

## Jak powstał Wszechświat?<sup>1</sup>

*Niebiosa opowiadają chwałę Boga,  
a dzieła rąk Jego oznajmia firmament.  
Psalm 19 (przekład Cz. Miłosza)*

*To Ten, który uczynił Plejady i Oriona, który przemienia ciemności w poranek, a dzień w noc zaciemnia,  
Ten, który wzywa wody morskie i rozlewa je po powierzchni ziemi – Pan jest imię Jego.  
Księga Amosa 5:8*

Każdy człowiek znajduje się w swym własnym centrum, z którego nie sposób uciec. Uwięziony we własnym ciele, ograniczony przestrzennie może jednak podróżować po lądach i oceanach rodzimej planety lub kilka tysięcy metrów ponad jej powierzchnią. Kilkuset astronautom dane było krążyć po orbicie wokół Ziemi; kilkunastu miało okazję chodzić po zapyłonej i nieprzyjaznej powierzchni jej naturalnego satelity – Księżycu. Te ostatnie sukcesy techniki propaganda prasowa zwykła nazywać „podbojem kosmosu”, ale odrobina wyobraźni pokazuje, że to skrajna przesada. Wobec ogromu Wszechświata dotychczasowe loty kosmiczne to jakby wyrznięcie, co najwyżej, poza próg własnego domu, jednego z wielu w wielkim mieście.

Co więcej, każdy zawsze zmuszony jest poruszać się w czasie – od własnej, często pogmatwanej przeszłości ku nieznanej i tajemniczej przyszłości. Zjawisko to jest znane dobrze każdemu, ale jego istota pozostaje tajemnicą. Jedyne, co dotąd udało się fizykom, to nadać mu nazwę: „strzałka czasu”.

Jak powstał Wszechświat? Albo inaczej, w bardziej obrazowym języku: skąd się wziął Wszechświat? Każdy, kto znalazł chwilę czasu, by oderwać się od codziennych problemów i podnieść wzrok w górę, w stronę nocnego nieba pełnego gwiazd, kto kontemplował dostojne piękno Drogi Mlecznej, ten musiał zadać takie pytanie.

Przede wszystkim zwróćmy uwagę na subtelny problem. Proste pytania mogą czasem „przemycać” jakieś ukryte założenia. Pozornie oczywiste i niegodne uwagi, w istocie może wręcz nieprawdziwe, a może nawet sugerujące odpowiedź. Jest też oczywiste, że proste i powszechnie zrozumiałe pytania nie muszą mieć równie prostych i zrozumiałych odpowiedzi. Znamiennych przykładów dostarcza matematyka, na przykład teoria liczb – dziedzina stara i szacowna. Pewne pozornie proste problemy dotyczące liczb można wytłumaczyć uczniowi z pierwszej klasy, ale nad ich rozwiązaniem głowią się najlepsze umysły od setek lat.

Co to bowiem znaczy „powstać”? Rozważmy elementarny przykład. Łódź powstaje z wody, zatem najpierw musi być woda. Błysk światła i dźwięk wybuchu powstają wskutek eksplozji. A z czego powstał nasz Wszechświat? Z innego wszechświata? Z innej postaci materii? Z niczego? Nie wiemy. Wiemy tylko jak ewoluował od drobnego ułamka sekundy swego istnienia aż do teraz, gdy ma już niemal 14 miliardów lat.

