

*Tomasz Stepień*  
Politechnika Wroclawska

## **Dylematy metodologiczne współczesnych badań nad techniką. Technonauka i ocena techniki**

### **Technonauka i ocena techniki: wzajemne powiązania i dopełnienia**

Przyśpieszony rozwój techniki i nowych technologii, przede wszystkim w obszarach nano-, bio-, infotechnologii, oraz spektakularny progres nauki w ostatnich dekadach XX w., przede wszystkim w zakresie biologii i projektu odczytania kodu genetycznego człowieka, doprowadziły do ukonstytuowania nowego przedmiotu badań w zakresie teorii nauki, tj. fenomenowi technonauki, oraz uwypukliły konieczność podjęcia analiz technonauki w wymiarze życia społecznego. Analizy fenomenowi technonauki dotyczą zarówno kwestii wyjaśnień i uzasadnień teoretyczno-naukowych i metodologicznych, chociażby w kontekście swoistej synergii pomiędzy poszczególnymi dyscyplinami i dziedzinami nauki, jak w przypadku nauk ścisłych, przyrodniczych oraz inżynieryjno-technicznych, a co jest właściwym przedmiotem koncepcji samej technonauki, jak również analizy wymiaru praktycznego zastosowania na masową skalę innowacji i produktów technonauki, możliwości operowania nimi i ich wykorzystania adekwatnie do nowych potrzeb społeczeństwa. W tym sensie analiza i ocena tzw. nowych technologii stanowi główny przedmiot badań w ramach koncepcji oceny techniki.

Fakty te potwierdzają tezę przedstawioną przez Brunona Latoura w eseju *Give Me a Laboratory and I will Raise the World* z 1983 r. o rozszerzeniu przestrzeni laboratoriów i ich otwarciu na wymiar społeczno-polityczny, czego wyrazem jest charakterystyczna dla technonauki koncepcja laboratoryjnych praktyk badawczych opartych na dążeniu do otwarcia „czarnych skrzynek” laboratoriów (*to penetrate these black boxes*, Latour 1983: 141) na drodze ich rozszerzenia, a tym samym przekraczania barier dzielących wewnątrz od zewnątrz laboratoriów, inwersji skali mikro i makro ich oddziaływania, w końcu przełamania dychotomii

między nauką a społeczeństwem. W ten sposób „laboratoria” i „nauka” stają się konstruktem społecznym. W swej koncepcji praktyk laboratoryjnych B. Latour podkreśla wymiar praktyczny i polityczny technonauki, że to właśnie laboratoria stały się ośrodkami władzy (politycznej, społecznej czy ekonomicznej) poprzez spektakularne sukcesy technonauki (por. Bińczyk 2012).<sup>1</sup> Zdaniem Latoura laboratorium Ludwika Pasteura stanowi klasyczny przykład rozszerzenia przestrzeni badań laboratoryjnych za pomocą narzędzi heurystycznych takich, jak: strategie translacji, metaforyzacji, transferu czy też zmiany skali odniesienia dla samych badań, że to właśnie te strategie heurystyczne mogą być uznane za jedno z głównych źródeł innowacji, a w efekcie końcowym mogą prowadzić do transformacji społeczeństwa w laboratorium (*transforming society into a vast laboratory*, Latour 1983: 166). W tym kontekście Latour podkreśla, że (techno)nauka może być postrzegana jako forma polityki uprawiana innymi narzędziami, wpływając tym samym bezpośrednio na procesy społeczne.<sup>2</sup>

Przedstawiona przez B. Latoura diagnoza, dotycząca oddziaływania technonauki na rzeczywistość społeczno-polityczną, znajduje swoje odzwierciedlenie w analizach rosnącej złożoności współczesnych systemów technologicznych. Na tej podstawie można wyróżnić trzy główne podejścia teoretyczne i metodologiczne, podejmujące temat współczesnej techniki, lub bardziej rozwoju współczesnych wewnętrznie złożonych, kompleksowych systemów technologicznych opartych na praktycznym sukcesie technonauki. Pod względem naukowo-teoretycznym za punkt wyjścia współczesnych badań nad nauką i techniką można przyjąć koncepcję technonauki (*science and technology studies*, STS), która swymi korzeniami sięga programu socjologii wiedzy szkoły edynburskiej, rozwiniętego w latach 70. XX w. Następnie jest to teoria aktora-sieci (*actor-network theory*, ANT) Brunona Latoura oraz etnografia laboratoriów zainicjowana przez Karin Knorr-Cetinę. Podstawę teorii technonauki stanowią założenia konstruktywizmu, tj. połączenie teorii społecznej z teorią badań laboratoryjnych, oraz postkonstruktywizmu odrzucającego redukcjonizm socjologiczny.

Drugim nurtem jest koncepcja oceny techniki (*technology assessment*, TA), która została zainicjowana w wymiarze polityczno-praktycznym na przełomie lat 60. i 70. XX w. poprzez utworzenie Biura ds. Oceny Techniki (*Office of Technology Assessment*, OTA) przy Kongresie USA. Ze względu na formę instytucjonalną ocena techniki została utożsamiona z doradztwem politycznym w zakresie badań naukowych, którego celem było przywrócenie równowagi pomiędzy administracją

---

<sup>1</sup> Latour stawia w tym kontekście jednoznaczne pytanie jako punkt wyjścia rozważań nad technonauką: “why in this moment the laboratory gains strength to modify the state of affairs of all the other actors”, a w konsekwencji “laboratories are considered places where society and politics are renewed and transformed” (Latour 1983: 154, 159).

