

(Post)konstrukttywizm na temat technonauki

Ewa Bińczyk
Instytut Filozofii
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
Ewa.Binczyk@umk.pl

Otrzymano²⁰: 5 listopada 2012; zaakceptowano: 3 grudnia 2012; opublikowano online: 30 czerwca 2013.

Abstrakt

Cele tekstu przedstawiają się następująco: 1) wskazanie, iż (właściwie dookreślona) perspektywa konstruktivistyczna pozwala na satysfakcjonujące modelowanie poznania, w tym również fenomenowi skuteczności praktyk laboratoryjnych, 2) rekonstrukcja oraz uwypuklenie znaczenia najnowszych tendencji w obrębie tak zwanych studiów nad nauką oraz technologią, które skłaniają do zastąpienia używanej wobec nich etykiety *konstrukttywizmu społecznego* terminem *(post)konstrukttywizmu*, 3) wskazanie, w jaki sposób (post)konstrukttywizm konceptualizuje fenomen technonauki.

Słowa kluczowe: studia nad nauką i technologią / socjologia wiedzy naukowej; (post)konstrukttywizm; technonauka; praktyki laboratoryjne.

Uwagi wyjściowe – wokół konstrukttywizmu²¹

Zamierzenia badawcze poniższego artykułu określić można następująco: 1) wykazanie, iż (właściwie dookreślona) perspektywa konstruktivistyczna pozwala na satysfakcjonujące modelowanie poznania, w tym również fenomenowi skuteczności praktyk laboratoryjnych, 2) rekonstrukcja oraz uwypuklenie znaczenia najnowszych tendencji w obrębie tak zwanych studiów nad nauką oraz technologią, które skłaniają do zastąpienia używanej wobec nich etykiety *konstrukttywizmu społecznego* terminem *(post)konstrukttywizm* – co

²⁰ Tekst jest przejrzaną wersją artykułu opublikowanego w r. 2010 na łamach czasopisma *Zagadnienia Naukoznawstwa*, 2(184): 231-251. Publikacja za uprzejmą zgodą właścicieli praw do tekstu.

²¹ Interesujące rozwinięcie niektórych wątków zaprezentowanych w niniejszej pracy znajdzie czytelnik w opublikowanej niedawno książce tej samej autorki pt. *Technonauka w społeczeństwie ryzyka. Filozofia wobec niepożądanego następstwa praktycznego sukcesu nauki* (Ewa Bińczyk 2012. Toruń: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika).

może okazać się przydatne szczególnie w kontekście recepcji w Polsce, 3) wskazanie, w jaki sposób (post)konstrukttywizm konceptualizuje fenomen technonauki.

Prezentowane tu stanowisko wpisuje się w obszar konstruktywistycznej refleksji nad nauką (także nad naukami ścisłymi), już od pewnego czasu rozwijanej oraz rekonstruowanej w Polsce (por. np. Zybortowicz 1995, 1999, Sikora 2006, Abriszewski 2008, Abriszewski, Afeltowicz 2007, 2009, Bińczyk 2004, 2010). Tekst wykorzystuje przede wszystkim ustalenia teorii aktora-sieci Bruno Latoura, a także wybrane tezy Andrew Pickeringa, Harry`ego Collinsa, Stevena Shapina, Karin Knorr-Cetiny oraz Iana Hackinga. Koncepcje wymienionych wyżej autorów (i autorki) wywodzą się ze wspomnianego obszaru studiów nad nauką oraz technologią, określanego czasem także jako socjologia wiedzy naukowej. Wyrastają one mniej więcej w latach 70. XX wieku z tak zwanego mocnego programu socjologii wiedzy Szkoły Edynburskiej. Badania te obejmują empiryczne studia przypadków z obszaru historii nauki oraz technologii, jak również analizy dynamiki kontrowersji naukowych czy też procesów stabilizowania odkryć oraz innowacji. W ramach studiów nad nauką oraz technologią podejmuje się ponadto badania dotyczące roli konkretnych praktyk laboratoryjnych, eksperymentalnych, organizacji przedsięwzięć badawczych, roli aparatury, instrumentów badawczych, materiałów, próbek, a także wymiaru wiedzy milczącej, czy wreszcie instytucjonalnego aspektu badań naukowych.

W polskiej humanistyce wyróżnić możemy z całą pewnością kilka odrębnych, charakterystycznych sposobów odczytywania czy też projektowania konstrukttywizmu. Poniższe zestawienie w żadnym wypadku nie rości sobie pretensji do zupełności, pozostaje też ono (z braku miejsca) dość hasłowe. Wspomnijmy jednak dla porządku, iż obok wspomnianego konstrukttywizmu w badaniach nad nauką (laboratoryjną), konstrukttywizm bywa interpretowany po prostu jako stanowisko teorii socjologicznej, czy też specyficzna wizja społeczeństwa, inspirowana tradycjami socjologii wiedzy. Podkreśla się wówczas, iż wiedza współtworzy strukturę społeczną, a oba te wymiary, tj. ład wyobrażeń zbiorowych i porządek społeczny podlegają procesom konstruowania. Wzorcowe dla tego nurtu pozostaje z całą pewnością znane opracowanie Petera Bergera i Thomasa Luckmanna *Społeczne tworzenie rzeczywistości* (Berger, Luckmann 1983). Z drugiej strony, obserwować możemy wątki konstruktywistyczne w różnorodnych modelach poznania inspirowanych dziedzictwem epistemologii Immanuela Kanta. Modele te podkreślają aktywną rolę podmiotu (języka, teorii, kultury, konwencji) w procesie poznania. Przedmiot poznania nie jest tu pojmowany jako dany z góry, ale jako (współ)konstruowany, determinowany apriorycznymi uwarunkowaniami podmiotowymi różnej proveniencji. Co ciekawe, jedno z najbardziej wyrazistych i rozbudowanych polskich stanowisk konstruktywistycznych, czyli ujęcie Andrzeja Zybortowicza zaprezentowane w pracy *Przemoc i poznanie. Stu-*

dium z nie-klasycznej socjologii wiedzy (Zybertowicz 1995), scala wszystkie trzy wymienione powyżej tendencje.

Byłoby niedopatrzeniem pominięcie jeszcze jednego nurtu badań, któremu zasadnie przypisać możemy etykietkę konstrukttywizmu. Chodzi o rozwijane w obszarze nauk o komunikacji oraz badań literackich stanowiska inspirowane tak zwanym radykalnym konstrukttywizmem Ernsta von Glasersfleda, Heinza von Foerстера, Humberta R. Maturany, Francisco J. Vareli, czy teorią systemów Niklasa Luhmanna. Autorka nie czuje się kompetentna, by wyczerpująco dookreślić ten nurt, odsyłając przede wszystkim do opracowania *Konstrukttywizm w badaniach literackich* (Kuźma, Madejski, Skrendo 2006, zob. też: Kawczyński 2003)²².

* * *

Teza wyjściowa niniejszego artykułu głosi, iż konstrukttywizm pozostaje ciągle atrakcyjną i obiecującą propozycją. W szczególności dotyczy to teorii aktora-sieci oraz tradycji studiów nad nauką i technologią, gdzie obiecująco wyjaśnia się skuteczność, jak i profesjonalizm obu tych dziedzin (to znaczy nauki oraz technologii²³). Przyszynajmy jednak na wstępie, iż metafora konstrukcji czy konstruowania, a szczególnie konstrukcji społecznej już wielokrotnie wiodła interpretatorów na manowce (por. Hacking 2000: 1–62). Podobnie jak każda inna metafora czy też po prostu kategoria wykorzystywana do budowy teorii, ma ona eksploatowane przez jej użytkowników zalety, ale też i wady. Uwydatniając wybrane cechy opisywanej dziedziny, inne zakrywa, prowokując nie zawsze zamierzone przez autorów odczytania.

Zapytajmy zatem, jakie wartościowe funkcje spełnia interesująca nas tu metafora? Przede wszystkim zaznaczmy, iż „konstruować” oznacza coś tworzyć, budować. Konstrukttywizm skłania więc ku temu, aby modelować poznanie jako pewną praktykę, rodzaj twórczego działania. Po drugie, perspektywa konstrukttywistyczna pozwala konceptualizować poznanie jako przedsięwzię-

²² Należałoby wymienić jeszcze jedną pozycję, zatytułowaną *Konstrukttywizm w humanistyce* (Kowalski, Pałubicka 2003). Jest to jednak zbiór artykułów podejmujących niezwykle różnorodne wątki (np. rekonstrukcje koncepcji Ernesta Gellnera, Samuela Huntingtona, a także wątek konstrukttywizmu Martina Heideggera). Wiele z zawartych w tej książce tekstów, w tym również sam wstęp (!) nie koncentruje się wprost wokół kwestii konstrukttywizmu. Wstęp podaje jedynie, iż kluczowe problemy opracowania, tzn. kwestie *naukowości humanistyki* oraz *kondycji filozofii* wpisują się w obszar „szeroko rozumianego konstrukttywizmu”, wspomina on też na marginesie „badanie sposobu konstruowania przez nasze myśli i działania otaczającego nas świata”.

