

Krzysztof Abriszewski*,
Łukasz Afeltowicz**
Instytut Filozofii UMK
Toruń

Jak gołym okiem zobaczyć rosnące neurony i siłę alergii? Krażąca referencja w nauce i poza nią¹

Pojęcie „krażącej referencji”, wprowadzone przez Bruno Latoura w książce *Pandora's Hope*, pozwala na empiryczną realizację projektu niedualizującego sposobu mówienia przedstawionego przez Josefa Mitterera w pracy *Tamta strona filozofii*. Celem artykułu jest przedstawienie koncepcji krażącej referencji w oparciu o dwa przykłady: badania nad pączkowaniem aksonów oraz testów alergologicznych. Pierwsza główna teza mówi, iż praktyka badań naukowych nie daje się sprowadzić do dwuczłonowej relacji (np. typu świat – język), ponieważ opiera się ona na szeregu rozmaitych relacji między różnymi elementami, z których każdy kolejny element pełni funkcję znaku wobec swego poprzednika. Druga główna teza powiada, że krażąca referencja jest zjawiskiem powszechnym zarówno w nauce, jak i poza nią, w związku z czym autorzy postulują konieczność badań porównawczych zestawiających krażące referencje z różnych dziedzin nauki, a także z innych obszarów kultury. Służyć temu ma, przedstawiona w tekście, forma schematów stanowiąca dobrą bazę do takich badań. Wierzymy, że jeśli zostaną podjęte, pozwolą one na pełniejszy opis funkcjonowania nauki oraz relacji między nią i obszarami kultury uznawanymi za pozanaukowe.

How to see the Power of Allergy and Sprouting Axons th one's own Eyes? Circulating Reference inside and outside Science

The notion of "circulating reference," introduced by Bruno Latour in his book *Pandora's Hope*, gives an opportunity for empirical embodiment of Josef Mitterer's project of non-dualising mode of speaking, described in his book *Beyond Philosophy (Das Jenseits der Philosophie)*. The aim of the paper is to introduce the concept of circulating reference with use of two examples: research on axon sprouting and allergy tests. We claim that it is not possible to bring down the research practices to binary relationships (e.g. of "world-language" type), because it consists of a chain or a network of relationships among heterogeneous elements. Each of them performs the role of a sign with reference to previous element. We also claim that the circulating referen-

* Dr Krzysztof Abriszewski – adiunkt w Zakładzie Filozofii Współczesnej Instytutu Filozofii UMK w Toruniu. Prowadzi badania nad Teorią Aktora-Sieci oraz nad koncepcją niedualizującego sposobu mówienia Josefa Mitterera. Przygotowuje monografię pt. *Poznanie, zbiorowość, polityka. Analiza Teorii Aktora-Sieci*.

** Mgr Łukasz Afeltowicz – doktorant w Instytucie Filozofii UMK w Toruniu. Przygotowuje rozprawę doktorską pod kierunkiem prof. dr hab. Michała Tempczyka poświęconą podmiotowości w badaniach naukowych.

¹ Za uwagi do tekstu i konsultację z zakresu neurobiologii autorzy pragną podziękować panu profesorowi Michałowi Capucie z Instytutu Biologii Ogólnej i Molekularnej Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu.

ce is a phenomenon of frequent occurrence, both inside and outside science. Therefore, there is a need for a comparative approach that would enable studying science and non-scientific cultural domains. We develop a form of schemes, grasping circulating reference processes that would help develop the comparative approach. We believe that such an approach would improve our view of science and the relationships among the sciences and other cultural areas.

Etnografia laboratorium, wyrosła w drugiej połowie lat 70. ubiegłego wieku, dokonała, z punktu widzenia autorów niniejszego artykułu, dwóch ważnych rzeczy. Wraz z innymi nurtami wyłaniających się studiów nad nauką postulowała empiryczne badanie praktyk naukowych i bez żadnej przesady można powiedzieć, że postulat ten realizowała najlepiej. Po drugie, w rezultacie własnych intensywnych badań terenowych przedstawiła raporty, które jasno wskazywały na to, że naukę w jej różnorodnych przejawach *lepiej analizować* nie przez modele wiedzy, ale *przez dynamiczne modele praktyk poznawczych*. Te pierwsze, upraszczając sprawę, oferowały wyobrażenie wiedzy jako „czegoś” (idei, pojęć, teorii, sądów, wyobrażeń) gromadzonego w umyśle, w języku, czy też w hipotetycznym trzecim świecie. Antropologia laboratorium zamiast tego wołała mówić o translacjach, bądź negocjacjach².

Konsekwencją filozoficzną, jedną z wielu, która z tego wynika, można opisać krótko za pomocą słownika oferowanego przez Josefa Mitterera [1996, 2004]. Podejścia, umownie zwane „tradycyjnymi”, lokowałyby się w obrębie jego dualizującego sposobu mówienia (DSM), zaś – jak utrzymujemy – rezultaty prac Bruno Latoura, Karin Knorr-Cetiny i innych można zasadnie opisywać jako przykłady niedualizującego sposobu mówienia (NSM)³.

Przedstawiając rzecz bardzo zdawkowo – DSM pojawia się wszędzie tam, gdzie u podstaw dociekań leży rozszczepienie na dwie dziedziny, np. na język i świat [Mitterer 1996, s. 3]. Z kolei NSM, który został przez Mitterera rozwinięty w skromnej postaci, służąc tylko do analizy DSM-u, mówi o kontynuowanych i rozwidlających się ścieżkach opisów. Poznanie Mitterer opisuje jako przechodzenie od opisu *so far* do opisu *from now on* [Mitterer 1996].

Choć nie wątpimy, że sprawa wymaga dalszych dokładnych badań, to jesteśmy przekonani, że znakomitą realizacją empiryczną NSM-u jest przedstawiona przez Bruno Latoura w pracy *Pandora's Hope*, koncepcja krążącej referencji. W dualizującym sposobie mówienia przechodzi się w pewnym momencie do pytania o relację między członami założonej dychotomii. Prowadzi to na przykład do problemu referencji, czy problemu prawdy. Odwołując się do prac Latoura, można utrzymywać, że kwestię referencji, czyli powiązania słów z rzeczami, można badać empirycznie, a rezultaty tych badań prowadzą wcale nie do przeskoku pomiędzy dwiema płaszczyznami, a do sytuacji znacznie bardziej złożonej.

² W zgodzie z literaturą przedmiotu, określeń „etnografia laboratorium” i „antropologia laboratorium” używamy zamiennie [zob. np. Knorr-Cetina 1981, s. 17–18]. Omówienie tego nurtu czytelnik odnajdzie np. w tekstach Karin Knorr-Cetiny [1983] oraz [1995]. Pierwsze monografie w ramach badań etnograficznych przygotowali Bruno Latour i Steve Woolgar [1979], Karin Knorr-Cetina [1981] oraz Michael Lynch [1985a].

³ Dokładne, analityczne opracowanie pokrewieństwa pomiędzy omawianymi podejściami i koncepcją Mitterera pozostawiamy na inną okazję.

Naszym celem w niniejszym artykule jest, po pierwsze, przedstawienie, na czym polega koncepcja krążącej referencji. Uczynimy to, odwołując się, podobnie jak Latour, do praktyk naukowych. Po drugie, chcemy zainicjować porównawcze badania nad krążącą referencją. Potrzebę badań porównawczych w studiach nad nauką postulował już Ludwik Fleck [1986]. Wydaje nam się, że analizy porównawcze pozwolą nie tylko lepiej zrozumieć funkcjonowanie różnych obszarów nauki, ale także obszary kultury uznawane za pozanaukowe.

