Jarosław Mrozek

Problem matematyczności przyrody

Filozofia Nauki 12/2, 21-29

2004

Artykuł został zdigitalizowany i 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.

MUZEUM HISTORII POLSKI

Filozofia Nauki
Rok XII, 2004, Nr 2(46)

Jarosław Mrozek

Problem matematyczności przyrody

Kwestia matematyczności przyrody pojawia się w kontekście zagadnienia zagadkowej skuteczności metod matematycznych stosowanych w naukach fizycznych. Jedno ze stanowisk wyjaśniających efektywność matematyki (o proweniencji platońskiej) wyraża się tezą, iż **przyroda jest matematyczna**.

Zajmijmy się krótko sprawami terminologicznymi, albowiem w tej materii panuje pewien zamęt. Część autorów mówi o *matematyczności przyrody* inni używają terminu *matematyzowalność*[1], jeszcze inni stosują wyrażenie *matematyzacja przyrody*.[2] Sformułowania te czasami mają znaczyć to samo[3], a czasami się je rozróżnia.[4] Proponuję termin *matematyzacja* zachować dla określenia procesu przenikania metod matematycznych do nauk zajmujących się bezpośrednio jakąś dziedziną rzeczywistości: w takim kontekście można użyć wyrażenia *matematyzacja nauki*. Matematyzowalność po przyjęciu tej konwencji oznaczałaby *możliwość matematyzacji* — z tym, że owa matematyzowalność nie może dotyczyć sfery rzeczywistości, lecz wiedzy o niej. Stwierdzenie: dziedzina nauki jest matematyzowalna, proponuję rozumieć w ten sposób, że istnieje szansa na znalezienie lub też powstanie takich kategorii matematycznych, które dałoby się wykorzystać do modelowania specyficznych dla danej dziedziny sytuacji problemowych, w przeciwieństwie do tych sfer wiedzy, które

---

[1] Por. T. Placek, *O pojęciu matematyzowalności przyrody*, [w:] Kwartalnik Filozoficzny **23** (1995), z. 2, s. 61-66.

[2] Por. J. Turek, *Filozoficzne implikacje matematyzacji przyrody*, [w:] *Matematyczność przyrody*, red. M. Heller, J. Życiński, A. Michalik, Kraków 1992, OBI, s. 139-163.

[3] Por. A. Grobler, *Kto wierzy w prąd elektryczny*?, [w:] Znak (5), 1993, s. 80.

[4] Por. J. Życiński, *Jak rozumieć matematyczność przyrody*, [w:] *Matematyczność przyrody*, red. M. Heller, J. Życiński, A. Michalik, Kraków 1992, OBI, s. 41 (przypis 12).

nie są matematyzowalne, tzn. z zasady nie poddają się obróbce matematycznej takich, jak np. etyka czy teologia.

W odniesieniu do przyrody rezerwuję użycie terminu *matematyczna*. Jednakże chciałbym zauważyć, iż wyrażenia tego wobec przyrody używamy w sensie metaforycznym. Zastanówmy się bowiem, kiedy terminu tego używamy w sposób nieprzenośny. Twierdzenie może być matematyczne, gdy zdaje sprawę ze związków między bytami matematycznymi. Teoria systematyzująca te związki może być nazwana matematyczną. Odnotujmy jednak, że abstrakcyjna teoria jest matematyczna wtedy, gdy (w przeciwieństwie do teorii fizycznej) programowo abstrahuje od świata realnego, gdy odniesienia zewnętrzne są dla niej nieistotne (przy spełnianiu oczywiście wielu innych wymogów, o których tu nie wspominam). W tym kontekście określenie przyrody mianem *matematyczna*, w dosłownym znaczeniu, nosiłoby znamiona *contradicto in adiecto*. Lecz jak powiedziałem stwierdzenie: *przyroda jest matematyczna* jest metaforą wyrażającą w skrótowej formie całą gamę zagadnień i tez wiążących się z możliwością wyjaśnienia efektywnego odnoszenia kategorii matematycznych do rzeczywistości.

