

Wojciech P. GRYGIEL

O NIEZWYKŁEJ CEGLE CZYLI O ROGERA PENROSE'A SZUKANIU DROGI DO RZECZYWISTOŚCI

◇ Roger Penrose, *The Road to Reality: A Complete Guide to the Laws of the Universe*, Alfred A. Knopf, New York 2005, ss. 1049.

Nie ulega wątpliwości, iż każdy w swoim życiu zetknął się z książką, którą określano mianem „cegły”. Abstrahując od zawartości treściowej, sama ilość stron oraz rzeczywisty ciężar takiej „cegły” powodują, iż skojarzenie narzuca się samo. Często okazuje się też, iż treść pozycji spełnia warunki „cegły” w charakterze przenośnym — ze względu na powagę oraz ciężar gatunkowy omawianej tematyki.

Dodatkowo domeną cegieł jest wyczerpująca analiza zagadnień, przez co stają się swoistą encyklopedią wiedzy w danej dziedzinie. „Cegły” często nie czyta się od „deski do deski” ale traktuje się ją jak poradnik, do którego należy się uciec wierząc, iż zawiera wszystko co tej dziedziny dotyczy. Wyjątek stanowią mogą jedynie podręczniki akademickie, które sięgają postrach w studentach, zmuszonych niejednokrotnie przestudiować całość, aby przygotować się do egzaminu, o literaturze uzupełniającej nie wspominając.

Biorąc do ręki nową książkę znanego brytyjskiego matematyka i fizyka z Oxford University, Rogera Penrose’a, pod tytułem *The Road to Reality: A Complete Guide to the Laws of the Universe (Droga do rzeczywistości: kompletny przewodnik po prawach rządzących Wszechświatem)*, nie sposób oprzeć się wrażeniu, iż jest się w posiadaniu

*UWAGA: Tekst został zrekonstruowany przy pomocy środków automatycznych; możliwe są więc pewne błędy, których sygnalizacja jest mile widziana (obi@opoka.org). Tekst elektroniczny posiada odrębną numerację stron.

„cegły”. I rzeczywiście. Ilość stron (1050, sic!) a także masa woluminu szybko przekonują, że patrząc choćby przez pryzmat husserlowskiego fenomenu, *The Road to Reality* Penrose’a jawi się jako „cegła”. W ramach uprzedniego, wstępnego paragrafu nie padła jednak jeszcze jedna, ważna cecha książek, określanych tych zaszczytnym (?) mianem. Są one z reguły ściśle, suche i bezosobowe, niewiele można wyczytać w nich osobistego zaangażowania autora, odcisku jego twórczej osobowości. Często wcale nie ma nawet takiej potrzeby. Absolwentom akademii medycznych tkwią z pewnością do dziś przed oczami opasłe tomiska z anatomii porównawczej człowieka, obciążone dodatkowo sporem o ortodoksję pomiędzy Marciniakiem i Bochenkiem (tytuły dwóch konkurujących podręczników — „cegieł”). W tym względzie pozycja Rogera Penrose’a zajmuje stanowisko wyjątkowe, stanowi swoisty wyłom w „ceglanym” kanonie. Tak jak niemal autorstwo każdego utworu Mozarta można zidentyfikować słuchając zaledwie kilku taktów, tak też w licznych miejscach *The Road to Reality* Penrose zostawił cząstkę samego siebie. W tym tkwi niezwykłość Penrosowej „cegły” i stąd bierze się tytuł niniejszej recenzji. Nawet pobieżna lektura książki przekonuje o niespotykanej głębi i mistrzostwie, z jakimi Penrose prezentuje materiał obejmujący rozległy wachlarz skomplikowanych zagadnień współczesnej fizyki i, co najważniejsze, posiada ich osobistą wizję jako spójnej całości. Ktoś sugerował, aby przeprowadzić skuteczną edycję dzieła i w ten sposób usunąć zbędnych 500 stron tekstu. Pewnie tak, ale z taką „kapielą” wylany zostałby również sam autor. Od nudnych podręczników fizyki uginają się półki.

Czytanie „cegieł” od deski do deski” (podobno rzadkie) rządzi się także swoimi prawami. Po pierwsze, zajmuje dużo czasu. Po drugie jednak im bardziej w głąb, tym bardziej narasta zniechęcenie i trudno się zmobilizować do dalszej lektury. Nagrodę jednak otrzymuje ten, który bieg ukończył, ponieważ Roger Penrose pozostawia najlepszy kąsek na sam koniec. A jest to koniec niewątpliwie filozoficzny, choć autor nie unika wątków o zabarwieniu filozoficznym w trakcie swojego wykładu od pierwszego rozdziału począwszy. Co więcej, filozoficzne zacięcie wykazuje wręcz sam tytuł pozycji. Szukanie czy

też wskazywanie drogi do rzeczywistości jest przedsięwzięciem uprawianym przez szerokie rzesze filozofów proveniencji realistycznej, zakładających, że to co ich otacza i co jest przedmiotem ich dociekań, rzeczywiście istnieje. Cecha ta w szczególności dotyczy filozofujących fizyków, starających się wznieść na pewien meta-poziom czyli ponad to, o czym w ścisłym sensie traktują odkrywane przez nich szczegółowe prawa przyrody.

