

# Złożoność – emergencja – poznanie ekologiczne

**Maciej Dombrowski**

Zakład Ontologii i Teorii Poznania, Uniwersytet Wrocławski  
maciej.dombrow[]gmail.com

Przyjęto 15 kwietnia 2012; zaakceptowano 20 czerwca 2012; opublikowano online 31 grudnia 2012.

## Abstrakt

Artykuł jest próbą dokonania przeglądu kilku zagadnień związanych z paradygmatem złożoności i jego implikacji dla badań nad poznaniem, szczególnie w ramach tzw. podejścia ekologicznego. Stawiam kilka tez – m.in. dotyczących dwóch sprzecznych tendencji w ramach dominującej metodologii (tendencja do poszukiwania prostoty i coraz większy nacisk na dostrzeganie złożoności) oraz konsekwencji ontologicznych zarysowanego obrazu (emergencja ontologiczna i procesualny emergentyzm).

**Słowa kluczowe:** złożoność; poznanie ekologiczne; emergencja; afordancji; procesualizm.

Artykuł jest próbą dokonania przeglądu kilku zagadnień związanych z paradygmatem złożoności i jego implikacji dla badań nad poznaniem, szczególnie w ramach tzw. podejścia ekologicznego. Stawiam kilka tez – m.in. dotyczących dwóch sprzecznych tendencji w ramach dominującej metodologii (skłonność do poszukiwania prostoty i coraz większy nacisk na dostrzeganie złożoności) oraz konsekwencji ontologicznych zarysowanego obrazu (emergencja ontologiczna i procesualny emergentyzm). Rozpocynam rozważania od przedstawienia problemów związanych z rozróżnieniem organizm – maszyna, zastanawiam się dalej, na ile tzw. automaty komórkowe mogą pomóc w badaniach nad życiem, poruszam w tym kontekście problem emergencji i na tym tle proponuję kilka uwag odnośnie do ekologicznego podejścia do poznania w kontekście teorii układów złożonych. Następnie przywołuję szereg problemów/wątpliwości, które nasuwają się komentatorom wspomnianego programu badawczego. Ostatnie partie tekstu poświęcone zostały sformułowaniu ogólnych wniosków filozoficznych, związanych z podejściem, które można by określić jako procesualny emergentyzm. Poniższe rozważania są jedynie zarysowaniem pola badawczego i nie roszczą sobie pretensji do wyczerpania tematu w przypadku żadnego z poruszanych zagadnień. Większość komentarzy została oparta na materiałach zawartych w specjalnym bloku tekstów poświęconych omawianym kwestiom, który został opu-

blikowany na łamach pisma „Ecological Psychology” (Turvey 2008; McClamrock 2008; Bickhard 2008; Chemero 2008; Petrusz 2008; Juarrero 2008). Opracowanie stanowi więc rodzaj szerokiego przeglądu zagadnień z krytycznym komentarzem i próbą zarysowania perspektyw dalszych badań.

### **Złożoność**

Złożoność okazuje się jednym z bardziej istotnych współcześnie pojęć, zarówno w nauce, jak i filozofii. Mimo poszukiwania prostych zasad i tęsknoty za spełnieniem marzenia o pełnej redukcji rzeczywistości do jej najmniejszych, niepodzielnych, w pełni określonych elementów, z których, po wcześniejszym rozłożeniu, można wszystko zbudować na nowo (nazwałbym to „klockowym modelem świata”), wszystko okazuje się coraz bardziej złożone. Można powiedzieć, że obok wcześniejszej tendencji do poszukiwania prostoty (warto zaznaczyć, że często uwieńczonej sukcesem), pojawiła się nowa, nie mniej silna – związana z dostrzeganiem złożoności. Złożone jest środowisko, organizm, który w nim żyje i poznaje, wreszcie samo poznanie jawi się jako fenomen złożony o wiele bardziej, niż mogłoby to się pierwotnie wydawać. Świat jako całość przedstawia się jako zbiór złożonych stanów rzeczy, a wężiej: procesów. Problemem pozostaje sama definicja złożoności. Można bowiem zasadnie zapytać, czy wymienione elementy świata podpadają pod jakieś jedno określenie złożoności, czy raczej trzeba tu mówić o różnych rodzajach złożoności (Wrześniewski 1995). Na to pytanie próbuje się odpowiedzieć w ramach filozoficzno-naukowego namysłu nad fenomenem złożoności. Nie sądzę, by możliwe tu było podanie jednej, satysfakcjonującej definicji. Należy raczej dążyć do wypracowania kilku komplementarnych definicji, które pozwalałyby na ujęcie wszystkich rodzajów złożoności, bez jednoczesnego popadania w zbytne uproszczenia (Gell-Mann 1996: 55). Nie można, jak sądzę, zbyt rozszerzać definicji, ale nie mogą być one też zbyt restrykcyjne, wąskie zakresowo. Wraz z zauważaniem złożoności świata, jego dynamiki, widać wyraźnie tendencję do, przynajmniej częściowego, porzucenia wiary w możliwość wyznaczenia jednoznacznych ram pojęciowych.

Na zakończenie tych uwag wypada jeszcze raz podkreślić doniosłość występowania w historii ludzkich dociekań dwóch rozbieżnych tendencji. Żyliśmy w wiekach prostoty, ale teraz dostrzegamy coraz bardziej złożoność rzeczywistości i samego procesu jej poznawania. Konstatacja złożoności świata wymaga również redefinicji pojęcia prostoty. Skoro proste prawa i zależności prowadzą do złożonych efektów, takich jak zjawiska chaotyczne (Baranger 2001: 7), pojawia się problem z oddzieleniem jednych od drugich, dawne linie demarkacyjne uległy do pewnego stopnia zatarciu. Podsumowując, można by powiedzieć, że złożoność wdarła się szturmem do królestwa prostoty i nasz obraz świata nigdy nie będzie już taki, jak dawniej.

