

Przewodnik po wieloświecie

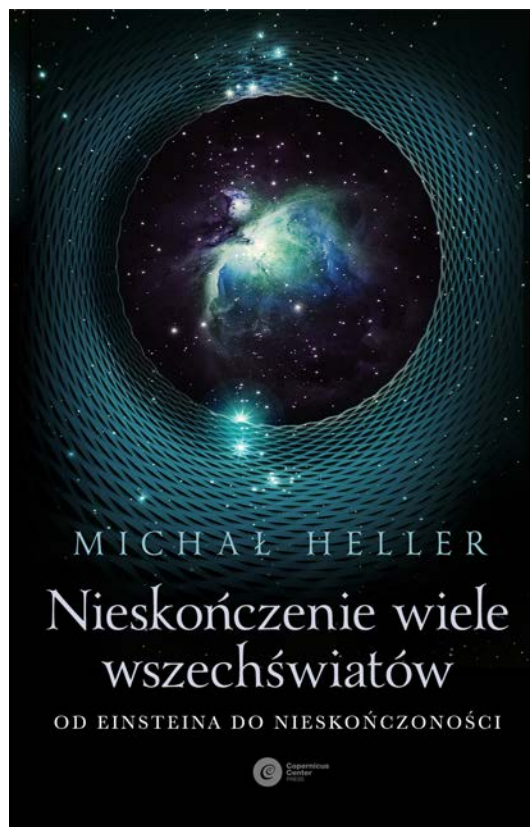
Michał Eckstein

Instytut Fizyki Teoretycznej UJ

Wszechświat, jak sama nazwa wskazuje, winien obejmować cały świat fizyczny. Rzeczywiście, we współczesnej kosmologii opartej na ogólnej teorii względności wszechświat jest utożsamiany z czasoprzestrzenią – globalnym bytem obejmującym wszystkie zdarzenia. Z tej perspektywy pytania o to co jest poza wszechświatem, co było przed Wielkim Wybuchem albo czy istnieją „inne wszechświaty” są pozbawione sensu.

Ścisłe reguły naukowe nie stanowią wszakże żadnej przeszkody dla ludzkiej wyobraźni. Różne wizje innych światów od dawna królują w literaturze fantastycznej i kinematografii. Jednak od pewnego czasu idea wielu wszechświatów zaczęła przenikać ze sfery literackiej fikcji do naukowego dyskursu na gruncie fizyki teoretycznej. Być może najbardziej rozpoznawalnym (i jednym z najbardziej radykalnych) jej orędownikiem jest Max Tegmark. Jego publikacje (np. *Nasz matematyczny Wszechświat*, tłum. E.L. Łokas i B. Bieniok, Prószyński i S-ka, Warszawa 2015) prezentują szeroką panoramę wieloświata (ang. *multiverse*), w którym wszystkie struktury matematyczne istnieją jako rzeczywiste fizyczne byty. Trudno oprzeć się wrażeniu, że tego typu teksty – choć niewątpliwie mogą być bardzo inspirujące – zacierają granicę pomiędzy dobrze ugruntowaną wiedzą naukową a subiektywną wizją świata danego autora. Czytelnik poszukujący popularnonaukowych książek o tematyce kosmologicznej ma zatem pełne prawo czuć się *zagubionym w wieloświecie*¹.

Najnowsza książka Michała Hellera *Nieskończenie wiele wszechświatów* (CCPress, Kraków 2021) jest próbą przynajmniej częściowego usystematyzowania różnych koncepcji wieloświata i poddania ich krytycznej analizie z punktu widzenia metodologii i filozofii nauki. Sądzę, że sylwetki autora nie trzeba czytelnikom *Postępów Fizyki* przybliżać. Dość powiedzieć, że książkę prof. Michał Heller potrafi wniknąć głęboko w techniczne szczegóły zaawansowanych teorii fizycznych i matematycznych, a następnie skonfrontować ich metodologię oraz implikacje z ugruntowanymi ustaleniami filozofów nauki. Dla



tego też nie powinno dziwić, że książka *Nieskończenie wiele wszechświatów* (podobnie zresztą jak inne pozycje autora) ma charakter wysoce syntetyczny i interdyscyplinarny.

Pierwsza część książki – *Filozoficzne preludium* – wprowadza czytelnika w filozoficzne źródła koncepcji wielu światów. Jej prekursorem był Gottfried Wilhelm Leibniz, który potrzebował pojęcia innych możliwych światów, by uzasadnić swoją słynną ideę „świata najlepszego z możliwych”. Okazuje się, że wizja Leibniza zainspirowała całkiem ściśle rozważania na gruncie logiki formalnej. Koncepcja nieskończenia wielu światów nadaje bowiem precyzyjny sens zdaniom modalnym. Na przykład: zdanie jest *możliwe* wtedy i tylko wtedy, gdy jest ono prawdziwe przynajmniej w jednym ze światów. Tak rozumiany wieloświat jest tworem czysto formalnym, użyteczną konstrukcją myślową, której nie odnosimy w żaden sposób do „prawdziwego” fizycznego świata.