Jeśli przyjmiemy, że przyroda jest matematyczna, wtedy łatwo o wyjaśnienie efektywności poznawczej matematyki. Otóż gdyby przyroda była matematyczna (cokolwiek to stwierdzenie miałoby oznaczać), to niezależnie od wszelkich komplikacji teoretycznych, matematyka byłaby kluczem do rzeczywistości. Wtedy proces przenikania matematyki do nauk przyrodniczych byłby uprawniony i usprawiedliwiony. Wiadomo byłoby jakie są racje (logiczne, ontyczne i metodologiczne) pozwalające uzyskiwać pozytywne rezultaty badawcze w wyniku stosowania aparatu kategorialnego matematyki, innymi słowy — *po co* i *dlaczego* stosuje się matematykę. Po co? — aby poznać świat przyrody; dlaczego? — gdyż ten świat w najgłębszej swej istocie jest matematyczny. W świetle tezy o matematyczności przyrody proces przenikania matematyki do nauk o przyrodzie zyskuje sens, a przydatność metod matematycznych przy badaniu świata staje się zrozumiała.

Do współczesnych zwolenników tezy o matematyczności przyrody można zaliczyć Alfreda North Whiteheada[5], Wernera Heinsenberga[6] i Carla Fridricha von Weizsäkera[7], Rogera Penrose'a[8]. Na gruncie polskim opcje tę reprezentują i jej bronią, między innymi, Michał Heller i Józef Życiński. W pracach przywołanych filozofów teza ta jest głoszona i omawiana *explicite*, pojawia się również *implicite* gdy podejmują oni próby odpowiedzi na pytanie: dlaczego przyroda jest matematyczna? Pytanie to oczywiście nie musi literalnie tak brzmieć, chodzi o samo zagadnienie, które

[5] Por. A. N. Whitehead, *Process and Reality*, New York 1969, Macmillan Publishing Co., Inc s. 109-115.

[6] Por. np. W. Heisenberg, *Część i całość*, przeł. K. Napiórkowski, Warszawa 1987, PIW, s. 296-308.

[7] Por. C. F. Weizsäker, *Jedność przyrody*, red. K. Maurin, Warszawa 1978, PIW, s. 133-135 i 497-508).

[8] R. Penrose, *Nowy umysł cesarza*, przeł. P. Amsterdamski, Warszawa 1995, PWN.

może być wyrażane w różnej formie. U współczesnego fizyka Johna D. Barrowa pojawia się przykładowo pytanie: dlaczego świat jest matematyczny?[9] Ian Stewart — matematyk — w książce poświęconej powstaniu nowej dziedziny badań matematycznych tzw. matematyki chaosu, tezę o matematyczności przyrody ujął następująco: prawa przyrody są matematyczne.[10]

Matematyczność przyrody jest różnie interpretowana. Czasem jest rozumiana jako możliwość matematycznego opisu przyrody. Przykładowo Barrow uważa, iż „matematyka 'działa' jako opis świata i rzeczy, które w nim występują. Okazuje się, że znaczki, które stawiamy na kartkach papieru, informują nas o podstawowej budowie materii, ruchach gwiazd i planet, o funkcjonowaniu naszego umysłu ...".[11] Podobnie wypowiada się w innym miejscu „... matematyka może funkcjonować jako opis fizycznego świata".[12] Innym razem matematyczność przyrody traktowana jest jako skrótowy sposób mówienia o efektywności matematyki. Tak można zinterpretować słowa Józefa Życińskiego: „specyficzny sens matematyczności przyrody przejawia się więc w tym, iż abstrakcyjnym formułom matematyki można przyporządkować modele niezamierzone w dziedzinie konkretnych procesów fizycznych".[13] Życiński za najbardziej prawdopodobne wyjaśnienie zjawiska efektywności matematyki uznaje tezę postulującą matematyczność przyrody. Według niego jedynie ona pozwala uniesprzecznić fakt istnienia efektywności matematyki będąc tym samym tezą ontycznie konieczną. „Jedyną — stwierdza Życiński — interpretacją ontologiczną, w której przy badaniu tej kwestii (efektywności matematyki — J.M.) unika się interpretacyjnych luk prowadzących do irracjonalizmu, jest teza o ontycznej pierwotności struktur formalnych nad ich fizycznymi realizacjami... Gdyby te struktury nie istniały i o przyrodzie nie można by powiedzieć, że jest matematyczna, fizyka mogłaby istnieć jedynie jako katalog przeprowadzonych obserwacji...".[14]