Tytułowe pytanie, choć tak łatwe do postawienia, jest niewątpliwie doniosłe, ale i skrajnie trudne. Można je kierować do ludzi rozmaitych profesji: filozofów, teologów, nawet po-

---

<sup>1</sup> Artykuł zamówiony przez redakcję czasopisma „Obecni – w religii – społeczeństwie – kulturze ” wydawanego przez Wyższe Seminarium Duchowne w Kielcach. Ukaze się w nr 2/2008 (18), str. 136-146.

etów – byle tylko byli dostatecznie odważni, skłonni do refleksji i dociekliwi. Ale przede wszystkim należy je zadać kosmologom. To wyjątkowo elitarna profesja – na Ziemi żyje ich może kilkuset, chyba niewiele więcej. Drobnym ułamek procenta wszystkich mieszkańców naszej planety. Stanowią stosunkowo niewielką grupę interdyscyplinarnych naukowców pracujących na pograniczu trzech ważnych dziedzin wiedzy: fizyki teoretycznej, matematyki stosowanej i astronomii obserwacyjnej. W zależności od osobistych upodobań czasem któraś z tych dziedzin zaczyna dominować nad pozostałymi i efekt tego może być niedobry. Kosmolog zafascynowany matematyką może stracić kontakt z obserwacjami i zacząć mnożyć – kiedyś na papierze, dziś w pamięci komputera – wymyślne, lecz fikcyjne światy. Przeciwnie: kosmolog lubujący się wyłącznie w obserwacjach astronomicznych oraz w ich komputerowej obróbce zaczyna czasem lekceważyć matematykę, to niezrównane narzędzie opisu rzeczywistości.

*A propos* matematyki. Nie jest to dziedzina atrakcyjna. Stawia wysokie wymagania, a sukces jest tu nader rzadki, wysiłek zwykle olbrzymi, efekt natomiast nikły lub żaden. Talent, praca, ambicje, czy szczęście w tej dziedzinie to może być za mało. Mimo wszystko zasługuje ona na szacunek, już choćby dlatego, że – jak to trafnie zauważył ks. prof. Michał Heller – „matematyka to absolut, jedyny obszar działalności ludzkiej, który nie został dotknięty grzechem pierworodnym”.

Jest jeszcze inny powód, by ją cenić: matematyka jest jedynym narzędziem, które pozwala sięgać tam, gdzie nigdy nie sięgnie wzrok, choćby wspomagany najbardziej nowoczesnym teleskopem. Matematyka pozwala dowiedzieć się całkiem dużo o rzeczywistym świecie – i to bez wchodzenia do laboratorium, czy pod kopułę teleskopu. Fakt ten, zwany czasem racjonalnością przyrody, sam w sobie jest nader zadziwiający. Historia nauki dostarcza wielu przykładów zdumiewającej skuteczności matematyki. Jednym z bardziej spektakularnych było teoretyczne przewidzenie przez francuskiego astronoma U. Le Verriera (1846) istnienia nieznanej wcześniej planety, nazwanej później Neptunem, którą faktycznie potem ujrano przez lunetę na niebie, niemal dokładnie w wyliczonym miejscu.

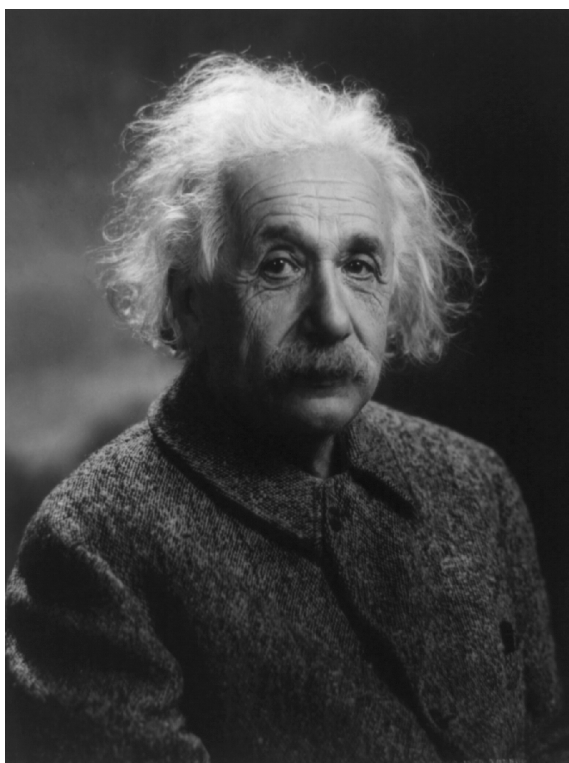
**P**ytając o Wszechświat trzeba zacząć od kilku oczywistych faktów i obserwacji. Pierwszy z nich znany jest każdemu: niebo w nocy jest ciemne. A zatem przestrzeń kosmiczna nie może być nieskończona i jednocześnie wypełniona równomiernie gwiazdami. W przeciwnym razie w dowolnym kierunku zawsze napotkalibyśmy jakąś gwiazdę i nocne niebo świeciłoby jak powierzchnia Słońca. Zatem albo zatem ilość gwiazd jest skończona, albo wiek Wszechświata jest skończony.