Dla uproszczenia omawiamy tylko dwa przykłady. Pierwszy pochodzi z prowadzonych w latach 80. neurobiologicznych badań nad procesami regeneracji w hipokampie [Lynch 1985b, 1988]. W badaniach tych wykorzystywano określony szczep szczurów. Podkreślamy, że choć dziś przykład ów ma charakter historyczny, to dobrze ilustruje różne aspekty związane z analizowanym zjawiskiem. Drugi przykład, jedynie zestawiony z pierwszym, dotyczy alergicznych testów nakłuciowych, jakim był poddany jeden z autorów. Celowo wybraliśmy rzecz z pogranicza nauki laboratoryjnej i pozanaukowego obszaru kultury, aby ukazać wychodzenie krążącej referencji poza naukę i wnikanie jej w tkankę zrutynizowanego życia społecznego. Po namyśle postanowiliśmy odrzucić inne przykłady, które brałismsy pod uwagę, (jak np. badania w fizyce wysokich energii, badania ankietarskie w naukach społecznych, czy testy opon zimowych), aby nie rozmyć głównych myśli tekstu w nadmiarze przykładów. Każdy z nich wymagałby bowiem choćby pobieżnego omówienia kwestii technicznych. Aby ułatwić analizowanie oraz porównywanie różnych przypadków, opracowaliśmy podsumowanie opisu krążącej referencji w postaci dwóch schematów. Komentarz do schematów zamykających nasze analizy, wraz z nimi samymi, umieściliśmy na końcu tekstu.

Krążąca referencja, mówiąc najogólniej, polega na tworzeniu w toku badań naukowych sieci, czy łańcucha wiązań pomiędzy różnorodnymi obiektami, zwanymi w rozwijanej przez Latoura Teorii Aktora-Sieci (*Actor-Network Theory* dalej „ANT”) – „aktorami” [por. Latour 1999, s. 24–79]. Przejścia od jednego aktora do drugiego poddane są pewnym rygorom, mają bowiem na celu jednocześnie utracić pewne cechy, a inne zachować i wydobyć na jaw. Dlatego nazywa się je translacjami. Roboczym punktem wyjścia przy budowaniu sieci, w której krążyć będzie referencja, jest tzw. badany przedmiot, zaś roboczym punktem dojścia – raport naukowy (np. artykuł). Jednakże oba końce są otwarte [Latour 1999, s. 69–73], ponieważ zarówno przedmiot był zwykle związany z pewnymi procesami przygotowawczymi (dokonywanymi zazwyczaj przez inne nauki) [Latour 1999, s. 32], jak i raport, który na ogół czekał zmagania opisywane wielokrotnie w studiach nad nauką [por. np. Abriszewski 2005; Latour 1987, s. 21–62, Latour, Bastide 1986; Law 1986]. Mówiąc najkrócej, tam gdzie podejścia DSM widziały dwie sfery i jedną między nimi relację, ANT dostrzegło nieustanne wysiłki mające na celu stworzenie i utrzymanie sieci relacji. Tam, gdzie DSM usiłowało zdefiniować ową ogólną relację za pomocą narzędzi filozoficznych, ANT proponuje empiryczny opis wszystkich relacji zachodzących w sieci. Aby łatwiej było uchwycić ową wielość i sieciowość, analizowane w przykładach procesy dzielimy na kroki.

Przykład z kiełkowaniem aksonów

Aby zrozumieć na czym polega cyrkulująca referencja, proponujemy przyrzeć się konkretnym badaniom z zakresu neurobiologii, nad procesami regeneracyjnymi zachodzącymi w hipokampie. Niniejszy przykład pochodzi z etnograficznych studiów przeprowadzonych przez Michaela Lyncha w jednym z kalifornijskich laboratoriów neurobiologicznych [Lynch 1985b, s. 44–59, 1988]. Kalifornijscy badacze byli zainteresowani anatomicznym przedstawieniem zjawiska nazywanego „kiełkowaniem aksonów” (*axon sprouting*), które stanowi mechanizm kompensujący szkody wywołane nieodwracalnymi zmianami w tkance nerwowej. Polega ono na tym, że aksony z nieuszkodzonych obszarów „kiełkują” – wypuszczają nowe odgałęzienia i tworzą nowe połączenia, częściowo zajmując obszary synaptyczne zwolnione przez połączenia zniszczonych komórek [Lynch 1985b, 45]. Zarejestrowanie kiełkowania aksonów wymagało dość skomplikowanej sekwencji czynności laboratoryjnych polegających na uczynieniu tego zjawiska widzialnym dla ludzkiego oka.

Krok 1. Wybór i przygotowanie zwierząt laboratoryjnych – tutaj posłużono się szczurami ze szczepu Sprague-Dawley, co nie było przypadkowe. Po pierwsze, są to ssaki, co było niezbędnym warunkiem, aby móc skutecznie ekstrapolować wyniki badań na procesy regeneracji zachodzące w mózgach innych ssaków, w tym człowieka. Po drugie, szczury są stosunkowo tanim obiektem badań, a szczep ten odznacza się potulnością, co ułatwia laborantom obchodzenie się z nimi. Po trzecie, najważniejsze jest jednak to, że szczep ten został specjalnie wyhodowany w celu uzyskania jednorodności wymiarów ich mózgów [Lynch 1985b, s. 45; Lynch 1988, s. 273].

Komentarz: Pierwszą rzeczą, którą należy zauważyć jest to, że w laboratoriach nie mamy do czynienia z przyrodą, lecz raczej ze sztucznymi układami elementów – materiałami, które stanowią końcówki długich procesów naukowych i technologicznych: związki chemiczne są syntetyzowane, woda destylowana, epidemie symulowane, a szczury laboratoryjne specjalnie hodowane [por. np. Knorr-Cetina 1983]. Owe przygotowane układy reprezentują swoje „naturalne” odpowiedniki, stąd rozpoczęcie na nich działań badawczych oznacza dokonanie pierwszej translacji – od rzeczywistych aksonów i hipokampów szczurów i innych ssaków do mózgów pewnej wybranej badanej grupy.

Po drugie zaś, naukowcy są skazani na translacje, gdyż bez nich nie byłiby w stanie opanować świata. Czym innym byłaby próba prowadzenia badań na dzikim szczurze – agresywnym i bez znanej historii chorób, czym innym skorzystanie ze szczepu łagodnego, i co najważniejsze dla badań (dlaczego – piszemy niżej) – posiadającego zestandaryzowane wymiary mózgu. Nie ma sensu mówić o niezależnym, obiektywnym świecie jako źródle wiedzy prawdziwej, gdyż jest on nam dostępny jedynie za sprawą procedur translacji [por. Latour 1999, s. 24–79].

Po trzecie, szczury ze szczepu Sprague-Dawley stanowią tylko jeden z elementów tego, co można nazwać *systemem importów i eksportów* [Latour, Woolgar

1979, s. 66–68]. Okazuje się bowiem, że omawiany łańcuch czynności nie stanowi zamkniętej całości, gdyż podłączony jest do prac innych laboratoriów oraz wcześniejszych osiągnięć zarówno z zakresu nauki, jak i technologii. Do kwestii importów i eksportów jeszcze powrócimy.