Podobnie mocną wersję rozumienia matematyczności przyrody, w której *explicite* mówi się o matematycznej strukturze świata, znajdujemy u Michała Hellera. Napisał on: „w ogromnej liczbie doświadczalnych sytuacji świat zachowuje się dokładnie tak jakby rzeczywiście miał czysto matematyczną strukturę. Dzięki temu mamy prawo powiedzieć, że modele matematyczne ujawniają strukturę świata."[15] Pogląd taki jest zarówno realizmem ontologicznym (koncepcją głoszącą, iż świat posiada określoną budowę, niezależnie od naszego doń stosunku), jak też realizmem epistemologicznym (w myśl którego możliwy jest poznawczy kontakt z rzeczywistością za pomocą teorii

---

[9] J. D. Barrow, , *Π razy drzwi*, przeł. Katarzyna Lipszyc, Warszawa 1996, Prószyński i S-ka, s. 17.

[10] I. Stewart, *Czy Bóg gra w kości*, przeł. M. Tempczyk, W. Komar, Warszawa 1994, PWN, s. 14.

[11] J. D. Barrow, *Π razy drzwi*... s. 16.

[12] J. D. Barrow, *Teorie Wszystkiego*, przeł. J. Czerniawski, T. Placek, Kraków 1995, „Znak", s. 259.

[13] J. Życiński, *Jak rozumieć matematyczność przyrody*? ... s. 28.

[14] J. Życiński, *Teizm i filozofia analityczna* t. 2, Kraków 1988, „Znak" , s. 70.

[15] M. Heller, *Jak istnieje metryka Lorentza*?, [w:] *Spór o uniwersalia a nauka współczesna*, red. M.Heller, W. Skoczny, J. Życiński, Kraków 1991,OBI, s. 31.

opisujących obiektywnie te struktury, przeto podlegających ocenie w kategoriach prawdy lub fałszu).

Jak rozumiem Hellera, matematyczność *immanentnie* przysługuje przyrodzie. A zatem tezę o matematyczności przyrody należy rozumieć jako tezę ontologiczną. Ma ona wtedy silną metafizyczną interpretację — stwierdza, że przyroda jest jakaś, postuluje określony stan ontyczny przyrody, wskazując własność bycia matematyczną. Ta własność oznacza zarówno *strukturalną*, jak i *funkcjonalną* adekwatność przyrody w stosunku do matematyki.

Filozofowie z reguły podkreślają aspekt strukturalny tezy o matematyczności przyrody. I tak, Jacek Dembek stwierdza wprost: „przyroda jest matematyczna ponieważ leżąca u jej podstaw struktura ma charakter matematyczny".[16] Podobnie wypowiada się Heller: „struktura Wszechświata jest podobna do tych struktur, studiowaniem których zajmuje się matematyka. Podobieństwo jest tak zadziwiające, że niektórzy myśliciele są skłonni traktować je jako coś w rodzaju identyczności".[17]

Niemniej ważny a nawet ważniejszy jest — w moim przekonaniu — aspekt funkcjonalny. Matematyczność przyrody w tym aspekcie należy rozumieć tak, iż sposób rozwoju, przekształceń, działań obiektów i zjawisk przyrodniczych jest z grubsza podobny do wewnętrznej „logiki" przekształceń pewnych struktur matematycznych przyjmowanych w charakterze modeli owych obiektów czy zjawisk. Celem egzemplifikacji powyższego określenia powołajmy się na pomysł Alberta Einsteina, wykorzystany przy budowie ogólnej teorii względności, który polegał na interpretacji składowych wysoce abstrakcyjnego obiektu matematycznego — tensora metrycznego jako parametrów pola grawitacyjnego. Otóż ten zabieg Einsteina opierał się na założeniu, że logika przekształceń rachunku tensorowego odpowiada jakoś logice zmian potencjałów pola grawitacyjnego.[18]

Teza o matematyczności przyrody wyrażająca się założeniem strukturalnej i funkcjonalnej jednorodności „przyrody" i „matematyki" pozwala uważać te dziedziny za izomorficzne, tzn. zachowujące zarówno „strukturę", jak i „działania" przy przechodzeniu od jednej do drugiej. Istnienie tego izomorfizmu pozwala na interpretację sytuacji fizycznych w strukturach matematycznych modelujących pewne zjawiska czy procesy fizyczne. Po interpretacji funkcjonalna „składowa" tezy o matematyczności przyrody daje podstawę do tego, by — po wykonaniu operacji czysto matematycznych nad obiektami matematycznymi — wyniki znów interpretować w materiale empirycznym.