<sup>2</sup> Latour wyjaśnia: “Once all these displacements and transformations are taken into account, the distinction between the macrosocial level and the level of laboratory science appears fuzzy or even non-existent. Indeed, laboratories are built to destroy this distinction. Once it is dissolved, a few people can inside their insulated walls work on things that can change the daily life of the multitudes” (Latour 1983: 167).

prezydenta Stanów Zjednoczonych a Kongresem. Natomiast pod względem teoretycznym i metodologicznym w pierwszym okresie funkcjonowania OTA został opracowany instrumentalny (linearny i deterministyczny) model oceny techniki w formie narzędzia, które miało służyć przygotowywaniu rozwiązań społeczno-politycznych, ekonomicznych i prawnych dla nowych technologii.<sup>3</sup> Od lat 80. XX w. rozpoczyna się proces kształtowania partycypacyjnego modelu oceny techniki w Europie (por. Grunwald, Hennen, Sauter 2014), który w międzyczasie stanowi, w formie koncepcji odpowiedzialnych badań i innowacji (*responsible research and innovation*, RRI; por. Schomberg 2011), podstawę dla polityki badań naukowych Unii Europejskiej.

Obecnie między tymi dwoma koncepcjami – oceną techniki i technonauką – dochodzi do licznych wzajemnych powiązań i uzupełnień zarówno pod względem teoretycznym, jak i metodologicznym (Bińczyk, Stępień 2014). Wyrazem tego stanu rzeczy jest chociażby konstruktywny model oceny techniki (*constructive TA*) jako forma pochodna technonaukowego programu SCOT (*social construction of technology*; por. Schot 1992) czy też modelu usieciowienia techno-ekonomicznego (*techno-economic network*, TEN; por. Callon 1992). Dla obu nurtów, pod względem teoretycznym, jak i metodologicznym, charakterystyczne są zmagania z tzw. dylematem Collingridge’a (Schmidt 2011).

Trzecim nurtem badań współczesnego fenomenu nauki i techniki, ich wzajemnego przenikania i uwarunkowania w rozwoju, jest relatywnie nowa koncepcja technologii konwergentnych nano-bio-info-cogno (*converging technologies*, CT) lub konwergencji technologicznej (*technological convergence*) rozwinięta na kanwie opracowywania narodowej inicjatywy rozwoju nanotechnologii (*National Nanotechnology Initiative*, NNI), realizowanej w Stanach Zjednoczonych od 2000 r., która wyznaczyła ramy dla amerykańskiej polityki w zakresie badań naukowych i rozwoju technologicznego (Roco, Williams, Alivisatos 2000). Podstawą tej koncepcji jest założenie o podstawowym znaczeniu badań w zakresie nanotechnologii, które są warunkiem dalszego rozwoju innych technologii, czego wyrazem jest postępująca konwergencja pomiędzy technologiami nano-bio-info oraz naukami kognitywnymi (tzw. *NBIC convergence*). W tym sensie przypadek nanotechnologii można uznać za paradygmatyczny, ponieważ w porównaniu do innych technologii analiza pozatechnicznych uwarunkowań ich rozwoju, jak i oddziaływania została uwzględniona od samego początku konstituowania programów badawczych na dużą skalę, a więc na poziomie badań podstawowych (Roco, Bainbridge 2001). Są to przede wszystkim badania w formie ELSA lub ELSI studiów (*Ethical, Legal, Societal Aspects / Impacts*) skoncentrowanych na oddziaływaniu nanotechnologii takich jak: SEIN (*Social and Ethical Interactions with Nanotechnology*) czy też NE<sup>3</sup>LS (*Nano Ethical-Environmental-Economic, Legal and Social issues*). W tym kontekście analiza oddziaływania nanotechnologii

<sup>3</sup> Do historii działalności OTA w latach 1972–1995 por. Kunkle 1995.

na społeczeństwo i środowisko przyjmuje również ogólną formę oceny nanotechnologii (nanoTA), badań relacji pomiędzy nauką a nanotechnologią (nanoSTS), lub też ujęcia nanotechnologii jako wzorcowego przykładu technonauki (*nano-technoscience*; por. Nordmann 2009). Wzajemne przenikanie i dopełnianie pomiędzy tymi trzema głównymi nurtami można również sformułować poprzez ogólną ocenę technonauki i jej poszczególnych obszarów (*technosciences assessment*, TSA).

Przedstawione analizy koncentrują się na głównych zagadnieniach z zakresu nanotechnologii, które zostaną przedstawione zgodnie z założeniami oceny techniki i technonauki, ich porównaniu oraz próbie rozwiązania kwestii spornych. Jednocześnie koncepcja oceny techniki i teoria technonauki są konfrontowane z fenomenem tzw. technologii konwergentnych (nano-bio-info-cogno), tj. postępującej – po części postulowanej – konwergencji w wymiarze naukowym i metodologicznym poszczególnych dyscyplin nauki oraz obszarów techniki. Wzajemne porównanie tych trzech nurtów wskazuje na szereg dylematów i wyzwań pod względem teoretycznym i metodologicznym, do których możemy zaliczyć: sam fenomen wewnętrznie złożonego procesu konwergencji, dylemat temporalności i kontroli sformułowany przez D. Collingridge’a oraz uwarunkowania podejścia systemowego i przekrojowych analiz systemowych samych układów technologicznych.

