

Krzysztof Chodasewicz

ŻYCIE I UMYŚL. DWIE STRONY TEGO SAMEGO ZJAWISKA?¹

STRESZCZENIE

Celem artykułu jest rozważenie możliwych relacji między kategoriami „umysł” i „życie”.

Zdaniem niektórych autorów, kategorie te są ściśle ze sobą powiązane lub nawet stanowią dwie strony tego samego zjawiska. Tezę tę poddaję analizie i ocenie w świetle różnorodnych podejść do zagadnienia definiowania życia, w szczególności nurtu metabolicznego (kładącego nacisk na samotworzenie i samopodtrzymywanie się) oraz nurtu ewolucyjnego (który koncentruje uwagę na ewolucji drogą doboru naturalnego). Pierwszy z tych nurtów reprezentuje koncepcja *autopoiesis* Humberto Maturany i Francisco Vareli, drugi zaś cybernetyczna definicja życia autorstwa B. Korzeniewskiego oraz zaproponowana przez J. H van Haterena modyfikacja darwinowskiej definicji życia. Szczególnie interesująca wydaje się możliwość nawiązania relacji między kategoriami umysłu i życia na gruncie podejścia ewolucyjnego.

Słowa kluczowe: definicje życia, relacja między życiem a umysłem, życie a poznanie, *autopoiesis*, cybernetyczna definicja życia, darwinowska definicja życia.

1. WPROWADZENIE

Życie i umysł należą do podstawowych kategorii ontycznych, za pomocą których dokonujemy opisu otaczającej nas rzeczywistości (Bedau, 1992, 496). Nie da się ukryć, że kategorie te przypisujemy niekiedy tym samym obiektom — istotami, które z pewnością posiadają umysłowość są ludzie² będący wszak bez wątpienia istotami żywymi. Co więcej w życiu codziennym mamy tendencję do przypisywania określeń mentalistycznych większości

¹ Artykuł powstał w ramach projektu „Implikacje wybranych aspektów teorii ewolucji dla problemu definiowania życia”. Projekt został sfinansowany ze środków Narodowego Centrum Nauki przyznanych na podstawie decyzji numer DEC-2013/11/D/HS1/04392.

² Mam tu na myśli świadomy umysł. Jest wysoce prawdopodobne, że mamy z nim do czynienia także u innych gatunków zwierząt, szczególnie tych, należących do taksonów waleni i naczelnych. Nie jest to jednak kwestia zupełnie bezdyskusyjna (zob. Griffin 2004, Marino 2006, Chodasewicz 2009).

zwierząt, a niekiedy również roślinom. Być może właśnie wspomniana skłonność doprowadziła niektórych badaczy do sugestii, że życie i umysł to dwie strony tego samego fenomenu, niejako „wierzchołki tej samej góry lodowej”. Możliwość istnienia związku tego typu sugeruje np. Mark A. Bedau, gdy pyta:

„Czy życie i umysł są krańcami (*endpoints*) tego samego kontinuum? Różnymi poziomami w pewnej hierarchii? Jakie fundamentalne zasady stosują się do ich obu i dlaczego? Jedną z najbardziej ekscytujących prognoz dla badań w ramach sztucznego życia jest to, że badania eksperymentalne mogą wykazać powiązania między tymi dwoma najbardziej podstawowymi aspektami rzeczywistości”³ (Bedau 1992, 498).

W innym artykule ten sam autor proponuje, aby uznać, że „życie i umysł w istocie są wyrazem procesu tego samego rodzaju”⁴ (Bedau 1998, 130). Przekonania na temat istotnego związku między umysłem a życiem bronią także zwolennicy stworzonej przez Humberto Maturanę i Francisco Varełę koncepcji *autopoiesis* (zob. np. Boden 2000; Luisi 2003). Zgodnie z ich poglądami organizm pozostaje w szczególnego rodzaju sprzężeniu zwrotnym ze środowiskiem. Środowisko jest niezbędne, aby mógł on powstać i funkcjonować, zarazem jednak organizm kreuje je za pomocą posiadanego przez siebie repertuaru organów zmysłowych (Luisi 2003, 54–55). Prowadzi to do zaskakującego wniosku, że „symultaniczna realizacja żywej organicznej struktury i poznania stanowi dwie twarze tego samego zjawiska – »fenomenowi życia«”⁵ (Luisi 2003, 55). Problem związku między życiem a umysłem podejmowany był także przez filozofów rosyjskich (radzieckich). Na przykład w książce *Filozofia nauk przyrodniczych* Bażenow, Morozow i Słucki rozważali argument przeciwko myśleniu maszyn opierający się na założeniu, że myślenie jest własnością wyłącznie istot żywych. Autorzy usiłowali zbić ten argument poprzez wskazanie, że Engelsowska definicja życia jako formy istnienia ciał białkowych ma jedynie charakter historyczny, a obecnie należałoby zastąpić ją jakąś formą definicji funkcjonalnej. Pozwala to na posiadanie umysłowości przez niebiałkowe twory (Bażenow et al. 1968, 517–522). Co prawda ścisły związek między funkcjonalnie definiowanym życiem a posiadaniem umysłu nie był przez wspomnianych badaczy zakładany,⁶ jednak może on zostać postulowany tylko przy nieznacznej modyfikacji ich poglądów. Przekonanie na temat silnego związku między życiem a umysłem wyrażali także niektórzy autorzy polscy, np. Andrzej Misiołek sugerował, że po-

³ Tłumaczenie moje — KCh.

⁴ Tłumaczenie moje — KCh.

⁵ Tłumaczenie moje — KCh. Więcej na temat umysłowości i poznania w koncepcji *autopoiesis* w punkcie 4.

⁶ Relacja zachodzi tylko w jedną stronę. Posiadanie umysłu pociąga za sobą bycie żywym, ale nie odwrotnie.

zbawianie definicji życia odniesień do świadomości i umysłu nie powinno mieć miejsca (Misiólek 2005, 9, 127–129).

Z wielu względów głoszenie przekonań na temat silnego związku między życiem a umysłem może być współcześnie uznane za zaskakujące. Jest tak głównie dlatego, że witalizm — kierunek filozofii biologii, który najsilniej akcentował tego typu koneksje — jest współcześnie poglądem uważanym za praktycznie niemożliwy do pogodzenia z nowoczesną biologią (Mayr 2002, 28; zob. też Chodasewicz 2014b, 381–383). Współczesne próby łączenia tych zjawisk w istocie nie mają „fundamentu witalistycznego”.⁷ W jaki więc sposób starają się łączyć ze sobą życie i umysł? I co równie interesujące: czy istnienie takiego związku można postulować przy wszystkich sposobach ujmowania życia?

2. NURTY DEFINIOWANIA ŻYCIA I UMYSŁOWOŚĆ

Pytanie powyższe jest o tyle istotne, że brak jest jednej powszechnie akceptowanej definicji życia (zob. np. Luisi 1998; Popa 2004; Ruiz-Mirazo et al. 2004; Machery 2012; Cleland 2012). Istnieją jednak dwa główne nurty definiowania życia: metaboliczny i ewolucyjny. Przykładową metaboliczną definicję życia podał Carl Sagan: „żywy system jest obiektem o określonej granicy, stale wymieniającym część swojego tworzywa z otoczeniem, ale bez utraty swoich głównych własności, przynajmniej w pewnym okresie czasu” (Sagan 1984, 893). Oczywiście poszczególne propozycje mogą znacznie się od siebie różnić. Definicje metaboliczne kładą jednak zazwyczaj nacisk na zdolność systemu do autoregeneracji, samotworzenie się, autonomię, zachowywanie własnej struktury, mimo pozostawania w rozmaitych relacjach ze środowiskiem. Własności te będą ogólnie określał mianem zdolności do samopodtrzymywania się. Choć może wydawać się to zaskakujące, nie ma powszechnie przyjętej ogólnej definicji metabolizmu. Najczęściej używa się dość lapidarnych określeń w świetle, których metabolizm to „przemianie materii” (Kunicki-Goldfinger 1980, 33) lub „wiązanie i uwalnianie energii” (Mayr 2002, 33). Są to oczywiście określenia zbyt szerokie, które nie wskazują na funkcję tych procesów w organizmach żywych. (Gdyby każda „prze-

⁷ Przynajmniej w znanych mi przypadkach. E. Mayr jest zdania, że witalizm „skończył” się po roku 1965 (Mayr 2002, 28). Byłbym jednak ostrożniejszy w ocenie. Np. praca Piotra Lenartowicza *Elementy filozofii zjawiska biologicznego* posiada, moim zdaniem, silne znamiona poglądów witalistycznych (choć oczywiście nie w kontekście związku życia i umysłu) (zob. Lenartowicz 1984, 21, 387–388, 412–421). Z oczywistych względów Mayr nie mógł jej znać. Nie da się jednak wykluczyć, że podobne poglądy mogli (choć oczywiście sporadycznie) głosić także filozofowie w innych regionach świata. Kazimierz Szewczyk, głosi z kolei kontrowersyjną tezę, że nurt organicystyczny w biologii, to złagodzona, wysubtelniona postać witalizmu (Szewczyk 1993, 1–6). Trudno nie zgodzić się z autorem, że niektóre formy witalizmu mogły stworzyć pewien fundament pod myślenie organicystyczne, jednak fakt, że witalizm mógł (częściowo) inspirować organicyzm, nie oznacza, że jest z nim tożsamy!