²³ W języku polskim istnieją dwa bliskoznaczne terminy: „technika” oraz „technologia”, w odniesieniu do których można chyba mówić o istnieniu pewnego zamętu definicyjnego. Nie zagłębiając się w debaty terminologiczne, na potrzeby niniejszego artykułu przyjmijmy jedynie, za opracowaniem *What Things Do. Philosophical Reflections on Technology, Agency, and Design*, iż „technika” oznacza wszelkie umiejętności związane z wytwarzaniem oraz obróbką artefaktów (por. Verbeek 2005: 3), natomiast termin „technologia” odnosi się już do wynalazków nowoczesnych, opartych na odkryciach naukowych, które zaczęły pojawiać się w XIX stuleciu.

cie zbiorowe. Konstruowanie nie dokonuje się tu w pojedynkę, lecz wymaga współpracy. Warto w tym miejscu podkreślić istnienie różnicy pomiędzy konstruowaniem jako pewnym procesem, a konstruktem jako produktem, efektem tego procesu. W niniejszym tekście bardziej interesować nas będzie konstruowanie (szczególnie w obszarze nauki oraz technologii), poprzez które powinniśmy rozumieć po prostu budowanie relacji i ich stabilizowanie, tworzenie powiązań, mobilizowanie zasobów. Co ciekawe, w tej interpretacji byłby to termin bliski klasycznemu socjologicznemu pojęciu instytucjonalizacji. Tak pojęte konstruowanie to przedsięwzięcie stopniowe, rozciągnięte w czasie. Jak z tego wynika, nie można konstruować w pojedynkę, tak jak nie można dokonać prywatnej instytucjonalizacji czegokolwiek²⁴.

Wreszcie, metafora konstruowania sugeruje, iż to, co podlega wytworzeniu, to, co (s)konstruowane nie może być zastane, dane z góry czy gotowe. Rezultaty zabiegów konstruowania posiadają swą historię, wyłaniają się w pewnych procesach, stabilizują. Perspektywa konstruktywistyczna pozwala zatem na to, aby efekty konstruowania ujmować jako przygodne (co sytuuje konstruktywizm na pozycjach antyesencjalistycznych²⁵).

Poza konstruktywizmem społecznym, począwszy już od mocnego programu

Kwestia statusu wiedzy naukowej to jeden z najbardziej newralgicznych obszarów dyskusji pomiędzy zwolennikami oraz przeciwnikami konstruktywizmu. Bardzo często odwołanie do praktycznego sukcesu technologii figuruje jako ważny element argumentacji uzasadniających tezę głoszącą epistemologiczne uprzywilejowanie nauki. Jak zwraca uwagę choćby Richard Boyd, a za nim Hilary Putnam (oraz wielu innych), byłoby „cudem”, gdybyśmy budowali skuteczne technologie w oparciu o fałszywe, niepewne, nieadekwatne teorie²⁶. Żaden typ refleksji, która dotyczyć ma nauki, szczególnie współczesnej, nie powinien ignorować faktu jej spektakularnego sukcesu praktycznego. Uwa-

²⁴ Stąd też dowcipna propozycja dla konstruktywisty, którą znajdziemy w artykule Elżbiety Kałuszyńskiej, zdekonstruowania czy skonstruowania kapci pod łóżkiem, jest po prostu źle adresowana; por. recenzję książki Zybertowicza *Przemoc i poznanie. Studium z nie-klasycznej socjologii wiedzy* (Kałuszyńska 1999).

²⁵ Esencjalizmem nazywam stanowisko filozoficzne, w obrębie którego zakłada się istnienie oraz poznawalność własności esencjalnych, tj. obiektywnych, danych z góry, niezmiennych, wewnętrznie przynależnych naturze danych rzeczy. Własności owe stanowią istotę danego obiektu. Antyesencjalizm postrzega natomiast „esencje” jako historyczne, przygodne, przelotnie ustabilizowane. Z tradycyjnego punktu widzenia nie są one już esencjami. Esencjalizmowi często towarzyszy ontologia o charakterze substancjalnym, natomiast antyesencjalizmowi – ontologia relacyjna. Pisałam na ten temat już wcześniej (por. Bińczyk 2007: 47–57).

²⁶ Putnam, odwołując się do Boyda pisze: „(a)rgument pozytywny jest taki: realizm jest jedyną filozofią, która nie implikuje, że sukces w nauce trzeba widzieć jako cud” (Putnam 2002: 260; por. też Grobler 2006: 265).

żam za warte podkreślenia (szczególnie w kontekście recepcji polskiej), iż w odniesieniu do najnowszych badań w obrębie studiów nad nauką oraz technologią z całą pewnością nie możemy mówić o takim rodzaju zaniedbania.

Ujęcia będące w centrum zainteresowań tego artykułu, tzn. stanowiska Latou-
ra, Hackinga, Pickeringa i innych w sposób krytyczny odnoszą się do tezy gło-
szącej *społeczne* konstruowanie rzeczywistości²⁷. Zamiast koncentracji wy-
łącznie na wymiarze instytucjonalnym, koncepcje te charakteryzują się wy-
rażnym uwypukleniem wymiaru laboratoryjnego, praktycznego, instrumen-
talnego oraz eksperymentalnego nauki, charakteryzowanej jako przedsię-
wzięcie zbiorowe. Oryginalność diskutowanych tu stanowisk polega na tym,
iż podejmuje się w ich ramach próby modelowania praktyk laboratoryjnych
jako *zarazem*: 1) usytuowanych materialnie, gwarantujących skuteczność;
2) empirycznie niedookreślonych (co oznacza odrzucenie wygórowanych
roszczeń epistemologicznych reprezentacjonizmu); a także 3) zinstytucjoni-
zowanych podług standardów i kryteriów, które pozostają historycznie przy-
godne (oznacza to z kolei odsunięcie podstawowych przesądzeń esencjali-
zmu). Co więcej, koncepcje te zachowują pewnego rodzaju intuicje realistycz-
ne, do czego wracam poniżej.

Nawet mocny program socjologii wiedzy Davida Bloora i Barry`ego Barnes
nie powinien być chyba interpretowany tak jednostronnie, jak miało to miej-
sce w polskich komentarzach – to znaczy jako konstrukttywizm *społeczny*,
forma redukcjonizmu *socjologicznego* czy relatywizm, który głosi, iż subkultu-
ry uczonych „tworzą sobie odmienne światy” (por. np. Grobler 2006: 275,
Grudka 2003: 79–80). Stanowisko Szkoły Edynburskiej stworzono w trosce
o metodologiczną poprawność badań nad poznaniem, nauką, ich historią oraz
społecznymi uwarunkowaniami. Reguły metodologiczne mocnego programu
legły u podstaw wielu obiecujących badań empirycznych. Jak starałam się
argumentować gdzie indziej, stanowisko Barnes’a i Bloora pozostaje z gruntu:
1) naturalistyczne, 2) scjentystyczne i 3) materialistyczne (por. Bińczyk 2010a).
Wyjaśnijmy pokrótce te trzy elementy.

Mocny program, jak podkreślają jego twórcy i komentatorzy, oferuje „natura-
listyczną” rekonstrukcję przekonań (w tym przekonań naukowych) (Nola
2008, s. 263–266; Barnes, Bloor, Henry 1996, s. 3, 173, 182). Naturalizm ozna-
cza w tym kontekście przedstawianie wyjaśnień, które pochodzą wyłącznie
z obszaru nauk empirycznych (psychologia, socjologia, nauki kognitywne oraz
biologiczne). Opisując fenomen ludzkiej wiedzy (w tym również nauk ścisłych,

²⁷ Por. wydanie specjalne *Science Technology & Innovation Studies* zatytułowane *What Comes after Constructivism in Science and Technology Studies?* (Meister i in. 2006). Warto podkreślić w tym miejscu, iż Latour i Woolgar usunęli określenie „społeczna” z tytułu późniejszych wydań swej książki *Laboratory Life: The Social Construction of Scientific Facts* (Latour, Woolgar 1979).

matematyki i logiki), brytyjscy socjologowie systematycznie unikają odwołań do filozoficznych pojęć normatywnych, takich jak prawdziwość czy też racjonalność. Twórcy mocnego programu socjologii wiedzy postrzegają ponadto własne przedsięwzięcie jako ściśle naukową analizę samej nauki. Bloor określa nawet swoje podejście mianem scjentyzmu, podkreślając, iż kryteria naukowości zawsze są metodologiczne. Wyznacznikiem naukowości jest zgodność z określonymi procedurami, standardami, regułami, innymi słowy – normami (Bloor 1991, s. 160). Rzetelność metodologiczną wyznaczają zastane i uznawane powszechnie reguły poprawnego prowadzenia badań. Jak wszystkie reguły praktyki ludzkiej, są one w swych źródłach historyczne. Jednak innymi normami my po prostu nigdy nie dysponujemy.

Stanowisko Szkoły Edynburskiej określić można również jako materialistyczne czy realistyczne. Współtwórcy mocnego programu określają się jako zdecydowani przeciwnicy metodologicznego idealizmu – stanowiska ignorujące rolę przyrody w procesie poznania. Podstawą wiedzy jest bowiem relacja przyczynowa pomiędzy poznającym a jego środowiskiem. Innymi słowy, dopuszcza się tu istnienie „niezwerbalizowanego czynnika sprawczego” ludzkiej wiedzy²⁸. Wpływ przyrody na to, jakie przekonania formułujemy na jej temat, pozostaje jednak empirycznie niedookreślony – nie pozwala się on jednoznacznie specyfikować, ze względu na zjawisko niedookreślenia empirii przez teorię, do którego powracam poniżej.