## Organizm – maszyna

Rozwój badań nad sztucznym życiem, robotyką, sieciami neuronowymi prowadzi do nowych pytań dotyczących natury życia i poznania. Dziś symulujemy, budujemy kopie układów żywych i poznających; można zastanawiać się, czy prowadzi to do lepszego zrozumienia wspomnianych fenomenów. Wracamy w tym wypadku do dawnych rozważań Kanta, który zapytywał o różnice między organizmem żywym a maszyną<sup>31</sup> (Turvey 2008: 241–242; Juarrero 2008: 279). Wniosek był radykalny – człowiek i inne twory organiczne nie są maszynami, tego typu „rzecz” jest „[...] przyczyną i skutkiem samej siebie” (Kant 1986: 328). Organizm jest zatem systemem autopoietycznym (Maturana, Varela 1980: 135), mówiąc językiem bardziej współczesnym. Cechuje go specyficzne zamknięcie, ale i otwartość, związek ze środowiskiem. Ta ostatnia własność jest współcześnie przedmiotem badań nad poznaniem rozproszonym, enaktywizmu, poznania ekologicznego czy robotyki. Problemy, które wciąż powracają w tym kontekście, dotyczą istoty życia i związanego z tym pytania o zasadność używania terminu „życie” w odniesieniu do artefaktów. Jest to o tyle istotne, że w ramach wspomnianych badań biologia pozostaje nadal dziedziną wyróżnioną – to maszyny naśladują procesy biologiczne, nie odwrotnie. „Gra w życie” jest jedynie symulowaniem życia (Lubiszewski: 2011), ale już sytuacja robota, który byłby w stanie współdziałać ze środowiskiem, uczyć się, reperować własne usterki czy w jakiś sposób się rozmnażać<sup>32</sup>, nastęrcza większych problemów. Granica między naturalnym a sztucznym została w ostatnich latach mocno nadwyreżona. Definicja życia, którą można by wypreparować z literatury przedmiotu, opiera się na kilku wyznacznikach. Są to:

- samoreplikacja,
- samoreperacja,
- przystosowanie,
- uczenie się,
- bycie układem otwarty.

Nie ma jednak zgody co do tego, które z warunków uznać za konieczne, a które za wystarczające dla zaistnienia życia. Jest ono fenomenem, który nie pozwala na jednoznaczne ujęcie. Opisy redukcjonistyczne oraz propozycje biochemicznej definicji życia nie wyczerpują spektrum odpowiedzi. Życie dziś definiowane jest pojęciem bardzo szerokim – najpierw trzeba odpowiedzieć na pytanie, o jakie życie pytamy? Czy jest to pytanie o wirusa, komórkę, prosty organizm, czy może o człowieka? Opis, wykorzystujący wyliczone powyżej cechy układu żywego, będzie wyglądał nieco inaczej dla każdego z wyszczególnionych poziomów. W kontekście teorii złożoności poszukuje się takiej definicji życia, która swoim zasięgiem obejmie wszystkie jego przejawy. Życie

<sup>31</sup> Pytania Kanta dotyczyły przede wszystkim teleologii, która współcześnie przybiera znaturalizowaną formę teleonomii.

<sup>32</sup> Byłaby to sytuacja robota, który byłby w stanie (wedle posiadanego algorytmu, odpowiednika DNA) zbudować z surowców dostępnych w środowisku jakiegoś mikrorobotę zdolnego z kolei do samodzielnego rozwoju. Brzmi to może jak element fabuły z gatunku science fiction, ale nie wykracza chyba zbyt daleko poza granice naszych wyobrażeń o przyszłości.

jest w takim ujęciu własnością dynamicznych systemów otwartych, które w ramach interakcji z otoczeniem zachowują swoją tożsamość, są w stanie wytwarzać i odtwarzać same siebie. Taki system autopoietyczny cechuje samoorganizacja (Petrusz 2008: 272), jego „zachowanie jest regularne bez regulowania” (Gibson za: Turvey 2008: 241).

### **Automaty komórkowe i chaos**

Automaty komórkowe są modelami matematycznymi, które składają się z definiowanej siatki komórek, danego stanu początkowego i reguł przejścia pomiędzy kolejnymi stanami. Stąd też jeden z najbardziej znanych automatów nosi miano „gry w życie”, najkrócej można go określić jako maszynę symulującą życie, konkretnie jego dwa aspekty – narodziny i śmierć. Tak w omawianym wypadku, jak i innych, model matematyczny jest zamieniany na program komputerowy, co pozwala na długookresową symulację zachowania automatu. Życie, które udaje się symulować za pomocą takiego programu nie jest skompilowane, „komórki” planszy, na której toczy się „gra”, mogą być tylko „martwe” lub „żywe”. Tak proste zjawisko prowadzi jednak do często zaskakujących rezultatów w postaci skomplikowanych wzorów, które zmieniają się cyklicznie, po pewnym czasie zamierają lub ich zmianom teoretycznie nie ma końca. Wyraźne problemy rodzą się, gdy próbujemy uwzględnić w tej symulacji mniej lub bardziej złożone środowisko, co polega na zwiększeniu i zróżnicowaniu wyjściowej populacji oraz zmianie reguł. Omawiany automat jest więc bardzo wrażliwy na niewielkie zmiany parametrów wyjściowych. Zjawisko to jest dobrze znane z teorii chaosu, gdzie występuje pod nazwą „efektu motyla”. Jesteśmy w stanie obserwować zmiany danego układu, ale możliwość przewidywania jest bardzo ograniczona – „brak mocy wyjaśniającej sięga głęboko” (Stewart, Cohen 2003: 87). Zapytać można, na ile w tym wypadku uprawnione jest mówienie o poznawaniu praw rządzących życiem i samą złożonością? Znów pomocna może być w tym momencie lekcja wyniesiona z badań nad teorią chaosu. Mówimy o chaosie jako deterministycznym, by zaznaczyć, że nie jest to chaos w potocznym sensie (trywialny brak porządku), z takiego chaosu wyłania się porządek, ale jest on często tylko częściowy i, co bardziej istotne, zachowanie takiego układu jest nieprzewidywalne. Zarówno u podłoża zjawisk chaotycznych, jak i zachowania automatów komórkowych leżą procesy deterministyczne. W pewnym momencie może pojawić się jednak jakościowa zmiana, która nie daje się wyprowadzić z podstawowych reguł. Mówimy wtedy o emergencji. Prowadzi to z kolei do ważnego ustalenia – możemy w tym wypadku bardziej opisywać układ (np. tzw. drogi do chaosu), niż ustalać prawa, które, jak w nauce klasycznej, pozwalają nam, oczywiście z pewnym marginesem błędu, przewidywać. Na gruncie teorii badającej zachowanie układów dalekich od równowagi, nieliniowych, determinizm jest tylko częściowo zachowany. O klasycznym determinizmie przyczynowym należy zapomnieć. Determinacja zjawisk jest tu o wiele bardziej złożonym zjawiskiem, kauzalizm już nie wystarcza (Petrusz 2008: 275–277). Pojawia się tu kwestia interpretacji, która, jak sadzę, leży w dużej mierze już w gestii filozofii. Z jednej strony można obstawać przy dawnym obrazie „mimo wszystko” i twierdzić, że obraz świata powstający w ramach badań nad złożonością jest złudny. Niemożność ustalenia z nieskończoną

