

Tadeusz Sierotowicz

## O kosmologicznych tradycjach badawczych. Cz. II

### 1. Wprowadzenie

W opublikowanym w 1996 roku artykule zaproponowałem metodologiczny model kosmologii oparty na koncepcji naukowych tradycji badawczych. W niniejszym eseju chciałbym pogłębić i zakończyć prezentację tego modelu, rozwijając oraz komentując niektóre aspekty koncepcji kosmologicznych tradycji badawczych, m.in. w kontekście rywalizacji pomiędzy różnymi *CRT*.<sup>1</sup> Rozważania zamknę krótką refleksją na temat różnych poziomów metodologicznego opisu nauki.

### 2. Metodologiczna struktura kosmologii: kosmologiczne tradycje badawcze (*CRT*)

Zacznę od przypomnienia zasadniczych pojęć związanych z koncepcją *CRT*.

*CRT* posiada strukturę formalną odpowiadającą strukturze naukowych tradycji badawczych, i może być przedstawiona w następującej postaci:

$$CRT \rightarrow \{I_c; O_c; R_c; M_c; \{T_c\}; \{p_{ec}\}\} \quad [F1]$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają odpowiednio: wymiar tematyczny *CRT* (*I*), obiekty podstawowe (*O*), relacje (*R*) oraz metodologię (*M*), przyjmowane w danej *CRT*. Ponadto  $\{T\}$  określa zbiór teorii (modeli kosmologicznych) proponowanych w danej tradycji badawczej i mających na celu rozwiązanie zbioru problemów pierwszego rzędu oraz innych problemów koncepcyjnych ( $\{p\}$ ) w dziedzinie kosmologii.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Zob. [Sierotowicz 1996a]. Uwaga: w całym artykule skrót *CRT* będzie czytany jako „kosmologiczna tradycja badawcza”.

<sup>2</sup>Powołując się na rozróżnienie H. Vaihingera, rozwinięte i pogłębione przez G. Boniolo, można zauważyć, iż składowa *I* odpowiada pojęciu *Weltanschauung*, składowe *O* i *R* pojęciu *Weltbild*, zaś składowa *T* odpowiada pojęciu *Modello* (zob. [Boniolo 1990]).

Przyjmując ponadto symbol  $D_{alc}$  na oznaczenie składowych  $O_c$ ,  $R_c$  i  $M_c$ , formułę [F1] możemy przedstawić w postaci:

$$CRT \rightarrow [I_{tc}; D_{alc}; \{T_c\}; \{p_{ec}\}] \quad [F2]$$

W strukturze  $CRT$  dają się wyróżnić dwa różne poziomy metodologicznego opisu kosmologii. Pierwszy z nich dotyczy składowej  $I_{tc}$  i koncentruje się zwłaszcza na filozoficznych, teologicznych, religijnych i estetycznych przekonaniach, dotyczących m.in. przyczyny, sensu oraz struktury Wszechświata i zachodzących w nim procesów. Należy zauważyć, iż na tym poziomie opisu chodzi o przekonania, które nie są obserwacyjnie kontrolowalne i w związku z tym należą do osobistych poglądów kosmologa. Drugi poziom opisu odnosi się do zbioru różnych modeli Wszechświata  $\{T_c\}$ , wyrażających z inspiracji tej samej składowej  $I_{tc}$ .

Powyższe uwagi można zilustrować syntetycznie za pomocą następującej tabeli, opisującej podstawowe cechy omawianego tutaj «dwupoziomowego» metodologicznego modelu kosmologii:

