

# Marek Szydłowski, Paweł Tambor

---

## Piękno w teorii nauki : estetyczne kryteria w ocenie i wyborze teorii naukowych = Beauty in the Theory of Science : Aesthetic Criteria in Scientific Theory Assessment and Choice

---

Humanistyka i Przyrodoznawstwo 19, 55-73

---

2013

Artykuł został 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](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

*Marek Sztybel\**  
*Paweł Tambor\*\**

\* Centrum Układów Złożonych Marka Kaca,  
Uniwersytet Jagielloński  
\*\* Centrum Kopernika Badań  
Interdyscyplinarnych, Kraków

Mark Kac Center for Complex Systems  
Research Jagiellonian University  
Copernicus Center Krakow

## PIĘKNO W TEORII NAUKI. ESTETYCZNE KRYTERIA W OCENIE I WYBORZE TEORII NAUKOWYCH

### Beauty in the Theory of Science. Aesthetic Criteria in Scientific Theory Assessment and Choice

*W fizyce piękno nie gwarantuje prawdy automatycznie,  
ale pomaga ją odnaleźć.*

*W matematyce piękno musi być prawdą,  
ponieważ wszystko, co błędne, jest brzydkie.*

*Ian Stewart, Dlaczego prawda jest piękna*

Słowa kluczowe: piękno, prostota, kosmologia, empiryczne i pozaempiryczne kryteria oceny wytworów naukowych.

Key words: beauty, simplicity, cosmology, empirical and non-empirical criteria in scientific theory assessment and choice.

#### Streszczenie

Wychodząc od klasycznych koncepcji piękna, pokazujemy, w jaki sposób kategoria ta funkcjonuje w nauce oraz jak jej rolę w ocenie i wyborze wytworów naukowych rekonstruują współcześni filozofowie nauki. Główny celem pracy jest wykazanie, że praktyka badawcza fizyki współczesnej i kosmologii wskazuje, że piękno nie jest traktowane jako kategoria autonomiczna, ale raczej jako kategoria dająca się zredukować do prostoty.

#### Abstract

Our aim in this article is to trace the evolution of the concept of beauty in the philosophy and science and its role, as a relevant factor, in model assessment in modern cosmology. We focus on the theories of James W. McAllister, Nicholas Maxwell and Paul Thagard, who treat beauty, as well as simplicity, symmetry or adequacy of explanation, as the non-empirical criteria important in the reconstruction of scientific progress and change.

elegancji lub symetrii, co jest bliskie koncepcjom J. W. McAllistera, N. Maxwella lub P. Thagarda, którzy włączają kryteria pozaempiryczne w racjonalną rekonstrukcję rozwoju nauki. W pracy pokazujemy, że zaprezentowane koncepcje da się istotnie rozszerzyć w oparciu o faktycznie stosowane w praktyce badawczej kryteria informacyjne (Akaike), które nadają sens operacyjny pojęciu prostoty. Fundamentalność symetrii w fizyce jest także przykładem tego, że piękno wypływające i wiążące się ze zrozumieniem treści teorii naukowych nie jest jedną cechą, ale ogólną strukturalną koherencją cech – piękno w nauce ma naturę strukturalną.

On the basis of the current research in cosmology we propose an important methodological supplement to the discussion about beauty and other non-empirical criteria in science in the framework of Akaike Informational Criterion.

## Wstęp

Wielu badaczy wyraża przekonanie, że zarówno doświadczenia estetyczne, jak i własności uznawane za pozaempiryczne (jedność, piękno, harmonia) odgrywają znaczącą rolę w ocenie teorii naukowych, a także ich akceptacji lub odrzuceniu. Oto dwa świadectwa takiego podejścia: „Poznanie prawdy, piękna i harmonii świata jest nie tylko celem badania naukowego, ale także główną siłą rozwijającą naukę. A codzienne obcowanie naukowca z pięknem i harmonią jest najwyższą formą nagrody dla niego samego” (Henri Poincaré); „Piękno określa jako właściwą zgodność części ze sobą nawzajem i z całością. Oznacza to, że jeśli poszczególne elementy teorii współgrają ze sobą i są jednocześnie częścią większej całości, to są uznawane za piękne” (Werner Heisenberg, *Ponad granicami*).

Wykażemy w pracy, że przeżycia estetyczne nie są obce dziedzinom tradycyjnie etykietowanym jako formalne, dedukcyjne, zaksjomatyzowane, a ponadto, że tzw. kryteria pozaempiryczne stanowią istotny czynnik w rekonstrukcji dynamiki rozwoju nauki, a taka rekonstrukcja jest racjonalna i bazuje na istotnych składowych klasycznej koncepcji piękna. Taka składowa piękna jak prostota zyskuje zupełnie nowe oblicze we współczesnej praktyce selekcji modeli naukowych. Realizując postawiony cel, odwołujemy się w artykule do praktyki badawczej kosmologii współczesnej, która konstruuje modele kosmologiczne Wszechświata. Modele te zawierają pewne parametry swobodne, które należy wyznaczyć z obserwacji. W tym kontekście rodzi się problem selekcji modeli kosmologicznych oraz wyboru najlepszego modelu z punktu widzenia danych obserwacyjnych. W praktyce badawczej stosowane są kryteria informacyjne oraz Bayesowskie modele selekcji. W pracy zwrócimy uwagę na rolę kryterium Akaike, często uważa-

nego za kryterium prostoty modelu<sup>1</sup>, które wyróżnia najlepszy model. Pokażemy, że zaprezentowane teorie McAllistera i Maxwella, proponujące włączenie w proces selekcji kryteriów pozaempirycznych, można istotnie wzbogacić o kryteria informacyjne i kryteria selekcji Bayesowskiej.

Krzysztof Maślanka, autor pięknej pracy o pięknie w matematyce, zaczyna swój artykuł właśnie w taki prowokujący sposób: „Pojęcie piękna wydaje się zastrzeżone głównie dla sztuki lub poezji, a także dla niektórych aspektów życia codziennego, ale nie dla matematyki. Atrybutami tej ostatniej są abstrakcyjne byty platońskie, np. liczby i figury geometryczne, do których stosuje się ścisłe dedukcyjne rozumowania. Pewnym konstrukcjom oraz dowodom matematycznym można by ostatecznie przypisać cechy takie jak estetyka lub elegancja. Ale piękno? Dla wielu zresztą sama matematyka, przez przykre wspomnienia z lat szkolnych, wydaje się wprost zaprzeczeniem piękna. Znane są perypetie, wręcz cierpienia, sławnych poetów związane z nauką matematyki (Julian Tuwim, Krzysztof Kamil Baczyński)”<sup>2</sup>. W matematyce kluczową rolę odgrywają dowody matematyczne, które są tym, czym w fizyce jest eksperyment, a w astronomii obserwacja. Kiedyś prof. Andrzej Pelczar zapytał wybitnego matematyka prof. Andrzeja Schinzla, jaki dowód matematyczny nazwałby pięknym? Z tego typu wartościowaniem można się często spotkać u matematyków. Ten odpowiedział mi, że taki dowód matematyczny powinien być, po pierwsze, krótki (prosty), po drugie, korzystać z twierdzeń, które pochodzą z odległych od siebie obszarów matematyki (winien być świadectwem jedności matematyki). W tej ewaluacji dowodów w matematyce pojęcie piękna łączy się nie z jedną cechą, ale z koherencją pewnych cech.

Zasadniczym problemem, który będziemy rozpatrywali w artykule, jest kwestia, na ile kryteria nazywane pozaempirycznymi rzeczywiście są metodologicznie uzasadnione jako decydujące w procedurach ewaluacji i selekcji między teoriami lub modelami. Problem ten często przybiera postać pytania: czy piękno jest w jakiś sposób skorelowane z prawdą?