miana materii” była metabolizmem, to w świecie mielibyśmy do czynienia z totalnym „panmetabolizmem”.) Po ogólnych określeniach poszczególni autorzy przechodzą na ogół do omówienia różnych aspektów metabolizmu u znanych nam ziemskich organizmów. Mamy więc wśród nich oddychanie, odżywianie się, wydalanie itd. Dopiero analiza poszczególnych procesów pokazuje czemu mają one służyć – wspomnianemu już samopodtrzymywaniu się. Z drugiej strony jednak wchodzenie w detale tego, „co i jak znane organizmy robią” powoduje, że zaczynamy myśleć np. o określonych procesach biochemicznych jako o jedynych możliwych realizatorach wspomnianych funkcji. To może czynić metaboliczną definicję życia zbyt „ziemiocentryczną” (i potencjalnie bezużyteczną w astrobiologii) (zob. np. Popa 2004, 7–8) i z analogicznych względów zbyt „współczesno-centryczną” (i potencjalnie bezużyteczną dla badań nad powstaniem życia). Warto podkreślić, że czołowa reprezentantka tego nurtu – definicja autopoietyczna – jest wolna od tego zagrożenia.

Ścisłą i ogólną definicję metabolizmu usiłował podać Erwin Schrödinger. Według niego metabolizm to zdolność organizmów do obniżania swej własnej entropii (Schrödinger 1998, 87; zob. też Küppers 1991, 138). W niej z całą wyrazistością przejawia się fakt, że metabolizm to zdolność do „ucieczki przed nieistnieniem”. Definicja Schrödingera rzadko jest jednak używana przez standardowych biologów, być może dlatego, że nie jest im potrzebna w codziennej praktyce badawczej.

Współcześnie problem zdefiniowania metabolizmu starała się rozwiązać Margaret A. Boden. Jej podejście wydaje się być koherentne ze schrödingerskim, choć posiada inny punkt wyjścia.⁸ Boden wyróżniła trzy sposoby mówienia o metabolizmie. Metabolizm w pierwszym sensie to pewna energetyczna zależność z otoczeniem pozwalająca na istnienie jednostki (domyślnie: żywego organizmu). Metabolizm w drugim sensie to zdolność jednostki do pozyskiwania i dystrybuowania energii niezbędnej dla wykonywania określonych zachowań. W obu tych przypadkach jednostka nie ma jednak żadnego wpływu na podtrzymanie swego istnienia – jest ono uważane za „dane” (*taken for granted*). Dopiero metabolizm w sensie trzecim sensie obejmuje (także) zdolność do zarządzania energią i jej przekształcania na poczet podtrzymania własnego istnienia jednostki. Zdaniem autorki, takie właśnie rozumienie metabolizmu jest typowe dla biologii. To *de facto* mają na myśli biolodzy, gdy mówią „metabolizm”. Pozostałe sensy stanowią nieuprawnione (zdaniem Boden) rozszerzenia znaczenia tego słowa stosowane przez badaczy z zakresu *artificial life* (Boden 2000, 119–122). Pomijając więc wspomniane już różnice między ujęciami – nurt metaboliczny zakłada, że aby być żywym należy posiadać zdolność do samopodtrzymywania, która

⁸ Głównym motorem napędowym rozważań Boden była polemika z teoretykami sztucznego życia. Kwestia ta nie będzie tutaj rozwijana. Więcej na ten temat (Chodasewicz 2015).

z oczywistych względów łączy się z przekształcaniem materii i energii oraz obniżaniem własnej entropii.

Zupełnie inaczej na istotę życia zapatruje się nurt ewolucyjny. Tu istoty życia upatruje się nie w podtrzymywaniu jednostkowego istnienia, ale w zdolności do podlegania ewolucji drogą doboru naturalnego (określanej, ze względu na wkład Darwina, po prostu mianem ewolucji darwinowskiej (zob. Szweykowski 2004, 90)). Oddajmy jeszcze raz głos Carlowi Saganowi: życie jest „systemem zdolnym do ewolucji przez naturalną selekcję”⁹ (Sagan 1984, 894). Aby system miał zdolność do takiej ewolucji zasadniczo musi się składać ze zbioru (populacji) jednostek (osobników), takich że 1) jednostki te różnią się między sobą (warunek zmienności), 2) jednostki mogą generować jednostki potomne (warunek rozmnażania się), 3) jednostki potomne są podobne do rodziców (warunek dziedziczności) i, co więcej, przynajmniej część zmienności musi wpływać na szanse ich przetrwania i reprodukcji (tj. skutkować zróżnicowanym dostosowaniem (*fitness*)) (Lewontin 1970, 1; Endler 1986, 4; Maynard Smith 1992, 19; Ridley 2003, 74). Jeśli powyższe warunki są spełnione, frekwencja osobników o określonych cechach będzie zmieniać się w czasie – populacja będzie ewoluować. Do ostatniego zdania należałoby dodać „drogą doboru”, ponieważ może się zdarzyć, że ewolucja (zdefiniowana tak jak powyżej, tj. jako zmiana frekwencji cech w zbiorze) nastąpi z innych przyczyn np. losowych. Innymi słowy: różnice cech organizmów nie będą miały wpływu na ich dostosowanie. Mówi się wówczas o dryfie genetycznym (Łomnicki 2002, 180; Endler 1986, 5). Nie bez powodu w podanej powyżej definicji Sagana mówi się także o „zdolności do ewolucji drogą doboru”, a nie o „ewolucji drogą doboru”. Istnieją bowiem sytuacje, kiedy na skutek przepływu osobników z innych populacji lub działania doboru stabilizującego populacja nie ewoluuje mimo że wszystkie warunki dla potencjalnej ewolucji są spełnione. Taką populację określa się mianem będącej w równowadze (Łomnicki 2002, 158; Endler 1986, 5–7).

Powyższe ujęcie warunków ewolucji przez naturalną selekcję ma charakter abstrakcyjny (Jabłonaka, Lamb 2005, 11–12, Okasha 2013, 10–18; Godfrey-Smith 2013, 17–20). Oznacza to, że nie angażuje ono aparatu genetyki populacyjnej, ani molekularnej. Dopuszczalna jest tu możliwość, że darwinowskiej ewolucji będą podlegać inne twory niż populacje standardowych, znanych nam organizmów, byle by tylko cechowały się zmiennością, dziedzicznością i reprodukcją. Szczegółowe mechanizmy odpowiadające za wspomniane funkcje również mogą być wielorakorealizowane i potencjalnie pojawiać się na różnych poziomach organizacji biologicznej (zob. Endler 1986, 23–26; Okasha 2013, 10–11; Chodasewicz 2013, 125–133).

Nurt ewolucyjny definiowania życia także nie stanowi monolitu proponującego jedną jedyną definicję. Do najbardziej znanych i najczęściej anali-

⁹ Tłumaczenie moje – KCh.

zowanych należy definicja Gerarda F. Joyce'a, która uzyskała status roboczej definicji NASA (zob. Luisi 1998, 617; Ruiz-Mirazo 2004, 327). Zgodnie z nią „życie jest samopodtrzymującym się systemem chemicznym zdolnym do podlegania darwinowskiej ewolucji”¹⁰ (Joyce 1994, xi). Jak widać definicja ta zawiera też komponent metaboliczny, choć jest on scharakteryzowany w sposób niejasny i dołączony stosunkowo arbitralnie, bez wskazania istotnej relacji łączącej te fenomeny (Luisi 1998, 618; Ruiz-Mirazo 2004, 327–328; Chodasewicz 2014c, 43). Inne przykłady to definicja Kepy Ruiza-Mirazo i współpracowników (2004), definicja Andrzeja Gecowa (2008; 2013; 2014), definicja Bernarda Korzeniewskiego (2001; 2005) oraz różne modyfikacje podejścia Joyce'a (van Hateren 2010; Chodasewicz 2014c). Istotne zmiany dotyczące treści definicji ewolucyjnych mogą się pojawić także z zupełnie nieoczekiwanej strony. Współcześnie trawa ożywiona debata nad minimalnymi warunkami doboru naturalnego. Część autorów widzi możliwość uproszczenia wymagań (Bourrat 2014; Bouchard 2014; Gecow 2013; 2014), z kolei tzw. zwolennicy podejścia replikatorowo-interaktorowego wywodzącego się od Dawkina (2003; 2007) i Hulla (1980) postulują dodanie dodatkowych warunków (np. wyróżnienia dwóch typów jednostek: interaktorów (wehikułów przetrwania) i replikatorów (genów), nałożenia wymagań na reprodukcję (replikacja) oraz na dziedziczenie (dyskretny charakter, przekaz materialnych nośników informacji dziedzicznej od rodziców do potomstwa). Jest jasne, że opowiedzenie się za którąś ze stron w tym sporze spowoduje modyfikacje treści definicji życia, co innego bowiem będzie rozumiane przez zdolność do darwinowskiej ewolucji.¹¹