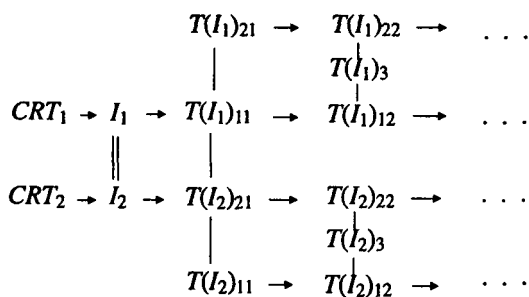
Kosmologiczna tradycja badawcza ( $CRT$ ): $CRT \rightarrow [I; O; R; M; \{T\}; \{p\}] = [I; D; \{T\}; \{p\}]$ $D = (O, R, M)$			
Poziom opisu w ramach modelu $CRT$	Element charakterystyczny	Typ zmiany	Nota bibliograficzna
Poziom 1.	$I$	«katastroficzny»	Zob. np.: [Laudan 1979], [Lakatos 1980], [Pacholczyk 1984], [Sierotowicz 1993]
Poziom 2.	$D$	symbolicznie: zmiana prawie w sensie Lakatosa	

Tab. 1. Metodologiczny model kosmologii.

### 3. Konkurencja pomiędzy różnymi $CRT$

Pewnego komentarza wymagają sformułowania zawarte w trzeciej kolumnie powyższej tabeli zatytułowanej „typ zmiany”. W tym celu weźmy pod uwagę dwie konkurencyjne  $CRT_1$  i  $CRT_2$ . Schematycznie (i nieco *a priori*) rzecz ujmując, konkurencja pomiędzy tymi tradycjami może być przedstawiona następująco:

$T(I)$  — model kosmologiczny  $T$  proponowany w ramach kosmologicznej tradycji badawczej z wymiarem tematycznym  $I$ .



—  $k_k$  — konkurencja «katastroficzna» (ma miejsce np. w sytuacji kiedy modele  $T$  należące do różnych  $CRT$  zawodzą w obliczu jakiejś anomalii, lub też kiedy jest proponowana nowa  $CRT$ ).

—  $k_L$  — konkurencja prawie w sensie I. Lakatosa (praktycznie rzecz biorąc elementy składowe  $I$  są traktowane w tym typie konkurencji jako objęte klauzulą *ceteris paribus*).

Rys. 1. Metodologiczny model kosmologii — schematyczna prezentacja konkurencji dwóch różnych  $CRT$ .

Konkurencja  $k_k$  nawiązuje do interesującej książki A. Pacholczyka zatytułowanej *The Catastrophic Universe* i poświęconej — jak głosi podtytuł — filozofii kosmologii. W książce tej autor broni tezy o nieciągłym rozwoju teorii kosmologicznych i przypisuje im jedynie rolę fikcji, które choć niezwykle ważne dla innych nauk, same za naukowe (w sensie, w jakim mówi się np. o fizyce jako nauce) uznane być nie mogą.<sup>3</sup> Według Pacholczyka każda teoria kosmologiczna (model Wszechświata) wyrasta na gruzach poprzedniej, negując jej osiągnięcia (stąd też określenie tej koncepcji rozwoju kosmologii). Nie wydaje się, żeby model Pacholczyka odpowiadał dokładnie realnemu rozwojowi kosmologii zwłaszcza w ostatnich dekadach. Niemniej jednak pozostaje on słuszny — jak sądzę — gdy chodzi o rywalizację dotyczącą zasadniczych cech przyjmowanego obrazu Wszechświata (wymiar tematyczny  $I_{tc}$ ).

Przejdźmy teraz do konkurencji  $k_L$ . Wypada wprawdzie zauważyć, iż odwołanie się w tym punkcie rozważań do modelu Lakatosa ma charakter raczej symboliczny, przy czym sformułowanie „charakter symboliczny” ma uwypuklić dwie okoliczności. Z jednej strony chodzi tutaj o fakt, iż konkurencja  $k_L$  różni się zasadniczo od konkurencji  $k_k$ . Ta ostatnia bowiem ma charakter sporu filozoficznego, a spory filozoficzne są z natury nierozstrzygalne.<sup>4</sup> O ile zatem konkurencja  $k_k$  ma charakter dysputy filozoficz-

<sup>3</sup>Warto dodać, iż w opinii Pacholczyka kosmologia nigdy nie osiągnie etapu dojrzałej nauki, tj. poziomu rozwoju porównywalnego (z punktu widzenia filozofii nauki) z poziomem np. fizyki, a to ze względu na przedmiot i naturę samej kosmologii (zob. [Pacholczyk 1984], s. 102).