W pierwszej kolejności należy ustalić podstawowe znaczenia predykatu „estetyczny”. Używamy go tu w kilku konotacjach: a) **doświadczenie** o charakterze estetycznym, b) estetyczna **ocena**, c) **własności** lub **pojęcia**, które mają charakter estetyczny. Dystansujemy się natomiast od roli doświadczenia piękna w nauce wyłącznie jako przeżycia emocjonalnego. Będziemy starali się rekonstruować powiązania między doświadczeniami a własnościami, które je wywołują, ocenami a kryteriami lub pojęciami, które do nich [ocen] prowadzą. Czynniki pozaempiryczne stanowią ważny składnik oceny wartości „produktów” dzia-

<sup>1</sup> Jeśli mamy dwa modele o tej samej funkcji wiarygodności, to wybieramy model o mniejszej liczbie parametrów, co w istocie jest nadaniem naturalnego operacyjnego sensu brzytwie Ockhama.

<sup>2</sup> K. Maślanka, *Matematyka i piękno*, „PAUza Akademicka” 2011, nr 130, s. 2–3.

łałości naukowej jako swoiste doznanie o charakterze emocjonalnym, zaś pewne z nich, jak symetrie czy prostota, dają się szacować za pomocą adekwatnych narzędzi (kryteria prostoty, założenia idealizacyjne). Pokażemy też, że pewne kryteria, takie jak jedność lub złożoność obrazu świata implikowanego przez teorie naukowe, stanowią ważny składnik jakościowej metanaukowej oceny treściowej zawartości teorii.

Struktura pracy jest następująca: w pierwszej części zarysowana zostanie tradycyjna koncepcja piękna z jej głównymi cechami istotnymi w dalszej analizie. Zarys historii pojęcia piękna będzie wybiórczy, tj. zwrócimy uwagę na te jego elementy, które mają szczególne znaczenie w doświadczeniu estetycznym w kontekście nauki (*science*). W części drugiej pokażemy zalety i słabości kategorii piękna, która przejawia się w nauce jako pewien rodzaj konotacji emocjonalnej<sup>3</sup>. W części trzeciej, w kontekście dyskusji nad koncepcją N. Maxwella<sup>4</sup>, wskażemy na wartość takich pozaempirycznych kryteriów oceny modeli naukowych, jak kryteria jedności spójności czy prostoty.

### Podstawy adekwatnej w nauce estetycznej oceny wytworów naukowych

Uważa się, że pierwsza teoria piękna została wypracowana przez pitagorejczyków, którzy liczbę uznali za zasadę bytu. Proporcja, symetria, harmonia, jako określające relacje części do siebie nawzajem i do całości, legły o podstaw klasycznej koncepcji piękna. Wpływ pitagorejczyków na tak rozumiane piękno był tak duży, że Grecy nazywali wprost piękno „symetrią” – współmiernością<sup>5</sup>. Takie utożsamianie piękna z jakąś cechą dotyczącą mierzalnych własności rzeczy czy zjawisk, jak symetria czy prostota, jest bardzo bliskie doświadczeniu estetycznemu współczesnych fizyków. Dla pitagorejczyków piękno polegało na odwzorowaniu pewnej proporcji, Sokrates natomiast zaproponował teleologiczne rozumienie piękna. Dana rzecz jest piękna, gdy możliwie doskonale realizuje swoje przeznaczenie<sup>6</sup>. Niektóre współczesne modele lub teorie fizyczne można

<sup>3</sup> Por. J. McAllister, *Truth and Beauty in Scientific Reason*, „Synthese” 1990, nr 78, s. 25–51; *Dirac and the Aesthetic Evaluation of Theories*, „Methodology and Science” 1989, nr 23, s. 87–102.

<sup>4</sup> Por. N. Maxwell, *The Comprehensibility of the Universe: A New Conception of Science*, Oxford University Press, Oxford 1999; *Has Science Established that the Universe is Comprehensible?*, „Cogito” 2005, nr 13, s. 139–145; *Popper, Kuhn, Lakatos and Aim-Oriented Empiricism*, [online] <<http://philsci-archive.pitt.edu/251/>>.

<sup>5</sup> Por. T. Tatarkiewicz, *Dzieje sześciu pojęć*, PWN, Warszawa 1988, s. 230.

<sup>6</sup> W średniowieczu św. Augustyn przeciwstawił sobie dwa pojęcia: to co piękne jako takie (*pulchrum*) oraz to co piękne (*aptum*) jako odpowiednie ze względu na odniesienie do kogoś lub czegoś.

nazwać zatem pięknymi w sensie Sokratesa (teorie efektywne), mimo iż nie są estetyczne formalnie.

Platon swoją koncepcję piękna wywodził z przekonania o istnieniu niematerialnego świata idei – z pięknem jako jedną z nich. Piękno, według Platona, to forma na zasadzie partycypacji w świecie idei, jak również miara zgodności między prawzorami a materialnym wytworami Demiurga. Inaczej rozumie formalną naturę piękna Arystoteles, wiążąc piękno z wewnętrzną zasadą bytu albo formą przypadłościową. „Być pięknym, żyjącym stworzeniem, całością złożoną z części – pisał w *Poetyce* Arystoteles – [...] to posiadać określony porządek w ułożeniu tych części”. Jakkolwiek Platon i Arystoteles nie zgadzają się co do tego, czym piękno jest w istocie, obaj traktują je jako obiektywne w tym sensie, że nie jest zależne od podmiotu, które je odkrywa. Przekonania co do formalnej natury piękna podzielał także Tomasz z Akwinu, aczkolwiek jego poglądy w kwestii natury piękna trudno zakwalifikować jako obiektywizm lub subiektywizm. Według niego na definicję piękna składają się trzy elementy: doskonałość, proporcja i blask. Dla Tomasza piękno jest własnością rzeczy, ale uchwytną w relacji przedmiotu do podmiotu.

Mimo tego, że starożytne i średniowieczne teorie piękna wskazywały na jego obiektywny charakter (aczkolwiek różnie rozumiana była tak obiektywność<sup>7</sup>), pojawiały się propozycje wiązania piękna z reakcją podmiotu, który ukierunkowany jest na doświadczenie pewnego przeżycia, tj. przyjemności i zachwyty nad pięknem. Plotyn na przykład jest znany z tego, że krytycznie ustosunkował się do holistycznej koncepcji piękna jako opartego na harmonii części tworzących całość (także to co proste jest piękne), a w *Eneadach* [1.3] zauważa, że duch piękna wyraża się także w wywoływaniu stanu oczarowania, zachwyty, przyjemności.

W kontekście nauki często można napotkać wypowiedzi, które świadczą o swoistym przeżyciu emocjonalnym wywołanym przed skutki i owoce pracy badawczej. Oto kilka wybranych<sup>8</sup>: „Nikt nie studiuje niczego, z czym, w taki czy inny sposób, nie jest związany emocjonalnie” (Desmond Morris, etolog); „Emocja, jako funkcja w odkrywaniu naukowym, posiada podobny wpływ jak w procesie twórczym u artysty” (Agnes Arber, botanik); „Badacz nie studiuje natury, ponieważ to jest użyteczne. On ją bada, ponieważ to przynosi mu przy-

<sup>7</sup> Tatarkiewicz zwraca uwagę, że identyfikowanie stanowiska obiektywistycznego w stosunku do piękna ze starożytnością i średniowieczem, zaś subiektywizmu z nowożytnością jest poglądem fałszywym: „Subiektywistyczne rozumienie piękna pojawiło się już bowiem we wczesnej starożytności i nie było obce wiekom średnim, a obiektywistyczne także w czasach nowych utrzymywało się długo; jeśli ustępowało na jakiś czas pierwszeństwa subiektywistycznemu, to wracało znowu” – *ibidem*, s. 229.