dokładnością warunków początkowych traktuje się wtedy jako trudność natury techniczno-epistemologicznej, problemy z przewidywaniem zrzuca się na karb zbyt małej w stosunku do potrzeb wydajności komputerów. Przypomina to bardzo sytuację zwolenników klasycznego determinizmu w ramach debaty nad mechaniką kwantową. Zawsze można – nawet wbrew doświadczeniom – powoływać się na „zmienne ukryte” i dowodzić błędności interpretacji kopenhaskiej. W skrajnej wersji takiego stanowiska demon Laplace’a miałby się nadal całkiem dobrze. Z drugiej strony w kontekście badań nad złożonością stawia się tezę o tym, jakoby przeszkody kryły się nie w nas, ale w samej strukturze rzeczywistości. W jednej z wersji tej argumentacji nie można przewidzieć ewolucji systemów złożonych dalekich od równowagi, dlatego, że to sam układ jest najszybszym komputerem zdolnym „policzyć” wszystkie konieczne równania (Halpern 2004: 185). Aby dowiedzieć się, jak taka ewolucja będzie wyglądać, zostaje nam wtedy tylko cierpliwie czekać i wyciągać ewentualne wnioski *ex post*, ale bez żadnej gwarancji, że można je odnieść zasadnie do przyszłych zdarzeń. Symulacja w takich wypadkach zawodzi też z punktu widzenia ontologii rzeczywistości. Żeby przeprowadzić symulację systemu, w którym każdy element może odegrać rolę przysłowiowego motyla Lorenza – trzeba by ją przeprowadzić w skali 1:1. Symulowanie pogody w takiej skali okazuje się bezsensowe już w punkcie wyjścia. Symulowanie jest czynnością podobną do rysowania mapy – jaki sens miałyby przechadzka po mieście z mapą odwzorowującą dokładnie każdą płytę chodnikową?

Układy żywe w dużym stopniu przypominają układy chaotyczne, nie wiadomo, jak trafna jest ta paralela, ale podobieństwo wydaje się nieprzypadkowe. Życie można więc określić jako własność chaotyczną, nieliniową. Analogia między chaosem a złożonością okazuje się niezwykle ważna<sup>33</sup>. Same założenia leżące u podwalin tzw. nauk o złożoności przeczą możliwości odkrycia praw złożoności na wzór dawnych, klasycznych. Procesy nieliniowe, chaos deterministyczny, problemy z przewidywaniem, wyjaśnianie jako tylko opis – te wszystkie zjawiska wywołują sceptycyzm co do możliwości ustalenia praw jedno-jednoznacznych. Można jednak, jak sądzę, mówić o nowym rodzaju nauki, nowym sposobie wyjaśniania. Tak jak po rewolucji kwantowej nauka klasyczna okazała się użytecznym przybliżeniem w pewnej skali wielkości, tak i teraz wiedza o nieliniowym charakterze złożoności nie ruguje dawnego opisu. Trzeba jednak zdawać sobie sprawę z niekompletności opisów klasycznych. Jak zwykle w takich wypadkach powracamy do problemu redukcji. W ramach metodologii badań nad automatami komórkowymi można znaleźć przekonanie o możliwości dokonania redukcji – sprowadzenia złożoności do kilku prostych praw. Stąd jest już tylko krok do uznania, że pojawia się pewne kontinuum od zjawisk fizyko-chemicznych do biologicznych. Skoro w ramach chemii mamy do czynienia ze zjawiskami samoorganizacji (np. reakcja Biełousowa-Żabotyńskiego), można przyjąć, że nawet zachowanie organizmu da się ostatecznie wytłumaczyć, badając wzory zachowania takich prostych układów. Wspomniana tendencja do zauważania złożoności spotyka się w tym miejscu bardzo wyraźnie z pragnieniem powrotu do redukcjonizmu kilku prostych praw. Jak

<sup>33</sup> Należy jednak pamiętać, że złożoność jest pojęciem szerszym. Za wspólną cechę chaosu i złożoności można uznać nieliniowość. Złożone układy wykazują zachowania chaotyczne, jednak sam chaos może pojawić się w układach prostych (Baranger 2001:10).

sądzę, może być to jednak tylko kolejnym marzeniem o redukcji i prawda leży bardziej pośrodku. Złożoność jest swoista dla różnych poziomów rzeczywistości i mimo że można podać pewne uogólnienia, daleko jest jeszcze do stworzenia nauki o złożoności, w ramach której niezależnie od skali mamy do czynienia z tym samym ogólnym wzorem zależności – jak chciałby np. Chemero (2008). Zapomina się jednak wtedy o problemach z naturą takich potencjalnych praw. Jak w przypadku chaosu poszukiwanie praw złożoności jest obarczone licznymi zastrzeżeniami. Redukcjonizm, o którym można w tym wypadku mówić, ma niewiele wspólnego z jego wersją klasyczną, do której jesteśmy tak bardzo przyzwyczajeni. Redukcja w klasycznej wersji sprowadzała się *de facto* do podania przyczyn mechanicznych, nasz obraz związku przyczynowo-skutkowego niewiele się zmienił. Współcześnie mamy jednak świadomość, że problem determinacji jest bardziej złożony (Bunge 1968: 30–38). W świecie współdziałają różne rodzaje determinacji zjawisk, niesprowadzalne do prostych przyczyn i skutków odnajdywanych w związkach jedno-jednoznacznych (Petrusz 2008, Juarrero 2008: 278–280). Dotykamy w tym momencie niezwykle istotnego i już sygnalizowanego problemu pojawiania się (wyłaniania) nowości w świecie, czyli zagadnienia emergencji. Trudność ze wskazaniem prostych i przyczynowo-skutkowych zależności zaowocowała próbą uznania, że radykalna nowość w świecie jest własnością naturalną. Mając przyczynę (stadium wcześniejsze, mniej złożone) i skutek (stadium późniejsze, bardziej złożone, o nowych własnościach, zachowaniu lub strukturze), brakuje nam jeszcze elementu, który łączy oba stany. Tym „czymś” jest według mnie emergencja ontologiczna, zaprzeczająca powszechnej mikroredukcji (Silberstein, McGeever 1999).