## Fenomen konwergencji

Sam fenomen konwergencji technologicznej dotyczy relacji nauki i techniki, że nauka jako stosowana technika (M. Heidegger) przybiera formę technonauki, tj. nauki kształtowanej w środowisku technicznym (G. Hottois) i zorientowanej na zastosowanie jako swoisty proces ‘majsterkowania’ opartego na wiedzy technicznej (*das Ergebnis eines wissensbasierten technischen Herumbastelns*, Nordmann 2009: 139). W tym ogólnym rozumieniu technonauka oznacza konwergencję między „reprezentowaniem” a „interweniowaniem” (I. Hacking), tym samym między „nauką” a „inżynierią”, jak również między „rozumieniem” a „działaniem” / „funkcjonowaniem”, między tym, co „organiczne”, a tym, co „syntetyczne” / „wytworzone”.<sup>4</sup> W efekcie końcowym fenomen konwergencji prowadzi do procesu hybrydyzacji opartej na mnogości różnych ontologii (Pickering 2008; Callon 1986) jak w przypadku nanoobiektów i nanoobrazów (Stępień 2015). To przesunięcie prymatu na technikę w relacji do nauki oznacza zdaniem A. Nordmanna, że rozwój techniki wyprzedza uzasadnienia naukowe, że w coraz większym stopniu badania

---

<sup>4</sup> W tym sensie do głównych fenomenów we współczesnych teoriach nauki i techniki można zaliczyć fakt konwergencji między nauką i techniką (inżynierią) opartą na paradygmacie technonauki, że ma miejsce “the convergence of the scientific and the technological realms within a new paradigm of technoscience” (Kastenhofner and Allhutter 2010: 1). W tym kontekście „technonauka” jest postrzegana w formie fuzji między nauką i techniką: “as a technology/science hybrid where the two cannot be separated out from one another in terms of basic and applied research” (Nordmann 2011: 469).

stosowane poprzedzają badania podstawowe, w końcu, że nauka nie nadaża za innowacjami w zakresie techniki (technonauki).<sup>5</sup> Paradoks ten wskazuje jednocześnie na wymiar normatywny technonauki, istotny w szczególności w przypadku oceny techniki, tj. możliwości prognozowania rozwoju i zastosowania, a tym samym możliwości sprawowania kontroli z jednej strony, oraz na wymiar systemowy technonauki i możliwości przeprowadzenia przekrojowych analiz. W tym kontekście, zdaniem A. Nordmanna (2011), „technonauka” oznacza ponowne ukonstytuowanie jedności pomiędzy nauką, techniką i inżynierią, pomiędzy kulturą i naturą, pomiędzy teoretycznym reprezentowaniem i technicznym interweniowaniem, pomiędzy teorią i zastosowaniem. Motyw ponownego zjednoczenia nauki i techniki przejawia się w koncepcji oceny techniki oraz stanowi podstawę modelu technologii konwergentnych opartego na założeniach holistycznych, wyrażanych symbolicznie w postulacie „nowego renesansu”.<sup>6</sup>

Najlepszym przykładem są tutaj metodologiczne uwarunkowania w zakresie nanotechnologii jako najważniejszej domeny technologii konwergentnych. Model technologii konwergentnych opiera się na następujących założeniach: (1) postulacie nowego renesansu i holizmu z jednością systemu nauki na wzór jedności świata przyrody, (2) czworokątowi czterech podstawowych technonauk – nano-bio-info technologii i nauk kognitywnych – i procesie postępującej konwergencji pomiędzy nimi (*tetrahedron model of NBIC convergence*), (3) zmodyfikowanej tzw. krzywej S rozwoju technologicznego w formie nakładających się na siebie i wzajemnie warunkujących trajektorii rozwoju nano-bio-info technologii oraz technologii stanowiących na rozwoju nauk kognitywnych oraz (4) koncepcji przestrzeni wymiany (tzw. *trading zones*; por. Galison 2006) pomiędzy poszczególnymi technonaukami zintegrowanymi we wspólnych przedsięwzięciach badawczych.

W sposób szczególny model technologii konwergentnych podnosi kwestię relacji między nauką i inżynierią, że odejście od jednoznacznego rozróżnienia między nauką i techniką oraz techniką i naturą oznacza konieczność wypracowania technonaukowej koncepcji inżynierii, że to nauki inżynieryjno-techniczne przedstawiają specyficzny modus uczestniczenia w technonauce, który może być postrzegany jako ekwiwalent samej technonauki.<sup>7</sup> W przypadku technologii konwergentnych głównym wyzwaniem jest problem niewspółmierności paradygmatów, tj. faktu obowiązywania uznanych jak i nowych paradygmatów w poszcze-

<sup>5</sup> Nordmann wyjaśnia: “What comes out is skill knowledge and it does not rely on a corresponding scientific understanding. As long as one can produce an effect in a reasonably robust manner, it does not really matter whether scientific understanding catches up. Indeed, the complexities may be such that it cannot fully catch up” (Nordmann 2009: 139).

<sup>6</sup> Autorzy utożsamiani z koncepcją technologii konwergentnych podkreślają: “We stand at the threshold of a New Renaissance in science and technology, based on a comprehensive understanding of the structure and behavior of matter from the nanoscale up to the most complex system yet discovered, the human brain” (Roco and Bainbridge 2002: 281).