<sup>8</sup> Cytaty w tym akapicie w tłumaczeniu własnym za: R.S. Root-Bernstein, *Aesthetic cognition*, „International Studies in the Philosophy of Science” 2002, t. 16, nr 1, s. 62–64.

jemność, bo to, co bada, jest piękne. Gdyby natura nie była piękna, nie byłaby warta poznania...” (Henri Poincare, matematyk, fizyk). Z pewnością bliska koncepcji estetyki Plotyna byłaby wypowiedź noblisty Alberta Szent-Gyorgyia, który tak określił inspirację prowadzącą do wynalezienia witaminy C: „Byłem wiedziony fascynacją kolorami. Wciąż lubię barwy, dostarczają mi czegoś w rodzaju dziecięcej przyjemności. Zacząłem od pytania: Dlaczego banan staje się brązowy, gdy go uszkodzę...”<sup>9</sup>.

Stowarzyszenie piękna z reakcją podmiotu, który się z nim styka, przybrało jeszcze inne oblicze u schyłku XVIII wieku: oddzielono mianowicie doświadczenie przyjemności od obiektywnego źródła, któremu piękno miało zawdzięczać swój charakter. Empiryści, tacy jak Lock, wybitnie subiektywną naturę doświadczenia piękna wywodzili z obserwacji, że te same zjawiska wydają się różne w kategoriach estetycznych w różnych warunkach. Często mówi się, że prace Davida Hume’a i Immanuela Kanta<sup>10</sup> wpisują się w subiektywistyczną wizję natury doświadczenia piękna. Należy opatrzyć taki pogląd pewnymi zastrzeżeniami. Hume na przykład z jednej strony zdumiewa się „wielką niezgodnością i przeciwieństwami w rzeczach smaku” oraz wskazuje na dwa źródła niejednoznaczności w ustaleniu jasnych kryteriów pozwalających odróżnić piękno od brzydoty: różne usposobienia poszczególnych ludzi, a także zależność do kontekstu obyczajów epoki i kraju. Z drugiej strony zwraca uwagę na pewną zbieżność poglądów na temat kryteriów sądów estetycznych. Trafna i adekwatna ocena piękna odniesiona do danego przedmiotu wymaga kilku warunków: próby czasu, „trwałego podziwu dla dzieł”, rozwijania i pogłębiania wiedzy i biegłości w jakiejś dziedzinie sztuki (nabywanie doświadczenia), znajomości kontekstu oraz zdolności do uchwycenia i oglądu całości dzieła – wszystkich jego elementów. A zatem, chociaż piękno jest dla Hume’a pewnym odczuciem, doświadczenie z nim związane zdecydowanie nie jest wyłącznie subiektywne i relatywne. Dla

<sup>9</sup> Wyrazem fascynacji pięknem postrzeganym w kategoriach światła i formy jest fragment *Enead*: „Mówią tedy wszyscy mniej więcej, że piękno wzrokowe wytwarza symetria części w stosunku do siebie i do całości oraz dodana krasa barw i że w przypadku rzeczy widzialnych, tudzież w ogóle wszystkich innych to, »że są piękne«, znaczy tyle co »że są symetryczne i określone miarą«. Dla owych mówców nie będzie oczywiście piękna żadna rzecz pojedyncza, lecz z konieczności tylko rzecz złożona. I piękna będzie dla nich tylko całość, poszczególne zaś części nie będą piękne same w sobie, lecz tylko dzięki temu, że współdziałają dla całości, by była piękna. Jeżeli jednak piękna jest całość, to piękne muszą być także części, bo przecież nie składa się ona z brzydkich części, lecz piękno musi obejmować je wszystkie. I również barwy tak piękne, jak na przykład światło słoneczne, będą wedle owych rzeczowników poza zasięgiem piękności, ponieważ są pojedyncze i nie posiadają piękna wynikającego z symetrii” (*Enneady*, I 6, 1). Cyt. za: *Powszechna encyklopedia filozofii*, Polskie Towarzystwo Tomasza z Akwinu, Lublin 2007, s. 200.

<sup>10</sup> D. Hume, *Eseje z dziedziny moralności i smaku*, przekł. T. Tatarkiewicz, Warszawa 1955; eseje: *Sprawdzian smaku*; I. Kant, *Krytyka władzy sądzenia* (1791), wydanie polskie 1964.

Kanta natomiast sąd na temat piękna mający podstawę w subiektywnym przedstawieniu, które dzięki wyobraźni odnoszone jest do samego podmiotu („za piękno uważa się unaoczniające przedstawienie nieokreślonego pojęcia intelektu”), ma też charakter emotywny, a nie pojęciowy (nie wyraża wiedzy pojęciowej, nie opiera się na żadnym pojęciu). Zdecydowanie jednak, według Kanta, orzekamy coś nie tylko o osobistych odczuciach, ale także o przedmiocie, nawet jeśli piękno nie jest jego własnością obiektywną.

Jednym z dwóch zasadniczych kryteriów oceny estetycznej w ogólności jest subiektywne poczucie estetyczne (emocjonalne doświadczenie pozytywne lub negatywne). W pracy, odnosząc się do estetycznych ocen wytworów naukowych w fizyce, podajemy przykłady takiej swoistej koherencji emocjonalnej. Tradycyjnie w literaturze filozoficznej dokonuje się demarkacji takiego subiektywnego doświadczenia piękna w odniesieniu do teorii lub modeli naukowych od ich oceny empirycznej. Wydaje się jednak, że bardziej wnikliwa analiza praktyki badawczej uczonych wskazuje na znacznie bardziej złożony charakter wzajemnych relacji między tym, co ściśle empiryczne, a kryteriami pozaempirycznymi.

W tym kontekście trafna, acz zdumiewająca jest wypowiedź Paula Diraca, którą cytuje James W. McAllister: „Ważniejszym jest znaleźć piękno w danych równaniach, niż ustalić ich zgodność z doświadczeniem. [...] Wydaje się, że jeśli badacz pracuje nad równaniami z punktu widzenia uzyskania ich piękna, jak też ma właściwy wgląd w to, co robi, wtedy z pewnością jest na drodze postępu naukowego”<sup>11</sup>.

Kwestią osobną jest pytanie, czy intersubiektywna komunikowalność – tak charakterystyczna w rzeczowym dyskursie naukowym – odnosi się także do ocen estetycznych. Kant w *Krytyce władzy sądzienia* wskazuje na normatywną pochodną subiektywnych ocen estetycznych: dokonując takiej, a nie innej oceny, niejako domagamy się tego od innych. W kontekście naszej pracy pokażemy, że jakkolwiek kryteria estetycznej ewaluacji produktów naukowych ewoluują i zmieniają się, to pewnym z nich można nadać charakter operacyjny (kryteria prostoty) i tym samym skutecznie przekroczyć ramy subiektywności. Takie ustalenia niekoniecznie pociągają za sobą normatywny charakter estetycznych sądów wartościujących w nauce, pozwalają natomiast uzasadnić ich obiektywność odnoszoną do danego kryterium.