### **Emergencja – naturalizacja i poznanie**

Współcześnie emergencja uległa jakoby „odczarowaniu” w wyniku naturalizacji. Scjentyście nastawieni badacze uznają, iż emergencja stanie się niebawem elementem wysoce sformalizowanej i zmatematyzowanej nauki o złożoności. Z filozoficznego punktu widzenia można odczytać te postulaty jako wynik tendencji do poszukiwania prostoty i redukcji. Sądzę jednak, że takie postawienie sprawy nie rozwiązuje problemu. Nie przesądzając rozwoju nauki, należy raczej w tej chwili zgodzić się na jakąś wersję emergencji ontologicznej, w ramach której porzucamy postulat twardej redukcji nawet w zawołowanych formach – własności emergentne są same w sobie czymś naturalnym, emergencja nie wymaga naturalizacji, a po prostu jej przyjęcia w ramach naszego obrazu świata. Problemem jest znalezienie drogi środka pomiędzy tendencją do redukcji fenomenów i nieredukowalnością, jako istotną cechą emergencji. Obie tendencje mogą być uznane za sprzeczne, ale wydają się jednocześnie prowadzić do najbardziej adekwatnego opisu rzeczywistości. Mówiąc o ontologii, nie można jednak zapominać o epistemologii – tradycyjnie emergencję epistemologiczną przeciwstawia się ontologicznej (metafizycznej). Epistemologiczną wersję określić można jako „pozorną” – jest ona wynikiem niedoskonałości naszego aparatu poznawczego, jest funkcją stanu wiedzy w danym momencie. To, co dziś jest określane jako emergentne, za sto lat już nie musi takie być. Jest to emergencja względna, która ulegnie kiedyś wyjaśnieniu i ostatecznemu „odczarowaniu”. Innym zagadnieniem epistemologicznym jest pytanie o emergencję w samym procesie poznawczym. Per-

cepcja, myślenie, odczuwanie emocji mogą być określone jako zjawiska emergentne. Emergentyzm jest więc stanowiskiem, które jest pomocne również w analizach samego poznania. Jeśli rozpatrujemy podmiot poznający w całości jego związków ze środowiskiem, zachowując przy tym pamięć o jego złożoności jako organizmu, niewątpliwie stajemy przed koniecznością wypracowania takiej koncepcji, która łączyłaby w jedno teorię złożoności oraz emergencji w kontekście ontologii i teorii poznania. W tym wypadku użyteczna wydaje się koncepcja tzw. poznania ekologicznego rozwijana pierwotnie przez Jamesa Gibsona.

### **Poznanie ekologiczne, afordancje i hiperzbiory**

Poznanie w kontekście teorii złożoności jest opisywane jako układ dynamiczny angażujący podmiot i środowisko. Percepcja i umysłowa „obróbka” jej efektów stanowi proces, w ramach którego, na różnych etapach i poziomach można mówić o zjawiskach emergentnych. Badania nad poznaniem są problematyczne z kilku powodów. Być może najważniejszy jest ten, który wynika z faktu, że, jak ujął to Gibson: „Wszystkie formy procesu poznawczego zakładają poznanie jako wytłumaczenie dla poznania” (za: Turvey 2008: 241). Taki stan rzeczy jest poważnym wyzwaniem, gdyż implikuje odmianę starego problemu relacji podmiot – przedmiot, gdzie badamy narzędzie przy użyciu tego narzędzia. Poznanie nigdy nie jest dane, jest procesem, który staramy się uchwycić przy pomocy różnego numerycznie, ale ostatecznie tożsamego jakościowo procesu. Stajemy więc przed swoistą aporią – pojawia się pytanie: jak zredukować fenomeny poznawcze, czy nie jest tak, że rozbiór na czynniki pierwsze powoduje bezpowrotną utratę przedmiotu badań? Na ile ma to być opis dynamicznego układu z zachowaniem jego swoistości i integralności, a na ile jego rozbiór na czynniki pierwsze? Czy da się tu pogodzić perspektywę diachroniczną i synchroniczną? Czy można w terminach statycznych opisać dynamizm cechujący poznanie? Znajdujemy tu zatem wyraźny rys dualizmu, który uniemożliwia w pełni jednolity opis. Znów, jak przy okazji dyskusji nad zagadnieniem istoty życia, trzeba odpowiedzieć na kluczowe pytanie: na ile dokładny powinien być opis, które czynniki determinujące wziąć pod uwagę? Wydaje się, że o wiele prościej jest mnożyć dalej znaki zapytania, niż podać tu jakies konstruktywne odpowiedzi.

Jest jednak we współczesnych badaniach nad poznaniem dość szeroki nurt, w ramach którego badacze starają się odpowiedzieć na zadane powyżej pytania. Można tu wskazać na podejście enaktywne, koncepcję umysłu ucieleśnionego, badania nad poznaniem rozproszonym, umysłem rozszerzonym czy właśnie podejście ekologiczne. Wszystkie te koncepcje dają inne niż klasyczne (czyli w duchu kartezjańskie) odpowiedzi na podstawowe pytania: gdzie zaczyna się i kończy poznanie? Czym jest podmiot poznający? Jaka jest sama natura poznania?

Podmiot zdaje się tracić swoją dawną wyrazistość, odrębność, jest umocowany, osadzony (zanurzony, zakotwiczony – *embedded*) w środowisku, jego granice ulegają zatarciu (Bickhard 2008: 254–255). Inaczej mówiąc, kategorie wewnętrzne/zewnętrzne zyskują nową artykulację. W ramach podejścia ekologicznego próbuje się w ten spo-