Co bardzo ważne, większość definicji tworzona w obrębie jednego lub drugiego nurtu nie kwestionuje ważności racji strony przeciwnej. Np. „ewolucjoniści” (zazwyczaj) nie twierdzą, że dla życia nie istotny jest metabolizm, a „metaboliści”, że życie nie podlega darwinowskiej ewolucji. Klucz w przypisaniu do nurtu wynika raczej z tego, co uznaje się za cechę prymarną (w sensie logicznym i/lub historycznym). Patrząc od strony historycznej, tj. od strony problematyki powstania życia nurt metaboliczny związany jest z wywodzącym się od Aleksandra I. Oparina podejściem „kompartmentalistycznym”, zgodnie z którym najpierw powstała otoczona membraną sfera wykazująca metabolizm, a nurt ewolucyjny z ideą, która upatruje początków życia w replikacji i ewolucji prostych związków organicznych typu RNA (zob. Popa 2004, 6, 11).

Zarówno podejście ewolucyjne do definiowania życia, jak i wspomniane wcześniej metaboliczne były krytykowane¹² i żadna definicja życia nie jest

¹⁰ Tłumaczenie moje – KCh.

¹¹ Różnice mogą być pozornie bardzo nieznaczące, ale mogą mieć ogromny wpływ przy zastosowaniu definicji w badaniach astrobiologicznych i protobiologicznych lub przy ocenie wyników badań *artificial life*.

¹² Na temat krytyki definicji metabolicznych (szczególnie autopoietycznej) patrz (Fleischaker 1998, Luisi 2003), na temat krytyki definicji ewolucyjnych patrz (Luisi 1998, Cleland, Chyba 2002,

wolna od problemów.¹³ Nowe próby zdefiniowania życia są zazwyczaj jednak wariacjami poprzednich, wciąż odwołującymi się do tych samych własności: ewolucji (względnie tylko niektórych jej przewymagań, jak np. rozmnażania) i metabolizmu. Gdy chodzi o empiryczną znajomość obu tych fenomenów jest ona olbrzymia i stale rośnie. Jak podkreśla Bremer, badanie fenomenu życia jest zasadniczo możliwe całkowicie z perspektywy trzeciej osoby (Bremer 2005, 142). Z tego powodu problem definiowania życia ma inny charakter, niż zagadnienie natury umysłu, gdzie filozofowie i naukowcy częstokroć ostro spierają się na wszelkich płaszczyznach badań. Z tego względu nie będę tu prezentował żadnej ogólnej definicji umysłu. Pozwolę sobie uzasadnić ten stan parafrazując wypowiedź Francisa Cricka na temat świadomości: jeśli już teraz zdecydujemy czym jest umysłowość, to albo ograniczymy zakres badań albo wprowadzimy się w błąd albo nastąpi i jedno i drugie¹⁴ (zob. Crick 1997, 39). Musi więc nam wystarczyć intuicyjne rozumienie umysłowości wiążące ją z kategoriami poznania, inteligencji czy uczenia się. Z tego samego względu nie postuluję z góry, czym miałyby być ów silny związek między życiem a umysłowością. Poniżej, na przykładach wybranych koncepcji, spróbuję pokazać, jak kategoria umysłowości może zostać powiązana z kategorią życia.

3. ARGUMENTY PRZECIW SILNEMU ZWIĄZKOWI ŻYCIA I UMYSŁU

Na pierwszy rzut oka, niezależnie od tego, którą tradycję definiowania życia przyjmujemy (ewolucyjną czy metaboliczną), wydaje się, że tezę o silnym związku umysłowości i życia można łatwo odrzucić. Przeciwno niej można bowiem wysunąć następujące argumenty:

Argument z nieprzypisywania umysłowości większości istot żywych (bakteriom, archeonom, protistom, grzybom, roślinom i dużej grupie zwierząt (głównie bezkręgowych)). Ten argument może występować w dwóch wersjach: odnoszącej się do psychologii potocznej (zazwyczaj przypisujemy

Ruiz-Mirazo 2004), na temat krytyki definicji życia w ogóle patrz (Oliver, Perry 2006; Cleland, Chyba 2002; Cleland 2012; Machery 2012, ale zob. też Chodasewicz 2010; 2014d).

¹³ Co oczywiście nie znaczy, że wszystkie zarzuty są równie zasadne. Np. utrzymuje się rozpowszechniony zarzut, jakoby bezpłodne hybrydy (np. muły) stanowiły kontrprzykład dla definicji darwinowskich (bo się nie rozmnażają). Jest to nieporozumienie związane z błędnym rozpoznaniem tego, co ewoluuje – osobniki, czy populacje. Poprawna jest ta druga odpowiedź – ewolucja to zmiana frekwencji cech w zbiorze. Muł jest – co oczywiste – produktem ewoluujących populacji. Pojawianie się w zbiorze bezpłodnych hybryd np. na skutek „błędneho” doboru płciowego jest zmianą określonego typu. Utrzymywanie, że muł jest kontrprzykładem dla definicji ewolucyjnych, jest niemal równoważne z poglądem, że teoria ewolucji (która stanowi ramę teoretyczną dla tych definicji) „nie radzi sobie” sobie z takimi przypadkami – to oczywiście nieprawda (więcej na ten temat: zob. Chodasewicz 2014a; 2014c).

¹⁴ Świadomie używam tu liczby mnogiej. Rozważania tego artykułu nie są zamknięte i mam nadzieję, że zainspirują kontynuatorów!

umysłowość zwierzętom wyższym, rzadziej bezkręgowcom, a już niezwykle rzadko roślinom, grzybom itp.) oraz do wiedzy biologicznej (sądzimy, że istnieje związek między psychiką a odpowiednio zbudowanym i złożonym układem nerwowym).

Argument z hipotetycznej możliwości przypisywania umysłowości artefaktom nie będącym obiektami żywymi. Teoretyczna możliwość stworzenia urządzeń posiadających umysł zbliżony do ludzkiego jest rozważana co najmniej¹⁵ od czasu opublikowania słynnego artykułu Alana Turinga *Maszynieria licząca a inteligencja*. Współcześnie pojawiło się wiele głosów krytycznych wobec możliwości urzeczywistnienia takiej idei (np. słynny argument chińskiego pokoju Johna Searle'a (Searle 1995, 302–307)) albo wobec wybranych aspektów badań (np. argument Huberta Dreyfusa przeciw metodologii *top-down* w sztucznej inteligencji (zob. np. Casti, DePauli 2003, 137–140). Mimo to koncepcja „myślącej maszyny” nie wydaje się być możliwa do definitywnego wykluczenia i, co istotne, nie wydaje się wcale konieczne, aby maszyna taka musiała posiadać wszystkie cechy układów żywych (np. zdolność do rozmnażania, czy zdolność do samopodtrzymywania się);

Argument ze znajomości natury życia. Tak jak zaznaczyłem powyżej, choć nie dysponujemy jedną uniwersalną definicją życia, to jednak większość badaczy wskazuje, że do jego istoty powinno zaliczać się przede wszystkim zdolność do ewoluowania dzięki działaniu doboru naturalnego oraz zdolność do samopodtrzymywania się (metabolizmu). Natura świadomego umysłu wciąż pozostaje jednak nieznaną. Jak jest więc możliwe, że posiadanie szczegółowej wiedzy na temat fundamentalnych własności życia nie pozwala nam na zrozumienie natury umysłu, jeśli fenomeny te miałyby być „wierzchołkami tej samej góry lodowej”¹⁶?

Czy jednak argumenty te są rozstrzygające? Można zauważyć, iż przyjmują one pewne założenie na temat natury umysłowości. Mianowicie, że ma to być umysł podobny do świadomego umysłu ludzkiego. Jest to więc sprzeczne z przyjętymi powyżej założeniami dotyczącymi charakteryzowania umysłowości. Prawdopodobnie zwolennikom silnego związku życia i umysłu chodzi o coś znacznie prostszego. O jakiegoś rodzaju proto-umysłowość. Jak wygląda taka propozycja, pokażę na przykładzie koncepcji *autopoiesis*.