Poszukujemy takich własności lub kryteriów ocen estetycznych, które będą zależne od własności nieestetycznych, tzn. nienależących do tej samej kategorii lub w jakiś sposób towarzyszące. Przywołane kryteria prostoty pozwalają na ustale-

---

<sup>11</sup> J.W. McAllister, *Dirac and the Aesthetic...*, s. 87. Tekst oryginalny: “It is more important to have beauty in one’s equations than to have them fit experiment. [...] It seems that if one is working from the point of view of getting beauty in one’s equations, and if one has really a sound insight, one is on a sure line of progress”.



nie pewnej relacji superweniencji między oceną prostoty w kategoriach piękna a oceną prostoty w kategoriach matematycznych. Muszą być tu naturalnie spełnione konieczne warunki: 1) dwa modele, które są oceniane jako piękne, są równocześnie faworyzowane przez dane kryterium pozaestetyczne; 2) jeśli dana rzecz zmieniła się w pod kątem estetycznym, zmianę tę „wykrywa” również kryterium pozaestetyczne.

Ustalenie tak silnej relacji zależności często będzie dość kontrowersyjne. Pokażemy natomiast, że jest możliwe wskazanie pewnego zbioru wartości pozaestetycznych (jak prostota, symetria, moc wyjaśniająca), które są niejako stowarzyszone z oceną estetyczną.

### Współczesne koncepcje dotyczące roli, jaką piękno pełni w nauce

Tradycyjnie w metodologii nauk wyróżnia się empiryczne i pozaempiryczne składniki wytworów naukowych, jakimi są teorie i modele. Bardzo często dyskusja nad tymi składnikami toczy się w kontekście kwestii demarkacyjnych, gdzie ustala się kryteria naukowości odróżniające naukę od pseudonauki. Podstawową trudnością w ścisłym określeniu kanonu kryteriów, które pozwalają na jasną demarkację, jest wielość filozofii nauki, które pociągają swoje własne metafizyczne wytyczne. John Losee pytał w swoim *Wprowadzeniu do filozofii nauki*: „Francis Bacon postrzegał postęp w nauce jako ciąg kolejnych uogólnień indukcyjnych, opartych na rozszerzającej się podstawie faktów. Karl Popper ujmował postęp jako sekwencję śmiałych, poszerzających kontekst przypuszczeń, których nie udało się obalić. A według Imre Lakatosa postęp polega na formułowaniu naukowych programów badawczych. W jaki sposób oceniać konkurujące ze sobą racjonalne rekonstrukcje?”<sup>12</sup>. Można sensownie twierdzić, że kryteria demarkacji, a zatem i naukowości, dotyczą osobno każdego z tych poziomów/kontekstów: teorii jako takich, poszczególnych procedur naukowych, programów badawczych, szeroko pojętej praktyki naukowej lub problemów, które uważa się w istocie za naukowe.

Program logicznego pozytywizmu, zawarty m.in. w pracach Koła Wiedeńskiego, zaproponował kryterium **weryfikacji** jako demarkacyjne w ustalaniu przede wszystkim relacji między nauką w znaczeniu *science* a filozofią (szczególnie metafizyką). Bazowe dla czynności naukotwórczych są zdania, które zdają raport z wyników przeprowadzonych eksperymentów. Takie zdania mogą być potwierdzone bezpośrednio i stanowią podstawę do procedury indukcyjnego wyprowa-

<sup>12</sup> J. Losee, *Wprowadzenie do filozofii nauki*, przekł. T. Bigaj, Prószyński i S-ka, Warszawa 2001, s. 279.

dzania zdań ogólnych. Koncepcja ta została poddana krytyce przez K.R. Poppera, który zarzucił jej dwie podstawowe słabości: po pierwsze, tzw. zdania protokolarne są w istocie zdaniami obciążonymi teoretycznie (użyte terminy nie są czysto spostrzeżeniowe); po drugie, idąc za Hume'em, w dość oczywisty sposób wykazać można nieprawomocność procedur indukcyjnych, które mają prowadzić do zdań ogólnych<sup>13</sup>.

Testowalność i falsyfikowalność teorii to kryteria naukowości zaproponowane przez autora *Logiki odkrycia naukowego*<sup>14</sup>. Ważne w kontekście naszych rozważań jest to, że Popper, faworyzując logiczną analizę działań naukotwórczych, zalicza ją do tzw. kontekstu uzasadniania. Dla Poppera właśnie rekonstrukcja tego kontekstu należy w ścisłym sensie do metodologii lub logiki nauki. Wydaje się, że filozof ten nie interesuje się kontekstem odkrycia, do którego zalicza różne kryteria społeczne i psychologiczne. Niemniej jednak w części *Logiki* poświęconej demarkacji właśnie zapisuje interesujące uwagi o charakterze wyraźnie aksjologicznym: „Przyznaję więc szczerze, że formułując swe propozycje kierowałem się – sięgając najgłębiej – sędami wartościującymi oraz upodobaniami. Mam jednak nadzieję, że propozycje te przyjąć będą mogli ci, którzy cenią nie tylko rygor logiczny, ale również niezależność od dogmatów, którzy mają na oku stosowalność praktyczną, lecz których jeszcze bardziej pociągają przygoda naukowa i odkrycia, wciąż na nowo stawiające przed nami nowe i nieoczekiwane pytania, zmuszające do zaryzykowania nowych odpowiedzi, o jakich się jeszcze nie śniło. Fakt, iż na moje propozycje wpływ mają sądy wartościujące, nie oznacza, bym popełniał błąd, o który oskarżam pozytywistów – próbę uśmiercenia metafizyki poprzez obrzucenie jej wyzwiskami. Nie posuwam się nawet do stwierdzenia, że metafizyka jest bez wartości dla nauk empirycznych. Nie można bowiem zaprzeczyć, że prócz idei metafizycznych, utrudniających postęp nauki, były też inne – jak atomizm spekulatywny – które postępowi sprzyjały”<sup>15</sup>. W naszej pracy poszerzamy niejako tę paletę idei metafizycznych o piękno i związane z nim kategorie estetyczne. Koniecznie trzeba też zauważyć, że myśl Poppera, interpretowana w kontekście klasycznych pojęć epistemologii, takich jak prawda, również przeszła ewolucję. Po zapoznaniu się z rehabilitacją klasycznej koncepcji prawdy przeprowadzoną przez Tarskiego zarzucił on prawie sceptyczne stanowisko wobec prawdy w nauce<sup>16</sup>.

<sup>13</sup> Por. A. Chmielewski, *Filozofia Poppera. Analiza krytyczna*, Wyd. Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław 1995, s. 49–51.

<sup>14</sup> Por. K.R. Popper, *Logika odkrycia naukowego*, przekł. U. Niklas, PWN, Warszawa 2002.

<sup>15</sup> Ibidem, s. 37–38.

<sup>16</sup> Por. K.R. Popper, *Spółczesność otwarte i jego wrogowie*, przekł. H. Krahelska, PWN, Warszawa 1993.

Wydaje się, że interesującym projektem metodologicznym byłoby zinterpretowanie roli, jaką pełnią pozaempiryczne kryteria jako czynniki w szeroko rozumianym postępie naukowym z punktu widzenia metodologii programów badawczych Imre Lakatosa. Swoją koncepcję ustawia on w opozycji m.in. do wspomnianego falsyfikacjonizmu. Przede wszystkim w tym sensie, że podstawową jednostką w rekonstrukcji i ocenie rozwoju nauki jest nie teoria, ale cały program badawczy<sup>17</sup>.