Drugi fakt jest nieco mniej oczywisty. Większość informacji o Wszechświecie przynosi nam światło, a to porusza się z wielką, ale jednak nie nieskończoną prędkością. Dochodząc do nas niesie ono informację o świecącym obiekcie z chwili jego wysłania. Patrząc na Słońce, widzimy go takim, jakim było jakieś 8 minut temu, bo tyle czasu zajmuje światłu droga do Ziemi. Obserwując skrajnie odległą galaktykę czy kwazar widzimy go takim, jakim był miliardy lat temu. Teraz może już nawet nie istnieć, ale to wyjdzie na jaw dopiero za kolejne miliardy lat... Innymi słowy: obserwacje kosmologiczne są zawsze i nieuchronnie uwikłane w historię. Patrząc dalej, patrzymy jednocześnie w głąb historii Wszechświata.

Kosmologia w dzisiejszym rozumieniu tego słowa narodziła się w pamiętnym dla historii powszechnej roku 1917. Był to rok objawień Matki Bożej w Fatimie oraz brzemiennych w skutki burzliwych wydarzeń w Rosji, które na wiele lat rzuciły tragiczny cień na Europę. Wtedy to Albert Einstein zastosował swoją nową teorię grawitacji, zwaną dość nieszczęśliwie ogólną teorią względności, do całego Wszechświata. Jego pierwszy model nie oparł się próbie czasu (był to statyczny świat wypełniony jednorodnie gwiazdami), niemniej zwiastował narodziny nowej nauki: kosmologii relatywistycznej, czyli opartej o ogólną teorię względności.

Nie była to pierwsza próba opisu świata jako całości. Już w starożytności opis taki podał Ptolemeusz i jego wizja przetrwała rekordowo długo: 14 stuleci, zanim radykalnych zmian nie dokonał w niej Kopernik. Modele Ptolemeusza i Kopernika były pożyteczne w tym sensie, że dostarczały opisu ruchu Słońca, Księżyca i planet na sferze niebieskiej, pozwalały przewidywać zaćmienia i inne zjawiska.

Znaczący postęp dokonał się dzięki Newtonowi, który wprowadził koncepcję grawitacji, czyli przyciągania się mas na odległość; niemniej modele świata oparte o jego teorię prowadziły do rozmaitych paradoksów. Dopiero wspomniana teoria Einsteina pozwoliła w sposób wolny od sprzeczności i paradoksów odpowiedzieć na wiele pytań dotyczących Wszechświata i jego ewolucji.



Albert Einstein (1879-1955), największy geniusz w panteonie fizyki, zdjęcie z roku 1947.  
Jego praca z roku 1916 legła u podstaw współczesnej kosmologii – nauki o Wszechświecie jako całości.