<sup>7</sup> Nordmann podkreśla: “Showing what can be done characterizes not only the engineering sciences but more generally ‘an engineering way of being in science’ or ‘research in a design mode’ [...]. These designations might therefore serve as equivalents to technoscience” (Nordmann 2011: 470-471; por. Galison 2006).

gólnych dyscyplinach nauki zintegrowanych w procesie konwergencji w formie interdyscyplinarnych przestrzeni wymiany (*trading zones*)<sup>8</sup>, który jest stanowiony na współpracy w wymiarze interdyscyplinarnym. W przypadku technonauki to właśnie „paradygmat” staje się głównym przedmiotem badań z jednej strony, z drugiej strony jest to nowy modus produkcji wiedzy naukowej (*the mode 2 of knowledge production*) w kontekście praktycznego (społecznego) jej zastosowania, który wynika z fenomenu konwergencji technologicznej.

Zarówno w przypadku technonauki, jak i technologii konwergentnych, nowy modus produkcji wiedzy naukowej, a tym samym modus prowadzenia badań naukowych, jest zakorzeniony w wymiarze społecznym, w którym kontekst zastosowania wiedzy jest wyznaczany przez potrzeby społeczne. Jednocześnie z wymiarem społecznym technonauki są powiązane procesy demokratyzacji, prywatyzacji oraz komercjalizacji badań naukowych. Te sprzeczne motywy rozwoju wskazują jednocześnie na szereg dylematów i wyzwań, które w sposób decydujący wpływają na koncepcję technonauki, procedury oceny techniki jak i model technologii konwergentnych. Po pierwsze są to dylematy związane z wolnością prowadzenia badań i uprawiania nauki w konfrontacji z zapotrzebowaniem społecznym z jednej strony, oraz kwestią odpowiedzialności za badania z drugiej strony. Następnie jest to wyzwanie pogodzenia kreatywności badań i nauki w konfrontacji z potrzebami społecznymi oraz presją komercjalizacji wyników technonauki. Trzeci dylemat dotyczy procesu instytucjonalizacji i demokratyzacji współczesnej technonauki i badań naukowych oraz możliwości sprawowania kontroli: w formie „odgórnej” kontroli systemowej opartej na politycznych procesach decyzyjnych czy też „oddołnej” kontroli, odwołującej się do wymiaru indywidualnego kodeksów etycznych postępowania, opartej na zasadzie odpowiedzialności naukowca i inżyniera za własne przedsięwzięcia naukowo-badawcze.

## Temporalność i dylemat kontroli

Dylemat kontroli dotyczy wymiaru czasowego rozwoju techniki oraz możliwości przewidywania i prognozowania skutków ubocznych zastosowania techniki. Są to główne zadania w koncepcji oceny techniki, które wyznaczają jej uwarunkowania pod względem teoretycznym i metodologicznym. Wyrazem dylematów metodologicznych są rozwinięte modele oceny techniki, jak i kontrowersje związane z poszczególnymi koncepcjami przeprowadzania procedur oceny. Ukształtowanie oceny techniki w formie doradztwa politycznego siłą rzeczy ograniczyło procedury oceny do obszaru wiedzy eksperckiej, w szczególności z zakresu nauk ścisłych i inżynierijno-technicznych, opartych na danych empirycznych i ilościowych.

---

<sup>8</sup> Do procesu konstytuującego naukowo-badawcze przestrzenie wymiany i ich typologii por. Gorman, Groves 2006.

Alternatywne koncepcje podkreślają znaczenie oceny techniki jako mechanizmu wczesnego ostrzegania przed niepożądanymi skutkami ubocznymi zastosowania techniki lub też jako niezależne narzędzie krytyki społecznej.<sup>9</sup> Postulaty te oznaczały poszerzenie koncepcji oceny techniki o wymiar jakościowy i normatywny, partycypacyjny i deliberatywny, tzn. zintegrowanie w procedurach oceny obok wiedzy eksperckiej również przedstawicieli opinii publicznej. Rozszerzenie zakresu oceny techniki stanowiło podstawę partycypacyjnego modelu oceny techniki, która obok doradztwa politycznego (parlamentarnego) miała pełnić funkcję doradztwa pod względem społecznym i etycznym moderując dyskusję na temat rozwoju techniki. Ostatnie badania w zakresie oceny techniki podkreślają w tym kontekście znamienne przesunięcie akcentów, że proces upolitycznienia oceny techniki ulega „etycyzacji”, w którym to wymiar normatywny techniki (i technonauki) stanowi główną oś jej upolitycznienia.<sup>10</sup>

Natomiast niezależnie od przyjętego modelu oceny techniki niezmiennie pozostają dwa podstawowe wyzwania powiązane ze sobą: możliwość prognozowania rozwoju i przewidywania skutków ubocznych oraz możliwość kontroli techniki. Jest to podstawowy dylemat sformułowany przez Davida Collingridge’a (1980), dotyczący wskazania etapu rozwoju techniki, na którym powinna ona podlegać ocenie, *ex post* czy też *ex ante*, na poziomie badań podstawowych czy też dopiero w momencie upowszechnienia danej techniki.