Gdy mamy już ontologiczną wykładnię tezy o matematyczności przyrody, samo stwierdzenie matematyczności przyrody polega na ustalaniu *czy struktury matematyki*

---

[16] J. Dembek, *Matematyczność przyrody. Uwagi po konferencji*, [w:] Zagadnienia filozoficzne w nauce XII, Kraków 1990, s. 54.

[17] M. Heller, *Co to znaczy, że przyroda jest matematyczna?*, [w:] *Matematyczność przyrody*, red. M. Heller, J. Życiński, A. Michalik, Kraków 1992, OBI, s. 10.

[18] Por. M. Heller, *Jak istnieje metryka Lorentza?* ... s. 32.

są (rzeczywiście) izomorficzne w stosunku do struktur świata? Główny nasz problem leży w tym, jak zestawić czyli porównać ze sobą te dwie tak odmienne sfery rzeczywistości. Jedno jest pewne: nie znamy struktur przyrody takimi jakie one są naprawdę, nie znamy wszystkich możliwych struktur matematyki a w szczególności nie znamy sposobu ich bezpośredniego zestawienia. Stosowana na co dzień w nauce procedura ustalania czy rzeczona odpowiedniość zachodzi, „zestawiająca" mimo wszystko matematykę i świat, polega w skrajnym uproszczeniu na tym, by problemy fizyczne tłumaczyć na matematykę, z matematyką postępować matematycznie a wynik z powrotem przełożyć na język fizyki odnoszący się do świata przyrody. Gdy rezultaty są zgodne z założeniami (przewidywanymi rezultatami obserwacji empirycznych), traktujemy ową zgodność jako potwierdzenie odpowiedniości struktur matematycznych i struktur przyrody.

W tym momencie pojawia się jednakże istotna trudność natury logicznej i metodologicznej, która stawia pod znakiem zapytania możliwość rozstrzygnięcia dylematu: czy przyroda jest, czy też nie jest matematyczna. Problem tkwi w tym, iż rozumowanie leżące u podstaw przedstawionego powyżej sposobu postępowania obciążone jest błędem *circulus vitiosus*. To, co chcemy wykazać, zostało już wcześniej założone przez sam sposób postępowania. Ta metoda sprawdzania: czy przyroda jest matematyczna, odwołuje się do *implicite* założonych przekonań, że struktura świata daje się wyrazić matematycznie a operacje matematyczne prowadzą do interpretowalnych wyników. Jest to nic innego jak powołanie się na tezę o matematyczności przyrody.

Zazwyczaj jako uzasadnienie tezy o matematyczności przyrody przytacza się niezliczoną liczbę przykładów zastosowań matematyki w naukach przyrodniczych a także spektakularne sukcesy naukowe i techniczne osiągnięte dzięki stosowaniu aparatu matematycznego. Krótko mówiąc — potwierdzeniem matematyczności przyrody ma być efektywność zastosowań matematyki. Rozważmy — wobec tego — czy wychodząc od powszechnie uznanego faktu skuteczności metod matematycznych stosowanych w przyrodoznawstwie można uzasadnić tezę o matematyczności przyrody. Napotykamy ponownie na wątpliwość związaną z charakterem takiego rozumowania. Zauważmy, iż jako przesłanka postulowania matematyczności przyrody występuje zdanie relacjonujące fakt efektywności poznawczej matematyki, do której dobierane jest zdanie będące racją logiczną (mówiące o matematyczności przyrody). Tak więc mamy do czynienia z rozumowaniem typu redukcyjnego.

Rozumowanie redukcyjne, pozwalając domniemywać jaki jest poprzednik znanego (i uznanego za niewątpliwy) następnika, nie przekonuje nas w sposób całkowicie pewny, czy faktycznie proponowana implikacja jest tą właściwą. Można bowiem wyobrazić sobie inny dobór racji[19] dla uznanego następstwa, jakim jest efektywność matematyki w naukach empirycznych.

---

[19] Por. J. Mrozek, *Rozumowanie redukcyjne jako sposób wyjaśniania efektywności matematyki w naukach przyrodniczych*, [w:] *Logos, rozum i logika*, red. P. Leśniewski i Z. Dworak, Poznań 2001, Wyd. IF UAM, s. 109-119.