Krok 2. Indeksowanie egzemplarzy – każdemu szczurowi przypisano jego indywidualny numer, który został naniesiony za pomocą farby na ich ogony. Ten sam numer będzie towarzyszył częściom usuniętym z ich ciał, a także wszystkim kolejnym przekształceniom, którym będą one podlegały (będą opatrzone nim m.in. zdjęcia ich hipokampów), co umożliwi prześledzenie biografii próbek [Lynch 1985b, s. 55].

Komentarz: Zwracamy w tym miejscu uwagę na fakt, że nawet najbardziej złożone procesy poznawcze wymagają niekiedy stosunkowo prostych umiejętności – umiejętność narysowania za pomocą farby kilkunastu cyfr daleka jest od potocznego wyobrażenia o pracy naukowców, którzy w każdym momencie dokonują skomplikowanych i niezrozumiałych operacji intelektualnych. Naznaczanie i porządkowanie (badanego materiału, czy kontekstu) oraz, jak zobaczymy dalej, proste zabiegi manualne są integralną częścią praktyk wytwarzania krążących referencji.

Krok 3. Operacja uszkodzenia mózgow – wszystkie osobniki zostały poddane zabiegowi, w trakcie którego, w zbliżonym czasie, pod narkozą uszkodzono im ten sam obszar mózgu.

Krok 4. Uśmiercanie szczurów – tak przygotowane egzemplarze w różnym czasie, w równych odstępach (jeden po drugim, co będzie ważne pod koniec badań) poddano dalszym zabiegom laboratoryjnym. Poszczególne osobniki zabijano w sposób, który wywoływał najmniej niepożądanych efektów w ich mózгах, na przykład stosując gilotynę, której użycie nie prowadzi do zmian biochemicznych w mózgu zwierzęcia [Lynch 1988, s. 274].

Komentarz: Okazuje się, że narzędzia badawcze nie stanowią jedynie środków polepszających naszą percepcję! Analiza badań naukowych nie może więc tworzyć ich modelu w oparciu o sytuację percepcji. Aby badać aksony w mózgu szczura, musimy przekształcić je do postaci dla nas widzialnej. Trudno określić złożoną procedurę zabijania szczurów mianem poprawy percepcji, czy też przechodzenia od rzeczy do słów, a jednak mózgi martwych zwierząt muszą być przygotowane odpowiednio, by miały jakąkolwiek wartość dla dalszych badań. Przykładowo, mózg szczura wystawionego na silny i długotrwały stres podlega niekorzystnym zmianom i do niczego się nie nadaje. Niniejsza translacja dobitnie ilustruje fakt, że proces „badania zjawisk w świecie” musi opierać się na bardzo rygorystycznym i równie zręcznym manipulowaniu różnymi jego elementami. Przy czym mówiąc o „manipulowaniu”, nie chodzi nam o działania myślowe, a o zabiegi manualne. Choć sprawa wydaje się oczywista, to przestaje taką być, gdy uświadomimy sobie, że owe fizyczne manipulacje stanowią część „przechodzenia od rzeczy do słów”.

Krok 5. Wycięcie hipokampów – częścią, która interesuje badacza jest tylko głowa zwierzęcia, a w szczególności mózg, który poddany zostanie kolejnym zabiegom preparacyjnym. Z mózgu nieżywego już zwierzęcia wycina się hipokamp.

Krok 6. Przygotowanie próbki do zdjęcia elektronowego – wypreparowany fragment zwierzęcia przygotowuje się w specjalny sposób, aby można było poddać go mikroskopii świetlnej i elektronowej. Próbkę zanurza się w roztworze metalicznych związków, dzięki czemu wyróżnione zostaną struktury białkowe. Struktura osadów stwarza widoczną architekturę materiału pochłaniającą światło i elektrony, co polepszy widoczność błon komórkowych.

Komentarz: Ponownie wraca kwestia importów i eksportów. Tym razem importowana została technika przygotowywania materiału do zdjęcia mikroskopowego. Praktycznie na każdym etapie mamy do czynienia z importem metod, wiedzy lub urządzeń z innych badań i laboratoriów. Poza szczurami mieliśmy tutaj do czynienia z importem technik pracy laboratoryjnej – umiejętności obchodzenia się ze zwierzętami i posługiwania się aparaturą badawczą. Jednocześnie importowana była wiedza teoretyczna – powyższe badania oparte były na wcześniejszych rozstrzygnięciach teoretycznych dotyczących tego, jak pracuje mózg i z czego jest zbudowany, a także pewnych reguł metodologicznych mówiących na przykład, że pod wieloma względami mózg szczura może w procesie badawczym reprezentować mózgi innych ssaków. Wreszcie potrzebny był import maszyn takich, jak mikrograf elektronowy, który może być bezużyteczny, jeżeli będzie obsługiwany nieumiejętnie (kolejny import wiedzy milczącej i umiejętności).

Wraca także sprawa czynienia czegoś widzialnym. Jak już mówiliśmy wyżej, zabiegi takie noszą miano „translacji”. Polegają one na takim przekształcaniu bytów, aby były „sprzed” i „po” zachowywały pewną łączność. Zdjęcie szczurzego hipokampu jest dobrą reprezentacją tegoż hipokampu, mimo że został on pocięty i poddany działaniu roztworu związków metalicznych. Nie jest to jednak zdjęcie jakiegokolwiek, lecz uprzednio dobrze przygotowane. Zabiegi translacyjne mają na celu, między innymi, stworzenie pewnej infrastruktury, która nie tylko pozwoli zobaczyć to, co zobaczyć chcieliśmy od samego początku, ale także ujrzeć więcej – na przykład procesy, czy zależności, które nie przychodziły wcześniej na myśl.

Krok 7. Zdjęcie w małym powiększeniu – przygotowaną próbkę fotografuje się za pomocą mikrografu elektronowego w małym powiększeniu. Badaczy nie interesuje jednak cały hipokamp, lecz jedynie jego konkretna część, mianowicie zakręt zębaty (*dentate gyrus*). Obszar ten ma pewną specyficzną cechę, która ułatwia zadanie naukowcom. Zakręt zębaty traktuje się jako „naturalne laboratorium”, gdyż w tym obszarze mózgu różne neuronalne składniki są odizolowane i układają się w sposób warstwowy, co ułatwia ich odróżnienie. Istnienie tego naturalnie występującego szablonu graficznego stanowi dla neurobiologów niezwykle korzystny zbieg okoliczności [Lynch 1985b, s. 53].

Komentarz: Chcemy tutaj zwrócić uwagę na kolejny przeskok ontologiczny. Wcześniejsze translacje prowadziły od gatunku do jednostek, od żywych organizmów do martwych, od całych mózgów do ich części. Tym razem porcja badanego biologicznego materiału zostaje przetworzona w swój obraz. W tym miejscu należy podkreślić fakt, że badanie naukowe w toku kolejnych translacji zredukowało, niewidoczne w trybie codziennych rutyn, aksony w żyjących w czasie

i przestrzeni szczurach (cztery wymiary), do dwuwymiarowego zdjęcia, na którym widać wszystko, no może prawie wszystko. W przeciwnym razie nie byłyby konieczne kolejne kroki.