¹⁵ W istocie rozważań na ten temat można się doszukiwać znacznie wcześniej np. u Gottfrieda Wilhelma Leibniza, jednak to Turing stworzył podwaliny pod koncepcji komputera, a tym samym stworzył ramy dla nowoczesnego ujęcia tej problematyki.

¹⁶ Nie mam tu w żadnym wypadku na myśli tego, że wiedza biologiczna np. z zakresu teorii ewolucji jest nieistotna dla zrozumienia natury umysłu, a jedynie to, że mechanizmy, które ukształtowały umysły w wymiarze filogenetycznym, nie muszą być i prawdopodobnie nie są (choć patrz niżej koncepcja Edelmana) tożsame z mechanizmami, które odpowiadają za funkcjonowanie umysłu w wymiarze osobniczym.

4. POZNANIE I AUTOPOIETYCZNA KONCEPCJA ŻYCIA

Koncepcja autopoiesis (gr. „samotworzenie”, „samowytwarzanie się”) chilijskich biologów Humberto Maturany i Francisco Vareli wpisuje się w metaboliczny nurt definiowania życia, choć wśród jej zwolenników i sympatyków istnieją pewne rozbieżności, czy można postawić znak równości między terminami „autopoieza” i „metabolizm”.¹⁷ Z punktu widzenia przyjętego w tym artykule szerokiego rozumienia metabolizmu, jako zdolności do samopodtrzymywania się, te drobne różnice zdań nie ma ją jednak znaczenia. „Empiryczną bazą” dla koncepcji Maturany i Vareli jest obserwacja komórkowej natury życia (Luisi 2003, 50). Jednak ze strony logicznej jest nią wyróżnienie w rzeczywistości różnych klas systemów: systemów autopoietycznych i systemów allopoietycznych (Varela et al. 1974, 188–189).¹⁸ Systemy autopoietyczne to takie, które cechuje „sieć produkcji komponentów, które 1) zwrotnie uczestniczą w tej samej sieci produkcji komponentów, która je wyprodukowała i 2) realizują sieć produkcji jako jednostkę w przestrzeni, w której istnieją” (Varela et al. 1974, 188). Upraszczając nieco: systemy autopoietyczne to systemy zdolne do generowania ich samych. Typowym przykładem systemu autopoietycznego jest właśnie komórka, w której nieustannie zachodzą procesy służące regeneracji i podtrzymaniu jej istnienia jako spójnej całości (Varela et al. 1974, 188; Luisi 2003, 50–51). Przykładem systemu allopoietycznego jest fabryka lub w obszarze biologii – rybosom. Systemy allopoietyczne generują bowiem pewne elementy, które mogą wchodzić w skład ich struktury, ale całkowity efekt tych działań jest różny od nich samych. Na przykład fabryka samochodów może wykorzystywać część samochodów dla swoich potrzeb, a rybosom budować część białek wchodzących w skład jego skład.

Ważnymi cechami systemów autopoietycznych jest autonomia i operacyjna zamkniętość. Pierwsza własność oznacza, że funkcjonowanie autopoietycznego systemu jest wynikiem funkcjonowania jego samego. W przeciwieństwie do systemów autopoietycznych autonomia systemów allopoietycznych jest ograniczone do zakresu, w którym są one zdolne do wytwarzania własnych elementów składowych (Varela et al. 1974, 188–189). Operacyjna zamkniętość (*operational closure*) oznacza z kolei, że system generuje tylko obiekty i procesy, które pozostają w obrębie systemu (zob. Bourguine, Varela 1992, xiii). Nie oznacza to oczywiście fizycznej izolacji — systemy

¹⁷ Np. Boden twierdzi, że są to określenia pokrewne, ale nie zupełnie tożsame, gdyż pewne procesy metaboliczne nie wymagają istnienia zewnętrznej granicy (Boden 2000, 122, 127–128). Przeciwnego zdania wydaje się być Ruiz-Mirazo i jego współpracownicy, których koncepcja życia stara się łączyć wizję Joyce’a z pomysłami Maturany i Vareli (zob. Ruiz-Mirazo et al. 2004, 330).

¹⁸ Systemy te nie wyczerpują wszystkich typów układów w uniwersum. Stanowią one podklasę systemów mechanistycznych – wyróżnionych na mocy dynamicznej interakcji swoich składników. Systemy mechanistyczne stanowią przeciwieństwo systemów wyróżnionych ze względu na nie-dynamiczne, przestrzenno-czasowe relacje swoich elementów (jak np. kryształy) (zob. Varela et al. 1974, 188).

autopoietyczne to systemy otwarte. Jednak mimo przepływu energii i materii przez system, logika organizacji tych systemów pozostaje niezmienna (Luisi 2003, 51). Oczywiście zniszczenie tej wewnętrznej logiki jest możliwe; oznacza ono jednak śmierć systemu (Varela et al. 1974, 188).

Twórcy koncepcji *autopoiesis* i ich kontynuatorzy stworzyli różne algorytmy rozpoznawania systemu autopoietycznego. Najprostszy z nich wygląda jak następuje:

1. „sprawdź, czy system ma półprzepuszczalną granicę, która
2. jest wytwarzana w obrębie systemu, i która
3. obejmuje (*encompasses*) reakcje, które odtwarzają składniki systemu”¹⁹ (Luisi 2003, 51).

Na bazie koncepcji systemu autopoietycznego skonstruowano autopoietyczną definicję życia. Zgodnie z nią być systemem żywym, to tyle co być systemem autopoietycznym (Luisi 2003, 52). Definicja ta pozwala wykluczyć z grona ożywionych większość typowych urządzeń technicznych (choć status sztucznego życia nie jest już tak jasny²⁰), a także większość typowych biologicznych przypadków granicznych, jak np. wirusy. Ożywione zaś są w jej świetle wszystkie typowe organizmy, nawet wtedy, gdy nie posiadają zdolności do reprodukcji²¹ (Luisi 2003, 51–52).

Nie będę tutaj omawiał kluczowych dylematów, jakie rodzi koncepcja *autopoiesis* jako koncepcja definiowania życia.²² Skupię się raczej na podstawowej dla tekstu kwestii powiązań między życiem a umysłowością. Systemy autopoietyczne istnieją w pewnego rodzaju napięciu między autonomią (i ściśle z nią związaną operacyjną zamkniętością) a fizyczną otwartością. Kluczowa jest więc relacja systemu żywego do jego otoczenia. Jak pisze Luisi,

„interakcja ze środowiskiem jest, zgodnie z koncepcją *autopoiesis*, widziana z punktu widzenia wewnętrznej logiki żywego systemu. Innymi słowy, konsekwencje interakcji między autopoietyczną jednostką a daną molekułą X nie są głównie dyktowane przez własności molekuly X, ale przez sposób, w jaki molekula jest »widziana« przez żywy organizm”²³ (Luisi 2003, 54).

Choć na pierwszy rzut oka zaskakujące, twierdzenie to wcale nie musi być tak kontrowersyjne jak się wydaje. Np. odżywczy lub trujący charakter substancji nie zależy (wyłącznie) od jej budowy, ale od budowy organizmu,

¹⁹ Tłumaczenie moje – KCh.

²⁰ Varela i współpracownicy w cytowanym tu przełomowym artykule z 1974 roku powoływali się na eksperyment z zakresu *artificial life* (co ciekawe było to przed „oficjalnym” ukonstytuowaniem się dyscypliny), by pokazać możliwość spontanicznego ukonstytuowania się systemu autopoietycznego, z kolei Gail R. Fleischaker starała się wykazać, że uważanie twórców *ALife* za ożywione prowadzi w koncepcji *autopoiesis* do niespójności i paradoksów, co sugeruje wykluczenie ich z grona żywych (Fleischaker 1988, 40–42).

²¹ Definicja *autopoiesis* rozwiązuje więc „problem muła” w inny być może bardziej intuicyjnie zrozumiały sposób.

²² Więcej na ten temat w (Chodasewicz 2014a).

²³ Tłumaczenie moje – KCh.

z którym wchodzi ona w kontakt. Ludzie, dajmy na to, nie trawią drewna, z czym świetnie radzą sobie korniki. Trujący dla większości organizmów arsen, może być „wmonotowany” zamiast fosforu we wszystkie struktury molekularne przez arsenowe bakterie z Jeziora Mono w Kalifornii (zob. Wolfe-Simon et al. 2010). Maturana i Varela idą jednak dalej – ten specyficzny rodzaj interakcji określają mianem poznania (*cognition*) (Boden 2000, 139–140; Luisi 2003, 54). Prowadzi to do niespodziewanej konkluzji, że życie jest tożsame z poznaniem. To są dwie strony tego samego procesu (Boden 2000, 140; Luisi 2003, 55). Według twórców koncepcji *autopoiesis* i ich kontynuatorów spojrzenie takie ma podstawową zaletę w postaci likwidacji „kartezjańskiego pęknięcia” między poznaniem ludzkim a poznaniem innych, zwykle znacznie prostszych organizmów. Poznanie bakterii nadal jest formą poznania (Luisi 2003, 54).