Zbanalizowana wersja realizmu

Omawianym tu stanowiskom przypisać możemy pewną formę trywialnego realizmu²⁹. Sprowadzałyby się on po prostu do przyjęcia, że poznanie (oraz działanie) rozgrywa się w pewnym środowisku, otoczeniu. Podobne rozstrzygnięcie proponuje polski mikrobiolog i badacz nauki, wiązany z tradycją socjologii wiedzy naukowej, Ludwik Fleck. Stwierdza on: „(s)łowa >>rzeczywistość<< używam (tylko) ze względów gramatycznych jako koniecznego przedmiotu gramatycznego w zdaniach o czynności poznawania” (Fleck 1986: 198). Przywoływane w niniejszym tekście stanowiska przyjmują istnienie otoczenia jako pewnej potencjalności, w ramach której rozgrywa się konstruowanie.

Banalnemu realizmowi towarzyszy jednak zdecydowany a-reprezentacjonizm. Przyjmuje on, iż cechy rzeczywistości nie mogą być jednoznacznie reprezentowane czy dookreślone niezależnie od ludzkich działań, procedur, rozstrzygnięć poznawczych. Odrzuca się tu zbyt ambitny epistemo-

²⁸ Czytamy: „»rzeczywistość« jest po prostu ogromnym skomplikowanym ciągiem niezwerbalizowanej informacji, którą grupujemy” (Barnes, Bloor 1993: 107).

²⁹ Kwesie zbanalizowanego realizmu, niedookreślenia praktyki laboratoryjnej oraz technonauki poruszam częściowo również w dwóch innych tekstach (Bińczyk 2009, 2010).

logicznie projekt reprezentacjonizmu, który głosi, iż: 1) ludzka wiedza adekwatnie reprezentuje rzeczywistość; 2) jest przy tym tylko jedna relacja adekwatnej reprezentacji; 3) dzięki uzyskiwaniu adekwatnej reprezentacji wiedzy do rzeczywistości, nauka oraz technologia osiągają swój sukces praktyczny.

A-reprezentacjonizm nie wiąże się jednak z porzuceniem dość słabej tezy, iż w naszych działaniach poznawczych, w tym także w praktyce naukowej dążymy do budowania modeli. Podstawową funkcją modelowania jest symulowanie wybranych aspektów otoczenia. Manipulacja modelami zjawisk często pozwala na wypracowanie wartościowych rozwiązań teoretycznych oraz praktycznych, gwarantujących powtarzalność rezultatów. W nauce stale podejmujemy wysiłki ustanawiania powiązań pomiędzy różnorodnymi elementami, na przykład pomiędzy próbką tkanki, wynikiem testu, reakcją chemiczną a chorobą. Powiązania te w teorii aktora-sieci Latoura nazywane są „sieciami translacji”, czy też „sieciami referencji”. Budowanie „łańcuchów referencji” pojmowane jest tu jednakże słabiej, niż robi się to w obrębie wielu tradycyjnych stanowisk epistemologicznych. Latour odrzuca samo założenie istnienia ontologicznej „przepaści” pomiędzy światem a jego reprezentacją (proponując zignorowanie problematyki adekwatności reprezentacji do rzeczywistości). Teoria aktora-sieci rekonstruuje w zamian praktyki budowania modeli czy „łańcuchów krążącej referencji” w laboratoriach. Praktyki te obejmują rozliczne próby ustanawiania oraz podtrzymywania całej sieci, często rozproszonych, relacji pomiędzy różnego rodzaju konkretnymi elementami (por. Latour 1999: 24–79; Bińczyk 2007: 223–233, Abriszewski, Afeltowicz 2007, 2009). W przypadku badań rozrostu dżungli Amazońskiej w stosunku do sawanny w Brazylii będą to: mapy, oznaczone drzewa, próbki gleby, wskaźniki barw, skrzynka, w której zestawia się próbki ze sobą, tabele, rysunki, testy chemiczne, ostateczna publikacja naukowa. W innych badaniach mogą to być substancje chemiczne, wskaźniki na poszczególnych instrumentach pomiarowych, diagramy, itd. W praktyce badawczej wiąże się ze sobą poszczególne elementy modelujące pewne zależności, nie ma wśród nich jednak ani nagiej Przyrody, ani jednoznacznej, ostatecznej, Adekwatnej Reprezentacji.

Niedookreślenie... praktyki laboratoryjnej

Objaśnienie źródeł wspomnianego tu a-reprezentacjonizmu wymaga odwołania się do znanej tezy Duhema-Quine`a związanej z problemem „niedodeterminowania” czy też może „niedookreślenia” (jak tłumaczy Adam Grobler) teorii przez empirię. Rzecz jasna, istnieją rozliczne kontrowersje dotyczące interpretacji poszczególnych motywów filozofii Pierre`a Duhema oraz Willarda Van Ormana Quine`a, a także różnice zdań na temat tego, czy w ogóle myśl obu tych filozofów nauki zawiera twierdzenia o tym samym znaczeniu

(por. np. Ariew 1984, Rzepiński 2006, 2006a)³⁰. Spróbujmy jednak uniknąć (przynajmniej niektórych) niedomówień i przyjmijmy, iż poniżej odwołujemy się przede wszystkim do tezy podnoszącej problem jednoznacznej lokalizacji falsyfikowanego elementu. Duhem pisze:

fizyk nie może nigdy poddać kontroli doświadczenia pojedynczej hipotezy, lecz tylko całą grupę hipotez. Kiedy doświadczenie nie zgadza się z jego przewidywaniami, wskazuje mu to, że przynajmniej jedna z hipotez tworzących tę grupę jest błędna i musi być zmieniona, lecz nie wskazuje mu tej, która powinna zostać poprawiona (Duhem 1991: 109).

Innymi słowy, teza Duhema-Quine`a w interesującej nas tu wersji głosi, iż fałszywość zdania obserwacyjnego (kategorycznego) nie stanowi konkluzywnego dowodu fałszywości hipotezy, obalamy bowiem koniunkcję wielu zdań – aby wycofać się z koniunkcji, nie musimy rezygnować z hipotezy, możemy wycofać się z innego zdania składowego koniunkcji. Niemożność przeprowadzenia jednoznacznych procedur falsyfikacji skłania z kolei do przyjęcia, iż teorie są niedookreślone przez dane empiryczne, albowiem, jak ujmuje to Grobler,

dowolny skończony zbiór danych jest zgodny z nieskończoną liczbą alternatywnych hipotez (Grobler 2006: 59).

Tezę głoszącą niedookreślenie teorii przez empirię przyjęto na skutek trudności jednoznacznej specyfikacji cech rzeczywistości. Dookreślanie własności świata dokonuje się zawsze w kontekście ludzkich założeń, kategoryzacji, w drodze podejmowanych przez nas manipulacji oraz interwencji. Przyroda sama z siebie nie pełni roli ostatecznej instancji rozstrzygającej w sporach, potrzebujemy do tego ludzkich wysiłków jej artykulacji, na przykład poprzez sytuację eksperymentalną. Jednoznaczna interpretacja wyniku eksperymentu wymaga jednak zamknięcia kontrowersji w środowisku badaczy, zredefiniowania pewnych dotychczasowych rozstrzygnięć, ustabilizowania wielu relacji. Latour pisze:

³⁰ Teza Duhema-Quine`a bardzo szybko zaczęła funkcjonować w obiegowej interpretacji łączącej tak naprawdę dwa różne twierdzenia. Pierwsze z nich dotyczy rozdzielności (ang. *separability*), drugie jest konsekwencją pierwszego i dotyczy falsyfikowalności (Quinn 1969; por. Ariew 1984: 314 i n.). Twierdzenie dotyczące rozdzielności mówi, iż fizyk nie może poddać testowi eksperymentalnemu wyizolowanej w sposób ostateczny hipotezy. Twierdzenie dotyczące falsyfikowalności głosi, iż w sytuacji falsyfikacji fizyk nie może jednoznacznie zlokalizować falsyfikowanego elementu. Natomiast w sformułowaniu Quine`a omawiana tu teza głosi, iż każde twierdzenie może być utrzymane jako prawdziwe, jeśli tylko odpowiednio przekształcimy inne obszary naszej wiedzy (Ariew 1984: 315). Z kolei wedle Tomasza Rzepińskiego, teza o niedookreśleniu teorii przez fakty posiada dwie wersje, dotyczące odpowiednio: 1) niezdeteminowania procedury falsyfikacji; 2) niezdeteminowania wyboru pomiędzy teoriami empirycznie równoważnymi, to znaczy teoriami, które posiadają klasę tych samych konsekwencji obserwacyjnych (Rzepiński 2006: 285, por. też Rzepiński 2006a). W niniejszym tekście interesuje nas niezdeteminowanie procedury falsyfikacji.

dopóki kontrowersje są rozpalone, Natura nigdy nie jest wykorzystywana jako ostateczny arbiter, ponieważ nikt nie wie, czym ona jest ani co mówi (Latour 1987: 97; tłum. za: Abriszewski 2008: 156).

Nie każdy może w sposób uprawniony powoływać się na samą przyrodę („czyste fakty” czy „prawa natury”) – wymaga to zajęcia pozycji rzecznika przyrody albo po prostu eksperta.