Krok 8. Zdjęcie w dużym powiększeniu – posługując się zdjęciem w małym powiększeniu, robi się serię czterech zdjęć w silniejszym powiększeniu uprzednio sfotografowanemu obszarowi tak, aby uchwycić konkretny akson. Bez kroku 7., tj. zdjęcia w małym powiększeniu, trudno byłoby wystarczająco precyzyjnie ustawić aparaturę.

Krok 9. Fotomontaż – tak sporządzone zdjęcia łączy się szeregowo ze sobą za pomocą kleju, uzyskując w ten sposób obraz aksonu. Powtórzmy, że bez zdjęcia w mniejszym powiększeniu niemożliwe byłoby sporządzenie tak precyzyjnego fotomontażu – nie wiadomo byłoby, jak ustawić urządzenie, aby dokładnie uchwycić interesującą nas cechę, a także nie wiedzielibyśmy, jak posklejać ze sobą uzyskane w ten sposób zdjęcia [Lynch 1985b, s. 45, 49].

Komentarz: Ponownie, jak w przypadku numerowania szczurów, jeden z kroków badawczych wymaga pewnej zręczności manualnej przy posługiwaniu się klejem. Swoją drogą, ciekawe byłoby śledzenie takich prostych czynności w różnych przypadkach krążących referencji. Interesujące w nich jest to, w jaki sposób tak proste działania mogą prowadzić do takich złożonych zabiegów poznawczych.

Krok 10. Obróbka fotomontażu – naukowcy za pomocą dwóch kolorów flamastrów zaznaczają na fotomontażu degenerujące i rozwijające się aksony! Chodzi tu przede wszystkim o to, by stały się widoczne te cechy, które nawet dla wprawnego badacza są trudno dostrzegalne na zamazanym fotomontażu [Lynch 1985b, s. 51]. Jeszcze jedną ważną cechą fotomontażu jest to, że naukowcy wiedzą dokładnie ilokrotne było powiększenie, a więc długość brzegów poszczególnych zdjęć mogą traktować jako miarę danego zjawiska. W przypadku omawianych badań, brzeg jednego zdjęcia odpowiada jednemu mikrometrowi, a więc dłuższy brzeg fotomontażu stanowi skalę czterech mikrometrów. Dzięki temu naukowcy nie tylko widzą kiełkujące aksony, ale mogą ocenić ich wielkość, odwołując się choćby do zwykłej biurowej linijki!

Komentarz: Dopiero w tym miejscu pojawia się możliwość zastosowania jakichś obliczeń, w tym przypadku związanych z wielkością i odległościami. Tradycyjne pytanie Galileusza o to, czy księga natury jest napisana językiem matematyki uzyskuje nowy kontekst w krążącej referencji. Wprowadzenie matematyki w „naturę” lub dostrzeżenie jej tam jest możliwe dopiero po uprzednim przygotowaniu tego, co badane w szeregu translacji. Dopiero po przejściu tych wszystkich kroków – jeśli wiązania się nie rozerwą, jak np. wtedy, gdy ktoś wykaże błąd popełniony w badaniach – można odnosić wyrażenia, czy zależności liczbowe do wyjściowych przedmiotów. Matematyczna przyroda jest tam, gdzie translacje się ustabilizowały. Mówiąc inaczej, matematyczna przyroda obecna jest tylko w, i poprzez praktyki badawcze. Bez krążącej referencji, nauka nie byłaby nawet w stanie operować narzędziami matematycznymi, gdyż nie stosują się one do „świa-

ta". Mogą one zostać zastosowane jedynie do świata, który za sprawą długich łańcuchów, został przetłumaczony na język liczb.

Krok 11. (Re)animacja – dotarliśmy do momentu, w którym naukowcom udało się sprowadzić pierwotnie niewidzialne zjawisko (regeneracja neuronalna w mózgach istot żywych) do postaci kolorowego zdjęcia leżącego przed nimi na stole. Otworzyło to drogę do dalszych zabiegów, polegających na manipulowaniu kartkami papieru, flamastrami i przyborami biurowymi. Jednak dotychczas neurobiolodzy widzą jedynie aksony w pewnej zastygłej formie – w końcu komórki, które fotografowali, były już martwe, a chodziło przecież o *proces* zachodzący w *żywym* mózgu. Dlatego potrzebne są inne szczury, które poddane zostają identycznym zabiegom, w efekcie czego powstała seria fotomontaży zdjęć elektronicznych. (Pamiętać należy o tym, że poszczególne szczury zabijane były w różnych odstępach czasu od momentu uszkodzenia ich mózgow!) Uzyskane w ten sposób fotomontaże zostają chronologicznie ułożone, a tym samym uzyskujemy sekwencję obrazów przedstawiających proces kiełkowania i obumierania różnych połączeń nerwowych. Nie pozwala nam to zobaczyć *tego samego* aksonu na przestrzeni kilku dni, ale w rezultacie wcześniejszych czynności badawczych (wybór odpowiedniego szczepu szczurów, indeksowanie, itp.) możemy prześledzić, jak przykładowo wyglądają komórki w hipokampie po czterech, a jak po jedenastu dniach po operacji. Można mówić tu wręcz o *(re)animacji* szczurzych mózgow, ponieważ ułożone po kolei zdjęcia stwarzają coś na kształt filmu animowanego.

Komentarz: Krok ten stanowi świetny przykład twórczej naukowej wyobraźni. Aby ją unaocznić, pozwolimy sobie na pewną dygresję. Otóż, jakiś czas temu znany był animowany film Tomka Bagińskiego pt. *Fallen Art*. Poza wysmakowaniem plastycznym, wielkie wrażenie na oglądających robiła fabuła filmu, która po kolei odkrywała dziwną historię. Oto żołnierz zostaje zrzucony z wysokiej platformy, rozbija się na ziemi, ktoś robi mu zdjęcie. Zostaje ono wywołane i umieszczone w olbrzymiej maszynie. Puszczona w ruch, okazuje się osobliwym projektorem posługującym się zdjęciami leżącego, martwego żołnierza, tworząc film animowany, na którym widzom zdaje się, iż oglądają żołnierza tańczącego w rytm jakiejś bałkańskiej muzyki.

Równie zaskakujące i pomysłowe, jak fabuła filmu okazuje się badanie pączkowania aksonów. Nauka wyprzedziła sztukę! Zdjęcia aksonów różnych martwych szczurów układają się w animowaną sekwencję, na której śledzimy cały proces.

To jednak nie wszystko. Cały dotychczasowy łańcuch translacji można starać się opisać za pomocą pojęcia *urządzenia zapisującego* (*inscription device*) [Latour, Woolgar 1979, s. 51; Latour 1983, s. 161]. Jest to każdy zestaw aparatury i personelu obsługującego ją, bez względu na jego wielkość, złożoność i kosztowność, który przetwarza stany badanego świata na czytelne wydruki, grafy, tabelki, wykresy, bądź inne elektroniczne lub papierowe zapisy (inskrypcje), które mogą być poddawane dalszej obróbce. To właśnie urządzenia zapisujące i ich centralne miejsce w praktyce laboratoryjnej najbardziej zaskoczyły autorów *Laboratory Life* podczas jednego z pierwszych badań zaliczanych do etnografii laboratorium.