Przy czym sama koncepcja oceny techniki w formie doradztwa politycznego prowadziła do wielu kontrowersji w wymiarze teoretycznym i metodologicznym. Dylematy te dotyczyły rozumienia oceny techniki jako mechanizmu wczesnego ostrzegania przed niepożądanymi skutkami ubocznymi lub/i jako formy krytyki społecznej, tj. wyboru pomiędzy ilościowymi (empirycznymi) i czysto technicznymi a jakościowymi i normatywnymi kryteriami oceny techniki, oparciu oceny techniki na wiedzy eksperckiej (model instrumentalny) czy też dowartościowaniu stanowiska przedstawicieli opinii publicznej (model partycypacyjny). Dylematy te w sposób bezpośredni kształtowały ocenę techniki pod względem naukowo-teoretycznym, jak i metodologicznym oraz doprowadziły do ukonstytuowania oceny techniki w formie inter- i transdyscyplinarnego obszaru badań, który charakteryzuje się własną teorią, modelami i metodami badań naukowych. W tym sensie do głównych dylematów oceny techniki można zaliczyć metody prognozowania

<sup>9</sup> H. Skolimowski już w latach 70. XX w. podkreślał konieczność niezależności oceny techniki wobec presji poszczególnych grup interesów: “It is quite obvious that technology is not a collection of tools, but a vital social and cultural force determining our future. It is not an assembly of gadgets, but a part of our world view, indeed an intrinsic part of the western mentality: whenever we westerners think technology, we invariably think ‘manipulation’ and ‘control’”; z tego względu “[g]enuine Technology Assessment is, and must be, a form of a socio-moral (therefore philosophical) reflection on the large scale unintended consequences of technology at large”, a w konsekwencji “real assessments of Technology must be essentially critical not apologetical with regard to Technology”; tylko w ten sposób ocena techniki nie zostanie zredukowana do pozycji “a servile adjunct of Technology” (Skolimowski 1974: 459, 460).

<sup>10</sup> “[...] stellt Ethisierung eine aktuell dominante Form der Politisierung dar. Die Ethisierung von Technik-Konflikten wird vor allem in biomedizinischen Themenfeldern deutlich“ (Schneider 2014: 31).

i opracowywania scenariuszy, których przedmiotem jest sam rozwój techniki jak i występowanie skutków ubocznych. W ten sposób analiza metod prognozowania pod względem metodologicznym bezpośrednio warunkuje całościową koncepcję oceny techniki.

Samo prognozowanie opiera się na opracowaniu szeregu racjonalnych i alternatywnych scenariuszy przyszłości, które mają stanowić podstawę dla podejmowanych decyzji i strategii działania w przyszłości w zakresie techniki. Przy czym sam proces prognozowania i opracowania scenariuszy rozwoju zawiera dwa wzajemnie się dopełniające wymiary: (1) racjonalny, tj. oparcie scenariuszy rozwoju na dostępnej obecnie wiedzy i danych empirycznych, oraz (2) wymiar normatywny, którego zadaniem jest ukierunkowanie procesu rozwoju.<sup>11</sup> Połączenie wymiaru racjonalnego i normatywnego w scenariuszach rozwoju techniki wskazuje na dodatkowy wymiar samej oceny techniki w konfrontacji z rozwojem technonauki. Jednym z głównych zadań oceny techniki staje się – zdaniem Armina Grunwalda – ocena wizji rozwoju (*visions' assessment*), ponieważ wizja (scenariusz) przyszłości jest konstruowany *a posteriori*, tzn. jest konstrukcją przeszłości, która kształtuje przyszłość.<sup>12</sup> W tym sensie scenariusze rozwoju w ramach oceny techniki stanowią podstawę dla politycznej oceny osiągalnych i zarazem pożądaných wizji rozwoju (*critical political judgement on attainable futures*; Grin, Grunwald 2000: 72). Grunwald używa w tym kontekście terminu „normatywna racjonalność” jako podstawy racjonalnego modelu oceny techniki, którego przedmiotem jest również racjonalne i normatywne kształtowanie przyszłości w wymiarze społecznym.<sup>13</sup>

## Podejście systemowe

Współczesny rozwój nauki i techniki charakteryzuje się wewnętrzną złożonością, która dotyczy poszczególnych dyscyplin jak i dziedzin w systemie nauki. Rozwój ten obejmuje swym zasięgiem praktycznie wszystkie obszary życia społecznego, a tym samym dotyczy zarówno wymiaru teoretycznego, jak i praktycznego technonauki. Złożoność systemowa wyraża się poprzez kontekst zastosowania technonauki oraz wskazuje na jej wymiar czasowy – prospektywny i antycypujący przyszłość. Z tego względu całościowe ujęcie fenomenu technonauki wymaga podejścia systemowego. Nawiązując do B. Latoura i jego analiz poświęconych

<sup>11</sup> W przypadku wymiaru normatywnego prognozowania sam scenariusz rozwoju zostaje utożsamiony ze strategią działania – “what do we need to do in order to achieve the most desirable results” (Braun 1998: 109); w przypadku oceny techniki byłoby to optymalne wykorzystanie potencjału techniki.

<sup>12</sup> Grunwald podkreśla, że “the vision is our – a posteriori! – construction of the past, that shapes our views of the future; and, therefore, that a critical review of concepts of the past has relevance for assessing concepts for the future” (Grin, Grunwald 2000: 72).

<sup>13</sup> Grunwald wyjaśnia: “Because we cannot change our past – we can only influence the assessments of our past – we cannot change our ‘futuribles’ in an arbitrary way. The past in its present-day assessment is the basis for normative expectations about the future, about desirables, purposes and goals” (Grin and Grunwald 2000: 103).

laboratorium Pasteura (Latour 1983), w przypadku technologii konwergentnych dochodzi do multiplikacji ‘laboratoriów’, ich usieciowienia, a tym samym za jeden z głównych motywów analizy konwergencji technologicznej lub też tzw. technologii konwergentnych zostaje uznane podejście systemowe, którego przedmiotem jest rosnąca złożoność systemowa badań naukowych.