Zjawisko niedookreślenia występuje w nauce pod postacią pewnej potencjalności: dopuszcza ono możliwość, iż dowolny skończony zbiór danych empirycznych mógłby być potencjalnie zgodny z wielością alternatywnych hipotez (nieskończoność byłaby tu kategorią nieco na wyrost, w praktyce nieosiągalną – wystarczy tak naprawdę więcej niż jedna hipoteza). Możliwość ta podważa zasadność określania naszej wiedzy jako adekwatnie reprezentującej rzeczywistość³¹. Zaznaczmy jednak w tym miejscu, iż historia oraz obecna praktyka nauki pokazują, iż poza okresami zagorzałych kontrowersji, wielu alternatyw *de facto* nie buduje się, brakuje bowiem ku temu motywacji. Alternatywne teorie czy programy badawcze są raczej zarzucane, m.in. ze względu na wysokie koszty ich forsowania. Zjawiska specyficznego odrzucania alternatyw pozostają przy tym jednymi z najciekawszych obszarów analiz w obrębie studiów nad nauką oraz technologią.

Zdaniem Hackinga, ujęcie problemu niedookreślenia teorii przez empirię w przywołanej tu formie rodzi poważny kłopot – jest ono bowiem o wiele za wąskie! Niedookreślenie *teorii* przez empirię dotyczy jedynie logicznego, teoretycznego wymiaru nauki. Tymczasem w sytuacji problematycznej, w obliczu falsyfikacji naukowcy zmagają się z trudnością niedookreślenia nie tylko w wymiarze teoretycznym: mogą oni zmodyfikować teorię, ale również przebudować aparaturę, inaczej ją wykalibrować, przekształcić interpretację danych eksperymentalnych (Hacking 2000: 71–74). „Opór” w obrębie praktyki naukowej przyjmować może różne formy, na przykład zastane procedury laboratoryjne albo niemożliwość przebudowania aparatury, co ogranicza czy też wymusza osiągnięte rezultaty. Taki sam nacisk wywierać może niedostęp-

³¹ Ponieważ ludzkość nie ma innej możliwości lokalizacji faktów (chodzi przy tym o lokalizację zarówno w wymiarze poznawczym, jak i praktycznym), niżli w kontekście własnych przesądzeń, wyobrażeń, schematów poznawczych, a także materialnie usytuowanych procedur czy praktyk, oznacza to, że uwarunkowania epistemologiczne zawsze będą dookreślały nasze ontologie. W efekcie teza o konstruowaniu przekonań na temat tego, co uznawane jest w danej zbiorowości za obiektywną rzeczywistość, może być interpretowana jako teza ontologiczna głosząca, iż konstruowane są tak zwane fakty. Wniosku tego moglibyśmy uniknąć, gdyby udawało się nam jednoznacznie separować wymiar epistemologiczny i ontologiczny. Jednakże ze względu na brak sukcesów realizacji takiego przedsięwzięcia, przedstawiciele studiów nad nauką oraz technologią sugerują często odrzucenie samego podziału na pytania epistemologiczne oraz ontologiczne (albowiem te ostatnie i tak nie mogą zostać rozstrzygnięte poza naszymi procedurami badawczymi oraz schematami poznawczymi).

ność funduszy czy też siła przyjmowanych milcząco założeń metodologicznych lub filozoficznych³².

Hacking odwołuje się w swojej argumentacji do kategorii „trwałego, solidnego dopasowania” (ang. *robust fit*) uzyskiwanego w nauce laboratoryjnej. Zostaje ona wprowadzona przez Pickeringa w książce *The Mangle of Practice* (Pickering 1995). „Solidne dopasowanie” dotyczy elementów pochodzących z wielu warstw: praktyki, teorii, eksperymentu, instrumentów, kalibracji (stałych fizycznych). Jak twierdzi Pickering, próbując je wypracować, naukowcy negocjują i renegocjują wszystko, na każdym z wymienionych wyżej wymiarów. Hacking podsumowuje:

(d)opasowanie teorii, fenomenologii³³, schematycznych modeli i aparatury jest solidne wtedy, gdy próby powtórzenia eksperymentu dokonywane są dość gładko (Hacking 2000: 72).

Jednak „dopasowanie”, które uzyskujemy w efekcie wysiłków laboratoryjnych, nigdy nie jest jedynym możliwym (Hacking 2000: 95). Nie można zatem zachować tu kategorii adekwatnej reprezentacji teorii do rzeczywistości.

O ile Latour przyjmuje tak zwany realizm rzeczywisty (Latour 1999), Pickering opowiada się za realizmem w wersji zbanalizowanej, uwzględniającym istnienie materialnego „oporu” rzeczywistości. Autor *The Mangle of Practice* podkreśla jednak, że „opór materii” w praktyce laboratoryjnej nigdy jako czynnik izolowany nie determinuje, nie wymusza ostatecznej postaci faktów naukowych czy też artefaktów technologicznych. Zjawisko „oporu” w praktyce badawczej również pozostaje niedookreślone. Praktyka laboratoryjna to proces potencjalnie otwarty, bez wyznaczonych z góry rozstrzygnięć. Nie należy go pojmować teleologicznie czy esencjalistycznie, albowiem ewoluują tu zarówno cele, hipotezy, jak i umiejętności badaczy. Pickering zastępuje zatem pojęcie reprezentacji kategoriami adaptacji, dostosowania, bądź też „interaktywnej stabilizacji” wymiarów materialnego, technicznego, konceptualnego, (a także) społecznego³⁴.

³² Świetny przykład z obszaru bakteriologii znajdziemy w pracy Flecka. Autor ten pokazuje, iż tzw. zasada niezmienności cech gatunkowych bakterii wymuszała określone rezultaty teoretyczne. Była ona odbierana jako „opór” rzeczywistości, tymczasem okazała się artefaktem metody. Chodziło o to, iż nie hodowano mikroorganizmów wystarczająco długo (tj. dłużej niż 24 godziny), aby zaobserwować ich gatunkową zmienność, w rezultacie takiej zmienności w ogóle nie dopuszczano (Fleck 1986, s. 124–126, por. też Bińczyk 2009).

³³ Warto wyjaśnić, iż „fenomenologią” nazywa Hacking interpretację danych empirycznych.

³⁴ Z braku miejsca na szerszą rekonstrukcję zaznaczmy jedynie, iż podobny model praktyki laboratoryjnej buduje współtwórczyni nurtu etnografii laboratorium, Knorr-Cetina (Knorr-Cetina 1983, 1995).

Dlaczego (post)konstruktywizm?

Wprowadzenie zniuansowanego terminu (post)konstruktywizmu wielu Czytelnikom wydać się może zbędnym dzieleniem włosa na czworo, skoro i tak (jak już wspomniano) przywoływane w artykule koncepcje zaliczyć można do konstruktywistycznych badań nad poznaniem. Posunięcie powyższe uznaję jednak za użyteczne z kilku względów. Po pierwsze, zabieg ten pozwala skonstruować prezentowaną tu rekonstrukcję ustaleń studiów nad nauką oraz technologią z tendencjami obecnymi do tej pory w kontekście polskim, aby lokować te badania (jak również mocny program socjologii wiedzy) w obrębie konstruktywizmu *społecznego* czy redukcjonizmu *socjologicznego*. Wiązanie stanowisk wymienianych w niniejszym artykule z redukcjonizmem socjologicznym pozostaje nieadekwatne, szczególnie, jeśli uwzględnimy najnowsze osiągnięcia studiów nad nauką oraz technologią, a także teorii aktora-sieci. Po drugie, określenie to podkreślać powinno specyfikę dyskutowanych tu ujęć, które konceptualizują naukę przede wszystkim w jej wymiarze praktycznym, laboratoryjnym, uwzględniając materialne, instrumentalne usytuowanie tego przedsięwzięcia. Po trzecie, prezentowane tu stanowiska pozostają (post)konstruktywistyczne ze względu na zawarte w nich tezy: zachowanie intuicji realistycznych, uznanie dyskutowanego wyżej zjawiska niedookreślenia *praktyki* laboratoryjnej, jak również uwzględnienie tematu sukcesu praktycznego technonauki³⁵.

W obrębie najnowszych studiów nad nauką oraz technologią konstruowanie nie jest postrzegane jako przedsięwzięcie wyłącznie społeczne. Procesy konstruowania to raczej zjawiska wielowymiarowe, odbywają się one również w wymiarze określanym jako „materialny”. W zasadzie przymiotnik „społeczne” można swobodnie pominąć, kiedy mówimy o konstruowaniu. Przykładami skonstruowanych obiektów są m.in. radia, zegary, teorie, programy polityczne, a także dziura ozonowa, zamrożone embriony, banki danych, bakteria wąglika czy wirusy, na przykład wirus HIV (por. Latour 1993, s. 49–50). Dopiero w efekcie żmudnych zabiegów konstruowania pojawia się szansa na to, aby oszacować, do jakiej dziedziny ontologicznej dany obiekt przynależy: czy okaże się on faktem naturalnym, normą społeczną, fikcją czy też ideą albo zbiorem idei.