Okazało się bowiem, że duża część pracy badaczy, wbrew rozpowszechnionym teoriocentrycznym wizjom, polega na obsłudze tych maszyn, czytaniu, przepisywaniu, kodowaniu i analizowaniu ich wydruków, czy wreszcie zestawianiu tych inskrypcji z innymi wydrukami oraz danymi zawartymi w artykułach naukowych wyprodukowanych przez inne laboratoria [Latour, Woolgar 1979, s. 49]. Więcej nawet, sama struktura laboratorium odzwierciedlała wagę urządzeń zapisujących. Jedna jego część stanowiła „powierzchnię produkcyjną” zawierającą maszyny itp., druga zaś była częścią biurową. Rytm życia laboratorium polegał na nieustannym wytwarzaniu inskrypcji (zapisów), przenoszeniu ich do części biurowej i dalszej pracy w oparciu o nie. Najczęściej praca taka polegała na zestawianiu ich z innego typu tekstami, tj. z literaturą fachową (artykułami z czasopism, itp.).

Inskrypcje i translacje świata do wizualnej postaci, takie jak zdjęcia, szkice, schematy, czy diagramy ułatwiają, lub wręcz umożliwiają takie procesy poznawcze, jak wychwytywanie wzorców, cech wspólnych i indywidualnych, a także porównywanie, zestawianie i generalizowanie; sprowadziwszy świat do postaci kartki papieru, naukowcy mogą „myśleć za pomocą oczu” [Latour 1988].

Krok 12. Pisanie artykułu naukowego – powyższe wyniki mogą teraz zostać zinterpretowane i opisane w tekście naukowym i, wraz z doświadczeniami z innych laboratoriów, stać się argumentem na poparcie koncepcji kiełkowania aksonów. Z kolei teksty i doświadczenia zdobyte w trakcie badań mogą zostać wykorzystane w innych badaniach. Podkreślić należy, że końcowy wynik badań (pewna wiedza oraz plik fotomontaży wraz z opracowanym na ich podstawie modelem procesu regeneracji neuronalnej) stanowi zaledwie część, swego rodzaju „rdzeń” tekstu naukowego (zwykle zawarty w abstrakcie). Resztę tworzą takie elementy, jak odwołania i komentarze do innych badań, argumentacja, zabiegi retoryczne, noty metodologiczne itp. [por. np. Abriszewski 2005; Latour 1987, s. 21–62, Latour, Bastide 1986; Law 1986].

Alergiczne testy nakłuciowe

Krążąca referencja jest powszechna i łańcuchy translacji możemy spotkać wielokrotnie w innych niż nauka dziedzinach ludzkiej aktywności. Takim pozanaukowym polem, na którym z procesem tym mamy do czynienia na każdym kroku, jest medycyna. Kolejny przykład zaczerpnięty właśnie z tego obszaru stanowi standardowy, powszechny i niebudzący kontrowersji zabieg – test nakłuciowy (*prick test*), mający wykazać poziom uczulenia pacjenta na konkretne alergeny. Zabieg ten wymaga zdecydowanie łatwiej dostępnych zasobów niż badania nad aksonami, jednakże ciągle wykonywany jest w *quasi*-laboratoryjnych warunkach gabinetów zabiegowych. Ale zanim zostaniemy skierowani do tych miejsc, musimy przejść przez gabinet lekarza alergologa.

Krok 0. Wywiad kliniczny – należy pamiętać, że test nakłuciowy poprzedzony jest innym badaniem – wywiadem klinicznym, na podstawie którego lekarz oce-

nia wstępnie siłę alergii pacjenta, wyznaczając jednocześnie alergeny, na które ten jest najprawdopodobniej uczulony. Swoje wnioski ze wstępnej rozmowy z pacjentem lekarz najczęściej notuje w karcie pacjenta.

Krok 1. Polecenie przeprowadzenia testów nakłuciowych/wydanie formularza – alergolog, aby dowiedzieć się, jak silnie i na co konkretnie uczulony jest jego pacjent, nie może bazować wyłącznie na wywiadzie klinicznym. Odwołuje się zatem do testów nakłuciowych. W celu przeprowadzenia tego zabiegu wręcza pacjentowi formularz, z którym ten musi udać się do pokoju zabiegowego. Jednak ta kartka papieru stanowi coś więcej niż pisemną dyrektywę dla pielęgniarek. Na formularzu umieszczone są w tabelce najpopularniejsze rodzaje testów alergicznych (np. pyłki drzew, kurz itd.), a jedna rubryka poświęcona jest na test kontrolny. Bez negatywnego wyniku tego testu badanie zostałoby uznane za nieważne. W rezultacie, lekarz, kierując się wstępnymi informacjami uzyskanymi drogą wywiadu z pacjentem, może zaznaczyć te alergeny, w przypadku których istnieje największe prawdopodobieństwo, że badany jest na nie uczulony. Jednocześnie lekarz nie musi pamiętać o przepisaniu testu kontrolnego, który jest zawsze wydrukowany na formularzu – wystarczy, że zakreśli lub wypełni 14 pozycji. Ważne jest również to, że w tabelce pozostawiono kilka wierszy wolnych tak, aby alergolog mógł zarządzić przeprowadzenie rzadszych testów. Istotne jest także to, że tabela ma jedynie ok. 20 wierszy. Ogranicza to ilość testów, które lekarz może przepisać pacjentowi. Jest to ważne, gdyż jednorazowo można przeprowadzić jedynie 15 testów, w tym kontrolny – większa ilość mogłaby doprowadzić do wystąpienia szoku alergicznego. Niezmiernie istotne jest to, że formularz ten towarzyszy wszystkim krokom opisywanego zabiegu; organizuje całość.

Krok 2. Dezynfekcja skóry – z tak wypełnionym formularzem pacjent udaje się do gabinetu zabiegowego, gdzie sadzany jest na specjalnym krześle zabiegowym. Obnaża się jego lewe przedramię i przygotowuje się jego wewnętrzną stronę do zabiegu. Przede wszystkim dezynfekuje się skórę – ma to na celu nie tylko zabezpieczenie przed ewentualnym zakażeniem, ale przede wszystkim ma uchronić wynik testu przed „wypaczeniem” – dezynfekcja eliminuje czynniki, które mogłyby wpłynąć na wynik testu.

Krok 3. Indeksowanie fragmentów skóry przedramienia pacjenta – pielęgniarka rysuje długopisem 15 okręgów na powierzchni skóry badanego.

Krok 4. Wywołanie reakcji alergicznej – następnie w każdym kręgu umieszcza krople odpowiedniego alergenu, kierując się poleceniami lekarza przekazanymi jej w formularzu. Po każdym naniesieniu kropli opisuje krąg, przyporządkowując mu odpowiednią liczbę, która oznacza konkretny alergen; ten sam numer widnieje na fiolkach z alergenami, a także w formularzu. Przykładowo pyłki traw i zbóż mają przypisaną cyfrę 1. Dzięki temu pielęgniarka będzie w stanie rozemnić się w kroplach alergenu, które mają identyczny wygląd. Następnie pielęgniarka nakłuwa jednorazowymi igłami skórę pacjenta poprzez naniesione krople.