Przedsięwzięcie Rogera Penrose'a jest zatem ambitne: wskazać taką drogę do rzeczywistości, która realizuje się poprzez dogłębne poznanie wszystkich fundamentalnych praw (pryncypiów), rządzących zachowaniem się Wszechświata (*Wstęp*). W jego metodzie, podyktowanej brzmieniem samego tytułu książki, należy jednak wskazać na dwa kluczowe założenia: (1) prezentowany „przewodnik” po prawach przyrody jest absolutnie wyczerpujący i jako taki (2) zapewnia dotarcie i całościowe spenetrowanie wszystkich zakamarków rzeczywistości. Innymi słowy, metoda badawcza fizyki polegająca na wykorzystaniu skomplikowanych struktur matematycznych daje pewny dostęp do tego *jak* jest w rzeczywistości. W uzasadnieniu pierwszego założenia Penrose posiłkuje się często podzielanym dziś stwierdzeniem, iż sztandarowe odkrycia badawcze XX wieku pozwalają śmiało oczekiwać rychłego zrozumienia *wszystkich* podstawowych zasad fizyki. Dalsza lektura *The Road to Reality* pokaże, iż Penrose wykazuje zauważalne aspiracje, aby sprostać tym dążeniom, aczkolwiek w końcowym rozdziale książki jego dystans w tym zakresie zdecydowanie przeważa nad porywami optymizmu.

W tym momencie ktoś mógłby postawić pytanie o celowość takiego „czytania” filozofii a może nawet jej „stwarzania” w tytule, który ma przecież być tytułem książki o prawach rządzących Wszechświatem, a więc książki poświęconej fizyce. Wszystkim w ten sposób myślącym Roger Penrose płata swoistego figla, ponieważ na fizykę w *The Road to Reality* trzeba będzie sobie trochę poczekać. A co przedtem? Filozofia i matematyka. Nie uprzedzając jednak faktów, warto przyrzec się na początku podziałowi tematyki prezentowanej przez Autora. *The Road to Reality* spina filozoficzna klamra: pierwszy rozdział po-

święcony jest odszukaniu korzeni nauki ze zwróceniem szczególnej uwagi na trzy światy oraz zachodzące między nimi relacje: (1) platoński świat matematyczny, (2) świat fizyczny oraz (3) świat umysłu. Penrose wykorzystuje wzajemne oddziaływanie tych trzech sfer do bliższego określenia statusu matematycznej prawdy oraz matematycznego dowodu. Okaze się to bowiem o tyle przydatne, że kolejne 350 stron tekstu stanowi wykład współczesnej matematyki począwszy od najprostszej algebry liczb poprzez funkcje zespolone i macierze a na geometriach nieeuklidesowych skończywszy (Rozdz. 2 – 17). Oczywiście w stwierdzeniu, iż Penrose wykłada najpierw całą matematykę po to by zminimalizować wyprowadzenia i zapisać kilka gotowych praw fizyki w postaci zgrabnych równań, tkwi wiele przesady ale odkrywa ono swoistą strategię Autora.

Nikt dziś nie wątpi w to, że język współczesnej fizyki to język matematyki, który w swojej złożoności i abstrakcyjności znacznie wykracza poza intuicyjną (zdroworozsądkową) percepcję człowieka. Musi on jednak taki być po to, by dostarczyć odpowiedniego narzędzia do opisu oraz rozumienia tak skomplikowanej rzeczywistości jaką przykładowo stanowi struktura kwantowego mikroświata czy też zakrzywionej czasoprzestrzeni. Aby tego dokonać, trzeba ten język najpierw precyzyjnie wprowadzić.