Zazwyczaj dany, skonstruowany obiekt konstytuuje cała sieć powiązanych ze sobą, różnorodnych ontologicznie elementów. Nie są to jednak wyłącznie relacje społeczne. Czynniki określane jako naturalne/materialne (pozaludzkie), normatywne, organizacyjne oraz symboliczne wiązane są ze sobą i stabilizowane w stopniowych procesach obiektywizowania się tak zwanych faktów. W przypadku dziury ozonowej są to (m.in.): badania chemiczne, akty prawne,

³⁵ Termin „postkonstruktywizm” pojawia się również w komentarzach zachodnich, szczególnie w odniesieniu do teorii aktora-sieci (por. np. Asdal 2003, Meister 2006).

działania polityczne, decyzje zwykłych ludzi podejmowane podczas zakupów, lodówki, dezodoranty, nowe linie montażowe oraz idee praw przyszłych pokoleń. W przypadku zegarów będą to nie tylko owe materialne obiekty nazywane zegarami, fabryki i zakłady napraw, ale także rozległe sieci powiązań o charakterze normatywnym, symbolicznym: akty prawne wprowadzające podział stref czasowych, konwencje posługiwania się zegarami, uzgadniania pomiaru czasu, praktyki koordynowania się wedle ich działania, zasady socjalizacji wedle ich użycia, itd. W przypadku laseczki węglika, jak opisuje to Latour w pracy *The Pasteurization of France*, pojawienie się owej bakterii jako obiektywnego faktu przyrody jest tożsame z przekształceniem rozległych obszarów funkcjonowania zbiorowości³⁶: organizacji farm hodowlanych, polityki hodowców oraz interesów ludności cywilnej, instytucji naukowych, założeń myślowych, a także codziennych zwyczajów zwykłych ludzi, odmienionych na skutek wprowadzenia praktyk higieny (zob. Latour 1988).

Rezultaty tak pojętych zabiegów konstruowania mogą cieszyć się różnym stopniem obiektywności. Mogą one podlegać rozmontowaniu, czego przykładem jest podważenie faktu na skutek jego problematyzacji podczas kontrowersji. Z takim wydarzeniem mieliśmy do czynienia chociażby w fizyce w przypadku flogistonu, eteru, ciepłika. Efekty procesów konstruowania często uznawane zostają za rzeczywiste, uzyskując status nieproblematicznie obiektywnych, na skutek ustabilizowania się określonych relacji czy zamknięcia kontrowersji. Los ten dotyczy (obecnie!) na przykład łańcucha DNA, wirusa HIV czy też tzw. choroby wściekłych krów. Podleganie skonstruowaniu nie oznacza zatem, że dany obiekt jest z konieczności fikcją czy też artefaktem, który łatwo moglibyśmy poddać dekonstrukcji. Często koszty rozmontowania czy destabilizacji danej sieci powiązań pomiędzy wieloma elementami, które fundują określony fakt są przeogromne (przy tym zależą one bezpośrednio od rozległości powiązań).

Rzecz jasna, istnieją ważne ograniczenia wysiłków konstruowania. Należą do nich poprzednie, stabilne już konstrukcje, zestandaryzowane praktyki oraz dokonane wcześniej interwencje. Nowe rozwiązania, zarówno te poznawcze (fakty), jak i praktyczne (artefakty), zazwyczaj muszą być kompatybilne z zastanymi. Warto śledzić historię odkryć oraz innowacji wprowadzanych w obszar zbiorowości pod kątem specyficznego, wspomnianego już powyżej odcinania alternatyw, to jest przypadków ignorowania pewnych rozwiązań. Wrażenie kumulatywności, celowości oraz konieczności w historii nauki (lub technologii) narasta m.in. w efekcie „wymazywania” naszej wiedzy na temat

³⁶ W tekście posługuję się terminem „zbiorowość” (ang. *collective*), który występuje w teorii aktora-sieci Latoura. Zbiorowość jest czymś więcej niżli społeczeństwo, obejmuje ona bowiem dynamikę powiązań ludzi z czynnikami pozaludzkimi, których rolę, według francuskiego badacza, również powinniśmy uwzględnić. Czynniki pozaludzkie współtworzyły i współtworzą wszak parametry świata, w którym żyjemy. Są to nie tylko artefakty i szersze systemy technologiczne, ale także elementy, które tradycyjnie określilibyśmy jako materialne czy naturalne.

alternatywnych propozycji, których nie przyjęto. Kiedy nie uwzględniamy odrzuconych rozwiązań (zarówno teoretycznych, jak i praktycznych), nie dostrzegamy także przygodnego charakteru historii społeczeństw. Na przeszkodzie stoją tu także często automatycznie przyjmowane założenia esencjalistyczne. Zgodnie z nimi, akceptowane przez zbiorowość rozstrzygnięcia teoretyczne oraz praktyczne są jedynymi możliwymi, prawdziwymi rozwiązaniami, dzięki temu, iż pozostają „zgodne” z istotowymi cechami samej rzeczywistości (z jej strukturą, którą coraz lepiej opisuje nauka).

Nic dziwnego, że takie opracowania, jak chociażby książka Pickeringa *Constructing Quarks. A Sociological History of Particle Physics*, dotycząca konstruowania kwarków (Pickering 1984), spotykają się z ostrą krytyką. Trudno nam bowiem zaakceptować tezę podważającą konieczny status obecnych teorii fizycznych. Chodzi o przyjęcie możliwości istnienia fizyki, w której na przykład teoria kwarków nie wystąpi w ogóle. Tymczasem zgodnie z prezentowaną tu wersją konstruktywizmu, odrzucającą założenia esencjalistyczne, nie możemy z góry wykluczać takiej możliwości. Pamiętać jednak musimy, iż fizyka bez teorii kwarków wymagałaby wielu wcześniejszych, może trudnych do wyobrażenia, alternatywnych rozwiązań, zarówno w historii nauki, techniki, jak i w historii całej zbiorowości.

Latour stawia dość zaskakującą tezę, iż otaczające nas obiekty, na przykład radia, programy polityczne, wirusy czy bakterie są *zarazem* realne, jak i fabrykowane (ang. *fabricated*), czy też właśnie konstruowane. Teza ta stanowi o oryginalności (post)konstruktywizmu. O ile łatwo przyjmujemy, że konstruowane są innowacje technologiczne: radia czy samochody, o tyle teza głosząca, iż wytwarzane, czy fabrykowane są fakty przyrody prawie zawsze budzi opór. Spróbujmy ją zatem wyjaśnić. Według francuskiego socjologa, bakterie są realne w obrębie zbiorowości właśnie dzięki temu, że zostały skonstruowane – poprzez wykazanie ich autonomiczności w praktyce laboratoryjnej. Dopiero na skutek laboratoryjnych manipulacji, interwencji, działań, stały się one ludzkości dostępne. Bakterie są ponadto realne, ponieważ w laboratorium stawiają opór, oddziałując w niedowolny sposób z innymi elementami. Własności obiektów konstruowanych w praktyce badawczej nie są całkowicie plastyczne³⁷.

(Post)konstruktywizm nie głosi wobec tego dowolności konstruowania. Stanowisko to jedynie stwierdza, iż bakterie były „poza zasięgiem” ludzkości (zarówno poznawczo, jak i w aspekcie praktycznego „radzenia sobie” z nimi), dopóki nie zostały umieszczone w obszarze ludzkiej *praxis*³⁸. Przed tym zda-

³⁷ Jednakże jednoznaczna lokalizacja tych własności poza naszymi obecnymi procedurami badawczymi oraz schematami teoretycznymi nie wydaje się możliwa, właśnie ze względu na zjawisko niedookreślenia praktyki laboratoryjnej.

³⁸ Kategoria *praxis* występująca w koncepcji Karola Marksa określa historycznie usytuowaną praktykę, zespół działań integralnie wspieranych i motywowanych refleksją teoretyczną.

rzeniem stanowiły one sferę nieoswojonej potencjalności, na temat której dziś nie możemy mieć uzasadnionej wiedzy (a jedynie żywic metafizyczną wiarę). Nie rozstrzygając ontologicznej kwestii istnienia bakterii przed ich opanowaniem przez zbiorowość, (post)konstruktywizm nie szafuje orzeczeniami, co do których nie istnieją uzasadnione racje.

Zgodnie z dyskutowaną tu perspektywą, wszystkie byty wprowadzone w obręb zbiorowości posiadają historię swego powstawania i rozpowszechnienia się, dotyczy to nie tylko idei oraz artefaktów, lecz również takich obiektów, jak atom, bakteria czy eter. Czynniki pozaludzkie nazywane faktami przyrody to także rezultaty złożonych wysiłków stopniowego rozpoznawania i praktycznego „radzenia sobie” z nimi. Obiektywność oraz przysługujące im własności z naszego punktu widzenia (a innego przecież nie mamy) są efektami eksperymentowania, zamykania kontrowersji, instytucjonalizowania. Przypisywanie poszczególnym obiektom przyrody własności (esencjalnych) to proces historycznie przygodny, często pełen dramatycznych perypetii. Zachowanie kategorii esencji (istoty) w tradycyjnym rozumieniu nie wydaje się tu wobec tego zasadne.

(Post)konstruktywizm na temat „technonauki”

Zarówno nauka, jak i technologia definiowane są w ramach (post)konstruktywizmu podobnie – jako zinstytucjonalizowane obszary praktyk zbiorowych, nastawionych na skuteczność, zależnych od infrastruktury organizacyjno-materialnej laboratorium. W istocie, pomiędzy *praktykami* laboratoryjnymi naukowców oraz inżynierów w obszarze studiów nad nauką oraz technologią nie dostrzega się większych różnic. W obu przypadkach chodzi o podniesienie poziomu przewidywalności i kontroli zjawisk. Próbuąc rozwiązywać narastające problemy teoretyczne i praktyczne, naukowcy walczą o to, aby udało się powtórzyć eksperyment (co stanowi kryterium sukcesu badawczego), natomiast inżynierowie próbują budować działające artefakty. W odniesieniu do obu wymienionych wyżej sfer wprowadza się zatem jednolite określenie „technonauki”, co robi m.in. Latour w książce *Science in Action* (Latour 1987, por. też: Ihde, Selinger 2003).