James W. McAllister w swoich kilku ważnych pracach dotyczących roli piękna w nauce proponuje włączenie kryteriów estetycznych jako istotnych w wewnętrznie spójnym obrazie nauki i jej rozwoju. Przede wszystkim dokonuje reinterpretacji klasycznej w popperyzmie kwestii *verisimilitude* i wskazuje na kilka czynników, za pomocą których da się określić stopień „prawdopodobnienia” teorii naukowych<sup>18</sup>: wewnętrzna spójność, relacja koherencji w stosunku do innych teorii (te dwie nazywa *logicznymi*), dokładność, zasięg predykcji, owocność (te ostatnie, to według niego czynniki *empiryczne*). Każda teoria jest oceniana (wartościowana) proporcjonalnie do tego – pisze McAllister – w jakim stopniu realizowane są wspomniane czynniki<sup>19</sup>.

Formułując swoją oryginalną koncepcję dotyczącą roli kryteriów estetycznych, McAllister wymienia kilka podstawowych: prostotę, symetrię, zdolność do interpretacji analogicznej, spójność z dominującymi założeniami metafizycznymi i nazywa je „wyznacznikami piękna” (*indicators of beauty*) w odróżnieniu do wymienionych powyżej „wyznaczników prawdy” (*indicators of truth*). Tę ostatnią kategorię rozwinie na swój sposób Nicholas Maxwell. Założenia wstępne McAllistera są dość ostrożne: „1) wyznaczniki piękna są logicznie różne od wskaźników prawdy w tym, że nie wskazują na korelację do sukcesu empirycznego; 2) w historii nauki istnieje wiele przykładów na to, że wyboru danej teorii nie da się wyjaśnić bez odwołania się do tych empirycznych kryteriów [...]; 3) chociaż wspomniane cztery wyznaczniki piękna można odnaleźć w dyskusji naukowej każdej epoki, ich treściowa zawartość jest zmienna w czasie, tak że teorie wcześniej uznawane za »brzydkie« zyskują silną akceptację estetycznie pozytywną i na odwrót”<sup>20</sup>.

Według prezentowanej w niniejszym artykule koncepcji metodologicznej, kryteria prostoty (takie jak AIC – *Akaike Information Criterion* i jego odmiany) dają sposobność wyrażenia tego balansu między stopniem zgodności z danymi

<sup>17</sup> Zwięzłą krytykę kilku głównych typów metodologii można znaleźć w: I. Lakatos, *Pisma z filozofii nauk empirycznych*, przekł. W. Sady, PWN, Warszawa 1995, s. 172–197.

<sup>18</sup> Wydaje się, że McAllister reprezentuje w tej kwestii stanowisko, które Krajewski określa mianem idealizacyjnej wersji korespondencyjnego pojęcia prawdy. Por. Wł. Krajewski, *Współczesna filozofia naukowa. Metafilozofia i ontologia*, Warszawa 2005, s. 70.

<sup>19</sup> J. McAllister, *Truth and Beauty...*, s. 27.

<sup>20</sup> *Ibidem*, s. 31.

a przyjętą kategorią pozaempiryczną (prostota wyrażona w języku liczby parametrów)<sup>21</sup>. Kryterium AIC szczególnie pomocne jest wtedy, gdy dysponujemy opisem danego zjawiska przez kilka różnych konkurencyjnych modeli. Jeśli modele te wyjaśniają to zjawisko w porównywalnym stopniu, wybieramy ten model, który jest prostszy. Tę różnicę prostoty można skonceptualizować na przykład za pomocą liczby oraz pojęć matematycznych i statystyki. Podstawowy wynik naszych analiz dotyczących AIC pozwala stwierdzić, że w terminologii McAllistera kryterium to łączy zarówno cechy „wyznaczników prawdy”, jak i „wyznaczników piękna”. Jest zatem istotnym krokiem naprzód w stosunku do jego koncepcji. „W kontekście modeli kosmologicznych badanych przez AIC informacja o Wszechświecie wydobywana przez to kryterium w rzeczy samej daje filozofowi niezwykle dużo do myślenia. Tu (tj. w metodologicznym świecie modeli kosmologicznych) kryterium Akaike nie tylko wskazuje na modele, które, będąc najprostszymi w kategoriach liczby parametrów, realizują cel skutecznego przewidywania kolejnych faktów empirycznych (*predictive accuracy*), ale wzmacnia ostrość poważnego problemu: dlaczego Wszechświat da się skutecznie – efektywnie opisywać za pomocą tak niewielkiej liczby parametrów. To nazwijmy problemem prostoty w kosmologii modeli”<sup>22</sup>.

Jedną z podstawowych zalet AIC jest także to, że równowaga między adekwatnością empiryczną a liczbą parametrów modelu, którą zachowuje prezentowane kryterium, chroni przed pochopnym stosowaniem w nauce metodologicznej tzw. brzytwy Ockhama. Pomimo wielu zalet, w historii nauki są też znane jej zgubne skutki. Na przykład Konrad Rudnicki twierdzi, że powstrzymała ona rozwój astronomii na sto lat. Chodzi o tzw. paradoks fotometryczny<sup>23</sup>. Naszym zdaniem problem nie w tym, czy stosować „brzytwę”, ale jak ją stosować (np. w jakiej postaci).

Interesujące przykłady odnajdywania łączników między ideami prawdy i piękna prezentuje Ian Stewart w swojej ostatniej książce *Dlaczego prawda jest piękna?*<sup>24</sup>. Autor po przedstawieniu pasjonującej historii odkrywania symetrii w strukturach matematycznych i odnajdywania ich zastosowań w fizyce wyowiada też wnioski metateoretyczne dotyczące kwestii, którą czasem nazywa się

<sup>21</sup> Por. E. Sober, *Simplicity*, Clarendon Press, Oxford 1975. Por. Ł. Kukier, M. Szydłowski, P. Tambor, *Kryterium Akaike: prostota w języku statystyki*, „Roczniki Filozoficzne” 2009, nr 57, s. 97–126. Por. M. Szydłowski, P. Tambor, *Prostota modelu kosmologicznego a złożoność Wszechświata*, „Roczniki Filozoficzne”, t. LVIII, nr 2, 153–180.

<sup>22</sup> M. Szydłowski, P. Tambor, *Prostota modelu...*, s. 176.

<sup>23</sup> Por. K. Rudnicki, *Jak brzytwa Ockhama na sto lat zahamowała rozwój astronomii pozagalaktycznej*, wykład na sesji naukowej nt. „Zmienność obiektów astronomicznych”, Kraków 2012.

<sup>24</sup> Choć tytuł oryginalny *Why Beauty is Truth?* zdaje się lepiej wyrażać intencje autora. Por. I. Stewart, *Dlaczego prawda jest piękna? O symetrii w matematyce i fizyce*, przekł. T. Krzysztoń, Prószyński i S-ka, Warszawa 2012.

problemem matematyczności przyrody. Stewart idzie dalej i stawia pytania prawie w duchu kantowskim: „Czy Wszechświat naprawdę ma własności matematyczne? Czy tylko jego widoczne cechy matematyczne są jedynie przejawem ludzkiej inwencji? Albo wydaje nam się, że ma własności matematyczne, bo matematyka jest najgłębszym aspektem jego nieskończenie złożonej natury, jedynym, który możemy zrozumieć?”<sup>25</sup>. Odpowiedź Stewarta opiera się przede wszystkim na doświadczeniu matematyka i historyka matematyki i nauki, kiedy twierdzi z naciskiem, że matematyczne piękno nie jest tym samym, co fizyczna prawda, choć jest jej warunkiem koniecznym (ale nie wystarczającym: „wiele pięknych teorii w konfrontacji z eksperymentem okazało się nonsensem”<sup>26</sup>).