Utożsamienie życia z poznaniem i rozciągnięcie tej ostatniej kategorii na nawet najprostsze organizmy spowodowało krytykę nie tylko ze strony tradycyjnej biologii (Boden 2000, 139–140), ale także ze strony samych sympatyków tej koncepcji. Luisi zastanawiał się, dlaczego poznanie nie stanowi elementu definicji systemu autopoietycznego, skoro ma być ono nieodłączne od tworzenia autopoietycznej organizacji (Luisi 2003, 54). Wspomniany autor nieprzekonująco starał się wytłumaczyć czynnikami metodologicznymi – Maturana i Varela chcieli najpierw wprowadzić strukturalne cechy życia, a ponadto z heurystycznego punktu widzenia lepiej jest rozpatrywać życie i poznanie oddzielnie (Luisi 2003, 54). Argumentacja ta jest jednak dość mętna i zasadniczo trudno sobie wyobrazić celowość takiego działania, chyba żeby odwołać się do kwestii socjologicznych. Koncepcja *autopoiesis* i tak już z różnych powodów kontrowersyjna dla „zwyczajnych” biologów nie zyskałaby na recepcji, gdyby „na pierwszy ogień” szły tego typu tezy (zob. Luisi 2003, 50). Z kontrowersyjnych, silnie antropomorficznych konotacji terminu „poznanie” zdawali sobie sprawę nawet twórcy koncepcji (Luisi 2003, 54). Chociaż jednak późniejsze omawianie idei *life = cognition* może być uzasadnione z dydaktycznego lub propagandowego punktu widzenia, to w dalszym ciągu nie wyjaśnia to braku choćby drobnej wzmianki na temat poznania w definicji autopoiesy.

Boden z kolei argumentowała, że, po pierwsze, „poznanie” to pojęcie wieloznaczne – znaczy co innego dla człowieka, co innego dla innych zwierząt wyższych, a jeszcze co innego dla bakterii. Nie ma potrzeby (a nawet jest przeciwwskazane) nazywanie tych wszystkich zjawisk tą samą etykietą. Po drugie, teza o ugruntowaniu poznania i umysłowości w życiu nie wymaga założenia, że całe życie jest obdarzone poznaniem. Po trzecie wreszcie, zdaniem autorki, Maturana i Varela mylą pojęcie poznania z pojęciem przystosowania (adaptacji). Organizmy reagują na określone elementy środowiska (a te elementy mają na nie określony wpływ), bo tak ukształtował je dobór naturalny (Boden 2000, 139–140). Na przykład są przystosowane do odpo-

wiedniego rodzaju pożywienia, który dla innych jest bezwartościowy lub trujący.

Argumentacja Boden jest jednak, w mojej opinii, słabsza od problematycznej uwagi Luisiego. Boden wydaje się z góry zakładać, że przez poznanie rozumiemy coś typowego dla człowieka, nie biorąc pod uwagę możliwości, że oprócz takiej formy poznania możemy mieć na uwadze coś prostszego, jakiś rodzaj proto-umysłowości, którego ewolucyjną kontynuacją stanowi poznanie ludzkie. Zdolności poznawcze także są adaptacjami; być może więc przystosowania do poznania i oceny swojego środowiska występują już u najprostszych organizmów. Nie oznacza to oczywiście uznania — tu zdecydowanie zgodziłbym się z Boden — wszystkich adaptacji za pełniące funkcje poznawcze. Jej argument ewolucyjny ponadto nie bierze pod uwagę możliwości, że proces ewolucji można próbować reinterpretować jako proces uczenia się²⁴ (zob. Dennett 1997, 101–102; Gecow 2013). Argumenty Boden dają się więc sensownie zbijać, natomiast problem wskazany przez Luisiego wydaje się być związany z głęboką strukturą teorii i nie sugeruję tu żadnych dróg jego rozwiązania.

5. UMYSŁOWOŚĆ I EWOLUCYJNE KONCEPCJE ŻYCIA

Koncepcje wskazujące esencję życia w zdolności do samopodtrzymywania nie „nie mają wyłączności” na jego definiowanie. O wiele ciekawsze wydaje się pytanie, czy można dopatrywać się jakiegoś silnego związku umysłowości/poznania z życiem w obrębie podejścia ewolucyjnego. O ile bowiem w przypadku koncepcji metabolicznych wyobrażenie sobie takiego związku jest łatwe (twór nastawiony na samopodtrzymanie powinien posiadać zdolność rozpoznania i oceny stanu własnego oraz stanu środowiska), o tyle w przypadku definicji ewolucyjnych wydaje się, przynajmniej na pierwszy rzut oka, że nigdzie nie da się silnego związku życia i umysłu postulować.

Pierwszy pomysł, jaki się nasuwa, jest taki, że umysłowość wyewoluowała w wyniku darwinowskiej ewolucji życia. Jednak w takim ujęciu jest to związek trywialny, brak jest mocnej relacji między życiem i umysłowością. Umysłowość jest produktem ewolucji życia (związek genetyczny), ale z pewnością nie wchodzi w skład jego definicji.

Kolejna idea dotyczy kwestii, że a) umysł i/lub b) jego twory funkcjonują w oparciu o zasadę doboru naturalnego. Przykładem pierwszej koncepcji jest selekcja grup neuronowych Geralda M. Edelmana (zob. Edelman 1998, 116–138). Przykładem drugiej dawkinsowska koncepcja darwinowskiej ewolucji kultury (Dawkins 2007, 253) rozwijana następnie przez Susan Blackmore i innych (Blackmore 2003, 218–223; Węzowicz-Ziółkowska 2008, 69–94).

²⁴ Osobiście nie jestem zwolennikiem takiego rozwiązania – patrz punkt 8.

W obu przypadkach życie oraz umysł i kultura funkcjonują korzystając z tego samego „silnika”. Byłyby więc przykładami tego samego zjawiska w różnych domenach (definiowanych przez odwołanie do ich tworzywa). Takie substancjalno-strukturalne ujęcie rodzi jednak zawsze podejrzenie arbitralności. Skoro na przykład dopuszczamy wieloraką realizację podstawowych cech życia w przypadku astrobiologii i różnych typów związków chemicznych, to na jakiej podstawie nie możemy iść o kolejny krok dalej? Tak odwrócona argumentacja pozwala pytać o to, czy kultura i mózg/umysł są kontrprzykładami dla ewolucyjnych definicji życia? A może przeciwnie, podpadają pod jakiś jej rodzaj? Pytanie o związek życia i umysłu zostaje więc przywrócone w nowym świetle.

Abstrahując od powyższych rozważań warto zapytać, czy w podejściu ewolucyjnym można znaleźć związek między umysłowością a życiem podobny do tego, jaki znajdowaliśmy w koncepcji *autopoiesis*? Co zaskakujące, wydaje się, że tak i że można to zrobić na co najmniej dwa różne sposoby. Pierwszy zakłada znalezienie silnej relacji między ewolucją a metabolizmem²⁵, z którym zdolność do poznawania można już stosunkowo łatwo połączyć. Drugi zakłada, że poznanie ma jakiegoś rodzaju bezpośrednie znaczenie dla ewoluowania.

6. CYBERNETYCZNA REINTERPRETACJA DEFINICJI DARWINOWSKIEJ

Za punkt wyjścia dla pierwszego rozwiązania mogłaby posłużyć cybernetyczna koncepcja życia Bernarda Korzeniewskiego. Zgodnie z jego ujęciem, „życie (żywy osobnik) jest definiowane jako sieć podrzędnych ujemnych sprzężeń zwrotnych (mechanizmów regulatorowych) podporządkowanych (pozostających w służbie) najwyższemu dodatniemu sprzężeniu zwrotnemu (potencjału do ekspansji)”²⁶ (Korzeniewski 2001, 275, 278; 2005, 2). Punktem wyjścia dla tej koncepcji jest pogłębiona refleksja nad definicją osobnika. Jest to istotne z kilku powodów. Po pierwsze, zdaniem Korzeniewskiego życie nie stanowi jednolitej masy, ale „jest z złożone z poszczególnych indywidualów, które reprodukują się (reprodukcja obejmuje też transfer ich tożsamości do potomstwa) i ewoluują (ich tożsamość zmienia się z generacji na generację)”²⁷ (Korzeniewski 2001, s. 277; 2005, s. 2). Po drugie, tradycyjnie

²⁵ Jeśli chodzi o związek tych dwóch cech nie ma w tej kwestii jasności. Niektórzy autorzy zakładają, że są one logicznie i historycznie niezależne (Dyson 1993, 13–16). Inni, jak już wspominałem (patrz punkt 2), sugerują określoną (najczęściej historyczną) relację między nimi (zob. Popa 2004, 11).

²⁶ Tłumaczenie moje — KCh.