Jaki zatem jest obraz Wszechświata według współczesnych kosmologów? Naukowcy ci, w oparciu o obserwacje (początkowo dosyć skromne, z czasem bardziej obfite), stosując prawa fizyki i subtelne metody matematyczne odważyli się stworzyć niezwykle obraz struktury i ewolucji Wszechświata jako całości. Udzielili trafnych odpowiedzi na wiele trudnych pytań, przewidzieli nieznane zjawiska, które potem faktycznie zaobserwowano. Dość dokład-

nie oszacowali wiek Wszechświata na 13 miliardów 700 milionów lat. (Błąd tego oszacowania jest mniejszy niż 1%, co jest przedmiotem zrozumiałej dumy kosmologów.) Pojawiła się spójna wizja kosmicznych narodzin jako gigantycznej eksplozji, która – choć gołym okiem tego nie widać – trwa do dzisiaj. Dokładnie odtworzono historię Wszechświata poczynając od drobnego ułamka sekundy po tej eksplozji aż do chwili obecnej. Obliczono procentową zawartość różnych pierwiastków chemicznych. Zarysowano nawet kilka prawdopodobnych scenariuszy dalszych losów Wszechświata.

Istota powszechnie przyjętej obecnie koncepcji zawarta jest w jej nazwie: teoria Wielkiego Wybuchu (ang. *Big Bang*). (W zamierzeniu twórcy tej nazwy, angielskiego astrofizyka, Freda Hoyle’a, zresztą zaciętego przeciwnika tej koncepcji, określenie *Big Bang* miało być ironiczne, ale ostatecznie przyjęło się powszechnie.) Koncepcja ta głosi, że Wszechświat miał na początku wielką temperaturę i wielką gęstość. Cała dostępna teraz obserwacjom zawartość Kosmosu skupiona była wtedy w niewiarygodnie małej objętości, rozmiarów mniej więcej jabłka. Wskutek olbrzymiego ciśnienia rozpoczęło się gwałtowne rozszerzanie przestrzeni. Trwa ono do dzisiaj, a zostało odkryte w r. 1929 przez Edwina P. Hubble’a jako wzajemne oddalanie się galaktyk – układów miliardów gwiazd. Mówiąc pogładowo: Wszechświat przypomina wielki, wciąż nadmuchiwany balon, na którego powierzchni (trójwymiarowej!) znajdują się galaktyki oraz inne obiekty kosmiczne, w tym nasza Droga Mleczna, a w niej Słońce i Ziemia.



Edwin Powell Hubble (1889-1953), amerykański astronom.  
Metodą systematycznych obserwacji linii widmowych  
odległych galaktyk odkrył w roku 1929, że Wszechświat rozszerza się.

**A**le odpowiedź na tytułowe pytanie pozostaje, jak dotąd, i być może zawsze będzie, rozczarowująca. Brzmi ona: wyjaśnienie bezpośrednich przyczyn Wielkiego Wybuchu, a

tym bardziej odpowiedź na pytanie o to, co było przedtem – pozostaje poza zasięgiem współczesnej nauki. Przyczynę tego łatwo zrozumieć. Wydaje się, że we wspomnianej światotwórczej eksplozji sprzed niemal 14 miliardów lat powstał nie tylko sam Wszechświat, ale też przestrzeń i czas. Prawdopodobnie wtedy też pojawiły się znane nam prawa fizyki. Skoro więc przedtem nie było czasu, zatem same pojęcia „przedtem” czy „było” zaczynają być problematyczne. Tracą swe jasne i naturalne, zdawało by się, znaczenia, których bezwiednie używamy na co dzień.

Oczywiście, kosmologom nie brak ani odwagi, ani wyobraźni, by mimo wszystko spekulować na powyższe tematy. Kilkanaście lat temu, w poważnych czasopismach fizycznych (czyli kwalifikujących do druku prace dopiero po kilku surowych recenzjach) zaczęły pojawiać się wyrafinowane matematycznie artykuły zawierające zwroty typu: „kwantowa kreacja świata *ex nihilo*” (z niczego). Opublikowano nawet przepis na laboratoryjną kreację wszechświata, a nawet wielu wszechświatów. Przy okazji pojawił się też przepis na odwieczne marzenie autorów powieści *science fiction*, tj. maszynę czasu pozwalającą w zasadzie podróżować wstecz w czasie.