sób zrozumieć kluczową dla tego stanowiska koncepcję afordancji<sup>34</sup>. Zagadnieniem tym zajął się w swoim opracowaniu Chemero (2008). Autor przywołuje dwa możliwe rozumienia afordancji: jako dyspozycjonalnych własności zwierząt dopełnionych przez dyspozycje zawarte w elementach środowiska (Turvey 1992) oraz własne, wcześniej zaproponowane stanowisko, zakładające, że są to własności relacyjne wyższego rzędu systemów zwierzę – środowisko (Chemero 2003, 2008: 263; Chemero i Turvey 2007: 31)<sup>35</sup>. Chemero oba ujęcia afordancji uznaje ostatecznie za zbliżone do siebie, niewystarczające i zbyt statyczne. Jak twierdzi, potrzebna jest teoria „afordancji 2.0” (Chemero 2008: 265). Mają być one bardziej zmienne w czasie, jednostkowe, oparte na ciągłej interakcji elementów. Relacja łącząca wszystkie elementy systemu, w ramach którego odbywa się poznanie, powinna zostać tak przeformułowana, by zaakcentować kolistość determinacji – każdy element (funkcja, proces) systemu jest jednocześnie przyczyną i swoim efektem (Chemero 2008: 259; Turvey 2008: 242; Petrusz 2008: 271). System taki jest zamknięty na zewnętrzne przyczyny sprawcze, cecha ta zostaje określona jako autonomia. Cel, jaki postawił sobie Chemero, to opis afordancji jako systemu złożonego, autonomicznego. Próbuje on ponadto opisać zależności w ramach systemu podmiot – środowisko przy pomocy teorii zbiorów i hiperzbiorów (*hyper set theory*). Te ostatnie nadają się lepiej do nakreślenia obrazu interesujących relacji z racji swoistej własności – są one swoimi własnymi elementami (Chemero 2008: 257)<sup>36</sup>. Ta ostatnia własność pozwala z kolei na ujęcie własności bycia złożonym systemem autonomicznym w ramach grafów o strukturze kołowej (Chemero: 258). Złożoność została w tym kontekście określona jako własność systemu, którego hiperzbiory posiadają na obrazujących je grafach pętle. Można w tym wypadku mówić o swoistym samoodniesieniu elementów układu złożonego.

Projekt sformalizowania zależności podmiotowo-środowiskowych nie został jednak doprowadzony do końca. Autor pokazuje na przykładach, jak kolejne warstwy rzeczywistości można opisać jako układy złożone i autonomiczne – reakcje chemiczne, komórki i organizmy (dałoby się pewnie pokazać, że opis taki pasuje też do mikroświata). Problemy zaczynają się w momencie opisu afordancji, czyli relacji środowisko – zwierzę. Graf, który w tym wypadku proponuje autor, obrazuje układ złożony, ale nie autonomiczny w jego rozumieniu (Chemero 2008: 264). Być może dla tak złożonych systemów trzeba by użyć do ich zobrazowania bardziej zaawansowanych środków – np. grafiki komputerowej, gdzie obraz zależności mógłby być dynamiczny i

<sup>34</sup> Pozostają przy tym oryginalnym terminie z braku odpowiedniego słowa w polszczyźnie. Najczęściej spotykane wersje przekładu to: „oferty”, „potencjalne użyteczności”, „potencjalności biernie”, „właściwości środowiska, które na coś pozwalają”.

<sup>35</sup> Inaczej mówiąc, afordancje są określane jako relacje pomiędzy własnościami sytuacji środowiskowych i umiejętnościami zwierząt. Gwoli ścisłości trzeba dodać, że istnieje jeszcze przynajmniej jedno znaczenie terminu „afordancja”, związane jednak z pojęciem reprezentacji mentalnej, więc niezgodne z ideami samego Gibsona jako antyrepresentacjonisty (Chemero i Turvey 2007: 31).

<sup>36</sup> Teoria hiperzbiorów jest oparta na teorii mnogości zaproponowanej w 1908 roku przez Ernsta Zermelo i uzupełnionej przez Abrahama Fraenkel'a (aksjomaty Zermelo-Fraenkel'a). W ramach teorii hiperzbiorów neguje się jeden ze wspomnianych aksjomatów – aksjomat regularności (inaczej ufundowania): „Każdy niepusty zbiór  $X$  ma element rozłączny z  $X$ ” (por. Murawski 2001: 189). Hiperzbiory nie posiadają takiego elementu, wszystkie elementy danego zbioru, jak i sam zbiór, są elementami tego zbioru, zatem zbiór jest swoim własnym elementem ( $X \in X$ ) (Chemero 2008: 257). Mówimy w tym wypadku o tzw. zbiorach nieufundowanych.



bardziej odpowiadać rzeczywistości. Nie tylko same afordancje, ale i grafy powinny zatem doczekać się wersji 2.0. Jak sądzę, trudność leży jednak nie tyle po stronie problemów metodologicznych (dla bardzo złożonych systemów grafy stają się mało czytelne), ale raczej dotyczy kwestii ontologicznych i językowych – nie wszystkie elementy systemu okazują się autonomiczne w rozumieniu autora, opis dynamicznych zależności w technicznym języku teorii mnogości wypada mocno statycznie<sup>37</sup>. Sam autor zauważa wskazane trudności, wierzy jednak, że obrana droga formalizacji jest właściwa, opis afordancji powinien być bardziej dynamiczny, dopasowany do jednostkowej sytuacji, musi wykorzystywać enaktywne podejście do poznania. Proponuje ostatecznie dość skomplikowany wykres (Chemero: 268), zawierający trzy elementy: afordancje, zdolności (*abilities*), określane przez sensomotoryczne splątanie (*Sensory-Motor Coupling*) i układ nerwowy. Cała relacja ma być związkiem dwóch makroskładników – układu „percepcja – akcja” i systemu autopoietycznego. Dopiero wszystkie te elementy razem wzięte mają obrazować system zwierzę – środowisko, który cechuje autonomia i samoorganizacja. Trzeba jednak zaznaczyć, że obraz taki łączy w sobie tak wiele heterogenicznych składników, iż można chyba zasadnie pytać o jego adekwatność. Co do celowości wykorzystania grafów w opisie zjawisk złożonych, daje się jednak podnieść o wiele bardziej podstawowy zarzut. Otóż Chemero opisuje interesujące go sytuacje przez grafy, ale można postawić pytanie, czy dodanie „pętli” do grafów (system złożony) wyjaśnia samą relację? Znowu pojawia się w tym kontekście potrzeba teorii emergencji, „to” wszystko, co rozgrywa się między poszczególnymi wierzchołkami grafów, to właśnie zjawiska emergentne. Powyższe rozważania można podsumować stwierdzeniem, że afordancje to emergentne stany rzeczy (sytuacje) angażujące różnorodne elementy środowiska i podmiotu odnoszone do nadrzędnej relacji poznawczej. Jako takie bardzo trudno (jeśli w ogóle) poddają się naszym zabiegom opisu w jakiegokolwiek postaci.