Ten argument skłania do zastanowienia się nad następującym problemem: czy przy opisie przyrody — o której nie zakładałoby się, że jest matematyczna — matematyka mogłaby być wykorzystywana. Takie pytanie może pojawić się także w wyniku elementarnej analizy logicznej zdania: *jeżeli przyroda jest matematyczna, to matematyka jest efektywna*, nie można z niego bowiem, w sposób uprawniony wywnioskować zdania: *jeżeli przyroda nie jest matematyczna, to matematyka nie jest efektywna*. Wydaje się iż z tego, że przyroda *nie* jest matematyczna nie musi wynikać, że matematyka jest niestosowalna do niej czyli, że jest ona *niematematyczna*. Nie można *a priori* wykluczyć możliwości stosowania metod matematycznych do świata, o którym nie zakłada się, że jest matematyczny.

Za takim podejściem przemawia fakt, że istnieją w nauce teorie, które stosując odmienne ujęcia matematyczne posiadają takie same konsekwencje empiryczne. Innymi słowy — teorie równoważne empirycznie, odnoszące takie same sukcesy eksplanacyjne i prewidystyczne, lecz różniące się pod względem użytego aparatu matematycznego, tym samym alternatywne względem postulowanych ontologii. Opis takiej sytuacji przytacza Heller w artykule *Czasoprzestrzeń w fizyce i kosmologii*[20], w którym analizuje statusu pojęcia czasoprzestrzeni w ogólnej teorii względności. Konstatując, iż fizycy traktują czasoprzestrzeń jak byt samoistny oraz wyrażając przekonanie, że struktura matematyczna teorii decyduje o jej treści Heller przyznaje, iż OTW dopuszcza kilka różnych ujęć matematycznych, „w których odmienne elementy struktury należy uznać za byty podstawowe".[21] Pojawia się w tym momencie dylemat: skoro teorie takie byłyby nieodróżnialne empirycznie, nie byłoby sposobu rozstrzygnięcia, która z nich rzeczywiście odpowiada rzeczywistości. Teorie równoważne empirycznie a operujące odmiennymi i niesprowadzalnymi do siebie kategoriami matematycznymi prowadziłyby do odmiennych i nieredukowalnych wzajemnie obrazów rzeczywistości.

Wobec powyższego być może powinniśmy odrzucić — jak to sformułował Adam Grobler — „te elementy ontologii teorii naukowych, które wynikają wyłącznie z ich sformułowania matematycznego".[22] Matematyczne mogą być ewentualnie jedynie modele badanych układów fizycznych natomiast nie możemy przypisywać rzeczywistości jakiejkolwiek struktury matematycznej. Grobler konstatując, iż struktury matematyczne są wykorzystywane do budowy modeli rzeczywistości przyrodniczej uważa, „że w samej przyrodzie nie można zaobserwować niczego, co można by nazwać matematycznością albo niematematycznością".[23]

W stosunku do tego sformułowania zastrzeżenia zgłosił Paweł Zeidler.[24] W jego opinii nie jest jasne co w tym kontekście należy rozumieć pod pojęciem obserwacji.

[20] M. Heller, *Czasoprzestrzeń w fizyce i kosmologii*, [w:] *Kosmos i filozofia*, red. Z. Golda i M. Heller, Kraków 1994, OBI, s. 13-29.

[21] Tamże, s. 18.

[22] A. Grobler, *Kto wierzy w prąd elektryczny?*, [w:] Znak – Kosmos, Chaos, Fizyka (5), 1993, s. 78.

[23] Tamże, s. 80.

[24] Por. P. Zeidler, *Problem „matematyczności nauk przyrodniczych" a spór o realizm*, [w:]

Precyzując swoje stanowisko napisał on: „każda obserwacja zakłada pewien aparat pojęciowy, który konstytuuje przedmiot obserwowany. Ten aparat może być niematematyczny bądź matematyczny, a w zależności od tego zjawiska lub procesy będą konceptualizowane jako niezmatematyzowane lub zmatematyzowane. Matematyczność lub niematematyczność możemy więc ująć jako pewien sposób przejawiania się rzeczy i zjawisk."[25] Myślę, iż obiekcje Zeidlera wynikają z nieporozumienia, bowiem zwrot „zaobserwować" w wypowiedzi Groblera został — jak sądzę — użyty w sposób przenośny. Natomiast gdy odwołujemy się do jakiejś koncepcji obserwacji mamy do czynienia z ekwiwokacją.