<sup>4</sup>Zob. na ten temat m.in.: [Kolakowski 1990], s. 7; [Rescher 1993].

nej, o tyle konkurencja *kL* ma charakter sporu naukowego. Znaczy to, że konkurencja pomiędzy różnymi modelami kosmologicznymi *T* wykazuje daleko idące podobieństwa z rywalizacją pomiędzy teoriami fizycznymi. (Jest to druga okoliczność związana z wyrażeniem „charakter symboliczny” — trzeba tutaj jednak dodać, iż na obecnym etapie rozważań chodzi raczej o hipotezę roboczą niż dobrze potwierdzoną teorię.<sup>5</sup>) Odwołanie się do Lakatosa nie znaczy, iż jego koncepcja dokładnie odzwierciedla realny rozwój nauki; chodzi tylko o podkreślenie faktu, iż koncepcja ta dostarczyła dostatecznie dobrych instrumentów do opisu tego rozwoju. Wyrażenie „prawie” w sformułowaniu „konkurencja prawie w sensie Lakatosa”, ma zaś następujący sens.

Każdy program badawczy w sensie Lakatosa w trakcie swego rozwoju prowadzi do powstania pewnego ciągu teorii (w naszym wypadku: modeli kosmologicznych). Przez teorię należącą do danego programu badawczego należy rozumieć hipotezę obejmującą niezmienny trzon programu (*hard core*) wraz z odpowiednimi hipotezami pomocniczymi i warunkami początkowymi. Kolejne teorie powstają zgodnie z zasadami pozytywnej heurystyki programu, tak by poprzez modyfikacje pasa ochronnego teorii poprzedniej wyjaśnić taką czy inną anomalię (możliwe jest też oczywiście powstanie nowych teorii w danym ciągu bez zaistnienia anomalii obserwacyjnych).

W wypadku rywalizacji różnych tradycji badawczych sytuacja jest analogiczna w tym sensie, iż ciąg modeli kosmologicznych odpowiadających temu samemu wymiarowi tematycznemu *I* (np.  $T(I_1)_{21} \rightarrow T(I_1)_{22} \rightarrow \dots$  z rys. 1.) formalnie może być potraktowany jako realizacja określonego programu badawczego (wówczas, w przybliżeniu,  $I_{tc}$  = trzon programu). W tej sytuacji konkurencja pomiędzy modelami z tej samej tradycji badawczej oraz pomiędzy modelami z różnych *CRT* przypomina idee Lakatosa dotyczące konkurencji programów badawczych.<sup>6</sup> Jednak powyższe utożsamienie nie wyczerpuje jeszcze wszystkich możliwości.

Otóż w koncepcji programów badawczych istnieje spora trudność związana z typem związku, który według Lakatosa powinien zachodzić pomiędzy samym programem badawczym a realizującymi go teoriami. I tak, dwie różne teorie mogą być uważane za należące do tego samego programu badawczego tylko w sytuacji, w której jedna z nich jest «dedukowalna» z drugiej, tzn. gdy jedna z tych teorii proponuje nowe założenia semantyczne przy pomocy terminów obecnych w poprzedniej teorii. Jak jednak zauważa L. Laudan, taki opis relacji pomiędzy dwoma teoriami należącymi do tego samego programu badawczego nie odpowiada realiom nauki, bowiem według tego autora ta sama tradycja badawcza może obejmować teorie, które nie są wzajemnie dedukowalne w powyższym sensie.<sup>7</sup>

<sup>5</sup> Twierdzenie to należy rozumieć w sensie sprecyzowanym w: [Sierotowicz 1996a], s. 82-83 i 94-95.