### „Obawy” i problemy związane z podejściem ekologiczno-złożonościowym

Omówione już zagadnienia można pogrupować w ramach kilku szerszych całości. Ron McClamrock w swoim artykule (2008) dokonuje takiego zestawienia. Mówi o „obawach” i dzieli je na „konserwatywne” oraz „postępowe”. Pierwsze mają związek z wciąż żywotnym redukcjonizmem i fizykalizmem oraz prostym darwinizmem, są „przeszkodami natury metateoretycznej lub nawet metafizycznej” (McClamrock 2008: 245). Drugie posiadają konotacje z odkryciem zjawisk chaotycznych, poszukiwaniem teorii wszystkiego i opisem jaźni jako związanej ze światem zewnętrznym.

Wśród konserwatywnych obaw autor podkreśla przede wszystkim te, które dotyczą zagadnień podstawowych dla współczesnej filozofii nauki. Obawy te dotyczą w pierwszej kolejności zagadnień przyczynowości i redukcji. McClamrock zauważa, że pomimo pojawienia się osłabionych wersji materializmu w postaci jego odmiany nieredukcyj-

<sup>37</sup> Można dodać, że postulowane zamknięcie, samowystarczalność takiego systemu jest własnością względną. Jest ona równoważona przez otwartość systemu, interakcje ze środowiskiem powodują niemożność izolowania systemów żywych. Określenia, jakie proponuje Chemero, wydają się zbyt ubogie. Stąd, jak sądzę, wynikają problemy autora z uznaniem samych afordancji za systemy złożone i jednocześnie autonomiczne.

nej i materializmu egzemplarycznego (egzemplarzy) ciągłoty do odrzucenia przyczynowości kontekstualnej czy makroprzyczynowości są nadal bardzo silne (McClamrock 2008: 245). Materializm łączy się w tym przypadku z fizykalizmem, co prowadzi do przekonania, że własności (obiekty) uznane za materialne mogą być opisywane tylko w terminach fizycznych, każdy inny rodzaj opisu ma prowadzić do pozbawienia ich mocy przyczynowania i wyrzucenia poza nawias nauki. Stanowisku temu wtóruje metodologiczny i metafizyczny indywidualizm (lokalizm), w ramach którego stara się uniknąć tłumaczenia zjawisk przez odniesienie do kontekstu (środowiska). Podstawą wyjaśniania ma być zasada mikrodeterminacji i poszukiwanie tylko najbliższych przyczyn. Od razu przychodzą na myśl fundamentalne pytania: co to znaczy fizyczny? Czy używając tego predykatu, mamy na myśli przedmiot jednoznacznie lokalizowany w przestrzeni? Może posiadający masę? Czy w przyrodzie występują proste byty fizyczne? Są to pytania, na które z ogromnymi trudnościami stara się odpowiedzieć mikrofizyka. Często dziś to właśnie fizyka jest odległa od „klasycznego” języka fizykalizmu i redukcjonizmu, który stosuje się tylko do pewnego wycinka rzeczywistości – świata między opisem mechaniki kwantowej a wspomnianymi zjawiskami makrodeterminacji – a i to przy licznych założeniach idealizacyjnych. Prostota jako wyznacznik „dobrej” teorii wyjaśniania przestała już wystarczać. Należy raczej przyjąć, że wyjaśnianie redukcjonistyczne nie kłóci się z innymi. Metodologiczny indywidualizm (lokalizm) można więc pogodzić z kontekstualizmem i makrodeterminizmem.

Powyżej przywołane idee mają szeroki zasięg oddziaływania i wpływ również na sferę filozofii umysłu a konkretnie zagadnienia internalizmu i fenomenologii (tu w znaczeniu pierwszoosobowych opisów stanów mentalnych). Pokutuje w tym wypadku wciąż postkartezjańskie spojrzenie na poznanie, polegające na wierze w możliwość dokładnej lokalizacji stanów mentalnych i ich tożsamość, gdy zachodzi tożsamość strukturalna mózgow (McClamrock 2008: 247). Ostatnie przekonanie prowadzi do tezy o superveniencji, która w tym kontekście często zbliża się bardzo do klasycznej redukcji. Dochodzi do tego jeszcze idea „kartezjańskiego teatru”, czyli stanowisko silnego internalizmu, według którego to, co umysłowe utożsamione zostaje z tym, co mózgowe, zamknięte w obrębie czaszki. Wszystkie powyższe przekonania mają swoją bazę w przywoływanych już założeniach redukcjonizmu, podobnie rzecz ma się z przyczynowością – wszystkie odległe związki przyczynowe powinny być tłumaczone przez dobrze zlokalizowane i bliskie przyczyny (fizyczny mózg jest w tym wypadku najlepszym wytłumaczeniem dla doświadczenia). McClamrock stara się pokazać, że dużo bardziej adekwatne jest w tym wypadku podejście ekologiczne w połączeniu z ideą układu mózg/organizm związanego ze środowiskiem – uwalnia ono od poszukiwania „najbliższych”, najprostszyc przyczyn. Poznanie, jak i sam podmiot, zyskuje wyraźny rys procesualny, umysł nie jest już raz na zawsze ustalonym centrum decyzyjnym, ulega też swoistemu „oderwaniu” od mózgu, granice czaszki nie są już jego granicami, ciało i środowisko zyskują tu znaczenie jako nie mniej ważna część sprzężonego systemu kognitywnego. Czy w takim razie dochodzi tu do unieważnienia klasycznie rozumianego podmiotu? Sądzę, że byłby to zbyt daleko idący wniosek. Perspektywa pierwszoosobowa pozostaje nadal naszą pierwotną, niezbywalną empirią. Znów, jak w przypadkach poprzednich, tendencje do jednego typu wyjaśnień powinny spotkać

się z uznaniem konieczności istnienia innych – w tym wypadku emergentnych makrowłasności, takich jak doświadczenie pierwszoosobowe czy intencjonalność.