Sprowadzenie pracy intelektualnej naukowców do działalności inżynierów i techników w laboratoriach w wielu z nas wzbudza zrozumiały opór. W obrębie filozofii nauki, a także często światopoglądu potocznego, naukę utożsamia się przede wszystkim z bezinteresownym, „czysto” teoretycznym poznaniem – z dziedziną będącą fundamentalnym przejawem racjonalności człowieka (por. np. Heller 2009: 13). Przedstawiciele socjologii wiedzy naukowej podkreślają jednak, iż skupienie uwagi wyłącznie na wymiarze teoretycznym czy intelektualnym podczas analiz zjawiska nauki (szczególnie współczesnej) budzi dość istotne zastrzeżenia. Teoretyzowanie, które stanowić ma o specyfi-

ce nauki (w opozycji do domeny technologii, gdzie dokonuje się praktyczne majsterkowanie oraz wdrażanie osiągnięć intelektualnych w urządzenia) pełni mniejszą rolę, niż się wydawało, a co więcej, na czym innym polega. Jak pokazuje historia nauki oraz techniki, praktyczne majsterkowanie (oraz eksperymentowanie na chybił-trafił) poprzedza często teorię. Wielokrotnie udawało się uzyskiwać powtarzalne rezultaty praktyczne bez zrozumienia praw czy mechanizmów leżących u ich podstaw. Co więcej, rola racjonalnych odkryć pojedynczego, genialnego badacza okazuje się w nauce znikoma, zaś filozoficzne próby wskazania uniwersalnych algorytmów racjonalnej metody naukowej nie zakończyły się sukcesem. Zresztą, zrozumienie fenomenu abstrakcyjnego myślenia wymaga uwzględnienia kontekstu otaczającego podmiot: jego ucieleśnienia, a także usytuowania, zarówno społecznego, jak i materialnego. W obrębie najnowszych studiów nad nauką teoretyzowanie jest konceptualizowane zatem jako specyficzny rodzaj usytuowanych praktyk: modelowania, artykułowania, przypisywania czegoś, uzasadniania, rozszerzania i porównywania modeli oraz ich łączenia z systemami eksperymentalnymi (zob. Meister i in. 2006: 89–90).

Jak argumentuje Latour w przetłumaczonym na język polski tekście „Dajcie mi laboratorium, a poruszę świat”, sukces praktyczny technonauki opiera się przede wszystkim na wykorzystaniu specyficznej infrastruktury laboratorium (Latour 2009). Dzięki zamkniętym, wyizolowanym układom laboratorium pozwala na redukcję złożoności zjawisk. Wypreparowuje się je tutaj z kontekstu, sterylizuje, miniaturyzuje, oczyszcza, itd. W laboratoriach można wykonać niezwykle użyteczną, kluczową dla nauki rzecz – powtarzać próby i popełniać błędy, minimalizując ich koszty. Dzięki temu znalezienie najlepszych rozwiązań w drodze eksperymentów zazwyczaj staje się możliwe. Naukowcy w laboratorium stabilizują i kapitalizują również swoje osiągnięcia w wytwarzanej aparaturze, instrumentach, powielanych procedurach, generowanych innowacjach. Podejmują też oni rozległe wysiłki standaryzowania miar i kryteriów, na których opierają się ich późniejsze osiągnięcia.

W perspektywie (post)konstrukttywizmu nieodłączny element obrazu technonauki stanowią czynniki pozaludzkie: aparatura, instrumenty pomiarowe, prototypy. Są one pojmowane jako ustabilizowane osiągnięcia dotychczasowych praktyk, często zamknięte w obudowach. Mają one kluczowe znaczenie dla zrozumienia warunków sukcesu nauk laboratoryjnych. Czynniki pozaludzkie ułatwiają procesy standaryzacji procedur i rozstrzygnięć, podnoszą precyzję technonauki, a także generują zupełnie nowe, rozszerzone kompetencje poznawcze.

Praca intelektualna, tj. stawianie problemów, analiza pojęć, śledzenie poszczególnych związków pomiędzy twierdzeniami, namysł dotyczący relacji logicznych pomiędzy konsekwencjami hipotez to istotny aspekt uprawiania nauki. Mimo to, biorąc pod uwagę wyłącznie teoretyzowanie, bądź też jedynie

gotowe teorie, skupiamy analizy zaledwie na części procesów obecnych w nauce, bądź też tylko na *rezultatach* rozległego, zbiorowego wysiłku. Tymczasem wymiar materialny, poznawczy i społeczny zlewają się ze sobą w laboratoriach, umożliwiając sukces praktyczny technonauki (por. Giere, Moffatt 2003: 308). Najnowsze ustalenia nauk kognitywnych wymuszają znaczące zrekonfigurowanie dotychczasowych wizji tego, co nazywamy „czysto” teoretycznym myśleniem. Na przykład enaktywizm (por. np. Lakoff, Johnson 1999), czy też koncepcje tzw. rozproszonego poznania³⁹ wskazują na niepoprawność separowania teoretyzowania oraz praktycznego „majsterkowania”. Ujęcie poznania naukowego jako sfery operacji formalnych, artykułowanych, zracjonalizowanych było za wąskie już zdaniem Michaela Polanyi`ego, który wprowadził kategorię wiedzy milczącej. Cieleśne usytuowanie podmiotu odgrywa znaczącą rolę w laboratorium w tych przypadkach, gdy pewne przedmioty czy narzędzia zostają przez umysł inkorporowane w reprezentację schematu ciała ich użytkownika. Operacje czy sekwencje ich użycia wrastają wówczas w struktury koordynacji ciała. Może to dotyczyć prowadzenia samochodu, ale też obsługi mikroskopu elektronowego czy akceleratora.

Myślenie abstrakcyjne pozostaje dalece ograniczone bez umiejętności specyficznego „delegowania” kompetencji oraz procesów poznawczych na otoczenie i rzeczy. Odnosi się m.in. do sytuacji, w których skomplikowanych obliczeń dokonujemy posługując się kartką papieru lub liczydłem, układem współrzędnych, albo też modelujemy struktury łańcuchów DNA wykorzystując zwykłe kolorowe pręciki i kulki. Procesom „rozszerzania”, czy „eksternalizowania” umysłu w otoczenie służyć mogą szersze systemy kulturowe i technologie informacyjne, na przykład pismo, rysunki, tabele, wykresy, zestawienia, mapy. Osiągamy tu rezultaty poznawcze o zupełnie nowej jakości. Możemy wydobyć oraz dokładniej śledzić pewne zależności, nakładać na siebie wyniki, przeprowadzać bardziej precyzyjne oraz dłuższe argumentacje. Złożoną pracę konceptualną czy matematyczne lub chemiczne kalkulacje często wykonuje się „poza” umysłem badacza, wykorzystując cyfrowe wizualizacje, budując modele, prototypy urządzeń, instrumentów badawczych, itd. (por. Giere, Moffatt 2003: 303 i n.; Latour 1986). Co więcej, dopiero wyniki, które nauczyliśmy się „eksternalizować” w otoczeniu, stają się stabilne i trwałe. Na szeroką skalę wykorzystuje te właśnie mechanizmy technonauka. Jej historia jest wręcz historią innowacji ułatwiających eksternalizację funkcji poznawczych (por. Latour 1986: 22).

³⁹ Na temat rozproszonego poznania w ramach STS zob. artykuł „Distributed Cognition: Where the Cognitive and the Social Merge” (Giere, Moffatt 2003). Klasyczne już teksty, w których wprowadzono główne tezy tego nurtu to opracowanie zbiorowe *Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition* (McClelland i in. 1986) oraz książka etnografa, Edwina Hutchinsa, poświęcona zjawiskom rozproszonego poznania w systemach nawigacji statków (Hutchins 1995). Podobne tezy dotyczące znaczenia „delegowania” kompetencji poznawczych na otoczenie formułuje w swoich pracach Latour (np. Latour 1986, 1987).

„Czystego” teoretyzowania dokonuje się obecnie przede wszystkim w ramach tak zwanej nauki podstawowej. Jednak znaczenie tej domeny w dobie procesów komercjalizacji w sposób postępujący zanika. Nauka wchodzi w społeczeństwie współczesnym w fazę post-akademicką, którą cechuje interdyscyplinarność, zróżnicowanie aktorów i instytucji zaangażowanych w badania, a także wysoki nacisk na zastosowanie osiągnięć naukowych w krótkiej perspektywie (Bucchi 2004: 134). Coraz częściej badacze działają dziś jak przedsiębiorcy, a kapitalizm wysokiego ryzyka (ang. *venture capitalism*) ustanawia programy badawcze (Bucchi 2004: 134). Dotyczy to w szczególności dziedzin rozwijających się najbardziej dynamicznie, takich jak nanotechnologia, biotechnologia, mikroelektronika. Jak pisze Massimiano Bucchi:

(s)zacuje się, iż około 64% badań na świecie jest finansowanych przez przedsiębiorstwa i że prawie 70% z tych badań jest wykonywanych w ramach tych przedsiębiorstw (Bucchi 2004: 135).

Kategoria technonauki trafnie odzwierciedla zjawisko słabnięcia roli badań podstawowych, jak również procesy utożsamiania programów badawczych z przedsięwzięciami o charakterze rynkowym.