W przypadku koncepcji technologii konwergentnych, opartej m.in. na modelu inter- i transdyscyplinarnego pola wymiany (*trading zone*), złożoność i kompleksowość systemu dotyczy uwzględnienia czynników pozaludzkich w praktyce badań naukowych. W tym aspekcie koncepcja ta nawiązuje bezpośrednio do teorii technonauki i teorii aktora-sieci Latoura z jednej strony, z drugiej strony konwergencja technologiczna wskazuje na ‘dynamiczną’ koncepcję nauki integrującej w równym stopniu systemy biologiczne, fizykalne i społeczne. W tym sensie sama konwergencja technologiczna jest wewnętrznie złożonym i kompleksowym procesem systemowym.

Analiza kompleksowości i złożoności systemów koncentruje się przy tym nie tyle na analizie poszczególnych komponentów, lecz na ich wzajemnych relacjach, przy czym wszystkie komponenty danego systemu powinny być uwzględnione. Niejako istotą kompleksowo złożonego systemu jest natomiast fakt wzajemnej zależności pomiędzy komponentami konstytuującymi dany system. Dlatego też, co podkreśla Y. Bar-Yam, przy analizie technologii konwergentnych (*nano-bio-info-cogno*) decydującą kwestią jest wskazanie teorematu (i/lub zasady), który umożliwi funkcjonowanie całego system, a który miałby w równym stopniu zastosowanie w przypadku systemów biologicznych, inżynierskich czy społecznych.<sup>14</sup> Tym samym analiza kompleksowo złożonych systemów dotyczy ich wewnętrznej ewolucyjnej dynamiki, która wyraża się w procesach kształtowania danego systemu, jak i zmian w nim zachodzących. Jest to, zdaniem Bar-Yama, ogólny ewolucyjny proces adaptacji danego systemu i jego komponentów, którego celem jest niezawodne funkcjonowanie całości.<sup>15</sup>

Jako przykład tej swoistej adaptacji systemowej oraz zmian zachodzących w praktyce badań naukowych i laboratoryjnych mogą posłużyć zaawansowane symulacje komputerowe, które umożliwiają badanie procesów zachodzących w kompleksowych, wewnętrznie złożonych systemach bez rozumienia mechanizmów działania tychże systemów. Symulacje procesów zachodzących w danym systemie opierają się na algorytmach i obowiązujących założeniach teoretycznych w konkretnej dyscyplinie, np. nanotechnologii, ale nie są one postrzegane w formie konwencjonalnych reprezentacji przedmiotu badań, lecz w formie konstruowanych

<sup>14</sup> W analogii do praw fizyki, np. Newtona, Bar-Yam stwierdza, że “a law in complex systems should relate various quantities that characterize the system and its context. [...] Laws in complex systems relate qualities of system, action, environment, function, and information” (Bar-Yam 2003: 386).

<sup>15</sup> Proces adaptacji systemu wyraża się poprzez “changes in its internal patterns, including (but not exclusively) the changes in its component parts”, co w konsekwencji oznacza, że “[t]he reality of incremental changes in processes of creativity and design reflect the general applicability of evolutionary concepts to all complex systems” (Bar-Yam 2003: 389, 390).

substytutów, których celem jest kreowanie podobieństw czy też imitowanie właściwości oryginalnego systemu. Sama imitacja jako forma odwzorowania, jak w przypadku nanoobrazów, pełni funkcję wyjaśniania na drodze porównania tych dwóch systemów: pierwotnego / oryginalnego oraz imitowanego / kalkulowanego. W ten sposób procesy substytucji i symulacji (imitacji) mogą być uznane za nowe narzędzia poznania i wyjaśniania w ramach podejścia systemowego. Najlepszym przykładem są tutaj nanoobrazy, które zapośredniczone poprzez aparaturę badawczą oparte są na symulacjach komputerowych oraz transformacji otrzymanych danych pomiarowych bez bezpośredniego wizualnego dostępu do nanoskali, stanowiąc tym samym substytuty jej realności. To właśnie poprzez symulację, translację i substytucję danych produkowana jest wizualizacja samego systemu, jak i procesów w nim zachodzących.

W tym kontekście za właściwy przedmiot technonauki można uznać kompleksowość i złożoność każdego systemu technologicznego z najważniejszym pytaniem o możliwość jego kontroli. Według A. Nordmanna (2006) jest to moment inicjujący filozofię technonauki, ponieważ osiągnięcie poziomu technicznej kontroli nad kompleksowością i złożonością danego systemu oznacza substytucję konwencjonalnej teorii danego systemu. Inną formą substytucji jest konstruowanie podobieństwa w stosunku do oryginału. W tym przypadku decydującym kryterium jest dopasowanie konstruktów do praktyk laboratoryjnych technonauki.<sup>16</sup> Zdaniem Nordmanna, w przypadku zastosowania zabiegów symulacji i substytucji w ramach technonauki, dotychczasowe procesy puryfikacji stają się bezprzedmiotowe, ponieważ rozmyciu ulegają dotychczasowe jednoznaczne rozróżnienia pomiędzy nauką i techniką a światem przyrody czy też światem kultury. Ponownie najlepszym przykładem jest nanotechnologia oparta na systemowej symulacji i substytucji, w których miejsce puryfikacji zajmuje postępujący proces hybrydyzacji.<sup>17</sup>

## Perspektywy badań w ramach technonauki i oceny techniki

Powyższe analizy przedstawiają specyfikę wiedzy naukowej w ramach technonauki, która służy nie tyle modyfikacji czy falsyfikacji hipotez, co byłoby charakterystyczne dla nowej teorii, ale raczej, jak w przypadku nanotechnologii, jest procesem modelowania czy też „majsterkowania” w konfrontacji z pojawiającymi się problemami i wyzwaniem technologicznymi. W tym sensie nie jest ona skon-

---

<sup>16</sup> W tym kontekście A. Pickering w pracy *The Mangle of Practice* (1995) wprowadza kategorię *robust fit* ('adekwatności', 'współmierności') praktyk laboratoryjnych, która obejmuje zarówno teorię, jak i sam proces eksperymentowania, ponadto aparaturę badawczą i jej kalibrowanie, oparte na zasadach przyjętych przez daną wspólnotę naukowców.