Obok powyższych problemów McClamrock omawia jeszcze, wspomniane, „progresywne troski” – pierwszą z nich jest chaotyczna emergencja, która stanowi podstawę przy opisie układów podlegających nieliniowej dynamice. Trudnością okazuje się pogodzenie opisów poziomu chaotycznego i nadbudowanego nad nim (McClamrock 2008: 248), nie jest łatwy do osiągnięcia model, w ramach którego różne poziomy współgrają jako wzajemnie siebie determinujące. Zaważyć może tutaj nasze przyzwyczajenie do klasycznie rozumianej przyczynowości. Kolejną przeszkodą jest oddzielenie realnej przyczynowości od tego, co jedynie sprawia takie wrażenie. Inaczej mówiąc, można pytać: jak odróżnić prawdziwe przyczyny od iluzorycznych? Które regularności są istotne dla adekwatnego opisu omawianych zjawisk, a które wydają się jedynie artefaktem analizy? Zgodnie z ustaleniami autora można podkreślić, że nie ma tu jednej dobrej odpowiedzi, wymagana jest przede wszystkim zgoda na to, czego poszukujemy, jak dokładny opis będzie wystarczający. Należy też odpowiedzieć na bardziej podstawowe pytanie: czy sama teoria chaosu jest wystarczająca dla wyjaśniania, na ile odpowiada ona rzeczywistości? Nawet co do ostatniego nie ma dziś zgody (Poznański 2003: 13–14). Stąd prosta droga do kolejnego pytania o sens poszukiwania „teorii wszystkiego”. Makroredukcjonizm (który można określić jako redukcjonizm *à rebours*) podziela według autora to samo, co poprzedni, redukcjonistyczny paradygmat, błędne marzenie o kompletnej teorii poznania i złożoności. Takie wymagania są jednak zbyt wygórowane, niemożność spełnienia oczekiwań pojawia się już w punkcie wyjścia. Należy zatem zrezygnować z tego rodzaju poszukiwań i bardziej skupić się na analizie konkretnych przypadków, „zagłębić się w szczegóły” (McClamrock 2008: 249). Można zauważyć, że w ramach takiego spojrzenia znów odnosimy się do modelu nauki klasycznej. Autor zaleca daleko idącą ostrożność, sądzę jednak, że sprawę można ująć nieco inaczej i nie porzucać ostatecznie dociekań natury bardziej ogólnej. Wracam do tej kwestii w następnym paragrafie.

Ostatnia kwestia, którą porusza McClamrock, dotyka istotnych problemów, nie tylko ontologicznych czy teoriopoznawczych, ale przede wszystkim etycznych. Jest nią wizja radykalnie rozproszonej i „przenikniętej światem” jaźni. Owa jaźń zostaje „zwrócona światu” (McClamrock 2008: 250), w pewnym sensie rozpuszczona w nim, co z kolei powoduje konieczność postawienia pytania o istnienie swobodnego, posiadającego implikacje etyczne „centrum decyzyjnego”. Istnienie takiego „centrum” jest usankcjonowane długą tradycją samostanowiącego „ja”, które jest gwarantem odpowiedzialności za własne czyny, istnienia autonomicznego podmiotu jako nosiciela praw i obowiązków. Podstawę ontologiczną stanowi w tym wypadku tożsamość osobowa, która również ulega swoistej erozji. W ramach nowej wizji etyki i moralności większy nacisk zostaje położony na działanie w środowisku i powolne wypracowywanie w ramach interakcji z innymi podmiotami odpowiednich dyspozycji. „Ja” ulega zdecentralizowaniu, jest „prześiąknięte światem” (McClamrock 2008: 250). Można zatem mówić o renesansie etyki cnót wywodzonej aż od Arystotelesa i konkurencyjnej w stosunku do dominującej dotychczas wizji transcendentnego wobec jednostki świata idei (Juarrero 2008: 281–282). Taka wizja rodzi m.in. problem większej odpowiedzialności w kontek-

ście jednoczesnej większej niepewności, co do przewidywania skutków własnych działań. Podmiot zostaje pozbawiony opoki, jaką dawał klasyczny paradygmat, wedle którego można dokonywać osądów opartych na niewzruszonych instancjach. Złożoność świata, kontekstualizm i procesualizm rodzi więc nowe pytania natury etycznej bez prostych, jednoznacznych odpowiedzi.

### **Wnioski filozoficzne – procesualny emergentyzm**

Omówione problemy wynikają moim zdaniem z już zaznaczonych problemów z nowym ontologicznym paradygmatem i sprzecznymi tendencjami w łonie współczesnej nauki. Rozwiązanie tych zagadnień, jak sądzę, wymagałoby nie tylko zmiany języka, ale raczej właśnie całego paradygmatu zarówno nauki, jak i filozofii. Problematyczne wydaje się odrzucenie obrazu, który posiadamy i zrozumienie, że nawet jeśli opis ten jest pragmatycznie celny, może być chybiony ontologicznie (dawniej powiedzielibyśmy, że nie dociera do „istoty”)<sup>38</sup>. Filozofia, która czerpie z nauki, nie musi ograniczać się do kwestii metodologicznych, powinna proponować szerszy obraz rzeczywistości będący nie tyle filozofią nauki, co filozofią przyrody. Liczy się w tym wypadku oczywiście swoista „praca u podstaw” – analiza pojęć i konkretnych twierdzeń, ale istotna jest również budowa całościowej wizji rzeczywistości (obrazu świata). Jak sądzę, jest to rola filozofii. Nie jest ona nauką w rozumieniu nauk empirycznych czy aksjomatycznych. Być może nie ma szans na „filozoficzną teorię wszystkiego”, ale filozofia może proponować metafizyczne hipotezy na temat zjawisk opisywanych przez naukę, niekoniecznie popadając przy tym w jakiś rodzaj mistycyzmu. W tym sensie może ona proponować „teorię wszystkiego”, jednak z poważnymi zastrzeżeniami co do jej doskonałości i absolutności. Nigdy nie będzie mogła spełnić rygorów klasycznego paradygmatu wiedzy naukowej, nie ma jednak takich ambicji (Lemańska 1998).

Nowe spojrzenie na strukturę rzeczywistości i samego poznania daje okazję do wyciągnięcia z tego stanu rzeczy daleko idących wniosków filozoficznych. Jednym z istotnych elementów takiego obrazu jest idea emergencji, powstawania twórczej nowości, w tym kontekście, jak zauważa Robert B. Laughlin (2006: 208), można postawić tezę o przejściu z ery redukcji do ery emergencji. Jako kontekst pomocna jest w tym wypadku filozofia procesu, kierunek ten wydaje się predysponowany do tej roli, z racji nastawienia na opis dynamicznie zmieniającej się rzeczywistości. W ramach paradygmatu procesualistycznego odżywa dawny, heraklitejski wariabilizm, to stałość, a nie zmiana zostaje potraktowana jako coś z gruntu tajemniczego, wymagającego wyjaśnienia (Bickhard 2008: 254). Stąd też filozofia procesu atakuje nasze – wpływające z kultury opartej na stałości – przedsądy dotyczące natury rzeczywistości. Z tego względu, jak w wypadku etyki, zmiana myślenia napotyka na duże trudności, często nie zdajemy sobie do końca sprawy z tego, jak mocno pewne poglądy są zakorzenione i