Krok 5. Reakcja alergiczna – po naniesieniu kropel pielęgniarka wysyła pacjenta na korytarz, aby tam odczekał piętnaście minut. Jednocześnie instruuje go,

aby nie dotykał kropel naniesionych na jego przedramię, w przeciwnym razie test będzie nieważny. Pamiętać należy, że krople alergenu są gęste i lepkie, dzięki czemu nie spływają po ręce pacjenta i nie mieszają się ze sobą – to także unieważniłoby test. Po piętnastu minutach pielęgniarka wzywa pacjenta. W kręgach, gdzie znajdowały się czynniki, na które badany jest uczulony, widnieją teraz bąble.

Krok 6a. Pomiar średnicy sztucznie wywołanych reakcji alergicznych – pacjent jest ponownie sadzany na fotelu zabiegowym, a pielęgniarka, po uprzednim zmyciu alergenu, przystępuje do pomiaru wielkości bąbli. Dokonuje tego na dwa sposoby. Pierwszy, bardzo oczywisty, polega na pomiarze ich średnicy. Czasami bąble mają kształt eliptyczny – w takim wypadku mierzy się średnicę elipsy wzdłuż i w poprzek ramienia.

Krok 6b. Pomiar kalibru reakcji alergicznych – w formularzu znajduje się także słupek przeznaczony na umieszczenie wielkości kalibru bąbla, jaki powstał po kwadransie działania danego alergenu. Przy tym pomiarze pielęgniarka posługuje się przezroczystą płytką wykonaną z plastiku, na której umieszczone są różne kalibry. Płytką jest nie tylko przykładana do bąbla, ale wręcz dociska się ją jak najmocniej do skóry, w wyniku czego bąbel rozpląszcza się. Dzięki temu prostemu zabiegowi można uchwycić nie tylko szerokość i długość bąbla, ale także jego wysokość – wyższy bąbel będzie miał większy kaliber.

Krok 7. Wypełnienie formularza – pielęgniarka wpisuje na bieżąco wyniki pomiarów do pustych rubryk znajdujących się w tabelce umieszczonej w formularzu. Tabela jest tak skonstruowana, że obok słupka z różnego rodzaju alergenami umieszczony jest drugi słupek z rubrykami przeznaczonymi na wpisanie średnicy bąbla, oraz trzeci przeznaczony na kalibry. Tak wypełniony formularz odsyła się wraz z pacjentem i bąblami na jego przedramieniu do gabinetu alergologa na końcową diagnozę.

Krok 8. „Przypisanie plusów” – w wyniku powyższych kroków mamy do czynienia z niezwykle korzystną redukcją złożoności zjawiska – by posłużyć się terminem Luhmanna – jakim jest alergologia. Po pierwsze, zjawisko to jest rozciągnięte w czasie – tutaj jednak reakcję alergiczną wywołuje się na zawołanie w ciągu piętnastu minut. Jednocześnie w sterylnych i kontrolowanych warunkach możemy stwierdzić, co dokładnie uczula pacjenta. Co więcej, możemy to zjawisko poddać kwantyfikacji. Lekarz znajduje się teraz w bardzo korzystnej sytuacji – nie tylko ma przed sobą wypełniony formularz z wielkościami liczbowymi, dysponuje informacjami uzyskanymi w trakcie wywiadu z pacjentem, ale także widzi bąble na przedramieniu badanego. Teraz pozostaje mu jedynie, na podstawie swojego doświadczenia i wiedzy teoretycznej, przypisać każdemu alergenowi odpowiednią liczbę plusów – od zera do pięciu w zależności od tego, jak silnie jest, według niego, uczulenie na dany czynnik. Algorytm przypisywania plusów jest dosyć prosty – im większy bąbel, im więcej centymetrów w tabelce i im większa wartość kalibru, tym więcej plusów.

Wnioski

Tworzenie krążących referencji jest powszechne w naukach empirycznych i wydaje się rozpowszechnione także w świecie pozanaukowym. Pytaniem otwartym dziś pozostaje to, jak bardzo. Skoro tak, to wydaje się, że stanowią one mocny argument przeciw wszelkim epistemologiom i filozofiom nauki należącym do DSM. Argument ów w uproszczeniu mógłby brzmieć tak: dualizujące teorie i analizy praktyk poznawczych oferują iluzoryczny – bo nadmiernie uproszczony – obraz nauki. Niesłusznie uważa się rdzeń praktyk naukowych za kwestię epistemologiczną – tworzenia wiedzy o świecie. Krążąca referencja pozwala dostrzec jednocześnie ontologiczny i epistemologiczny wymiar tych działań. Oznacza to, że tworzenie reprezentacji to jednoczesne manipulowanie czymś w świecie. W rezultacie owego manipulowania pojawia się coś, czego wcześniej nie było – zdjęcia aksonów, czy bąble na skórze.

Innymi słowy, badanie nie odzwierciedla świata, ale go transformuje, tworząc sieci silnych wiązań. Tworzenie reprezentacji polega na systematycznym przekształcaniu kawałków świata – zwierząt laboratoryjnych, skóry pacjenta, itp. – tak, by tworzyły się łańcuchy i sieci translacji. Gdy przyjrzeć się im z bliska, widać, iż każdy kolejny element stanowi znak wobec elementu wcześniejszego i przedmiot odniesienia dla późniejszego [Latour 1999, s. 69–74].

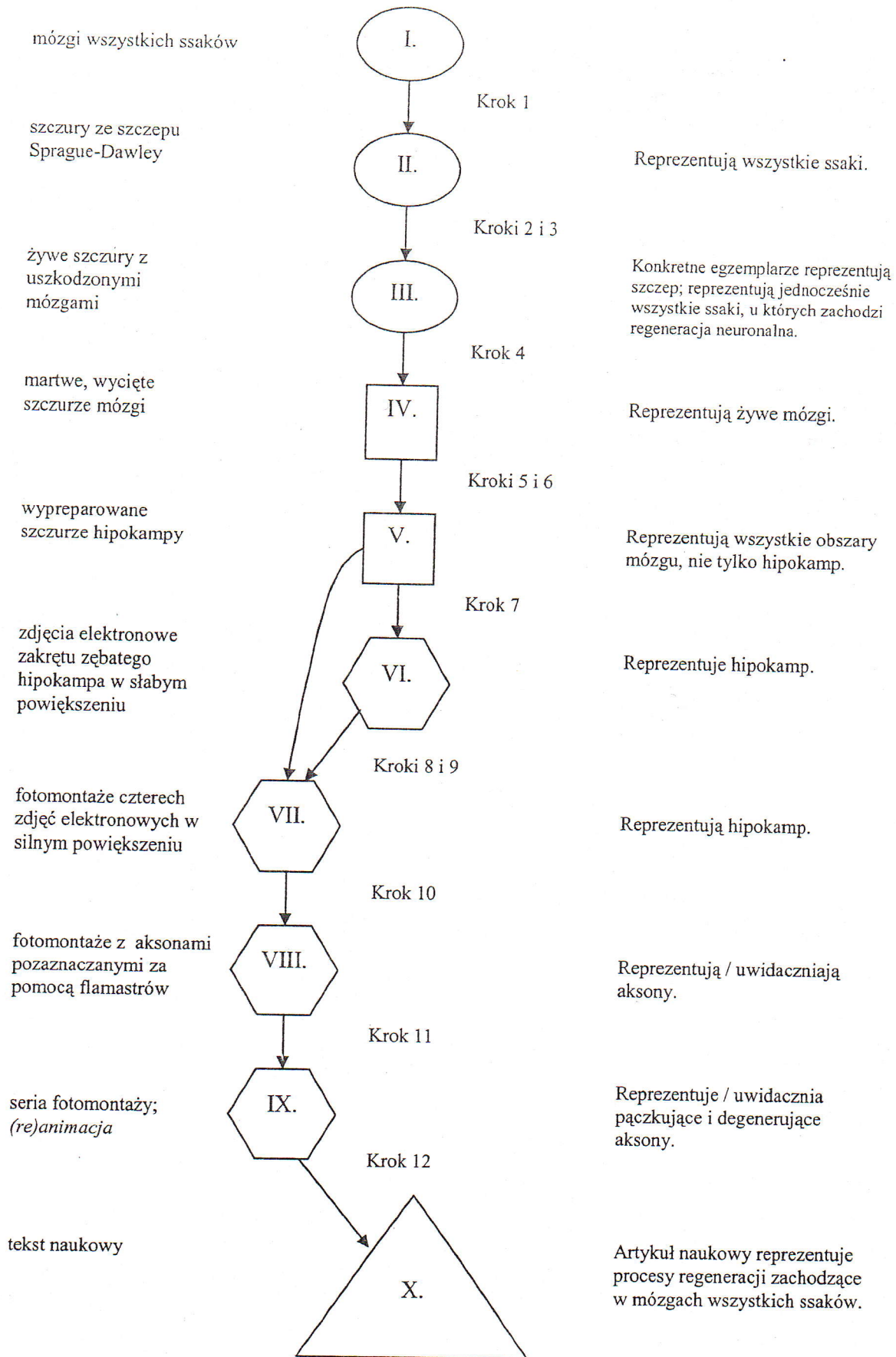
Nie zawsze jednak translacje są pewne. Niektóre są wiarygodne, niektóre zdradzieckie. Szczur może zostać źle zabity i jego mózg nie będzie nadawał się do dalszych badań. Alergia oddechowa może nie zostać wykazana przez testy nakłuciowe. Przykłady można mnożyć. Ważne jest to, iż rozwój nauki w nie mniejszym stopniu niż błyskotliwe wizje, stymuluje wynajdywanie nowych sposobów dokonywania translacji – nowych dróg przechodzenia od materii do form. Mówiąc inaczej – jeśli chcemy wpłynąć na rozwój jakiejś nauki, zapytajmy, jakie translacje może ona czynić, by zapanować nad swym przedmiotem.