Jednak żaden z tych ambitnych pomysłów nie ma szans na praktyczną realizację, a to ze względu na ograniczony zakres energii, którą dysponują współczesne laboratoria. Może to i lepiej... Co więcej – żaden z nich nie daje nawet konkretnych, czyli ilościowych przewidywań, które można by potem skutecznie sprawdzić za pomocą obserwacji, a tylko to jest dzisiaj obiektywną miarą naukowej wartości danej koncepcji.

**T**rzeba jeszcze koniecznie zwrócić uwagę na niebezpieczeństwo popełnienia – i to w najlepszej wierze – subtelnej pomyłki, a może wręcz nadużycia. Jeśli bowiem Wszechświat miał swój początek w postaci gigantycznej eksplozji, to kuszące staje się utożsamienie owej eksplozji z Bożym aktem stworzenia, o którym mówi biblijna *Księga Rodzaju*: „Na początku stworzył Bóg niebo i ziemię”. W takim właśnie duchu wypowiedział się papież Pius XII w swym przemówieniu do Papieskiej Akademii Nauk w roku 1951. „Wszystko zdaje się wskazywać, że Wszechświat miał w skończonym czasie gwałtowny początek” – mówił papież. W dalszym ciągu dodał, że bezstronne naukowe rozumowanie pokazuje, iż Wszechświat jest „dziełem stwórczej wszechmocy, której potęga, wyzwolona przez potężne *fiat* wypowiedziane miliardy lat temu przez Ducha-Stworzyciela, rozprzestrzeniła się na cały Wszechświat”. Trzeba wszakże z naciskiem podkreślić, że, jak przyznał dalej papież, „zgromadzone do chwili obecnej fakty nie stanowią niepodważalnego dowodu na to, że Wszechświat został stworzony w czasie”.

Interesująca była reakcja uczonych na to dość jednoznaczne oświadczenie, i to pochodzące z tak autorytatywnego źródła. Wśród członków samej Akademii nastąpił rozdzwiek. I tak znany matematyk angielski, Sir Edmund T. Whittaker, skądinąd nawrócony na katolicyzm anglikanin, poparł stanowisko papieża. Natomiast wybitny belgijski kosmolog, ksiądz katolicki oraz pionier koncepcji rozszerzającego się Wszechświata, Georges Lemaître, wyraził zdecydowany sceptycyzm i próbował złagodzić wspomnianą wypowiedź twierdząc, iż nie ma solidnych podstaw, by stawiać znak równości między Wielkim Wybuchem a Bożym aktem stworzenia.

Wydaje się to paradoksalne, ale z perspektywy czasu okazuje się, że bliżej prawdy był sceptyczny Lemaître. Przypuśćmy bowiem na moment, że faktycznie nauka natknęła się na

wyraźny, dający się zaobserwować ślad Bożej interwencji stwórczej. W pierwszej chwili można poczuć zrozumiałą satysfakcję, wręcz euforię: oto potwierdziliśmy naukowo *Pismo Święte*, podstawy naszej religii są zatem obiektywnie prawdziwe. Nauka i wiara spotkały się.

Ale zaraz potem przychodzą wątpliwości: czy Bóg, którego działanie można zweryfikować zrozumiałą dla nas matematyką i teleskopem może faktycznie być nieskończenie doskonały? Ten, „który zamieszkuje światłość niedostępną, którego żaden z ludzi nie widział ani nie może zobaczyć” (1 Tym 6:16) i który, jak mówi prorok Izajasz, jest „Bogiem ukrytym” (Iz 45:15)? A jeśli model Wielkiego Wybuchu zostanie po latach zmodyfikowany lub wręcz obalony przez kolejnego Kopernika czy nowego Einsteina? Wtedy trzeba by konsekwentnie odwołać wspomniane poglądy...