²⁷ Tłumaczenie moje — KCh. Ostatnie wyrażenie dotyczące ewolucji jest nieco niefortunne. (Autor pisze dosłownie, że osobniki „*evolve (their identity can change from generation to generation)*” (Korzeniewski 2001, 277)). Jest tak dlatego, że sugeruje raczej lamarckowski sposób ewolucji. Zgodnie ze współczesną wiedzą ewolucyjną ewoluują populacje (względnie pule genowe) nie osobniki

rozumienie osobnika jako pewnej strukturalno-funkcjonalnej całości wyraźnie oddzielonej od otoczenia jest w wielu przypadkach nie adekwatne. Z jednej strony bowiem mamy różnego rodzaju organizmy modularne (gdzie problematyczne jest odróżnienie całości od części), a z drugiej strony społeczności owadów, które mogą być postrzegane jako indywidua jako całość (Korzeniewski 2001, 277, 280–281; 2005, 6). Osobnik powinien być więc widziany nie jako ograniczony strukturalnie pojedynczy obiekt, ale jako jednostka doboru. Z tym wiąże się jednak problem, co konstytuuje wówczas tożsamość takiego osobnika (jak mamy go zidentyfikować, jeśli może być on „rozmyty”)? Odpowiedź jest następująca: jest to sieć unikalnych dla niego ujemnych sprzężeń zwrotnych (*negative feedback*) (Korzeniewski 2001, 279).

W koncepcji Korzeniewskiego mamy więc do czynienia ze zbiorami cybernetycznych indywiduów, które ze względu na różnice między nimi (zmiennosc) przejawiają różną efektywność reprodukcji (sprzężenie zwrotne dodatnie). Z tego względu uważam — jak już podkreślałem w innych miejscach — że koncepcja Korzeniewskiego, to cybernetyczna reinterpretacja definicji darwinowskiej (Chodasewicz 2014c, 41; 2014a, 509).

Wśród racji dla przyjęcia takiej wizji życia (poza wspomnianą już propozycja rozwiązania problemu osobnika) Korzeniewski wymienia m.in. fakt, że efektywny replikator musi być zarazem homeostatem (Korzeniewski 2005, 13) oraz teorię hiperocykli Manfreda Eigena (Korzeniewski 2001, 285; 2005, 13, 18–19). Pierwsza wspomniana kwestia odnosi się do kumulatywności ewolucji. Aby ewolucja nie była „trywialna” i skutkowała powstaniem wielu złożonych adaptacji, to jednostki reprodukujące się muszą „zadbać” nie tylko o swoją zdolność do produkcji potomstwa, ale także do samopodtrzymania się. Wiadomo, że trwanie złożonych układów nie jest dane samo przez się; organizmy muszą mieć zdolność kompensowania wzrostu entropii (patrz wyżej punkt 2). Druga kwestia związana jest z polemiką z „genocentrycznym” spojrzeniem na ewolucję i powstanie życia. Geny (rozumiane jako fragmenty RNA/DNA) ani nie są same przedmiotem doboru (Korzeniewski 2005, 2), ani nie są wystarczające dla nie-trywialnej ewolucji ze względu na wspomniany powyżej brak zdolności do podtrzymania własnej egzystencji (Korzeniewski 2005, 13).

Co implikuje taka cybernetyczna definicja ewolucyjna? Dla problemu definiowania życia bardzo wiele. Przede wszystkim uzyskujemy wysoce abstrakcyjną definicję opisującą życie w kategoriach pozwalających na zachodzenie wielorakiej realizacji. To czyni definicję potencjalnie uniwersalną —

(zob. np., Lewontin 1970, 1; Endler 1986, 4–6; Küppers 1991, 21; Łomnicki 2002, 158; patrz też wyżej ewolucja jako zmiana frekwencji cech w populacji). W świetle analizy myśli autora wydaje się jednak, że był to raczej skrót myślowy; autorowi chodzi raczej o to, że tożsamość osobników (rozumiana jako zbiór ich cech dystynktywnych) wchodzących w skład kolejnych generacji jest (a przynajmniej może być) różna, nie zaś o to, że to osobnik podlega bezpośredniej zmianie. Świadczą o tym dalsze uwagi autora (Korzeniewski 2001, 277 i nast.).

dobrą do stosowania zarówno w astrobiologii, sztucznym życiu, biologii syntetycznej i innych obszarach. Po drugie jednak, pozwala ona na klarowne i heurystycznie płodne wyjaśnienie związku metabolizmu i ewoluowania. Samopodtrzymywanie się jest podstawową cechą osobników. Zadanie to realizują rozmaite ujemne sprzężenia zwrotne. Zarazem jednak unikalna sieć tych sprzężeń stanowi tożsamość danego osobnika. Ta tożsamość rzutuje oczywiście na jego szanse przetrwania i reprodukcji (dodatnie sprzężenie zwrotne). Istnieje nawet teoretyczna możliwość wyliczenia ilości informacji biologicznej zawartej w danym indywiduum, a co za tym idzie przekazywanej osobnikom potomnym (zob. Korzeniewski 2001, 279–280; 2005, 3).

To interesujące połączenie pozwala nam posłużyć się koncepcją Korzeniewskiego jako punktem wyjścia dla wskazania stosunkowo silnego związku umysłowości i życia. Nie twierdę w tym miejscu, że takie rozwiązanie poparłby sam autor definicji cybernetycznej. W świetle mojej wiedzy widzi on paralele między swoją koncepcją życia, a koncepcją świadomego umysłu (Korzeniewski 2013). Tu jednak chodzi o rozwinięcie myśli Korzeniewskiego w inny sposób ze względu na wskazane powyżej własności jego koncepcji. Podobne rozwinięcie byłoby też możliwe w przypadku innych sposobów ujmowania życia, które klarownie tłumaczyłyby związek metabolizmu i ewolucji.

Podstawowe dla koncepcji Korzeniewskiego jest pojęcie sprzężenia zwrotnego. Dodatkowo sprzężenie zwrotne polega na tym, że odchylenie od wartości danego parametru powoduje zainicjowanie procesów prowadzących do jeszcze większego odchylenia od tej wartości. W koncepcji Korzeniewskiego nadrzędne dodatnie sprzężenie zwrotne interpretowane jest jako rozmnażanie. Skupmy się jednak na sprzężeniach zwrotnych ujemnych, których unikalna sieć odpowiada za samopodtrzymywanie się i zarazem konstytuuje tożsamość osobnika. Ujemne sprzężenie zwrotne jest podstawowym mechanizmem regulatorowym, który działa w ten sposób, że odchylenie od wartości jakiegoś parametru powoduje zainicjowanie procesów przywracających tę wartość (Korzeniewski 2001, 278). Jak nietrudno zauważyć na podstawie powyższego opisu układ regulacji zawierający sprzężenie zwrotne ujemne musi posiadać nie tylko maszynę wykonawczą, ale także „maszynę poznawczą” umożliwiającą ocenę odchylenia od wartości zadanej²⁸ i wysłanie impulsu do „jednostek naprawczych”. Sprzężenia zwrotne powodują więc możliwość wprowadzenia czegoś w rodzaju proto-poznania, a co za tym idzie pewnej proto-umysłowości. Szczegóły tego rozwiązania wymagałyby oczywiście szerszej analizy. (Co interesujące, kwestia oceny wiąże się także z kategorią wartości, a ta z kategorią celu (zob. Elżanowski 2011, 182). Sprzężenia zwrotne pozwalają więc także na naturalizację problematycznej

²⁸ W urządzeniach technicznych wartość ta wyznaczona jest przez inżyniera. Natomiast w przypadku istot żywych jest wyznaczona przez historię selekcyjną populacji (te osobniki, które nie zaczęły działać przy określonej wartości ginęły i nie przekazywały swojej tożsamości potomstwu).

kategorii celowości (van Berthalanffy 1980, 77; Korzeniewski 2001, 278; 2005, 6), ponieważ zaś ta ostatnia jest spokrewniona z kategorią intencjonalności, to można by próbować pokazać, jak świadoma intencjonalność typowa dla umysłu człowieka i niektórych innych zwierząt wyższych została nadbudowana nad mniej rozbudowanymi formami biologicznej celowości.²⁹