W wyniku translacji przedmiot staje się jednocześnie czymś więcej i czymś mniej. Więcej, bo wytworzone reprezentacje pokazują coś, czego nie było w nim widać wcześniej. Zostaje bowiem poddany serii działań, które nie spotykają go w stanie „naturalnym”. Mniej, bo z fizycznego, realnego obiektu zamienia się w swoje obrazy, a wreszcie reprezentacje matematyczne, czy pojęciowe. Analiza krążących referencji pokazuje, że jedną z cech praktyk poznawczych jest manipulowanie skalami – przykrawania wszystkiego na potrzeby badaczy – oraz wymiarami, przechodzenie od czterech wymiarów realnego przedmiotu do dwóch wymiarów w tekście naukowym.

Analiza krążących referencji pokazuje również, jak wielki wysiłek wkłada się w ustabilizowanie okoliczności badawczych. Szczury zostają starannie przesiane, wszystkie zabiegi na nich, podobnie, jak w przypadku skóry pacjenta, dokładnie udokumentowane, zaś techniki oddziaływania na badane obiekty, jak wykorzystane narzędzia, precyzyjnie dobrane. Niewiele pozostawia się przypadkowi.

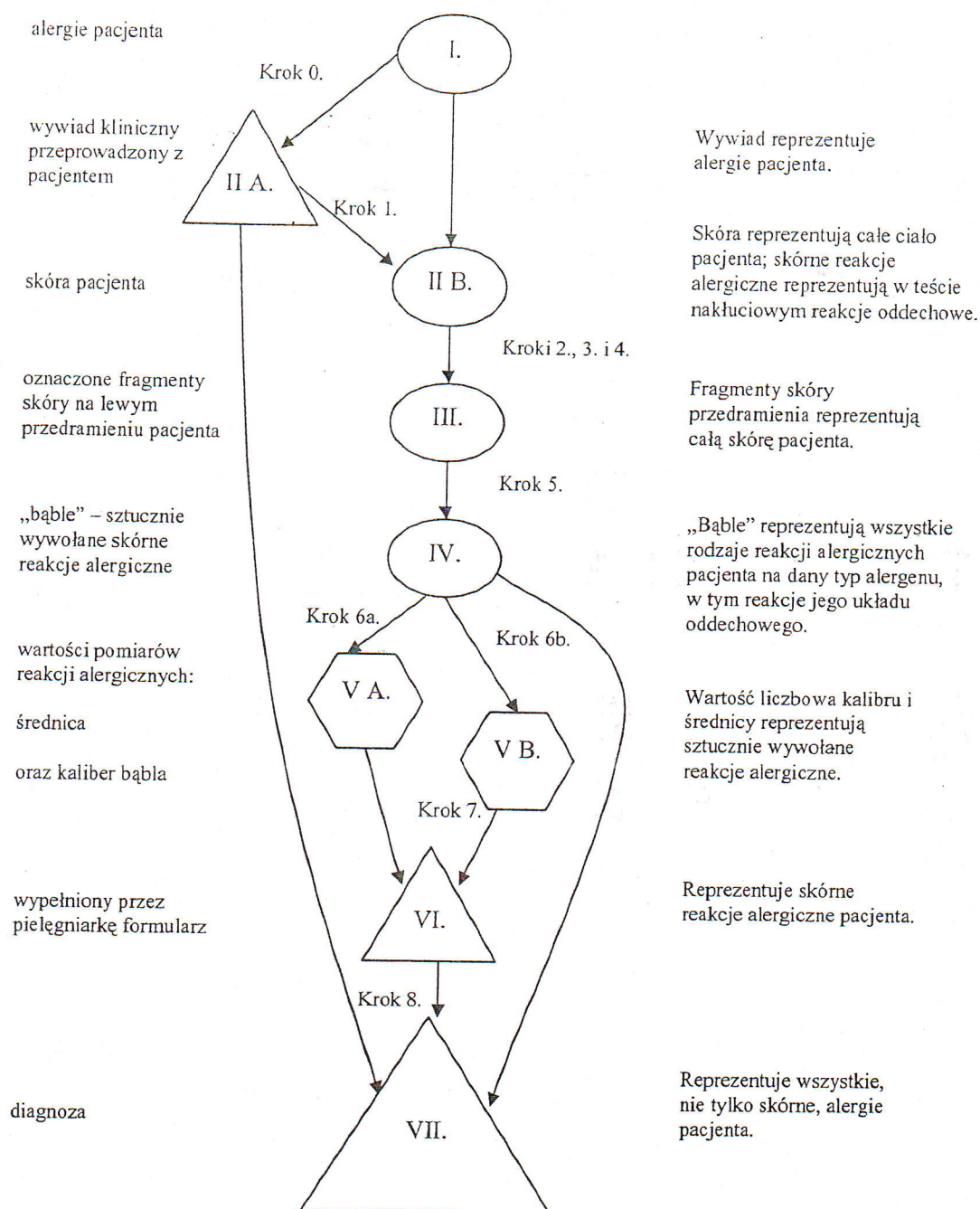
Wreszcie można zadać kilka pytań na przyszłość. Czy istnieją typy krążących referencji, które na przykład pokryją się z jakimiś istniejącymi podziałami akade-

Schemat nr 1



mickimi? Na przykład na humanistykę i przyrodoznawstwo? Czy obszary wiedzy twórcze, które nie potrafią generować długich łańcuchów translacji dają w rezultacie inne teksty niż te, które potrafią to robić? Na przykład wymuszają stosowanie innych strategii pisania tekstów w obliczu mniejszej ilości zasobów wytworzonych przez kolejne translacje? Czy krążąca referencja nie wpisuje się bezpośrednio, wychodząc od innej strony, w te hipotezy z zakresu nauk kognitywnych, które mówią o procesach poznawczych w kategoriach ucieleśnionego umysłu (*embodied mind*) [Pfeifer, Bongard 2007; Varela, Thompson, Rosch 1993] i rozproszonego poznania (*distributed cognition*) [Hutchins 1995]?