<sup>38</sup> Nauki szczegółowe i filozofia różnią się zasadniczo w sposobie opisu rzeczywistości i w standardach, które sobie narzucają. W nauce może wystarczać opis redukcjonistyczny, w sposób jednoznaczny lokalizujący własności i byty w przestrzeni i czasie, na polu filozofii może on być niewystarczający – w kontekście filozoficznym może to oznaczać to samo, co „błąd”. To, co dla naukowca nie jest problemem istotnym – np. niemożność dokonania nieskończonego dokładnego pomiaru czy niezupełność indukcji – dla filozofa stanowi często realne wyzwanie i źródło radykalnych twierdzeń na temat świata.

oddziałują swoistą siłą inercji (Bickhard 2008: 252). Sądzę jednak, że próba uznania zmienności, procesu za podstawową własność świata nie rozwiązuje problemów ontologicznych, długa jeszcze droga do zrozumienia natury złożonych procesów dynamicznych. Mówiąc inaczej, uważam, że mimo konieczności dowartościowania wizji procesualnej, zarówno stałość, jak i zmienność pozostają w równej mierze zagadkowe<sup>39</sup>. Oba bieguny domagają się opisu i uwzględnienia w strukturze rzeczywistości. Tak jak w dyskusji między emergentystami i redukcjonistami, tak w sporze między zwolennikami Parmenidesa i Heraklita wskazany jest umiar i poszukiwanie konsensusu. Mówiąc nieco kolokwialnie, jestem przekonany, że „prawda leży pośrodku” i zbudowanie spójnego obrazu świata nawet z elementów pozornie sprzecznych jest możliwe. W tym momencie chodzi raczej o przesunięcie akcentów i dowartościowanie elementów dynamiczno-holistycznych. Świat jest oczywiście dynamicznym procesem, ale wyłaniają się z niego struktury (Metallmann: 1933), które cechuje względna stałość. Filozofia może dopomóc w pogodzenie różnych opisów rzeczywistości – monizm i dualizm, diachronia i synchronia, proces i struktura, redukcjonizm i holizm nie muszą być koniecznie traktowane jako przeciwieństwa. Znowu wypada się odwołać do naszego przywiązania do „klockowego” opisu rzeczywistości, podczas gdy proces łączy w sobie często heterogeniczne elementy. Zawsze trzeba przy tym pamiętać o kontekstualizmie i perspektywizmie w ramach teorii poznania. Brak radykalnie jednoznacznych odpowiedzi w ramach współczesnej ontologii i teorii poznania nie musi być wadą, wręcz przeciwnie – jest wynikiem sprzężenia między światem i podmiotem poznającym. Właśnie do takiego wniosku prowadzą badania nad złożonością, emergencją i poznaniem ekologicznym.

## Literatura

- Baranger, M. 2001. Chaos, complexity, and entropy. A physics talk for non-physicists. Źródło: [necsi.org/projects/baranger/cce.pdf](https://necsi.org/projects/baranger/cce.pdf), 20.01.2012.
- Bickhard, M. H. 2008. Issues in process metaphysics. *Ecological Psychology*, 20: 252–256.
- Bunge, M. 1968. *O przyczynowości. Miejsce zasady przyczynowej we współczesnej nauce*. Przeł. S. Amsterdamski. Warszawa: PWN.
- Chemero, A. 2008. Self-organization, writ large. *Ecological Psychology*, 20: 257–269.
- Chemero, A. i Turvey M. T. 2007. Hypersets, Complexity, and the Ecological Approach to Perception-Action, *Biological Theory*, 2: 23–36.
- Halpern, P. 2004. *Na tropach przeznaczenia. Z dziejów przewidywania przyszłości*. Przeł. P. Amsterdamski Warszawa: Wydawnictwo CiS, Wydawnictwo W.A.B.
- Juarrero, A. 2008. On philosophy’s “to rethink” list: causality, explanation, and ethics. *Ecological Psychology*, 20: 278–282.
- Kant, I. 1986. *Krytyka władzy sądownia*. Przeł. J. Gałęcki. Warszawa: PWN.

<sup>39</sup> Podobnie w przypadku uznania emergencji za naturalną własność rzeczywistości (Bickhard 2008: 254) nie ulega ona automatycznemu „odtajemniczeniu”.

- Laughlin, R. B. 2006. *A different universe. Reinventing physics from the bottom down*. New York: Basic Books.
- Lemańska, A. 1998. *Filozofia przyrody a nauki przyrodnicze*. Warszawa: Wydawnictwo Akademii Teologii Katolickiej.
- Lubiszewski, D. 2011, Wyłaniające się prawa fizyki, *Diametros*, 28: 52–62.
- Maturana, H. i Varela, F. J. 1980. *Autopoiesis and cognition. The realization of the living*. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company.
- McClamrock, R. 2008. The emergent, the local, and the epiphenomenal. *Ecological Psychology*, 20: 244–251.
- Metallmann, J. 1933. Problem struktury i jego dominujące stanowisko w nauce współczesnej, *Kwartalnik Filozoficzny*, 4: 332–354.
- Murawski, R. 2001. *Filozofia matematyki. Zarys dziejów*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Petrusz, S. 2008. What does “lawful” have to mean for self-organizing systems to qualify as such? *Ecological Psychology*, 20: 270–277.
- Poznański, J. 2003. Filozoficzne aspekty teorii chaosu. *Semina Scientiarum*, 3: 9–20.
- Silberstein, M. i McGeever, J. 1999. The Search for Ontological Emergence. *Philosophical Quarterly*, 49: 182–200.
- Stewart, I. i Cohen, J. 2003. *Wytwory rzeczywistości. Ewolucja umysłu ciekawego*. Przeł. W. Stępień-Rudzka. Warszawa: Prószyński i S-ka.
- Turvey, M. T. 1992. Affordances and prospective control: An outline of the ontology, *Ecological psychology*, 4: 173–187.
- Turvey, M. T. 2008. Philosophical issues in self-organization as a framework for ecological psychology. *Ecological Psychology*, 20: 240–243.
- Wrześniewski, P. 1995. Pojęcie złożoności w świetle teorii samoorganizujących się systemów. *Filozofia nauki*, 4: 131–146.