7. NOWE KRYTERIUM ŻYCIA VAN HATERENA

J. H. van Hateren zaproponował definicję życia będącą w jego opinii modyfikacją definicji darwinowskiej Joyce'a (van Hateren 2010, 499). Oparta jest ona na nowatorskim kryterium odróżniania życia od bytu nieożywionego, które z kolei samo bazuje na wyróżnieniu różnych typów przyczynowania. Jedną z tych form jest zdaniem van Haterena obecna tylko i wyłącznie w żywych organizmach.³⁰ Zaczniemy jednak od początku. Wspomniany autor wyróżnia przyczynowanie deterministyczne (*deterministic causation*), przyczynowanie stochastyczne (*stochastic causation*) oraz modulowane przyczynowanie stochastyczne (*modulated stochastic causation*) (van Hateren 2010, 492–493). To ostatnie można by określić też mianem przyczynowania deterministyczno-stochastycznego, gdyż łączy w sobie cechy dwóch poprzednich. W przyczynowaniu deterministycznym zmiany określonej zmiennej, stanu lub własności systemu są w pełni przewidywalne i wyznaczone przez związki przyczynowe z poprzednimi stanami systemu. Łańcuch przyczynowy zostaje przedłużony, jednak nie może zostać utworzony na nowo (van Hateren 2010, 492). W przyczynowaniu stochastycznym następuje spontaniczne wytworzenie nowego łańcucha przyczynowego (van Hateren 2010, 492–493). „Fizyczne pochodzenie przyczynowania stochastycznego obejmuje szum cieplny, szum kwantowy (np. rozpad radioaktywny) i podstawową niepewność spowodowaną nieliniowymi interakcjami, które wzmacniają zakłócenia, nie ważne jak małe, do znaczących skutków”³¹ (van Hateren 2010, 493). I wreszcie w modulowanym przyczynowaniu stochastycznym mamy do czynienia z połączeniem tych zjawisk: przyczynowanie deterministyczne powoduje powstanie zakłóceń, które z kolei wpływają na

²⁹ Nie będę jednak tutaj rozwijał tego wątku. Wynika to z faktu, że kategoria celowości budzi w biologii i filozofii biologii skrajne emocje. Część biologów i filozofów biologii posługuje się tą kategorią (Korzeniewski 2001; 2005; Berthalanffy 1984; Gecow 2008; 2013; 2014; Mayr 2002; Elżanowski 2011), część jest jednak temu nie chętna (zob. Łomnicki 2002, 215–221). Prawdopodobnie wynika to z pewnej wieloznaczności pojęcia celowości, a skrajni krytycy prawdopodobnie obawiają się, że celowość zawsze implikuje teleologię lub finalizm odrzucone wraz z powstaniem teorii Darwina (patrz Gecow 2010, 28). W mojej opinii nie jest to zawsze obawa zasadna, jednak dokładna analiza musiałaby pokazać różne sposoby rozumienia celowości i ich odniesienie (lub jego brak) do zjawisk biologicznych. Z oczywistych względów nie ma tu na to miejsca.

³⁰ Choć może należałoby powiedzieć – pojawia się w historii Wszechświata wraz z żywymi organizmami (patrz niżej).

³¹ Tłumaczenie moje – KCh.

dalsze elementy łańcucha przyczynowego. Przyczynowanie tego typu nigdy nie jest w pełni przewidywalne, choć człon deterministyczny wpływa na zakres zmienności stochastycznych fluktuacji (van Hateren 2010, 493).

Jak już wspomniałem, to właśnie ten ostatni rodzaj przyczynowania ma być fundamentalny dla rozróżniania między życiem a bytem nieożywionym (van Hateren 2010, 497). Gdzie van Hateren widzi analizowany rodzaj przyczynowania w biologii? W obrębie zjawiska ewoluowalności. Polega ono na tym, że organizm jest zdolny do „generowania dziedzicznej zmienności fenotypowej” (Łomnicki, Korona 2006, 21). Jej kluczowym elementem ma być zdolność do generowania mutacji, które zwiększałyby zmienność, a ponadto zdolność do buforowania (*robustness*) tej zmienności w sytuacji, gdy okazałaby się niekorzystna (Łomnicki, Korona 2006, 22). W swoich rozważaniach van Hateren skupia się jedynie na pierwszym elemencie. Twierdzi on (powołując się na liczne współczesne badania), że tempo mutacji w materiale genetycznym określonej komórki nie jest od niej niezależne, lecz pozostaje pod jej kontrolą. W sytuacjach stresu komórka jest w stanie zwiększać tempo zachodzenia mutacji, dzięki czemu istnieje szansa, iż w którejś z linii potomnych pojawi się mutacja odpowiedzialna za adaptację do zmienionego środowiska (van Hateren 2010, 494). Uruchomienie lub nie powyższego mechanizmu wiąże się ze zdolnością oszacowania/rozpoznania przez komórkę wartości własnego dostosowania. Zdaniem analizowanego autora nie musi ona być związana z głębokim poznaniem – jednokomórkowy organizm nie jest zdolny do szerokiego reprezentowania i symulowania ani stanu własnego, ani stanu swojego środowiska. Dla oceny wartości dostosowania wystarczy mu jednak „reguła kciuka” (*rules of thumb*): jeśli wszystko „zaczyna się walić” na przykład ze względu na obecność toksyn, które blokują zachodzenie określonych procesów, to jest to wystarczający powód do negatywnej oceny własnego *fitness* i wdrożenia opisanego powyżej przeciwdziałania³² (van Hateren 2010, 495). Zdaniem van Haterena mechanizmy samooceny dostosowania powstały pod wpływem doboru naturalnego: organizmy, które były w stanie lepiej samooszacować swoje dostosowanie zostawiały więcej linii potomnych, niż te bez tej własności lub z własnością tą obecną w mniejszym stopniu (van Hateren 2010, 495).

Jak widać koncepcja van Haterena bezpośrednio łączy zdolność do ewoluowania ze zdolnością do pewnego rodzaju protopoznania, którego obecność stanowi zarazem wyznacznik życia (van Hateren 2010, 497). Z tego

³² Przykład mechanizmu tego typu opisuje Gecow: „Brak w pokarmie jednego z aminokwasów powoduje, że bakteria *E. coli* produkuje go we własnym zakresie. Barbara Wrigh badała szczep, który miał ten mechanizm uszkodzony i gdy tego substratu bakterii zabrakło, zaobserwowała silny wzrost zmienności mutacyjnej dokładnie genów odpowiadających za jego produkcję. Można to podsumować: zagrożona bakteria zauważywszy awarię potrzebnej maszyny zaczęła usilnie kombinować, jak ją naprawić. Czyż nie jest to „intencjonalna” reakcja na wymagania stawiane przez środowisko [...]” (Gecow 2010, 33)? Jak widać, również on łączy wspomniany mechanizm ze zdolnością do elementarnego (roz)poznawania przez organizm zmian środowiska.

powodu za nieożywione uznane są także te obiekty, które podlegają darwinowskiej ewolucji (jak np. wirusy), ale nie posiadają zdolności do kontroli swojego stopnia mutacji (van Hateren 2010, 497). Zdaniem van Haterena ewolucja z i bez wspomnianego mechanizmu znacząco się różni.

W przypadku elementarnej ewolucji darwinowskiej mamy do czynienia z populacją organizmów uwikłanych w pętlę reprodukcyjnego sprzężenia zwrotnego (*reproductive loop*). Zmiany składu populacji zależą od dostosowania jej członków. Jednak dostosowanie wszystkich nie jest jednakowe i zależy od relacji posiadanych przez nich cech ze środowiskiem. Innymi słowy: w danym środowisku *fitness* poszczególnych członków populacji może się znacząco różnić ze względu na cechujące ich własności. Za powstawanie nowych cech odpowiadają losowe mutacje, które są następnie dziedziczone przez potomków. Pętla reprodukcyjnego sprzężenia zwrotnego jest więc niejako modulowana czy też napędzana z dwóch stron – z jednej strony przez mechanizmy dziedzicznej zmienności, a z drugiej przez środowisko (van Hateren 2010, 493–494)

W przypadku ewolucji ze zdolnością samooceny *fitness* pojawia się dodatkowa pętla sprzężenia zwrotnego między organizmami, a źródłem dziedzicznej zmienności. Jak już pisałem powyżej organizmy mają pewną (ograniczoną) zdolność oceny swojego dostosowania, co z kolei pozwala im na zarządzanie tempem mutacji i w rezultacie zwiększa prawdopodobieństwo pojawienia się korzystnych wariantów. Z kolei u innej grupy organizmów³³ dochodzi dodatkowa pętla behawioralna (między behawioralną zmiennością a populacją organizmów) (van Hateren 2010, 496). Organizm może modyfikować swoje zachowanie, co wpływa na jego szanse przetrwania i reprodukcji; może na przykład działać w taki sposób, że unika obiektów, które w przeszłości powodowały uszkodzenie ciała. Jeśli pętla behawioralna istnieje, stanowi wystarczające kryterium do uznania obiektu za ożywiony – nawet jeśli z jakiegoś powodu nie ma ona zdolności do reprodukcji. Z tego względu za ożywione mogą zostać np. bezpłodne hybrydy (van Hateren 2010, 497). W koncepcji van Haterena istotnym komponentem jest nie tylko to, że organizm ucząc się jest w stanie wpływać na swoje szanse przetrwania i reprodukcji, ale przede wszystkim to, że (podobnie jak w przypadku manipulowania częstością mutacji) jest to przyczynowanie aktywne – organizm może wytworzyć nowe formy behawioru (które są jedynie częściowo przewidywalne). Raz ukonstytuowane i zapisane w pamięci formy zachowania podpadają pod pasywne przyczynowanie deterministyczne (van Hateren 2010, 496).