<sup>6</sup> Zob. np. [Sierotowicz 1989].

<sup>7</sup> Przykładem tego typu sytuacji mogą być np. modele proponowane jako swoiste kosmologiczne eksperymenty myślowe w ramach programu kosmologii obserwacyjnej G.F.R. Ellisa (na temat samego programu Ellisa i wspomnianych tutaj modeli zob. np. [Ellis 1987a-b], [Ellis, Maartens & Nel 1978], [Sierotowicz 1993]).

## 4. O różnych poziomach metodologicznego opisu nauki

Powróćmy na chwilę do tabeli 1. i spróbujmy przedstawić jeszcze jeden aspekt wprowadzonego tam rozróżnienia pomiędzy dwoma poziomami metodologicznego opisu kosmologii. Otóż we współczesnej literaturze przedmiotu znaleźć można modele nauki przypominające nieco powyższe ujęcie kosmologii. Chodzi mi tutaj zwłaszcza o klasyfikację zdań dokonaną przez D. Gilliesa i służącą do określenia tzw. zasady naddatku wyjaśnienia (*the principle of explanatory surplus*).<sup>8</sup> Według tego autora w nauce można wyodrębnić cztery podstawowe typy zdań, dające się scharakteryzować następująco:

Poziom	Status zdań z danego poziomu	Kryterium	Przykłady ([Gillies & Giorello 1995], s. 259)
3.	Metafizyczny	Zdania niesprawdzalne doświadczalnie	Atomizm w filozofii greckiej
2.	Naukowy	Zdania sprawdzalne na drodze doświadczenia, ale niefalsyfikowalne	Pierwsze prawo Newtona
1.	Naukowy	Zdania falsyfikowalne i sprawdzalne na drodze doświadczenia	Pierwsze prawo Keplera
0.	Zdania obserwacyjne	Logiczna wartość (prawda/falsz) zdania może być określona na podstawie obserwacji	Zdanie określające położenie Marsa w danym momencie czasu

Tab. 2. Różne poziomy metodologicznego opisu nauki: uogólniony model Gilliesa.

Łatwo zauważyć, iż pomiędzy modelami przedstawionymi w tabelach 1. i 2. istnieje daleko idące podobieństwo. To, co w tabeli 1 zostało określone jako poziom 1., odpowiada poziomowi trzeciemu w ujęciu Gilliesa, zaś poziom 2. z tabeli 1. obejmuje poziomy 2., 1., i 0. z tabeli 2. Rzecz jasna nie można tutaj mówić o ścisłej odpowiedniości pomiędzy tymi modelami. Wystarczy wspomnieć o złożonej kwestii obserwacji w kosmologii (zdania z poziomu 0. — to zdania obserwacyjne)<sup>9</sup>, czy też pojęcie *falsyfikacji*, którego status na gruncie kosmologii różni się znacznie od jego statusu na

<sup>8</sup>Zob. [Gillies & Giorello 1995], zwłaszcza § 10.5. Pomijam tutaj bliższą prezentację tej zasady interpretującej znane sformułowania K.R. Poppera, dotyczące „surowości testów teorii naukowej”.

<sup>9</sup>Zob. [Sierotowicz 1996b], s. 121-126.

gruncie innych nauk doświadczalnych.<sup>10</sup> Aby choć pobieżnie zilustrować relacje istniejące pomiędzy modelami przedstawionymi w tabelach 1. i 2., odwołam się do tzw. standardowego modelu kosmologicznego, zinterpretowanego w świetle modelu Gilliesa:

Poziom opisu	Status zdań i poziomy opisu według tab. 1.	Przykład: niektóre elementy standardowego modelu kosmologicznego
3.	Metafizyczny Poziom 1.	Diada tematyczna ewolucja-skończoność w sensie Holtona (zob. [Sierotowicz 1993], s. 198-201 i [Sierotowicz 1996a])
2.	Naukowy Poziom 2.	Ogólna teoria względności, zasady kosmologiczne: np. różne wersje zasady Kopernika czy postulat Weyla (zob. [Rudnicki 1995])
1.	Naukowy Poziom 2.	Prawo Hubble'a
0.	Zdania obserwacyjne Poziom 2.	Przesunięcie linii ku czerwieni w widmach galaktyk