W takim też, czysto formalnym, duchu inne wszechświaty są przedstawione w drugiej części książki. Jednak

1. To sformułowanie, będące podtytułem części III najnowszej książki Hellera, nawiązuje do głośnej publikacji Sabine Hossenfelder *Zagubione w matematyce. Fizyka w pułapce piękna* (tłum. T. Miller, CCPress, Kraków 2019)

kontekst tych rozważań jest zdecydowanie bliższy fizyce, mowa bowiem o *wieloświecie Einsteina*. Rzeczywiście, jeśli utożsamimy wszechświat z czasoprzestrzenią, to przestrzeń rozwiązań równań ogólnej teorii względności stanie się swoistym wieloświatem. W ten sposób *Einstein, zupełnie tego nie chcąc, odkrył wiele wszechświatów*. Oczywiście nie każdemu rozwiązaniu równań Einsteina można przypisać rozsądną interpretację kosmologiczną, ale takich kosmologicznych rozwiązań wciąż jest nieskończenie wiele. Michał Heller oprowadza czytelnika po wieloświecie Einsteina ukazując zarówno jego punkty szczególne, w tym znane i lubiane modele Friedmana–Lemaître’a–Robertsona–Walkera, jak i pewne globalne własności. Dowiadujemy się np., że przestrzeń rozwiązań równań Einsteina w otoczeniu metryki nieposiadającej żadnych symetrii ma strukturę nieskończenie wymiarowej różniczkowej.

Te rozważania, choć czysto formalne, niosą ze sobą ważny przekaz metodologiczny: badając jakiegokolwiek zjawisko fizyczne zawsze musimy rozważać pewien (nieskończony!) zbiór wszechświatów odpowiadających rozważanym modelom. W tym sensie [...] *kosmologia nie różni się od innych działów fizyki. Obiektem jej badania nie jest świat postrzegany zmysłami, lecz pewien obiekt teoretyczny, zakładany (konstruowany) w samej metodzie, przy pomocy którego go badamy. Kontakt ze światem naszego zmysłowego doświadczenia zapewnia kosmologii obserwacyjne testowanie jej teoretycznych modeli*.

Czy jednak powinniśmy utożsamiać wszechświat z czasoprzestrzenią? Z punktu widzenia teorii kwantowej z pewnością nie! Kosmologia kwantowa otwiera zatem całkiem nowe horyzonty w kwestii mnogości wszechświatów. Ta obserwacja jest punktem startowym do rozważań zawartych w trzeciej części książki. Zawiera ona zwięzły przegląd rozmaitych koncepcji wieloświata, mniej lub bardziej inspirowanych teorią kwantową, począwszy od paradygmatu inflacyjnego, poprzez struny i brany, aż do radykalnych koncepcji Everetta i Tegmarka. Nie mogło też zabraknąć dyskusji wokół (silnej i słabej) zasady antropicznej, która z grubsza głosi, że wszechświat w którym żyjemy jest taki jaki jest, ponieważ gdyby był inny, to nie mogłoby powstać w nim życie.

Wreszcie w ostatniej części książki przychodzi czas na krytyczną analizę filozoficzną. Dopóki wieloświat traktujemy jako pewne wygodne narzędzie teoretyczne służące np. do badania logiki modalnej albo struktury przestrzeni rozwiązań równań Einsteina, to sprawa nie budzi kontrowersji. Pojawiają się jednak problemy, kiedy zaczynamy traktować je jak obiekty fizyczne istniejące „naprawdę”. Okazuje się, że taka interpretacja nie jest wyłącznie udziałem co odważniejszych fizyków teoretycznych. Filozof David Lewis, rozważający w swojej książce *On the Plurality of Worlds* (Blackwell, Oxford 1986) logiki

modalne, pisał: [...] *najbardziej bezpośrednim sposobem uzyskania uczciwego prawa do tej idei [wszystkich możliwych światów], to przyjąć, że jest ona literalnie prawdziwa*. Taki punkt widzenia nazwano modalnym realizmem i dość powiedzieć, że jest to tylko jedno z wielu stanowisk w kwestii wielu światów, które rozważa się na gruncie filozofii nauki.