Zamiast zakończenia – dalsze inspiracje

Od pewnego momentu historycznego wynalazek laboratorium, w którym systematycznie eksperymentujemy, okazał się narzędziem skutecznego rozwiązywania problemów oraz kapitalizowania tych osiągnięć. Obecnie, na skutek sprzęgnięcia nauki i technologii z przemysłem, dzięki mechanizmom rynkowym, generowane w obrębie laboratoriów innowacje niemal natychmiast „kolonizują” zbiorowość. Jeśli dodamy do tego postępujące procesy globalizacji, a także kulturowego przyspieszenia, okaże się, że parametry życia zbiorowego podlegają dziś niesłychanej dynamice ciągłych zmian. Obserwujemy wzrastającą złożoność i rozległość powiązań między heterogenicznymi elementami. Towarzyszą temu inne ciekawe zjawiska: przemiany statusu wiedzy eksperckiej, proliferacja kontrowersji naukowych, walka polityczna o pozycje definiowania ryzyka. Socjologowie diagnozujący kondycję społeczeństwa współczesnego, tacy jak Ulrich Beck, Anthony Giddens, Zygmunt Bauman, Immanuel Wallerstein, a także Latour, piszą w tym kontekście o niezamierzonych „efektach ubocznych” nowoczesności, a także o nowych formach ryzyka, związanych właśnie z obszarem nauki oraz technologii (por. Bińczyk 2006). Najczęściej wskazywane dziś nowe obszary ryzyka o charakterze systemowym, które zagrozić mogą stabilności zbiorowości jako całości to: ryzyko ekologiczne, ryzyko na rynkach finansowych oraz rynku pracy, zagrożenie bronią masowego rażenia, terroryzm, niebezpieczeństwo epidemiologiczne.

Ingerencje naukowo-technologiczne często wywołują zaskakujące konsekwencje w obszarach odległych od miejsc ich wprowadzenia. Czasem mogą

one destabilizować struktury prawne i gospodarcze, innym razem do głębi przekształcają więzi społeczne i generują nieznane dylematy etyczne. Bieżący zasięg interwencji medycznych, genetycznych, wprowadzane biotechnologie, a także stopień przekształcenia ekosystemów czy nawet przestrzeni kosmicznej sprawiają, że stanowiska pozostające w zgodzie z tradycyjnymi założeniami esencjalizmu mają trudności z modelowaniem tej dynamiki. W optyce esencjalistycznej zakłada się bowiem istnienie gotowej, danej z góry rzeczywistości, do opisu której stosują się jednoznacznie ontologicznie kategorie: przyrody i społeczeństwa, natury oraz kultury, przedmiotów i ludzi, wartości oraz faktów.

Tymczasem możemy zasadnie pytać o to, czy przyroda nadal pełni rolę nie-skażonej Natury, stabilnego tła ludzkiego działania, czy też raczej stała się ona naszym artefaktem, skoro

życie żdźbła trawy w Lesie Bawarskim zależy w ostateczności od podpisania i dotrzymania umów międzynarodowych (Beck 2002: 32).

Wspomniany już Giddens pisze:

(n)ie można już nawet mówić o czymś takim jak natura, bo cały świat został zmieniony przez ludzką technologię” (Giddens 2006: 3).

Jak się okazuje, przyroda może zostać określona jako konstrukcja człowieka w sensie trywialnym, ze względu na sam stopień jej obecnego przetworzenia⁴⁰.

Hybrydyczna natura obiektów wprowadzanych poprzez laboratoria w obszar życia zbiorowego również uzasadnia odejście od myślenia esencjalistycznego. Weźmy na przykład modyfikowane genetycznie pomidory, stworzone przy użyciu genów meduzy, które błyszczą pod specjalnym światłem, kiedy występują w tych roślinach niedobory wody. Z kolei pomidory z wykorzystaniem genów pewnego gatunku ryb (ang. *the „Flavr-Savr” tomato*), są bardziej odporne na transport w warunkach chłodniczych (Klaassen 2007: 104-105). Jak powinniśmy kwalifikować tego typu byty?

Inny przykład to patentowanie organizmów. W roku 1980 po raz pierwszy Sąd Najwyższy zezwolił w Stanach Zjednoczonych na opatentowanie formy życia⁴¹. Chodziło o szczep bakterii, pałeczkę ropy błękitnej, która rozkłada węglowodany, hamując wycieki ropy. Bakteria mająca 5 tysięcy genów własnych i jeden obcy, dodany do jej genomu (co oznacza zmianę rzędu 0,02 %),

⁴⁰ Podajmy w tym miejscu dwa przykłady: pingwinów na Antarktyce, w których znajdujemy środek chemiczny DDT oraz góry Mount Everest nazywanej najwyższym wysypiskiem świata, gdzie zalega około 50 ton śmieci.

⁴¹ Amerykański Urząd Patentowy powstał w 1790 roku. Przyznaje on patenty „każdemu, kto wynajduje lub odkrywa nowy i użyteczny proces, maszynę, wyrób lub wzór użytkowy albo też ich nową i przydatną modyfikację” (Krimsky 2006: 102-103).

zgodnie z logiką sądu stała się „wyroblem” człowieka, wzorem użytkowym (por. Krinsky 2006: 111). Konsekwencją decyzji z 1980 roku było opatentowanie w 1988 roku onkomyszy, pierwszego zwierzęcia, a także (m.in.) przyznanie w 2001 roku patentu na hemocytoasty (komórki szpiku kostnego) ludzkiego zarodka.

Schematy myślowe człowieka współczesnego, a także instytucje publiczne oraz procedury polityczne należałoby, jak się wydaje, przygotować na dokonywane w obrębie laboratoriów interwencje. Wymagałoby to usytuowania naszego myślenia poza przesądzeniami o charakterze esencjalistycznym. (Post)konstrukttywizm okazuje się w tym momencie wygodnym punktem wyjścia. Stanowi on dobre narzędzie do modelowania opisywanych powyżej zjawisk, związanych ze współczesną dynamiką technonauki. Konceptualizując poznanie jako praktykę o charakterze zbiorowym, nie pozwala on wyseparowywać nauki oraz technologii z kontekstu społeczno-politycznego, w który oba te obszary są przecież integralnie wplecione. Co więcej, (post)konstrukttywizm podkreśla fakt oraz wyjaśnia warunki laboratoryjnego sukcesu praktycznego technonauki, nie redukując nauki do zbioru teorii i problemów logicznych. Dostarczając nie-normatywnych rekonstrukcji współczesnego oblicza instytucjonalnego technonauki, studia nad nauką oraz technologią oferują ponadto punkt wyjścia ku temu, by prowadzić namysł dotyczący roli obu obszarów w społeczeństwie współczesnym.

Perspektywa konstruktywistyczna (dookreślana w toku niniejszego wywodu) pozwala na zakwestionowanie Oświeceniowego aksjomatu niewinności i niezależności badań naukowych. Ważne, aby udało się tego dokonać bez popadania w historię antyscjentyzmu czy też technofobii. Jak pisze Zybertowicz:

elementem etyki nauki winno stać się odrzucenie założenia, iż wiedza – jeśli tylko jest sprawdzalna, intersubiektywna, etc. – stanowi nieproblematiczne dobro (Zybertowicz 2003: 101)⁴².

Z kolei Andrzej Szahaj podkreśla:

(p)aradygmat aksjologicznej neutralności nauki wykazuje zbyt wiele anomalii (Szahaj 2007: 160).

Miejmy nadzieję, iż podważenie (przynajmniej niektórych) przesłanek tego paradygmatu zapoczątkuje rzetelną refleksję dotyczącą politycznej roli technonauki w społeczeństwie globalnym. Pozwoliłoby to otwarcie postawić temat zasięgu niezamierzonych konsekwencji naszych własnych poczynań.

⁴² Według toruńskiego socjologa: nauka, wprowadzając „ciągły strumień innowacji i scjencyficznych uprawomocnień”, generuje chaos w kulturze. Tezę tę potwierdzają konstatacje prezentowane powyżej w tekście.

Bibliografia

- Abriszewski, K. 2008. *Poznanie, zbiorowość, polityka. Analiza Teorii Aktora-Sieci Bruno Latoura*. Kraków: Wydawnictwo Universitas.
- Abriszewski, K., Afeltowicz, Ł. 2007. Jak gołym okiem zobaczyć rosnące neurony i siłę alergii? Krążąca referencja w nauce i poza nią. *Zagadnienia Naukoznawstwa*, 3-4: 405-420.
- Abriszewski, K., Afeltowicz, Ł. 2009. Arterioskleroza i jej wersje. Krążąca referencja, perspektywizm i ontologiczna frakcyjność. *Zagadnienia Naukoznawstwa*, 3-4: 295-313.
- Ariew, R. 1984. The Duhem Thesis. *British Journal of Philosophy of Science*, 35: 313- 325.
- Asdal, K. 2003. The Problematic Nature of Nature: the Post-Constructivist Challenge to Environmental History. *History and Theory*, 42: 60-74.
- Barnes, B., Bloor, D. 1993. *Mocny program socjologii wiedzy*. Przeł. Z. Jankiewicz, J. Niżnik, W. Szydłowska, M. Tempczyk. Warszawa: Wydawnictwo IFiS PAN.
- Barnes, B., Bloor, D., Hey, J. 1996. *Scientific Knowledge. A Sociological Analysis*. London: Chicago University Press.
- Beck, U. 2002. *Społeczeństwo ryzyka. W drodze do innej nowoczesności*. Przeł. S. Cieśla. Warszawa: Wydawnictwo Scholar.
- Berger, P., Luckmann, T. 1983. *Społeczne tworzenie rzeczywistości*. Przeł. J. Niżnik. Warszawa: Wydawnictwo PIW.
- Bińczyk, E. 2004. Antropologia nauki Bruno Latoura na tle polemik. *Zagadnienia Naukoznawstwa*, 1: 3-22.
- Bińczyk, E. 2006. Niezamierzone konsekwencje modernizmu. *Kultura i Społeczeństwo*, 4: 157-167.
- Bińczyk, E. 2007. *Obraz, który nas zniewala. Współczesne ujęcia języka wobec esencjalizmu i problemu referencji*. Kraków: Wydawnictwo Universitas.
- Bińczyk, E. 2009. Praktyka, laboratorium, czynniki pozaludzkie. Najnowsze modele technonauki oraz wybrane tezy Ludwika Flecka. Źródło: <http://fleck.umcs.lublin.pl/teksty.htm>, 05.11.2009.
- Bińczyk, E. 2010. Społeczne studia nad nauką i technologią w sporze o profesjonalny charakter (techno)nauki. B. Płonka-Syroka, red. *My i wy. Spory o charakter racjonalności nauki*: 79-90. Warszawa: Wydawnictwo DiG.
- Bińczyk, E. 2010a. Szkoła Edynburska - odczytanie po czterdziestu latach. Przesądzenia filozoficzne a metodologia badań nad nauką. *Studia Philosophica Wratislaviensia*, 1: 27-47.
- Bińczyk, E. 2012. *Technonauka w społeczeństwie ryzyka. Filozofia wobec niepożądanego następstwa praktycznego sukcesu nauki*. Toruń: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika.
- Bloor, D. 1991. *Knowledge and Social Imagery. Drugie wydanie*. Chicago, London: Chicago University Press.