Schemat nr 2



Objaśnienie schematów

Oba schematy składają się z graficznego przedstawienia poszczególnych kroków oraz komentarzy zebranych po obu stronach na wysokości każdego z nich. Każda figura geometryczna odnosi się do konkretnych czynności podejmowanych w danym kroku, a opisanych w tekście. Z kolei strzałki oznaczają dokonywane translacje – przejścia, w których jednocześnie gubi się pewne cechy badanego materiału, a inne zachowuje. Różne figury geometryczne, którymi się posłużyliśmy, mają podkreślić fakt, że w wyniku niektórych translacji zmienia się typ materiału, mówiąc inaczej – jego kwalifikacja ontologiczna. Toteż staraliśmy się, by owale przypisane były żywym organizmom (pacjentowi, szczerom), kwadraty martwym organizmom, bądź ich częściom, sześciokąty – materiałom niebiologicznym (zdjęciom, liczbom), zaś by trójkąty reprezentowały tekst zapisany na papierze. Dokonaliśmy tej wstępnej typologii, mając na uwadze możliwe pytanie o poszukiwanie tutaj zbieżności i różnic między różnymi dziedzinami.

Komentarze z lewej strony informują, z jakim materiałem ma do czynienia badacz na danym etapie. Komentarze z prawej podkreślają relacje pomiędzy danym elementem, a tym, który go poprzedzał. Dzięki temu łatwiej jest prześledzić na samych schematach, jak odbywał się proces wytracania/utrzymywania cech w całych badaniach. Innymi słowy, widać w ten sposób, co krąży w krążącej referencji.

Czytelnik może jednak zwrócić uwagę na to, że schematy nie tworzą prostych linii (od punktu A do punktu Z), a niekiedy rozdwajają się. W tym względzie, krążąca referencja wymaga dalszych badań. Nasza wstępna hipoteza jest taka, że możliwość zwielokrotniania równoległych translacji jest istotna dla stabilności wyników badań.

Bibliografia

1. Abriszewski K. [2005]: *Czy dialog realizmu z konstruktywizmem może być konkluzywny? Analiza dyskusji wokół książki „Propaganda sejentystyczna”, „Ruch Filozoficzny”, tom LXII, nr 2, 2005, s. 337–351.*
2. Fleck L. [1986]: *Powstanie i rozwój faktu naukowego. Wprowadzenie do nauki o stylu i kolektywie myślowym*, tłum. Maria Tuskiewicz, Lublin, Wydawnictwo Lubelskie.
3. Hutchins E. [1995]: *Cognition in the Wild*. Cambridge, Massachusetts, MIT Press.
4. Knorr-Cetina K. [1981]: *The Manufacture of Knowledge. An Essay on the Constructivist and Contextual Nature of Science*, Oxford, New York, Pergamon Press.
5. Knorr-Cetina K. [1983]: *The Ethnographic Study of Scientific Work: Towards a Constructivist Interpretation of Science*, w: K. Knorr-Cetina, M. Mulkey [red.]: *Science Observed: Perspectives on the Social Study of Science*. London, SAGE, s. 115–140.
6. Knorr-Cetina K. [1995]: *Laboratory Studies. The Cultural Approach to the Study of Science*, w: S. Jasanoff, G. E. Markle, J. C. Petersen, T. Pinch [red.]: *Handbook of Science and Technology Studies*, London, New Delhi, Sage Publications, s. 140–166.
7. Latour B. [1983]: *Give Me a Laboratory and I will Raise the World*, w: K. Knorr-Cetina, M. Mulkey [red.]: *Science Observed: Perspectives on the Social Study of Science*. London, SAGE, s. 141–170⁴.

⁴ Polski przekład tego tekstu jest obecnie przygotowywany przez autorów.

8. Latour B. [1986]: *Visualization and Cognition: Thinking with Eyes and Hands*. „Knowledge and Society” nr 6, s. 1–40.
9. Latour B. [1987]: *Science in Action, How to Follow Scientists and Engineers through Society*, Cambridge Mass., Harvard University Press.
10. Latour B. [1988]: *Drawing Things Together*. w: M. Lynch, S. Woolgar [red.]: *Representation in Scientific Practice*. Cambridge, Massachusetts, MIT Press, s. 19–68.
11. Latour B. [1999]: *Pandora's Hope. Essays on the Reality of Science Studies*. Cambridge, Massachusetts – London, England, Harvard University Press.
12. Latour B., Bastide F. [1986]: *Writing Science – Fact and Fiction: The Analysis of the Process of Reality Construction Through the Application of Socio-Semiotic Methods to Scientific Texts*, w: M. Callon, J. Law, A. Rip [red.]: *Mapping the Dynamics of Science and Technology*, The MacMillan Press Ltd., s. 51–66.
13. Latour B., Woolgar S. [1979]: *Laboratory Life. The Social Construction of Scientific Facts*. Beverly Hills – London, SAGE.
14. Law J. [1986]: *The Heterogeneity of Texts*, w: M. Callon, J. Law, A. Rip [red.]: *Mapping the Dynamics of Science and Technology*, The MacMillan Press Ltd., s. 67–83.
15. Lynch M. [1985a]: *Art and Artifact in Laboratory Science: A Study of Shop Work and Shop Talk in a Research Laboratory*, London, Routledge and Kegan Paul.
16. Lynch M. [1985b]: *Discipline and the Material Form of Images – An Analysis of Scientific Visibility*. „Social Studies of Science” nr 1, t. 15, s. 37–66.
17. Lynch M. [1988]: *Sacrifice and the Transformation of the Animal Body into a Scientific Object: Laboratory Culture and Ritual Practice in the Neurosciences*. „Social Studies of Science” nr 2, t. 18, s. 265–289.
18. Mitterer J. [1996]: *Tamta strona filozofii. Przeciwno dualistycznej zasadzie poznania*, tłum. M. Łukasiewicz, Warszawa, Oficyna Naukowa.
19. Mitterer J. [2004]: *Ucieczka z dowolności*, tłum. A. Zeidler-Janiszewska oraz J. Gilewicz, Warszawa, Oficyna Naukowa.
20. Pfeiffer R., Bongard J. [2007]: *How the Body Shapes the Way We Think. A New View of Intelligence*. Cambridge, Massachusetts, MIT Press.
21. Varela F., Thompson E., Rosch E. [1993]: *The Embodied Mind: Cognitive Science and Human Experience*. Cambridge, Massachusetts, MIT Press.