Orędownicy koncepcji wieloświata zwykle przywołują Karla Poppera w poszukiwaniu legitymizacji swoich wizji. Jednak jak zauważa Heller: *Żadne zdania typu: «z tej koncepcji wieloświata wynika, że typowy wszechświat należący do niego, ma (lub nie ma) własności, jaką obserwujemy w naszym wszechświecie», Popper nie uznałby za potencjalny falsyfikator[...] Według autora, takim argumentom bliżej jest do filozoficznej koncepcji Thomasa Kuhna, który podkreśla socjologiczne i psychologiczne aspekty uprawiania nauki, raczej niż zgodność z doświadczeniem*. Krytyka zawarta w tym rozdziale nie bazuje na jakiejś ustalonej z góry pozycji filozoficznej autora. *Kryteria naukowości – co jest nauką, a co nią nie jest – nie są ustalane przez filozofów nauki, lecz przez historyczny proces zwany uprawianiem nauki*. Myślą przewodnią, często podnoszoną też przez innych uznanych naukowców (por. np. G.F.R. Ellis, J. Silk „Scientific method: Defend the integrity of physics” *Nature* 516, 321–323 (2014)), jest stwierdzenie: *W fizyce wykazanie zgodności teorii z pomiarem na dziewiątym miejscu po przecinku znaczy więcej niż wszystkie metanaukowe i metametanaukowe rozróżnienia*.

W rozdziale 12 następuje zwrot akcji: *A jeżeli wszystko, co dotychczas wymyślono w dziedzinie wieloświatów, to grubo za mało?* Po tym pytaniu Heller zabiera czytelnika w fascynującą podróż po teorii kategorii, w ramach której tak – wydawałoby się oczywiste – pojęcia jak liczby naturalne czy prawda/fałsz mogą ulegać radykalnym zmianom. Jest to swoiste „wyjście poza Tegmarka” do wieloświata, w którym nawet logika nie jest ustalona. Zarazem jednak teoria kategorii dostarcza ścisłych narzędzi do badania tego monstrualnego *multiversum*. Tytułowe pytanie tego rozdziału *Czy jednak nie za mało?* nie tyle prowokuje zwolenników Tegmarka, ile jest pretekstem do pytania o same podstawy matematyki.

Całość tego osobliwego przewodnika po wieloświecie domyka krótka refleksja teologiczna w duchu apofatycznym, czyli z dopiskiem *na pewno jest jednak inaczej*.

Książka *Nieskończenie wiele wszechświatów* jest przedstawiona przez samego autora jako ostatnia część trylogii poświęconej historii kosmologii i jej relacjom z filozofią i teologią. Dwa pierwsze tomy: *Bóg i geometria* (CCPress, Kraków 2015) oraz *Przestrzeń Wszechświata* (CCPress, Kraków 2017) istotnie przedstawiają dzieje geometrii i kosmologii od starożytności do Einsteina. Trzecia część ma jednak inny charakter. Nowe, spekulacyjne teorie kosmo-

logiczne postulujące różnej maści wieloświaty są raczej pretekstem do szerszej refleksji nad metodologią i filozofią nauki. Heller przyznaje bowiem we wprowadzeniu że: *Nie tyle chodziło o problem kosmologiczny, ile raczej o problem nauki jako takiej: gdzie kończy się obszar naukowości, a zaczyna region twórczej fantazji.*

Choć tytuł zawiera w sobie „nieskończenie, to liczba stron jest ograniczona, toteż autor siłą rzeczy musiał zawęzić swoje rozważania do specyficznych zagadnień najnowszej kosmologii i wybranych modeli wieloświata. W książce trochę zabrakło mi jednak choćby pobieżnego nakreślenia problemów i perspektyw dzisiejszej kosmologii obserwacyjnej. Warto bowiem wspomnieć, że powstanie detektorów fal grawitacyjnych, a także postępy w rejestracji neutrin kosmicznych sugerują, iż może nas czekać złota era odkryć kosmologicznych. Nie doprowadzi to oczywiście do falsyfikacji wieloświata Tegmarka, ale pomoże zweryfikować przewidywania np. pętlowej kosmologii kwantowej czy konforemnej kosmologii cyklicznej Sir Rogera Penrose’a. Te ostatnie nie mówią o wszechświatach równoległych, ale raczej o „ciągu wszechświatów” (Penrose używa pojęcia ciągu „eonów” tworzących

wszechświat). Niemniej jednak wychodzą one dość radykalnie poza paradygmat Wielkiego Wybuchu i ciekawie byłoby przyjrzeć im się z ogólnofilozoficznej perspektywy.

Reasumując, publikacja *Nieskończenie wiele wszechświatów* powinna być obowiązkową pozycją dla każdego, kto interesuje się problematyką innych światów w kontekście naukowym. Jest także świetnym zaproszeniem do refleksji nad metodologią naukową, naturą matematyki oraz jej tajemniczą relacją ze światem fizycznym. Należy jednak ostrzec potencjalnych czytelników, że nie jest to książka prosta. Rozdziały dotyczące równań Einsteina i przestrzeni ich rozwiązań używają dość technicznych pojęć, choć autor dokłada starań, aby przekazać główną ideę bez twardej matematyki. Z kolei nagromadzenie abstrakcyjnych pojęć z teorii kategorii w rozdziale 12 może przyprawić o ból głowy nawet profesjonalnych „ścisłowców”. Mimochodem ukazuje to jeszcze jedną kluczową cechę metodologii fizyki: można proponować dowolnie zwariowane modele kosmologiczne, ale – chcąc pozostać na łonie nauki – trzeba to czynić używając matematyki.