Oryginalnym pomysłem McAllistera jest zauważenie pewnego rodzaju indukcji, która łączy kryteria ściśle empiryczne z estetycznymi. Polega to na odnalezieniu korelacji między przypadkami wyboru teorii według kryteriów empirycznych (*indicators of truth*) a wyborami, które opierają się na przyjętej kategorii estetycznej. Argumenty za tym, że ta strategia jest racjonalna, są następujące: a) nie jest to z pewnością przypadek, bo wtedy obserwowane piękno teorii byłoby czymś w rodzaju cudu albo nadzwyczajnego przypadku; b) być może jest to rodzaj koincydencji, która jest świadectwem jakiegoś algorytmu w postępie naukowym; c) jeśli ta koincydencja miałaby charakter nomologiczny, to w sensie raczej statystycznym niż dedukcyjnym; d) może chodzić także o rodzaj *law-like correlation* (korelacji „prawopodobnej”): teoria posiadająca walor zgodności z prawdą, z danymi empirycznymi, wykazuje posiadanie walorów estetycznych.

Z dwóch opozycyjnych stanowisk na poziomie metodologii normatywnej: *metaracjonalizmu* (normy metodologiczne są ustalone *a priori* na podstawie pryncypiów dotyczących natury i celów nauki) oraz *metaindukcyjizmu* (normy metodologiczne ustalane są *a posteriori*, rozwijają się, ewoluują) w kontekście ocen estetycznych preferujemy ten drugi. Naturalnie nie widzimy żadnej sprzeczności w tym, żeby te dwa sposoby konstrukcji norm metodologicznych nie miały funkcjonować w historii nauki równocześnie.

Wypowiedzmy i podsumujmy główne tezy koncepcji indukcji estetycznej. Gdy teoria odnosi sukces empiryczny, posiadane przez nią cechy estetyczne zdobywają – proporcjonalnie do tego sukcesu – znaczenie w ocenie teorii; i odwrotnie: słabość empiryczna teorii wpływa na negatywną ocenę posiadanych przez nią własności estetycznych. Społeczność naukowa tym samym formułuje własny kanon estetyczny (w odniesieniu do teorii naukowej) na zasadzie indukcji. Teoria zostaje uznana za piękną w stopniu, w jakim wykazała się sukcesem empi-

<sup>25</sup> Ibidem, s. 352.

<sup>26</sup> W tym kontekście warto wspomnieć ideę supersymetrii, która – jak wynika z ostatnich obserwacji LHC (*Large Hadron Collider*, wielki zderzacz hadronów w Cernie, por. [online] <<http://wlcg.web.cern.ch/>>) – jest na najlepszej drodze do uzyskania statusu teorii absolutnie pięknej, tyle że nieprawdziwej.

rycznym. Pamiętajmy, że ta ewaluacja cały czas trwa i kanon estetyczny ewoluje. Trzeba jednak wskazać na pewną słabość tych ocen estetycznych: cały czas są w perspektywie retrospektywnej (podobnie jak bioetyka w stosunku do technologii).

### Pozaempiryczne kryteria w ocenie jakości teorii naukowych według Nicholasa Maxwella

Sam tytuł jednej z prac Nicholasa Maxwella stawia odważną tezę metodologiczną: *Non-empirical Requirements Scientific Theories Must Satisfy: Simplicity, Unification, Explanation, Beauty*<sup>27</sup>. Autor wskazuje na kilka istotnych cech, które charakteryzują teorię naukową: 1) sukces empiryczny, 2) zawartość empiryczna oraz 3) prostota, jedność, moc wyjaśniająca, piękno, elegancja, spójność pojęciowa, symetryczność itp. Wagę kryteriów należących do trzeciej grupy w pracy badawczej Maxwell dostrzega w kontekście problemu rywalizujących teorii. Gdy kilka z nich konkuruje ze sobą i są porównywalne w kwestii kryteriów empirycznych, do gry wchodzi kryteria pozaempiryczne.

Wypowiedzmy to w postaci kilku tez i pytań, które wyrażają zarówno istotę, jak i słabości koncepcji nazywanej *aim-oriented empirism*<sup>28</sup>:

1. Nauka jest zobowiązana by dokonywać wielkiego, stałego założenia metafizycznego odnośnie natury badanego Wszechświata.

2. Klasyczny empiryzm (nawet w wersji McAllistera) wplątuje się w podstawowy problem indukcji: jak teorie naukowe mogą być potwierdzone przez dane empiryczne?

3. Rezultatem naszej wiedzy jest także to, że poprawiamy równocześnie naszą wiedzę co do sposobu jej zdobywania.

4. Jeśli dane założenia kosmologiczne i przyjęta metodologia nie wspiera wzrostu wiedzy (w takim stopniu jak konkurencyjny schemat pojęciowy), to założenia te i metody należy zmienić.

5. Wciąż jednak wikłamy się w jeden z podstawowych problemów demarkacyjnych: czy wolno nam testować empirycznie tezy (założenia) metafizyczne?

Jako metodologiczne pole do dyskusji Maxwell wyróżnia podstawowe poziomy w strukturze poznawczej rzeczywistości:

- 1) dane empiryczne;
- 2) akceptowalne fundamentalne teorie fizyczne;

<sup>27</sup> N. Maxwell, *Non-empirical Requirements Scientific Theories Must Satisfy: Simplicity, Unification, Explanation, Beauty*, [online] <<http://philsci-archival.pitt.edu/1759/>>.

<sup>28</sup> Powiedzielibyśmy, że działalność naukowa na pewnym, zarysowanym przez Maxwella poziomie metanaukowym, ukierunkowana jest na osiągnięcie pewnego celu lub zbioru celów mających charakter pozaempiryczny.

- 3) najlepsza wspólnie specyficzna wersja fizykalizmu (*blueprint*);
- 4) teza, że Wszechświat jest fizycznie pojmowalny;
- 5) teza, że Wszechświat jest pojmowalny;
- 6) teza, że Wszechświat jest metapoznawalny;
- 7) teza, że Wszechświat jest częściowo poznawalny;
- 8) teza, że Wszechświat jest taki, że możemy odkryć skuteczny sposób (metodę), który prowadzi do uzyskania o nim wiedzy;
- 9) teza, że wiedza odnośnie tego, co lokalne, może doprowadzić do wiedzy ogólnej (wiedza ogólna jest możliwa);
- 10) możemy nabyć wiedzę lokalną potrzebną do działania.

Relacje między poziomami opisuje Maxwell następująco: uznanie tez poziomów 10 i 9 może jedynie pomóc nauce, nigdy zaszkodzić; schodząc od 8 do 3 dokonujemy coraz bardziej substancjalnych twierdzeń, założeń o naturze Wszechświata; wzrasta poziom uszczegółowienia; wzrasta prawdopodobieństwo tez fałszywych.

Główna idea empiryzmu zorientowanego celowo (w skrócie: EZC) da się wyrazić w taki sposób: kiedy podstawowe cele stają się problematyczne, potrzebujemy ustalenia celów na różnych poziomach ogólności i szczegółowości, tworząc w ten sposób schemat celów, który jest nieproblematyczny, w obrębie którego mamy szansę na poprawne rozpatrzenie celów problematycznych.

Dla poziomów 4–9 tezy poziomu niższego implikują tezy poziomu wyższego. Może się to załamać na poziomie 2, 3, kiedy teorie dotychczas uznawane za fundamentalne pozostają ze sobą w sprzeczności i tym samym nie stanowią egzemplifikacji fizykalizmu na poziomie 4. Rozwój fizyki polega na rozwiązywaniu problemów właśnie na styku tych poziomów.

Celem fizyki jest zbudowanie takiej teorii na poziomie 2, która a) w zasadzie dokonuje predykcji wszystkich fizycznie możliwych zjawisk na poziomie 1; b) implikuje prawdziwe twierdzenia na poziomie 3; c) stanowi egzemplifikację tezy na poziomie 4 o fizycznej pojmowalności. Różne cele (np. zrelatywizowane do poszczególnych dziedzin wiedzy) posiadają swoje własne metody.