Pogląd Zeidlera zresztą wydaje mi się niesprzeczny z moją tezą, że „nie można *a priori* wykluczyć możliwości stosowania metod matematycznych do świata, o którym nie zakłada się, że jest matematyczny", a tym samym ze stanowiskiem Groblera. Skoro aparat pojęciowy konstytuuje przedmiot obserwowany, to odnoszenie kategorii matematycznych do świata przyrody nie musi być bezpośrednią referencją w stosunku do obiektów i struktur przyrodniczych.

Dlatego też, gdy chodzi o kwestię struktury rzeczywistości samej w sobie, powinniśmy unikać dogmatycznego przesądzania sprawy. Odwołując się do metodologicznej zasady zwanej *brzytwą Ockhama* postulującej minimalizację założeń, można byłoby hipotetycznie przyjąć, że rzeczywistość przyrodnicza nie jest ani matematyczna, ani niematematyczna — jest po prostu amatematyczna[26] (podobnie jak przyroda nie jest moralna czy niemoralna, lecz po prostu amoralna). Stanowisko uznające amatematyczność przyrody ma tę zaletę, że nie wymaga przyjęcia silnych metafizycznych założeń o naturze i strukturze świata oraz matematyki, gdyż odpowiedniości matematyki i świata nie zakłada jako stanu zagwarantowanego — czegoś danego z góry, apriorycznego — lecz uznaje, że odpowiedniość ta wypracowywana jest w procesie rozwoju wiedzy. Oznaczałoby to, że zawieszając sąd w kwestii matematycznej struktury przyrody nie wykluczamy jednocześnie, iż pewne jej aspekty poddają się tak jakby „opisowi" matematycznemu, są „ujmowalne" czy też interpretowalne matematycznie. „Obojętna" matematycznie przyroda może, w pewnym stopniu, poddawać się „obróbce" metodami matematycznymi, jak również w pewnym stopniu opierać się tym metodom.

Takie neutralne podejście do problemu struktury przyrody ma swoje zalety. W tym kontekście zrozumiałe stają się zarówno sukcesy jak i porażki zastosowań matematyki. Przyrodnicy wiedzą, iż aby efektywnie stosować matematykę trzeba się „zdrowo napocić" naginając metody matematyczne, by „pracowały" w myśl przyję-

---

Między matematyką a przyrodoznawstwem, red. E. Piotrowska, D. Sobczyńska, Poznań 1999, Wyd. IF UAM, s. 119-137.

[25] Tamże, s. 133.

[26] Nie rozumiem stwierdzenia Zeidlera, iż „nie ma sensu stwierdzenie, że przyroda jest amatematyczna" skoro w dalszej części tekstu mówi: „akceptacja określonej ontologii, będąca rezultatem wewnątrznaukowych rozstrzygnięć, nie prowadzi do żadnych ustaleń dotyczących ontycznej natury rzeczywistości". Tamże, s. 135.

tych założeń. Wspomnijmy chociażby kłopoty z resztami nieskończonymi pojawiającymi się w kwantowych teoriach pola, które usuwane są za pomocą matematycznych środków mających charakter *ad hoc*[27], czy też próby Hawkinga wyeliminowania, na gruncie kwantowej teorii grawitacji, warunków brzegowych dla Wszechświata[28] określone przez Roberta Matthews'a mianem „matematycznego kuglarstwa".[29] Oczywiście takie „niewygodne" fakty nie są eksponowane przez entuzjastów efektywności matematyki w naukach przyrodniczych, lecz jak sądzę zdarzały się w całej historii zastosowań matematyki w fizyce.

W tym kontekście ciekawe jest, że zdarzająca się nieefektywność lub mała efektywność metod matematycznych nie jest interpretowana na niekorzyść tej dyscypliny. Jest to pewna niekonsekwencja. Jeżeli sukcesy przyrodoznawstwa wiążemy ze stosowaniem matematyki natomiast niepowodzeniami obarcza albo naukę przyrodniczą (zarzucając jej niewłaściwą konceptualizację problemu lub złą interpretację danych empirycznych), albo metodologię (wskazując na niewłaściwe stosowanie metod matematycznych), to jest to dwoiste postępowanie w analogicznych sytuacjach — przy próbach wykorzystywania matematyki w przyrodoznawstwie. Zauważmy, że rewolucje naukowe, kryzysy metodologiczne, zmiany paradygmatów nie „sięgają" matematyki[30], teorie fizyczne upadają — ona pozostaje „na placu boju", kierując się wyłącznie swoimi zasadami.