Tab. 3. Różne poziomy metodologicznego opisu kosmologii.<sup>11</sup>

### 5. Zakończenie

Na zakończenie rozważań dotyczących różnych metodologicznych modeli nauki, chciałbym zaproponować pewną hipotezę roboczą nawiązującą do modelu Gilliesa.

We wspomnianym na wstępie artykule pisałem m.in. o *zasadzie nieokreśloności w metodologii* zaproponowanej przez M. Pera. Zasada ta wytycza swoistą granicę dokładności metodologicznego opisu praktyki naukowej: „cechą charakterystyczną nauki jest jej metoda, lecz każda próba dokładnego opisu tejże metody niszczy naukę”.<sup>12</sup> W świetle przedstawionych dotąd rozważań można zaryzykować twierdzenie, iż teza ta winna być jeżeli już nie zastąpiona, to co najmniej uzupełniona zasadą, konstatującą istnienie różnych poziomów w metodologicznym opisie nauki.

Dla pełności obrazu uczynimy jeszcze jedno rozróżnienie. Otóż jeżeli zgodzić się z opinią, iż nauka wzięta jako całość nie jest zbiorem określonych teorii dotyczących świata, lecz raczej metodą umożliwiającą pewien rodzaj wypowiedzi o świecie (ogólnie rzecz biorąc chodzi tutaj o wypowiedzi kontrolowalne doświadczalnie),<sup>13</sup> to wówczas

<sup>10</sup>Zob. np. [Życiński 1986].

<sup>11</sup>Na temat modelu standardowego zob. np. [Bergia 1995], [Ellis 1993], [Ellis & Stoeger 1993], [Heller 1988], [Heller 1994] i [Peebles *et al.* 1991].

<sup>12</sup>[Pera 1991], s. 38].

<sup>13</sup>Zob. np. [Dunbar 1996], s. 51.

należy oprócz przedstawionych w tabeli 2 czterech poziomów, uwzględnić jeden jeszcze poziom — najwyższy: nauka jako całość. Nauka, w tym najszerszym kontekście, nie może być rozumiana jako swoisty, ogólny program badawczy (wbrew intuicjom Lakatos).<sup>14</sup> Konieczny jest tutaj bowiem zabieg interpretujący naukę jako specyficzny kontekst poznania i określający relacje tak pojmowanej nauki z innymi, możliwymi kontekstami poznania.<sup>15</sup>

Dokonawszy tego uzupełnienia można teraz sformułować hipotezę (i określić ją mianem *zasady wielopoziomowości metodologicznego opisu nauki*), sugerującą istnienie w nauce co najmniej pięciu różnych poziomów jej metodologicznego opisu. Znaczy to, iż metodologiczny model proponowany do opisu takich czy innych procesów zachodzących w nauce zależy w znacznym stopniu od poziomu, w którym umiejscawia się interesujący badacza problem. Tak więc czasem może się okazać wystarczająca reguła *modus tollens*, czasem program badawczy czy tradycja badawcza, a czasem być może konieczne będzie oparcie się np. na M. Heideggerze, ujmującym naukę jako tzw. sposób bycia jestestwa.<sup>16</sup> A zatem nie istnieje jeden jedyny metodologiczny model słuszny dla całej nauki — dlatego m.in., że metodologiczny model z danego poziomu może się okazać zbyt szczegółowy w odniesieniu do poziomu wyższego i jednocześnie zbyt ogólny w odniesieniu do poziomu niższego.<sup>17</sup> Sądzę, iż spojrzenie na naukę z punktu widzenia proponowanej wyżej zasady nie tylko przestrzega przed próbą zamykania jej bogactwa w ramach jednego tylko modelu metodologicznego, lecz także pozwala zachować to, co w nauce najpiękniejsze: jej zasadniczą nieprzewidywalność, nadającą smaku przygodzie „człowieka mądrego we Wszechświecie”, jak głosi tytuł jednej z książek M. Hellera.