Aby nie było wątpliwości: Pius XII był wyjątkowo otwarty na sprawy nauki i postępu technicznego. Jego – rzadko niestety przytaczane i stąd mało u nas znane – trafne wypowiedzi na temat roli wynalazków technicznych dowodzą, że był to mądry i światły człowiek. Tymczasem propaganda komunistyczna zawzięcie próbowała go (a postkomunistyczna i inna nadal próbuje) zdyskredytować jako rzekomego konserwatystę. Od tamtego czasu kolejni papieże, zwłaszcza Jan Paweł II, kilkakrotnie ogłaszali ważne dokumenty na temat związków nauki i religii. Jest to głęboki i trudny temat na osobny artykuł. Tutaj wspomnę tylko, że nie należy mieszać – choćby w najlepszej wierze – metody naukowej, czyli matematyczno-doświadczalnej z istotą teologii, gdzie dominuje pozarozumowe objawienie. To świadome rozdzielenie – a jednocześnie wzajemne harmonijne uzupełnianie się – w sposób najpełniejszy wyraził Jan Paweł II w swej encyklice *Fides et Ratio* (*Wiara i rozum*) pisząc o „dwu skrzydłach, na których duch ludzki unosi się ku kontemplacji prawdy”.



Ks. Georges Lemaître (1894-1966), astronom i kosmolog belgijski. W roku 1927, niezależnie od Rosjanina A. A. Friedmana, przedstawił model rozszerzającego się Wszechświata oparty o teorię grawitacji Einsteina.

Zajmowanie się sprawami globalnymi i granicznymi, takimi jak cały Wszechświat, jego pochodzenie, struktura, ewolucja i ostateczne losy skłania zawsze do snucia refleksji bardziej ogólnych, z natury swej mniej ścisłych, ale, jak sędzę, inspirujących i pożytecznych. Kilka z nich chciałbym na koniec przedstawić.

Zapewne zabrzmiałoby to banalnie, ale każdy naukowiec jest przede wszystkim człowiekiem – niezależnie od tego, jak zawiłe rzeczy bada i niezależnie od tego, jak bardzo jest uzdolniony, sławny i utytułowany. Doświadczenie dowodzi, że każdy z nich, nawet wielki Einstein, w swych planach badawczych napotkał kiedyś szczyt nie do zdobycia, mur nie do skruszenia. Przychodzi nieuchronny moment, gdy opadają emocje towarzyszące odkryciom, gdy ambitne naukowe plany nie wytrzymują konfrontacji z trudną rzeczywistością. Kończą się pompacyjne konferencje naukowe, gdzie jeden umiejętnie nagłośniony sukces goni inny. Wymarzony, tak znakomicie zapowiadający się wynik naukowy okazuje się wielkim rozczarowaniem. Zdarza się, że o tym, co wczoraj było modne, więcej – „jedynie słuszne”, dzisiaj niezręcznie nawet wspominać w gronie fachowców. Teoria wszystkiego, wielka unifikacja sił przyrody, wielowymiarowe czasoprzestrzenie, tzw. superstruny – by wymienić tylko niektóre wyblakłe hasła i niespełnione marzenia ostatnich lat. Zawiedziona nadzieja, pustka i ciemność. Każdy bardziej ambitny naukowiec zna to uczucie, lecz żaden nie lubi się z niego zwierzzać, tym bardziej nie widać tego w publikacjach.

Myślę, że w świecie nauki bywają, wcale nie tak rzadkie sytuacje, które warto nazwać po imieniu, odrzucając puste slogany i żądę sukcesu za wszelką cenę. „Musimy wiedzieć, będziemy wiedzieć” – zapowiadał butnie w latach 20-tych zeszłego wieku David Hilbert, wybitny niemiecki matematyk i fizyk. Takie były, niewątpliwie szczere, plany. A rzeczywistość? Tu na pamięć przychodzi mi zwykle, przynębiający doprawdy, obraz umierającego samotnie Einsteina, resztką sił gryzmolącego równania swej jednolitej teorii pola – koncepcji nie podjętej potem prawie przez nikogo i powszechnie uznanej za ślepy zaulek fizyki.