Dotarłszy jednak do progu fizyki (Rozdział 19) Czytelnik, który jest mniej obeznany z metodami matematycznymi, ma wszelkie powody ku temu aby poczuć się swojsko. Ale tylko przez chwilę. Tak podstawowe zagadnienia jak mechanika newtonowska czy też elektromagnetyzm zostają przez Penrose'a bardzo szybko ubrane w język geometrii przestrzeni (powierzchnie Reimanna) i niemal w mgnieniu oka przekształcają się w einsteinowskie równanie pola. W ten sposób materializuje się zapowiedziana powyżej taktyka śmiałego wykorzystywania pieczołowicie wyłożonego języka matematyki. Po przygodzie z analizą struktury pola grawitacyjnego przychodzi czas na mechanikę kwantową (Rozdziały 21– 26, 29 i 30). Zaczyna się znów niewinnie od podstawowych postulatów tej teorii ze zdecydowanym ukierunkowaniem na jej zagadnienia interpretacyjne takie jak cha-

rakterystyka *stanów splątanych* oraz problemu pomiaru. W dyskusji zjawisk nielokalności kwantowych oraz sposobu przenoszenia się kwantowej informacji Roger Penrose sugeruje przyjęcie ukutego przez siebie neologizmu *quanglement* (Rozdział 23), który na język polski najprościej przetłumaczyć jako *kwant-splątanie*. Czyżby nieoczekiwane fascynacje słowotwórstwem Heideggera? (warto jednak od razu zastrzec, iż kwantowe *czasowanie czasowości* nie ma specjalnie szans powodzenia ponieważ nie istnieje coś takiego jak kwantowo mechaniczny operator czasu).

Czytelnicy, którzy przestudiowali poprzednie dzieło Penrose'a, noszące w języku polskim tytuł *Nowy umysł cesarza*, z pewnością wychwycili powody, dla których rozwiązanie problemu pomiaru (*redukcji wektora falowego*), zasugerowane przez Penrose'a, postrzegane jest przez ogół badaczy kwantowego świata jako kontrowersyjne. Jego zdaniem rozwiązanie to leży bowiem poza mechaniką kwantową i powinno dokonać się w ramach teorii *kwantowej grawitacji*, dostosowującej mechanikę kwantową do wymagań ogólnej teorii względności. Autor przewiduje, iż redukcja wektora falowego w czasie pomiaru okaże się efektem grawitacyjnym (Rozdział 30). Kontrowersyjność takiego podejścia tkwi przede wszystkim w naruszeniu „nietykalności” mechaniki kwantowej a także radykalnym odejściu od wszelkich prób nieustannego poprawiania paradygmatu kopenhaskiego (np. interpretacja *spójnych historii kwantowych* Roberta Griffithsa i Rolanda Omnese określana przez nich jako „Copenhagen done right”). Antycypowana teoria kwantowej grawitacji wymaga również stosownego aparatu matematycznego. W tym celu Roger Penrose wprowadza Czytelnika w tajniki *supersymetrii*, *teorii strun* (Rozdział 31) i *zmiennych zapętłonych* (Rozdział 32) oraz, jak to określa, pewnej bardziej radykalnej propozycji jego własnego autorstwa — *teorii twistorów* (Rozdział 33).

Stając u progu ostatniego (34) rozdziału *The Road to Reality*, w tonie Penrose'a można wyczuć zdecydowane wyhamowanie. Rozdział ten wieńczy filozoficzną klamrę, zainicjowaną w Rozdziale 1. O ile przez blisko tysiąc stron wykładu Autor starał się zaprezentować klu-

czowe pryncypia, rządzące Wszechświatem jako sposoby dotarcia do rzeczywistości, o tyle tytuł Rozdziału 34: „Gdzie leży droga do rzeczywistości?” jednoznacznie wskazuje, iż sprawa nie jest do końca oczywista. Co więcej, Penrose podkreśla, że ukazanie pełni drogi do rzeczywistości w ramach fizyki wiąże się ze stworzeniem tak zwanej „teorii wszystkiego” (ang. *theory of everything* (TOE)). Pomimo niezwykle doniosłych osiągnięć badawczych XX wieku, do takiego etapu jest jeszcze bardzo daleko. Ten minorowy wydzźwięk sumarycznego przesłania książki nie powstrzymuje jednak Autora przed prezentacją kilku intrygujących refleksji w zakresie filozofii nauki. Najbardziej zasadnicza z nich dotyczy wzajemnego oddziaływania między teoriami matematycznymi a światem fizycznym. Penrose przypomina, iż jednym z głównych przesłań jego monografii jest wykazanie istnienia głębokiego związku pomiędzy pewnymi ideami matematycznymi a funkcjonowaniem świata fizycznego, który uwidoczniał się na przestrzeni 2500 tysięcy lat historii nauki. Wykorzystywanie modeli matematycznych przez fizyków można przyrównać do poszukiwania „rzeczywistości” w platońskim świecie idei. W takim kontekście znalezienie „teorii wszystkiego” oznaczałoby, że rzeczywistość fizyczna byłaby jedynie odbiciem czysto matematycznych praw. W ramach przedstawionego na wstępie niniejszej recenzji modelu trzech światów (rzeczywistości) Penrose’a, wskazywałoby to na zlanie się niezależnie istniejących obszarów matematyki i świata fizycznego, a w konsekwencji na konieczność modyfikacji samego modelu. Na to z kolei Autor nie godzi się przystać co *implicite* sugeruje, iż nie widzi on możliwości stworzenia „teorii wszystkiego”.

