001) s. 25-32

pomina skomplikowaną symfonię, której melodię poznaliśmy dotąd bardzo wrywkowo.

Spoza konferencyjnego nurtu, warto zwrócić uwagę na próbę narysowania bardzo ogólnego rozumienia czasu fizycznego obok innych jego walorów takich, jak fizyczny i egzystencjalny, jaką na przykładzie muzyki oferuje Anna Brożek²⁰. Czy muzyka to tylko matematyka, czy też coś więcej? Czy czas to obiektywna własność przyrody, czy też jedynie użyteczna metafora? Pomimo znaczącego wkładu autorów w zagadnienie, na tego typu odpowiedzi przyjdzie nam jeszcze chyba chwilę poczekać.

W RAMACH UZUPEŁNIENIA

Dowodem tego, że wszelkie podziały tematyczne są niewystarczające, a więc i ten zasugerowany w niniejszym przeglądzie, jest konieczność kolejnego wyjścia poza konwencję mikroświat – makroświat. Tym razem rzecz dotyczy się zagadnienia, którego znaczenie przenika tę dychotomię, niosąc dla obydwu jej poziomów istotne konsekwencje filozoficzne. Mowa tutaj o problemie determinizmu. Powszechnie bowiem utrzymuje się przekonanie, iż teorie mechaniki klasycznej są całkowicie deterministyczne, to jest, wszystkie opisywane przez nie czasowe ewolucje są unikalne i jednoznacznie określone. Lektura tekstu Andrzeja Koleżyńskiego pozwala zrozumieć, iż zagadnienie determinizmu jest w swojej wymowie dużo bardziej złożone i wymaga rozróżnienia kilku istotnych poziomów. Cytując prace M. A. Stone'a, autor akcentuje cztery centralne składowe pojęcia determinizmu: dynamika różniczkowa, jednoznaczna ewolucja, obliczalność wartości oraz absolutna przewidywalność²¹. Jak podkreśla Koleżyński, stwierdzenie, czy dana teoria jest deterministyczna, wymaga przedyskutowania jej formalizmu w świetle powyższych składowych i zaproponowania stosownego modelu. Kolejną odstonę zagadnienia determinizmu prezen-

²⁰A. Brożek, *Czas fizyczny, filozoficzny i egzystencjalny (i jego muzyczne ujarzmianie)*, Zagadnienia Filozoficzne w Nauce, 31 (2002) s. 111-119.

²¹A. Koleżyński, *Determinizm Laplace'a w świetle teorii fizycznych mechaniki klasycznej*, Zagadnienia Filozoficzne w Nauce, 40 (2007) s. 59-75.

tują w kontekście układów z chaosem deterministycznym Bartłomiej Brus oraz Marek Szydłowski²². Podjęli się oni wykazania, iż w takich układach nie istnieje możliwość funkcjonowania zasady szczególnego dostrojenia dla warunków początkowych, z zatem pojawiają się istotne trudności ze stosowaniem mocnej zasady antropicznej. Autorzy również sugerują, iż traktowanie teorii naukowej w charakterze zbioru modeli natrafia na istotną przeszkodę zasady indyferentyzmu, relegując warunek szczególnego dostrojenia do domeny filozofii.

PODSUMOWANIE

Przechodząc obecnie do momentu, w którym należy dokonać scalenia dyskutowanych powyżej zagadnień, nie sposób uchronić się przed pewnym poczuciem tremy. Bierze się ono głównie z faktu, iż w jakiś sposób klasyfikowany jest tutaj dorobek osób, których wkład w filozofię fizyki można uznać za wiodący. Co więcej, osoby te, takie, jak chociażby Michał Heller, przetarły tutaj wiele dziewiczych szlaków. Taki jest chyba pierwszy, najbardziej oczywisty obraz periodyku Zagadnienia Filozoficzne w Nauce, nie tylko w perspektywie ostatnich 25 numerów, ale – bez wahania – w całości. Zgodnie z zapowiedzią na wstępie, warto też nawiązać do „*inauguracyjnego*” artykułu Leszka Sokołowskiego. Jego refleksja nad problemami, związanymi z teorią kwantowej grawitacji, a także wyrażone w niej trudności w jej sformułowaniu, uzyskały w perspektywie omówionych artykułów dodatkową, pogłębioną płaszczyznę zrozumienia. Jeżeli unifikacja mechaniki kwantowej i ogólnej teorii względności ma się ostatecznie dokonać, to na tej drodze stoi jeszcze wiele konceptualnych i technicznych barier w obrębie teorii składowych. Kończąc niniejszy przegląd wypada wyrazić wszystkim autorom, zaangażowanym w uprawianie filozofii fizyki na łamach Zagadnień (i nie tylko) szczerze uznanie za ich trud i pasję w szukaniu odpowiedzi na pytanie jaki jest świat przyrody i dlaczego jest, jaki jest.

²²B. Brus, M. Szydłowski, *Zasada szczególnego dostrojenia w kontekście układów z chaosem deterministycznym*, Zagadnienia Filozoficzne w Nauce, 43 (2008) s. 103-140.

SUMMARY***BETWEEN THE MICROWORLD AND THE MACROWORLD***

The current 50th issue of *Philosophical Problems in Science* (Zagadnienia Filozoficzne w Nauce) summarizes the efforts of both philosophers and scientists to understand how a broader philosophical context sets the stage for the development of scientific research, with physics playing a leading role. In particular, the paper reviews the content of the last twenty-five issues of the journal with an emphasis on the philosophical problems that arise in the practice of physics. The overview reveals that these problems reflect the main conceptual division in physics between the treatment of the micro-world described by quantum mechanics and the macro-world governed by the general theory of relativity. Both of these theories, taken separately, generate a host of philosophical concerns such as their proper interpretation (Bell's Theorem and its consequences) or the meaning and the eventual validity of the notions of space and time. Other philosophical problems in physics, such as chaos and determinism, are also considered. The authors are well aware that the formulation of the future theory of quantum gravity will be a demanding task requiring profound philosophical reflection.