Znane są przykłady gdy idee fizyczne leżące u podstaw teorii upadają, natomiast aparat matematyczny tych teorii jest z powodzeniem nadal wykorzystywany. Dzieje się tak, gdyż uczeni angażują ogromną ilość energii i czasu aby opanować jakąś teorię fizyczną a badanie (uczenie się) teorii fizycznej oznacza, miedzy innymi, przyswojenie sobie „metod matematycznych" właściwych dla tej teorii. W tym zawierają się triki (sposoby) potrzebne do rozwiązywania lub otrzymywania rozwiązań przybliżonych dla równań, i wiele innych rzeczy. Jeżeli nowa teoria obejmuje matematycznie starą, to wszystkie te techniki matematyczne są nadal użyteczne. Niezwykle ważnym przykładem tego zjawiska jest użycie wektorów własnych zarówno w klasycznej jak i kwantowej mechanice.[31] Przyrodnicy „płaczą" ale nadal „kochają" matematykę widząc w wykorzystaniu pojęć i teorii matematycznych jedyną szansę uporania się ze swoimi problemami.

Wydaje się, że proces matematycznego oswajania świata przyrodniczego ma daleko bardziej zasadniczy oraz istotnie twórczy charakter. Nie polega głównie czy je-

---

[27] Por. S.W. Hawking, *Krótka historia czasu*, przeł. P. Amsterdamski, Warszawa 1990, ALFA, s. 145-146.

[28] Por. tamże s. 130.

[29] R. Matthews, *O najskrytszych zamysłach Pana Boga*, przeł. A. Kopystyńska, Warszawa 1995, KiW, s. 256.

[30] Mam tu na myśli zastosowania matematyki, a nie to, że w matematyce nie występują zmiany rewolucyjne.

[31] Por. M. Steiner, *The Applicability of Mathematics as a Philosophical Problem*, Harvard University Press 1998, s. 106-107.

dynie na dopasowywaniu aparatu poznawczego matematyki do obiektu badanego, lecz na współtworzeniu, konstytuowaniu tego obiektu. Charakterystyczna dla tego procesu jest swoista ontologizacja matematyki, lecz nie w sensie realizmu platońskiego. Chodzi raczej o nadanie pojęciom matematycznym wymiaru operacyjnego poprzez uwikłanie ich w fizykalne znaczenia a tym samym przypisanie im na gruncie przyrodoznawstwa rzeczywistych treści. Zmatematyzowana teoria fizykalna korzysta z aparatu kategorialnego wypracowanego w naukach formalnych, w szczególności z pojęć i metod matematycznych, ale jednocześnie pozostaje teorią empiryczną mającą styczność z rzeczywistością fizyczną. „Przeciwdziedziną"[32] tego procesu jest jednoczesne generowanie kategorii matematycznych.

Koncepcja amatematyczności przyrody zawiera, jak sądzę, pewne *novum* w stosunku do klasycznej tezy o matematyczności przyrody. Jest nim ujęcie odpowiedniości matematyki i świata jako relacji dynamicznej — zaistniałej w trakcie rozwoju teorii przyrodniczych stosujących matematykę. Tym samym zestawienie matematyki i świata nie musi być jedno-jednoznaczne oraz przestaje być „naturalne". Można je zatem rozpatrywać w płaszczyźnie metodologicznej, gdzie unikając deklaracji metafizycznych można uznać postulat stosowania matematyki za ogólną presumpcję[33] możliwości uprawiania przyrodoznawstwa, wyrażającą się powszechnie uznaną dyrektywą metodologiczna: uprawiaj naukę o przyrodzie przy wykorzystaniu matematyki, stosuj matematykę w naukach empirycznych. Postępując tak uczeni pozostają w zgodzie z Galileuszowym paradygmatem uprawiania nauk przyrodniczych niekoniecznie podzielając jego deklarację metafizyczną, że „księga przyrody pisana jest językiem linii prostych, kół i trójkątów". Bowiem w przyrodzie nie ma ani linii prostych, ani odpowiadających definicjom kół czy trójkątów.

---

[32] W innym sensie tego terminu niż nadają mu matematycy.

[33] Por. J. Woleński, *O tak zwanych filozoficznych założeniach nauki*, [w:] *Z zagadnień filozofii nauk przyrodniczych*, red. S. Butryn, Warszawa 1991, „Res Publica Press", s. 11.