W jednym z poprzednich akapitów padło stwierdzenie, iż w swojej prezentacji Penrose pozostawia ślad samego siebie tak jak kompozytor jest niepowtarzalnie obecny w każdym swoim utworze. Obecność taka może jednak realizować się na różne sposoby. Istotnie, o ile zapis fugi Bacha zaskakuje precyzją i doskonałością, o tyle zapis współczesnej muzyki seryjnej może nieprzygotowanych przyprawić o zawrót głowy. Tak za jednym, jak i za drugim kryje się jednak ich twórca. Aby uchwycić sedno analogii, wystarczy choćby dokładniej przyjrzyć

się graficznym odwzorowaniem przestrzeni wektorowych (Rozdział 15) czy też symbolicznemu zapisowi rachunku tensorowego (Rozdział 12). Czyż nie robią one wrażenia odręcznych? Czy można by zmusić komputer do symulacji takich krzywizn? Przykładowo, stosowana przez Penrose'a symboliczna reprezentacja działań na tensorach bardziej przypomina hieroglify z egipskich piramid niż cokolwiek pod czym może kryć się zaawansowana matematyka. Tych, którzy zaznajomili się z korzyściami zapisu bra–ketowego w mechanice kwantowej nie sposób zmusić do powrotu do zapisu całkowego. Biorąc pod uwagę wielokrotnie wyższy poziom złożoności rachunku tensorowego, opanowanie *de facto* mnemotechnicznej metody Penrose'a z pewnością przynosi jeszcze większe uproszczenia obliczeń. W konsekwencji zmuszanie adeptów tej techniki do powrotu do zapisu macierzowego może być jeszcze trudniejsze pod warunkiem, iż tacy w ogóle istnieją. Jeżeli dołożyć do tego przed chwilą wspomnianą teorię twistorów, to na polu walki pozostanie chyba sam Roger Penrose! Okazuje się jednak, że Autor *The Road to Reality* przewidział trudności w odbiorze tego dzieła przez szersze rzesze Czytelników i dlatego proponuje cztery poziomy jej czytania. Najpierw jednak w prawdziwie „dżentelmeński” sposób daje do zrozumienia, że istnieje konieczne minimum, aby choć fragmentarycznie zmierzyć się z treścią książki – trzeba wiedzieć przynajmniej „jak się skraca ułamki”. Z drugiej jednak strony można według sugestii autora przeczytać ją z całkowitym pominięciem wzorów (poziom pierwszy). Owszem, jest to z pewnością jakiś sposób, ale przypomina on raczej „jedzenie pączka z pominięciem marmolady”. Warto zatem pokusić się o wspięcie na poziom drugi, i próbować zrozumieć sens demonstrowanych przez Penrose'a wzorów bez angażowania się w ich wyprowadzanie. Poziom trzeci wydaje się być zarezerwowany dla tych, którzy posiadają czas i umiejętności, aby całą matematykę przeliczyć wraz z Autorem. Jako pomoc naukowa w tym szczytnym zadaniu mają służyć zadania i problemy, zamieszczone u dołu strony i podzielone na trzy klasy trudności. I wreszcie na poziomie czwartym mają się spotkać wszyscy ci, dla których zawartość *The Road to Reality* to zwyczajny elementarz.

Oprócz tych czterech poziomów warto jednak zaproponować zupełnie minimalistyczne podejście do książki, któremu sam Autor pewnie by się sprzeciwił, to jest, ograniczyć się do omawianej powyżej filozoficznej klamry czyli rozdziału pierwszego i ostatniego. Lektura taka jest o tyle godna polecenia, iż ukazuje sam smak filozoficznej koncepcji Roberta Penrose'a i nie zawiera prawie żadnych wzorów. Nie trzeba nawet w tym celu umieć skracać ułamków!

Choć powyższe rozważania wskazały kilka cennych sposobów czytania *The Road to Reality*, to należy przypuszczać, iż każdy Czytelnik wypracuje sobie sposób dla siebie najdogodniejszy. W tym właśnie względzie książka ta kontynuuje najlepsze tradycje „cegieł” ponieważ nie wymaga od nikogo, aby czytał ją „od deski do deski”. Z jednej strony może posłużyć jako encyklopedia fizyki, z drugiej może wprowadzić w naukową przygodę z pogranicza fizyki i filozofii. Nie należy zatem ugiąć się pod ciężarem fizycznym *The Road to Reality*. Po prostu otworzyć i zacząć czytać a droga sama się znajdzie.

Wojciech P. Grygiel