- Bucchi, M. 2004. *Science in Society. An Introduction to Social Studies of Science*. Przeł. A. Belton. London, New York: Routledge.
- Duhem, P. 1991. Teoria fizyczna a doświadczenie. Problem experimentum crucis. Przeł. M. Sakowska. K. Szlachcic, red. *Pierre Duhema filozofia nauki*: 103-111. Wrocław: Wydawnictwo UWr.
- Fleck, L. 1986. *Powstanie i rozwój faktu naukowego. Wprowadzenie do nauki o stylu myślowym i kolektywie myślowym*. Przeł. M. Tuskiewicz Lublin: Wydawnictwo Lubelskie.
- Giddens, A. 2006. XXI wiek rozstrzygnie o losie ludzkości, *Dziennik. Europa*, 26.07, 30 (121): 2-3.
- Giere, R. N., Moffatt, B. 2003. Distributed Cognition: Where the Cognitive and the Social Merge. *Social Studies of Science*, 33/2: 301-310.
- Grobler, A. 2006. *Metodologia nauk*. Kraków: Wydawnictwo Znak.
- Grudka, K. 2003. Racjonalne przesłanki Barry`ego Barnesesa konstruktywistycznej krytyki pojęcia racjonalności. A. P. Kowalski, A. Pałubicka, red. *Konstruktywizm w humanistyce*: 79-86. Bydgoszcz: Wydawnictwo Epigram.
- Hacking, I. 2000. *The Social Construction of What?* Cambridge: Harvard University Press.
- Heller, M. 2009. *Filozofia nauki. Wprowadzenie*. Kraków: Wydawnictwo Petrus.
- Hutchins, E. 1995. *Cognition in the Wild*. Cambridge: The MIT Press.
- Ihde, D., Selinger, E. 2003. *Chasing Technoscience. Matrix for Materiality*. Bloomington, Indianapolis: Indiana University Press.
- Kałużyńska, E. 1999. Pytania do konstruktywisty, czyli nieskromne uwagi na marginesie książki Andrzeja Zybertowicza. *Filozofia Nauki*, 1-2: 83-102.
- Kawczyński R. 2003. Konstruktywizm w teorii systemów społecznych Niklasa Luhmanna. A. P. Kowalski, A. Pałubicka, red. *Konstruktywizm w humanistyce*: 87-95. Bydgoszcz: Wydawnictwo Epigram.
- Klaassen, J. A. 2007. Contemporary Biotechnology and the New Green Revolution: Feeding the World with Frankenfoods? *Social Philosophy Today, Science, Technology, and Social Justice*, Vol. 22: 103-126.
- Knorr-Cetina, K. 1983. The Ethnographic Study of Scientific Work: Towards a Constructivist Interpretation of Science. K. Knorr-Cetina, M. Mulkay, red. *Science Observed: Perspectives on the Social Study of Science*: 115-140. London: SAGE Publications.
- Knorr-Cetina, K. 1995. Laboratory Studies. The Cultural Approach to the Study of Science. S. Jasanoff, G. E. Markle, J. C. Petersen, T. Pinch, red. *Handbook of Science and Technology Studies*. London, New Delhi: SAGE Publications.
- Kowalski, A. P., Pałubicka, A. red. 2003. *Konstruktywizm w humanistyce*. Bydgoszcz: Wydawnictwo Epigram.
- Kuźma, E., Madejski, J., Skrendo, A. red. 2006. *Konstruktywizm w badaniach literackich*. Kraków: Wydawnictwo Universitas.

- Krimsky, S. 2006. *Nauka skorumpowana? O niejasnych związkach nauki i biznesu*. przeł. B. Biały. Warszawa: Wydawnictwo PIW.
- Lakoff, G., Johnson, M. 1999. *Philosophy in the Flesh. The Embodied Mind and its Challenge to the Western Thought*. New York: Basic Books.
- Latour, B. 1986. Visualization and Cognition: Thinking with Eyes and Hands. *Knowledge and Society*, 6: 1-40.
- Latour, B. 1987. *Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers Through Society*. Cambridge: Harvard University Press.
- Latour, B. 1988. *The Pasteurization of France*. Cambridge: Harvard University Press.
- Latour, B. 1993. *We Have Never Been Modern*. New York: Harvard University Press.
- Latour, B. 1999. *Pandora`s Hope. Essays on the Reality of Science Studies*. Cambridge: Harvard University Press.
- Latour, B. 2009. Dajcie mi laboratorium a poruszę świat, przeł. K. Abriszewski, Ł. Afeltowicz. *Teksty Drugie*, 1-2: 163-192.
- Latour, B., Woolgar, S. 1979. *Laboratory Life: The Social Construction of Scientific Facts*. Beverly Hills: Princeton University Press.
- McClelland, J. L., Rumelhart, D. E., PDP Research Group, 1986. *Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition*, vol. 2. Cambridge: A Bradford Book.
- Meister, M., Schulz-Schaeffer, I., Bösch, S., Gläser, J., Strübing, J. red. 2006. What Comes after Constructivism in Science and Technology Studies? *Science Technology & Innovation Studies*, specjalne wydanie 1.06.
- Nola, R. 2008. Social Studies of Science. S. Psillos, M. Curd, red. *The Routledge Companion to Philosophy of Science*. London, New York: Routledge.
- Pickering, A. 1984. *Constructing Quarks. A Sociological History of Particle Physics*. Chicago: Chicago University Press.
- Pickering, A. 1995. *The Mangle of Practice: Time, Agency and Science*. Chicago, London: Chicago University Press.
- Putnam, H. 2002. Czym jest prawda matematyczna? R. Murawski, red. *Współczesna filozofia matematyki. Wybór tekstów*: 244-265. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Quinn, P. 1969. What Duhem Really Meant? R. S. Cohen, M. W. Wartofsky, red. *Boston Studies in the Philosophy of Science. Vol. XIV*: 33-56. Dordrecht: Reidel.
- Rzepiński, T. 2006. *Problem niedookreślenia teorii przez dane doświadczenia*. Poznań: Wydawnictwo Naukowe Instytutu Filozofii UAM.
- Rzepiński, T. 2006a. Spór o empiryczną równoważność teorii naukowych. *Przegląd Filozoficzny*, 2: 155-178.
- Sikora, M. 2006. Konstruktywizm i realizm wobec statusu faktów naukowych. Bruno Latour a Ian Hacking. *Studia Philosophica Wratislaviensia*, 1: 11-26.

Szahaj, A. 2007. Zwrot antypozytywistyczny dopełniony. *Teksty Drugie*, 1-2: 157-163.

Verbeek, P.-P. 2005. *What Things Do. Philosophical Reflections on Technology, Agency, and Design*. Przeł. R. B. Crease. University Park, Pennsylvania: Pennsylvania State University Press.

Zybertowicz, A. 1995. *Przemoc i poznanie. Studium z nie-klasycznej socjologii wiedzy*. Toruń: Wydawnictwo Naukowe UMK.

Zybertowicz, A. 1999. Konstruktywizm jako orientacja metodologiczna w badaniach społecznych. *ASK*, 8: 7-28.

Zybertowicz, A. 2003. W przyszłość wkraczamy tyłem. Uwagi o cywilizacji współczesnej. A. P. Kowalski, A. Pałubicka red.: *Konstruktywizm w humanistyce*: 99-102. Bydgoszcz: Wydawnictwo Epigram.



Zagadnienia Naukoznawstwa

Czasopismo to publikuje oryginalne studia nad nauką i szkolnictwem wyższym w kontekście innowacyjnej gospodarki. Czasopismo ma charakter interdyscyplinarny i łączy różne obszary tematyczne: etos uczonego i społeczny wymiar nauki, metodologia nauki i zarządzanie nauką oraz własnością intelektualną, naukometria oraz polityka naukowa i innowacyjna.

<http://zn.czasopisma.pan.pl>