<sup>17</sup> Nordmann stwierdza w tym kontekście, że "simulated quasi-natural system behaviors appear to be attributable neither to science and nature nor to technology and culture. [...] Here, then, questions regarding the ontology of technoscientific objects intersect with questions of epistemology and methodology" (Nordmann 2011: 479).

centrowana na prawdzie, lecz na odkrywaniu nowych możliwości, które mogłyby spełnić pokładane w niej nadzieje i obietnice. Jej „priorytetem” nie jest swoiste kompletowanie wiedzy, lecz bardziej odkrywanie nowych możliwości zastosowań. W ten sposób technonauka, jak i technologie konwergentne stanowią relatywnie nowe pole badań usytuowane pomiędzy nauką, techniką i inżynierią, co oznacza konieczność wypracowania modusu ich integracji w obecnym systemie nauki przy uwzględnieniu specyfiki wiedzy naukowej w ramach technonauki.

Wiedza naukowa w zakresie technonauki oscyluje wokół możliwości zastosowania, nie jest to wiedza teoretyczna czy też poznawcza, lecz bardziej umiejętność w formie wiedzy praktycznej (*skill knowledge*), a która odwołuje się do prakseologii – kultury działania. Jak zauważa A. Nordmann, kryterium tej wiedzy nie jest prawda czy fałsz, lecz *the robustness of demonstrability* w sensie umiejętności operowania w świecie aparatury laboratoryjno-badawczej, tj. umiejętności generowania symulacji i substytucji w ramach złożonych i kompleksowych systemów.<sup>18</sup> Oznacza to, że nanotechnonauka zogniskowana na praktykach laboratoryjnych, możliwościach i potencjalnych zastosowaniach związanych z postępem badawczym, np. w zakresie kontroli laboratoryjnie wywoływanych procesów, powinna jednocześnie spełniać kryterium adekwatności i odpowiedzialności w stosunku do wymiaru społecznego. Jest to niezbywalne kryterium rozwoju technonauki wynikające z ambiwalencji społeczeństwa wiedzy, które jest zarazem społeczeństwem permanentnego ryzyka.

Na koniec należy zauważyć, że podejście systemowe jako warunek analizy technologii konwergentnych dopełnia pod względem teoretycznym, jak i metodologicznym badania w zakresie technonauki i oceny techniki. W przypadku teorii oceny techniki i technonauki, ich wzajemnych dopełnień i uwarunkowań, można zauważyć obecnie postępujący proces ewolucji oceny techniki w kierunku oceny technonauki. W konsekwencji miejsce ‘techniki’ jako przedmiotu analizy zajmują wewnętrznie złożone systemy technologiczne technonauki. Jednocześnie, w przypadku podejścia systemowego w analizach współczesnego fenomenu nauki i techniki, sama koncepcja oceny techniki ukazuje się jako sposób zarządzania i regulowania (*governance*) technonaukami. Zarządzanie to w formie oceny technonauki obejmuje zarówno wymiar naukowy i techniczny, jak i społeczno-polityczny, ekonomiczny, etyczny oraz prawny.

Ewolucja pod względem teoretycznym i praktycznym zarówno technonauki, jak i oceny techniki wskazuje na szereg nowych zagadnień w badaniach nad techniką. W pierwszej kolejności są to analizy porównawcze założeń teoretycznych i metodologicznych konstytuujących teorie technonauki, oceny techniki i konwergencji technologicznej oraz ich wpływu na wymiar społeczno-polityczny rozwoju nauki i techniki, chociażby w przypadku polityki badań naukowych.

<sup>18</sup> Nordmann podkreśla w tym sensie, „[a]s opposed to the truth or falsity, certainty or uncertainty of hypotheses, the hallmarks of technoscientific knowledge are robustness, reliability, resilience of technical systems or systematic action” (Nordmann 2009: 139).

Za punkt wyjścia analizy porównawczej mogą być przyjęte trzy podstawowe fenomeny wyrażające zachodzące obecnie zmiany w badaniach naukowych: proces postępującej konwergencji, następnie dylemat temporalności, tj. przewidywania procesów systemowych i ich kontroli, w końcu sam fakt usieciowienia systemowego technonauki w formie technologii konwergentnych.