W dążeniu do zrozumienia i opisu mechanizmów Wszechświata Einstein był niezmordowany i konsekwentny. Na tym polu nikt wcześniej, z wyjątkiem może Newtona, nie odniósł równie wielkich sukcesów. Jest nader wątpliwe, czy ktoś inny po nim odniesie kiedyś równie wielkie. Zrewolucjonizował pojęcia czasu, przestrzeni, materii i światła, podał nową koncepcję grawitacji, umożliwił racjonalne badanie Wszechświata jako całości. Fundamentalne prawa fizyki były jego *sacrum*, swoistą kosmiczną religią, a zgromadzona wiedza naukowa – jak się wyraził – „najcenniejszą rzeczą, jaką posiadamy”. Za życia był gwiazdą mediów, po śmierci badano szczegóły jego mózgu i starannie katalogowano wszelkie notatki. A ja czasem zadaję sobie w duchu uporczywe pytania, które w gronie większości naukowców wywołałyby tylko uśmiech lub zażenowanie. Inspiracją tych pytań są pewne proste słowa, które wyszły spod pióra człowieka przez współczesnych często nie rozumianego, a czasem wręcz wyśmiewanego, a mimo to wielkiego świętego – Maksymiliana Marię Kolbego. Styl tych słów jest świadomie mało akademicki, a wydrukowano je w *Rycerzu Niepokalanej* w roku 1934:

[...] kto ma ku temu sposobność, niech studiuje i bada jak najwięcej, ale [...] nierozumny byłby ten, kto by, utonawszy w badaniu atomu czy innego szczegółu wiedzy, zapomniał o celu ostatecznym swego życia i środkach do niego prowa-

dzących i dopiero na łożu śmierci zastanawiał się, czy jest jakieś życie po śmierci, czy nie.

Obawiam się, że przy wszystkich oszołamiających sukcesach naukowych i medialnych tego jednego zabrakło Einsteinowi.

**D**oprawdy warto czasem, choćby w imię duchowej równowagi, odstawić na bok naukowe tytuły, prestiżowe nagrody, ambitne i często cytowane artykuły pełne matematycznych równań, rozprawy uhonorowanych nagrodą Nobla światowych autorytetów. W ciszy i samotności sięgnąć po dzieło proste i nieprofesjonalne, rozmyślnie pozbawione wszelkich subtelności intelektualnych, a jednak głębsze i bliższe ostatecznej prawdy, niż wszystkie liczne tomy naukowych bibliotek świata. Mam na myśli *Dzienniczek* św. siostry Faustyny:

Bóg jest miłością, a miłosierdzie jest jego czynem. W miłości się poczyną, w miłosierdziu się przejawia. Wszystko, na co patrzę mówi mi o Jego miłosierdziu.

Wobec takich zdań milkną pokornie zawile równania rządzące kosmiczną ewolucją, błędą uciekające galaktyki na krańcach Wszechświata. Pozostaje jedyna Istota – nieskończony Bóg oraz Jego atrybuty: miłość i miłosierdzie. Niezrównaną intuicją wykazał się tu genialny poeta włoskiego średniowiecza, Dante, który w zakończeniu swego arcydzieła *Boska Komedia* napisał wprost:

Miłość, co gwiazdy porusza i słońce...

A więc nie powszechna grawitacja Newtona czy krzywizna czasoprzestrzeni Einsteina? Czyżby to była tylko średniowieczna fantazja, *licentia poetica*? Chyba jednak coś więcej. Bo przecież m. in. to właśnie zdanie było inspiracją dla encykliki *Deus Caritas est* papieża Benedykta XVI, wytrawnego teologa o wielkiej odpowiedzialności za słowo.

dr hab. Krzysztof Maślanka  
Instytut Historii Nauki, PAN  
Warszawa-Kraków