### Bibliografia

- Bergia, S., 1995, *Dal cosmo immutabile all'universo in evoluzione*, Torino: Bollati Boringhieri.  
 Bonioli, G., 1990, „Modelli, immagini e intuizioni del mondo”, [w:] F. Selleri & V. Tonini (red.), *Dove va la scienza. La questione del realismo*, Bari: Edizioni Dedalo.  
 Dunbar, R., 1996, *Non separate sulla scienza*, Milano: Longanesi & Co. (tytuł oryginalny: R. Dunbar, *The Trouble with Science*, London: Faber & Faber, Ltd.).  
 Ellis, G.F.R., 1987a, „Observational Cosmology after Kristian and Sachs”, [w:] W. R. Stoeger, S. J. (red.), *Theory and Observational Limits in Cosmology*, Città del Vaticano: Specola Vaticana.  
 Ellis, G.F.R., 1987b, „Observational Properties of Small Universes”, [w:] W. R. Stoeger, S. J. (red.), *Theory and Observational Limits in Cosmology*, Città del Vaticano: Specola Vaticana.

<sup>14</sup>Zob. [Lakatos 1968], s. 168.

<sup>15</sup>Piszę szerzej na ten temat w: [Sierotowicz 1995] i [Sierotowicz 1996c].

<sup>16</sup>Zob. [Heidegger 1994], s. 19.

<sup>17</sup>Nie ma w tym spostrzeżeniu zbytnej oryginalności. Na przykład R. Dunbar podkreśla fakt metodologicznej «modularności» nauki, tzn. fakt, iż w nauce „nie istnieje żadna metodologia dająca się stosować uniwersalnie” ([Dunbar 1996], s. 133; na ten temat por. też [Jacob 1991]). Nieco inne sformułowanie omawianej tutaj zasady proponuje też G. Boniolo ([Boniolo 1990], s. 258). Z formalnego punktu widzenia, twierdzenia tego typu zaliczyć można do refleksji metametodologicznej (na temat niektórych koncepcji metametodologicznych zob. np. [Hajduk 1995]).