## Literatura

- Bar-Yam Y. 2003. *Unifying Principles in Complex Systems*. In: Roco M.C., Bainbridge W.S. (Eds.). *Converging technologies for improving human performance*. Dordrecht: Kluwer, 380-409.
- Bińczyk E. 2012. *Technonauka w społeczeństwie ryzyka. Filozofia wobec niepożądanych następstw praktycznego sukcesu nauki*. Toruń: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika.
- Bińczyk E., Stępień T. 2014. *Modeling Technoscience and Nanotechnology Assessment. Perspectives and Dilemmas*. Comparative Studies on Education, Culture and Technology, Vol. 6. Frankfurt am Main: Peter Lang Edition.
- Braun E. 1998. *Technology in Context. Technology assessment for managers*. London, New York: Routledge.
- Callon M. 1986. *Some elements of a sociology of translation: Domestication of the scallops and the fishermen of St. Brieuc Bay*. In: Law J. (Ed.), *Power, Action, and Belief: A New Sociology of Knowledge?* London: Routledge, 196-233.
- Callon M., Laredo P., Rabeharisoa V., Gonard T., Leray T. 1992. *The management and evaluation of technological programs and the dynamics of techno-economic networks: The case of the AFME*. "Research Policy", Vol. 21, No. 3: 215-236.
- Collingridge D. 1980. *The social control of technology*. New York: St. Martin's Press.
- Galison, P. 2006. *The pyramid and the ring*. Presentation at the conference of the Gesellschaft für Analytische Philosophie (GAP), Berlin.
- Gorman M.E. and Groves J. 2006. *Collaboration on Converging Technologies: Education and Practice*. In: W.S. Bainbridge W.S. and M.C. Roco M.C. (Eds.), *Managing Nano-Bio-Info-Cogno Innovations. Converging Technologies in Society*. Dordrecht: Springer, 71-87.
- Grunwald A., Hennen L., Sauter A. 2014. *Parlamentarische Technikfolgenabschätzung in Deutschland und Europa*. "Aus Politik und Zeitgeschichte. Technik, Folgen, Abschätzung", 64. Jahrgang, Nr. 6-7: 17-24.
- Kastenhofer K., Allhutter D. 2010. *Technoscience and technology assessment*. "Poiesis and Praxis", Vol. 7: 1-4.
- Kunkle G.C. 1995. *New Challenge or the Past Revisited? The Office of Technology Assessment in Historical Context*. "Technology in Society", Vol. 17, No. 2: 175-196.
- Latour B. 1983. *Give Me a Laboratory and I will Raise the World*. In: Knorr-Cetina K. and Mulkay M. (Eds.), *Science Observed: Perspectives on the Social Study of Science*. London: Sage Publications, 141-170.

- Nordmann A. 2006. *Collapse of distance: Epistemic strategies of science and technoscience*. "Danish Yearbook of Philosophy", Vol. 41: 7-34.
- Nordmann A. 2009. *Philosophie der NanoTechnoWissenschaften*. In: Gammel S., Lösch A., Nordmann A., *Jenseits von Regulierung: Zum politischen Umgang mit der Nanotechnologie*. Heidelberg: Akademische Verlagsgesellschaft AKA, 122-148.
- Nordmann A. 2011. *Science in the Context of Technology*. In: Carrier M. and Nordmann A. (Eds.), *Science in the Context of Application*. Boston Studies in the Philosophy of Science, Vol. 274. Dordrecht: Springer, 467-482.
- Pickering A. 2008. *New Ontologies*. In: Pickering A. and Guzik K. (Eds.), *The Mangle in Practice. Science, Society and Becoming*. Durham: Duke University Press, 1-14.
- Roco M., Bainbridge W. (eds.) 2001. *Societal Implications of Nanoscience and Nanotechnology*, Final Report from the Workshop at the National Science Foundation, Arlington in September 28-29, 2000. Dordrecht: Kluwer.
- Roco M.C., Bainbridge W.S. 2002. *Converging technologies for improving human performance: Integrating from nanoscale*. "Journal of Nanoparticle Research", Vol. 4: 281-295
- Roco M.C., Williams R.S., Alivisatos P. (Eds.) 2000. *Nanotechnology Research Directions. Vision for Nanotechnology R&D in the Next Decade*. Dordrecht: Kluwer.
- Schmidt J.C. 2011. *Toward an epistemology of nano-technosciences. Probing technoscience from a historical perspective: on today's surprising prevalence and relevance of Francis Bacon*. "Poiesis and Praxis", Vol. 8: 103-124.
- Schneider I. 2014. *Technikfolgenabschätzung und Politikberatung am Beispiel biomedizinischer Felder*. "Aus Politik und Zeitgeschichte. Technik, Folgen, Abschätzung", 64. Jahrgang, Nr. 6-7: 31-39.
- Schomberg R. 2011. *Towards Responsible Research and Innovation in the Information and Communication Technologies and Security Technologies Fields*. Brussels: European Commission, Directorate General for Research and Innovation.
- Schot J.W. 1992. *Constructive Technology Assessment and Technology Dynamics: The Case of Clean Technologies*. "Science, Technology & Human Values", Vol. 17, No. 1: 36-56.
- Skolimowski H. 1974. *Technology Assessment as a critique of a civilization*. In: *Proceedings of the 1974 Biennial Meeting Philosophy of Science Association*. "Boston Studies in the Philosophy of Science", Vol. XXXII: 459-465.
- Stepień T. 2015. *Cassirer und Heidegger in Davos und die erkenntnistheoretischen Grundlagen der Technowissenschaften*. "Lectioes & Acroases Philosophicae", Vol. VIII(1): 109-127.

*Tomasz Stepień*

**Methodological dilemmas in the contemporary research on technology.  
Technoscience and technology assessment**

*Abstract*

The spectacular development of science and technology belongs to the essential events in the last two decades and at the same time makes out the focus of the current research in the theory of technoscience and technology assessment, especially in the field of nanotechnology. This multilayered process of science and technology development indicates three major phenomena as the objective of the analyses: the fact of advancing technological convergence in the case of technoscience, the dilemma of temporality and control in the technology assessment procedures, and the predominant systemic approach. These three phenomena express also the basic methodological dilemmas of the current research devoted to the technology, especially by confronting with the evolution of technology assessment into technoscience assessment.

*Keywords:* technoscience, technology assessment, converging technologies, nanotechnology.