Dokonajmy oceny propozycji Maxwella w kontekście dyskusji o roli kryteriów pozaempirycznych, a wśród nich kategorii piękna, w procesie naukotwórczym. W kontekście kosmologii, która jest w tej pracy wyróżniona, przenosimy Maxwellowską metodologię w środowisko modeli teoretycznych<sup>29</sup>. Pozwala to uniknąć problemu, w który wnikła się Maxwell, twierdząc, że kryterium prostoty nie da się sensownie odnieść do teorii fizycznej jako takiej ze względu na wielość równoważnych sformułowań, w których zawartość treściowa teorii da się wyrazić. Gdy zastosujemy znane statystyczne kryteria prostoty, takie jak AIC,

<sup>29</sup> M. Szydłowski, *Cosmological zoo-accelerating models with dark energy*, "Journal of Cosmology and Astroparticle Physics" 2007, nr 007, s. 1–30.

do problemu selekcji nie teorii, lecz modeli, to zagadnienie selekcji da się sprowadzić do szukania pewnej równowagi między adekwatnością empiryczną a liczbą parametrów, które posiada model<sup>30</sup>.

Maxwell natomiast proponuje odnieść tzw. pozaempiryczne kryteria, które wymieniamy w punkcie 3 na początku tego paragrafu, nie do teorii jako struktury aksjomatycznej lub sposobu, a do świata jako takiego, a właściwie do tego, co teoria twierdzi na temat świata, który opisuje. Rolę kryteriów pozaempirycznych, w tym jedności, harmonii i piękna z tym związanego Maxwell upatruje właśnie w tych pozateoretycznych implikacjach, które teoria narzuca naszemu rozumieniu świata.

EZC w pewnym stopniu radzi sobie z podstawowymi problemami nauk indukcyjnych, np. paradoksem confirmacji Goodmana czy *verisimilitude*. Sformułowany przez N. Goodmana w *Fact, Fiction, and Forecast*<sup>31</sup> paradoks dotyczył w oryginalnej wersji zdania ogólnego dotyczącego szmaragdów: „wszystkie szmaragdy są zielone” lub „wszystkie szmaragdy są zielbieskie” (gdzie „zielbieski” oznacza zielony do chwili  $t_0$ , niebieski od chwili  $t_0$ ). Problem w tym, że zaobserwowanie zielonego szmaragdu potwierdza obie hipotezy (a właściwie nieskończenie wiele). Niektóre z rozwiązań paradoksu „zielbieskości” związane były z wykazaniem, że predykat „zielony” jest *rzutowalny*, tzn. że można go wykorzystywać do formułowania uogólnień indukcyjnych lub jest bardziej *zakorzeniony* w procedurze uogólnień indukcyjnych niż „zielbieski”. Wydaje się, że hierarchiczna struktura poznawcza zaproponowana przez Maxwella zawiera rozwiązanie bazujące na tych intuicjach.

Kluczową sprawą w ewaluacji kategorii estetycznych według Maxwella jest moc wyjaśniająca i jedność (unifikacja) teorii.

### **Indukcja estetyczna (Theo A.F. Kuipers) a koherencja emocjonalna (Paul Thagard)**

Dopatrywanie się relacji między empirycznymi a estetycznymi kryteriami w ocenie teorii naukowych przybiera we współczesnej dyskusji metanaukowej różne formy. Warto zestawić dwa wpływowe stanowiska w tej sprawie. Jedno z nich, prezentowane przez T.A.F. Kuipersa, ma charakter wyraźnie psychologizujący, aczkolwiek autor stara się nadać mu wymiar bardziej ogólny. Otóż prawda (prawdziwość) teorii naukowych jest piękna w tym sensie, że wiąże się z pozytywnym emocjonalnie przeżyciem<sup>32</sup>. Jest ono niejako „indukowane” w badaczu, który dostrzega w teoriach prawdziwych symetrię, prostotę itp.

<sup>30</sup> Por. Ł. Kukier, M. Szydłowski, P. Tambor, *Kryterium Akaike...*, s. 97–126.

<sup>31</sup> Por. N. Goodman, *Fact, Fiction, and Forecast*, Cambridge 1954.

<sup>32</sup> T. Kuipers, *Beauty, a Road to Truth*, „Synthese” 131 (3), s. 291–328.



Właściwie w indukcji estetycznej chodzi o metaindukcję: indukcyjne postrzeganie cech pozaempirycznych jako relewantnych poprzez bycie skorelowanym z sukcesem empirycznym teorii (zwykła indukcja empiryczna nazywana jest przez autora „object-indukcją”). Teorię piękną w odniesieniu do teorii fizycznych można postrzegać także jako rodzaj koherencji emocjonalnej: naukowcy postrzegają teorię jako piękną, kiedy wykazuje spójność z danymi empirycznymi i ich przekonaniem dotyczącymi natury badanego zjawiska<sup>33</sup>.

Wskazemy na wypowiedzi, które potwierdzają przekonanie, że piękno mierzone jest koherencją conceptualną: „wiem wszystko, ale nie rozumiem z tego nic” – rozumieć coś, to rozpoznać związki między tym a innymi twierdzeniami; rozpoznać wzór (*pattern*) w świecie pojęć; dostrzegać prawidłowości w sieci naukowych przekonania; W. Heisenberg, *The Meaning of Beauty in the Exact Sciences*: „Piękno, to zgodność/ dostosowanie między częściami wzajemnie i między częściami a całością”; R. Feynmann: „Kiedy widzi się dwa prawa jako powiązane ze sobą, tak że rozumowanie prowadzi badacza od jednego do drugiego [...], wtedy docenia się piękno relacji między naukowymi tezami”. Weinberg natomiast piękno teorii wiąże z cechą, którą nazywa: „ścisłością (także w sensie pewnej sztywności) teorii fizycznej”. Teoria jest ścisła do tego stopnia, że żadna jej część nie może zostać zmieniona, bez utraty spójności całości. Paul Thagard wskazuje na jeszcze inny aspekt traktowania piękna teorii naukowej miarą koherencji: gdy czerpiemy z teorii więcej informacji, niż zostało jej dostarczone.

Sedno tego podejścia jest następujące: estetyczne kryterium, w tym rozumieniu, jest znakiem zrozumienia treści teorii w ujęciu strukturalnym; takie piękno nie leży w indywidualnych cechach teorii – pojedynczych cechach jej składników; np. czy teoria opisuje kształt orbit planetarnych jako okręgi czy jako elipsy; czy teoria zakłada determinizm czy indeterminizm; nie chodzi też o to, że teoria jest prosta lub symetryczna w jakimś sensie. To są cechy estetyczne i mogą rzeczywiście pełnić rolę epistemiczną w wyborze teorii. Nie są to jednak własności, które można nazwać charakterystyką w terminach estetycznych.