- Ellis, G.F.R., 1993, *Before the Beginning. Cosmology explained*, London-New York: Boyars/Bowerdean.
- Ellis, G.F.R., Maartens, R. & Nel, S. D., 1978, „The Expansion of the Universe”, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 184.
- Ellis, G.F.R. & Stoeger, W. R., S.J., 1993, „Introduction to General Relativity and Cosmology”, [w:] Robert J. Russell, Nancey Murphy & Chris J. Isham (red.), *Quantum Cosmology and the Laws of Nature. Scientific Perspectives on Divine Action*, Vatican City State - Berkeley: Vatican Observatory and The Center for Theology and the Natural Sciences.
- Gillies, D. & Giorello, G., 1995, *La filosofia della scienza nel XX secolo*, Roma-Bari: Editori Laterza (dane dotyczące wydania oryginalnego: D. Gillies, *Philosophy of Science in the Twentieth Century. Four Central Themes*, Oxford — Cambridge (Mass.): Blackwell Publishers 1993 (rozdz. I-X); rozdz. XI-XIV zostały napisane przez G. Giorello specjalnie dla włoskiej edycji książki).
- Hajduk, Z., 1995, „Reprezentatywne tradycje oceniania teorii metodologicznych”, *Roczniki Filozoficzne KUL*, 43(3).
- Heidegger, M., 1994, *Bycie i czas*, Warszawa: PWN 1994 (tłumaczenie polskie Bogdana Barana; tytuł oryginału: *Sein und Zeit*, Tübingen: Max Niemeyer Verlag 1993<sup>17</sup>).
- Heller, M., 1988, *Teoretyczne podstawy kosmologii*, Warszawa: PWN.
- Heller, M., 1994, *Kosmiczna przygoda Człowieka Mądręgo*, Kraków: Wydawnictwo ZNAK.
- Jacob, P., 1991, „Il regionalismo epistemologico: una tendenza della filosofia contemporanea delle scienze in Francia”, *Rivista di filosofia*, 83(2).
- Kołąkowski, L., 1990, *Horror metaphysicus*, Warszawa: Res Publica (tytuł oryginału: *Metaphysical Horror*, Oxford: Basil Blackwell 1988).
- Lakatos, I., 1968, „Criticism and the Methodology of Scientific Research Programmes”, *Proceedings of the Aristotelian Society*, 69.
- Lakatos, I., 1980, „Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes”, [w:] I. Lakatos, *The Methodology of Scientific Research Programmes. Philosophical Papers — vol. 1* (red.: J. Worrall & G. Currie), Cambridge: Cambridge University Press 1980 (tłumaczenie polskie [w:] I. Lakatos, *Pisma z filozofii nauk empirycznych* (przekład W. Sady), Warszawa: Wydawnictwo PWN 1995).
- Laudan, L., 1979, *Progresso Scientifico. Prospettiva per una teoria*, Roma: Armando Armando Editore (tytuł oryginału: *Progress and its Problems. Towards a Theory of Scientific Growth*, London: Routledge & Kegan Paul 1977).
- Pacholczyk, A., 1984, *The Catastrophic Universe*, Tucson: Pachart Publishing House (tłumaczenie polskie: *Wszechświat katastroficzny*, Tarnów: Biblos 1996).
- Peebles, P.J.E., Schramm, D. N., Turner, E. L. & Kron, R. G., 1991, „The Case for the Relativistic Hot Big Bang Cosmology”, *Nature*, 352.
- Pera, M., 1991, *Scienza e Retorica*, Bari: Edizioni Laterza.
- Rescher, N., 1993, *La lotta dei sistemi. Fondamenti e implicazioni della pluralità filosofica*, Genova: Marietti (tytuł oryginału: N. Rescher, *The Strife of Systems. An Essay on the Grounds and Implications of Philosophical Diversity*, Pittsburgh: University of Pittsburgh Press 1985).
- Rudnicki, K., 1995, *The Cosmological Principles*, Kraków: Uniwersytet Jagielloński.
- Sierotowicz, T., 1989, *Między stacjonarnym a ewolucyjnym obrazem Wszechświata. Refleksje z pogranicza historii i filozofii nauki*, Kraków: Wydział Filozoficzny Towarzystwa Jezusowego.
- Sierotowicz, T., 1993, *Mikrofalowe promieniowanie ita jako «experimentum crucis» w kosmologii?* Kraków: Wydział Filozoficzny Towarzystwa Jezusowego.
- Sierotowicz, T., 1995, *La casa nel mondo interpretato. Le visioni del mondo come spazio del dialogo tra scienza e teologia*, Città del Vaticano: Libreria Editrice Vaticana (tłumaczenie polskie: *Dom w zinterpretowanym świecie*, Tarnów: Biblos 1997).
- Sierotowicz, T., 1996a, „O kosmologicznych tradycjach badawczych”, *Filozofia Nauki*, 1(13).
- Sierotowicz, T., 1996b, „O modelach w kosmologii”, [w:] S. Wszolek (red.), *Przestrzenie Księdza Cogito. Księdzu Michałowi Hellerowi w sześćdziesiątą rocznicę urodzin*, Tarnów: Biblos 1996.
- Sierotowicz, T., 1996c, „Filozofia a nauka. Próba klasyfikacji i zarys pewnego programu badawczego”, *Zagadnienia filozoficzne w nauce*, 19.
- Życiński, J., 1986, „Falsification and Disconfirmation in Cosmology”, *Philosophy in Science*, 2.