Przykładem jest podejście Keplera: nie chodziło o odkrycie szczególnej własności, jak cykliczność ruchu. Dla Keplera celem nauki było odkrycie harmonii natury zawartej w samej naturze praw ogólnych rządzących ruchem. Nazwijmy pogląd Keplera wkładem astronoma nie do astronomii jako takiej, ale do metodologii współczesnej nauki podkreślającej znaczenie estetycznych odniesień nauki. Kepler, jak się wydaje, postrzegał harmonię bardziej ogólnie w fakcie istnienia pewnych struktur tkwiących w strukturze samych praw ujmowalnych w terminach matematycznych relacji regularności w świecie zjawisk. Prawa te posiadają postać równań różniczkowych jako ogólnych modeli procesów deterministycznych

<sup>33</sup> P. Thagard, *Coherence in Thought and Action*, The MIT Press.

i Kepler każe nam poszukiwać struktur w tych równaniach. Dzisiaj znamy zjawisko chaosu deterministycznego i potrafimy odkrywać piękne struktury fraktalne w przestrzeniach stanu układu (przestrzeni fazowej). Można by rzec, że to Kepler dostrzegał strukturalny charakter piękna dostrzeganego nie w samych zjawiskach, ale w prawach opisujących ruch układów wyrażonych w strukturze równań. Chaos deterministyczny posiada strukturę, która stała się niezwykle interesującym przedmiotem badań nieliniowej dynamiki<sup>34</sup>.

Innymi słowy: piękno wypływające i wiążące się ze zrozumieniem treści teorii naukowych nie jest jedną cechą, ale ogólną strukturalną koherencją cech – piękno w nauce ma naturę strukturalną (to jest szczególnie ważna teza). Filozofia Keplera była interesująca, bo powiązana z poszukiwaniem harmonii nie tyle w realnej rzeczywistości, ile w samych prawach, które ją opisują. W tych kategoriach przykładem, który pokazuje istotę piękna, są symetrie w fizyce: zwróćmy uwagę na ważną różnicę między symetriami akcydentalnymi (jako izospin) a symetriami fundamentalnymi (jak symetrie cechowania). Te ostatnie są uważane za pojęciowo dobrze powiązane i teoretycznie ściśle. W tym sensie objawiają cechy estetyczne niejako stowarzyszone z rozumieniem. Piękno tkwi nie w tym, że są symetriami, ale w tym, że są fundamentalne. Piękno jest w ich strukturze, a przede wszystkim w roli, jaką pełnią.

## Zakończenie

W obrębie filozofii nauki powstaje coraz więcej prac, które należą do nurtu refleksji o charakterze aksjologicznym<sup>35</sup>. Naszym celem nie były jednak rozważania o charakterze głęboko normatywnym. Wychodząc od obserwacji praktyki badawczej nauk przyrodniczych, a szczególnie jawnie obecnych w niej elementów ocen w kategoriach estetycznych, staraliśmy się odpowiedzieć na kilka podstawowych pytań: Czy i na ile jest racjonalne opieranie się na kryteriach estetycznych, gdy poszukuje się w nauce prawdy? Czy subiektywne doświadczenie piękna może prowadzić do obiektywnej prawdy?

Dokonałiśmy prezentacji i krytyki kilku wybranych podejść do problemu wzajemnych relacji między kategoriami empirycznymi i estetycznymi w nauce. Jedne

<sup>34</sup> Por. J. Pietrak, M. Szydłowski, P. Tambor, *Fraktale: konstrukcja czy emergencja – część I. Fraktalne jednostki emergencji w klasycznym schemacie pojęciowym*, „Zagadnienia Naukoznawstwa” 2010, nr 1 (183) s. 43–64; J. Pietrak, M. Szydłowski, P. Tambor, *Fraktale: konstrukcja czy emergencja? Część II. Emergencja fraktalna w podejściu quasi-empirycznym*, „Zagadnienia Naukoznawstwa” 2010, nr 2 (184), s. 271–302.

<sup>35</sup> W języku polskim por. A. Motycka, *Wiedza a wartości*, IFiSPAN, Warszawa 2001; A. Lekka-Kowalik, *Odkrywanie aksjologicznego wymiaru nauki*, Wyd. KUL, Lublin 2008; Z. Hajduk, *Nauka a wartości. Aksjologia nauki*, TN KUL, Lublin 2008.

z nich ograniczały się do stwierdzenia psychologicznego przeżycia estetycznego towarzyszącego odkryciu w nauce teorii bliskiej prawdzie. Inne, szczególnie nas interesujące, dokonywały prób uchwycenia istotnej korelacji między empirycznymi a pozaempirycznymi własnościami teorii lub modeli w nauce. Słabością takiego podejścia jest, mimo prób zastosowania indukcyjnych uogólnień, niemożność wykazania związku logicznego między tymi dwoma grupami kryteriów. Maxwellowska próba wykazania, w jaki sposób pozaempiryczne kryteria już nie są podstawą oceny, ale wyznaczają kierunek badań naukowych, wzięła się niestety w znane problemy demarkacyjne (*nietestowalność*) i nie do końca oddaje złożoność praktyki badawczej. Znane jest powiedzenie Thomasa Huxleya: „Nauka jest zorganizowanym zdrowym rozsądkiem, gdzie wiele pięknych teorii zabił brzydki fakt”. Najbardziej interesująca wydaje się być teoria indukcji estetycznej McAllistera; natomiast jej słabością jest podstawowa wątpliwość, czy sukces empirycznej teorii jest równoznaczny z jej stopniem prawdziwości.

Naszym podstawowym twierdzeniem jest, że wychodząc od klasycznej koncepcji piękna, którego istotę niejako „wypowiada się” na przykład w kategoriach symetrii czy prostoty, jesteśmy w stanie iść dalej niż wspomniani autorzy i wskazywać na narzędzia obecne w faktycznej praktyce badawczej, które pozwalają oszacować miarę prostoty lub z symetrii wyprowadzić prawa.

Warto zauważyć, że kategoria piękna jest żywa w nauce, mimo iż w sztuce przeszła tak radykalną ewolucję i czasem uważana jest za zbędną w estetyce, co jakby automatycznie wyklucza dyskusję o estetycznych walorach nauki. Waleorem wyróżnionych w pracy estetycznych konotacji teorii naukowych (jak prostota lub symetria) jest fakt, że są „przewodnikami” do obszaru nowej fizyki. Dobrym tego przykładem jest zasada kosmologiczna. Postulat maksymalnej symetrii przestrzennej (jednorodności i izotropii) pozwolił nam na wyprowadzenie ze skomplikowanych równań Einsteina modelu kosmicznej ewolucji w skalach kosmologicznych. W tej skali Wszechświat posiada struktury wielkoskalowe i niedokładnie spełnia zasadę kosmologiczną. Gdybyśmy tej filozofii prostoty nie zaadaptowali, ten obszar byłby nam nieznany tak samo jak fakt ekspansji Wszechświata (przestrzeni).

W pracy pokazaliśmy, że zaprezentowane teorie J. McAllistera i N. Maxwella, które proponują włączenie w proces selekcji teorii i modeli naukowych także kryteriów pozaempirycznych, można istotnie wzbogacić, włączając kryteria informacyjne i kryteria selekcji Bayesowskiej. W kosmologii współczesnej centralnym zagadnieniem jest tzw. problem ciemnej energii (dlaczego obecny Wszechświat przyspiesza?). W kontekście rozwiązania tego zagadnienia pojawia się wiele modeli teoretycznych, które równie dobrze tłumaczą dane obserwacyjne i są równie skuteczne; modele te są modelami konkurencyjnymi, ale wybór najlepszego z nich – tzw. standardowego modelu kosmologicznego – jest dokonywany w oparciu o kryterium prostoty. Ten model jest modelem o najmniejszej liczbie parametrów

(dwa parametry: parametr Hubble'a oraz parametr gęstości materii), który wyjaśnia zagadkę przyśpieszającego Wszechświata. Wobec tego decydujące o wyborze modelu, który często jest nazywany *concordance model*, staje się kryterium prostoty wyrażone w terminach teorii informacji.

### **Podziękowania**

Autorzy są wdzięczni prof. Krzysztofowi Maślance za dyskusję i podanie przykładu koherencyjnej natury piękna w poglądzie prof. A. Schinzla.