Ujęcie życia proponowane przez van Haterena wydaje się być do pewnego stopnia wizją zawierającą pewien aspekt diachroniczny (być może wbrew

³³ Van Hateren posługuje się przykładem bakterii *E. coli*, jednak analizowany przez niego w dalszej części tekstu problem bezpłodnych hybryd (patrz niżej) wskazuje na to, że pętla behawioralna jest szczególnie istotna jako kryterium życia przy rozważaniu złożonych organizmów wielokomórkowych.

intencji autora). Jego kryterium życia zasadniczo nie wydaje się dyskryminować logicznie możliwych obiektów sztucznych, u których modulowane przyczynowanie stochastyczne zostałyby sztucznie implementowane przez człowieka. Życie jest raczej pierwszym fenomenem w rozwoju Wszechświata wraz, z którym pojawia się fenomen aktywnego przyczynowania (stochastyczno-deterministycznego). Z drugiej strony, być może należałoby to zagadnienie umieścić w szerszym kontekście, a mianowicie poruszyć kwestię roli takiego mechanizmu. Jeśli związany on jest z rozmnażaniem i samoocenną *fitness*, to przejawiający go obiekt jest żywy niezależnie od sposobu genezy (ewolucja chemiczna i dalsza ewolucja biologiczna), czy wykonanie przez człowieka. Jeśli to przyczynowanie służy czemuś innemu to, już obiektu takiego nie uznamy za ożywiony. Ważniejsza jest jednak kwestia kryterium pętli behawioralnej. Van Hateren jest zdania, że ona sama wystarcza, aby uznać obiekt za żywy. Warto jednak podkreślić, że chyba wyłącznie przy założeniu, że wiemy, że obiekt ten jest efektem procesu ewolucji populacji organizmów wyposażonych w oba sprzężenia zwrotne. Inaczej bez problemu za żywe można by uznać niektóre artefakty stworzone przez człowieka (niekoniecznie wcale z dziedziny *artificial life!*), co pogrążałoby całą konstrukcję van Haterena. (Zdolność do generowania nowego behavioru, a następnie samopodtrzymania się dzięki wykorzystaniu wygenerowanego zachowania byłaby dla życia wystarczająca i cała opisana powyżej konstrukcja ewolucyjna byłaby zbędna).

Powróćmy na chwilę raz jeszcze do kluczowego problemu związku życia i (proto)umysłowości. Jak widzimy koncepcja van Haterena łączy oba te zjawiska bez pośredniego odwoływania się do metabolizmu. Z drugiej strony, waga zachowania własnego istnienia (komponent dostosowania), a także waga istnienia sprzężeń zwrotnych i komórkowy charakter życia są w niej obecne (choć dwa ostatnie komponenty nie jako przesłanki wyjściowe; komórkowy charakter życia jest raczej konsekwencją wcześniejszych ustaleń). Istnieją więc „pomosty” pozwalające na szukanie dalszych związków między ewolucją, metabolizmem i (proto)umysłowością. W kontekście tego ostatniego fenomenu warto zapytać, czy koncepcja van Haterena rozwiązuje definitywnie problem relacji między umysłowością i życiem? Być może nie. Być może umysł wymaga czegoś więcej np. zdolności do zmiany własnego środowiska, której najprostszą formą jest zmiana położenia (przemieszczenie się) samego organizmu³⁴? Co istotne, wykazanie, że określony, mocny związek między życiem i umysłowością został przekonująco uzasadniony

³⁴ Uwagę tę zawdzięczam prof. Andrzejowi Klawiterowi. Do koncepcji van Hateren należałoby wtedy dołożyć czwarte sprzężenie zwrotne – między behawioralną zmiennością a środowiskiem. Wydaje się jednak, że w koncepcji pętli behawioralnego sprzężenia idea zmiany środowiska poprzez zmianę zachowania jest już zawarta (wskazuje rozważany przez van Haterena przykład z bakterią *E. coli* (van Hateren 2010, 496)). Niezależnie od tego można dyskutować, czy (proto)umysłowość wymaga obu opisanych powyżej pętli (tj. także behawioralnej), czy też wystarcza sama ocena optymalnego tempa mutacji?

wymagałoby pokazania w jaki sposób na proto-umysłowości nadbudowane są kolejne jej poziomy korespondujące z kolejnymi poziomami organizacji biologicznej. Dopiero wtedy można by przekonująco wykazać, że postulowana proto-umysłowość może być rzeczywiście uznana za podstawę i niezbędny element do pojawienia umysłowości podobnej do ludzkiej.³⁵

8. ZAMIAST KONKLUZJI – ALBO CO NIE ZOSTAŁO POWIEDZIANE?

Jak widać relacje między umysłem a życiem są skomplikowane i rozwikłanie ich wszystkich wykracza poza możliwości i cele mojego tekstu. Jednak w tym punkcie zamiast powtarzać, to, co pojawiło się w poprzednich częściach artykułu, chciałbym skupić się na kwestiach, które choć nie mogą zostać tu wyczerpująco omówione, to powinny zostać zasygnalizowane. Pierwsza z nich dotyczy „osobnikocentryzmu”. Przedstawione powyżej sposoby patrzenia na życie są mniej lub bardziej osobnikocentryczne, a to oznacza, że ich autorzy szukając definicji życia w dużej mierze skupiali się na definicji żywego osobnika. Te dwa problemy mogą być jednak traktowane jako rozłączne, a życie może być traktowane jako coś więcej niż suma wszystkich osobników w biosferze. Może być na przykład przedstawiane jako szczególnego rodzaju proces, w którym osobniki (ale nie tylko one, także m.in. ich wytwory³⁶) uczestniczą. Definicje darwinowskie (w przeciwieństwie do metabolicznych) zazwyczaj w mniejszym lub większym stopniu ujmują procesualny charakter życia (w końcu ewolucja darwinowska to zmiana generowana przez określone mechanizmy, których efekt daje punkt wyjścia dla dalszych zmian), jednak i tak na ogół koncentrują się na osobnikach, których cechy stanowią tych zmian warunek. Tymczasem spojrzenie „od strony procesu” może przynosić nieoczekiwane rozwiązania. Np. cała ewolucja może zostać zinterpretowana jako proces uczenia się. (A stąd, jak wiemy, blisko już do kategorii „umysłowości”). Takie spojrzenie zaproponował Daniel Dennett w *Naturze umysłów* (Dennett 1997, 99–112).³⁷ Podobny sposób patrzenia zaproponował polski biolog teoretyczny Gecow (Gecow 2008; 2013, 2014). Podstawowy problem w takich ujęcia wiąże się z pytaniem: co

³⁵ Uwagę tę zawdzięczam prof. Krzysztofowi Łastowskiemu.

³⁶ Wytwory można rozumieć bardzo szeroko – od produktów przemiany materii po nieintencjonalnie oraz intencjonalnie stworzone artefakty. Wytworami procesu mogą też być „wadliwe” indywidua np. bezpłodne hybrydy, które same nie mogą stanowić podstawy dla długotrwałego i efektywnego procesu życia.

³⁷ Dennett rozwinął koncepcję Wieży Testowania i Generowania, której kolejne piętra „symbolizują zdolność organizmu do znajdowania coraz lepszych posunięć w coraz skuteczniejszy sposób” (Dennett 1997, 101) i „oznaczają istotny postęp w rozwoju władz poznawczych” (Dennett 1997, 101). Najniższe piętro na tej „drabinie poznania” zajmują tzw. istoty darwinowskie, które nie posiadają zdolności uczenia się przez warunkowanie, ani tym bardziej wewnętrznej reprezentacji środowiska. Mogą się jedynie okazać „pasujące” do swojego środowiska lub nie (Dennett 1997, 101–102).

się tutaj uczy? Przecież nie osobnik, który w wyniku „złego wyboru” zostaje wyeliminowany. Sugestie, że uczy się populacja, nitka filetyczna lub sam... proces (zob. np. Gecow 2014, 353–354) są z kolei co najmniej kontrowersyjne. Nie zamierzam tu w detalach omawiać ani też głęboko krytykować takiego ujęcia. Jeśli jednak filozofia ma wskazywać wszystkie nawet najbardziej zaskakujące możliwości myślenia o różnych kwestiach, to jego istnienie nie może być pominięte.

Druga kwestia, o której wiele nie powiedziano, to charakter i funkcja definiowania życia. Można postawić argument,³⁸ że natura relacji między życiem, a umysłem zależy w dużej mierze od tego, jaką definicję życia przyjmujemy. A zatem problem nie jest wart szczególnego rozważania, bo zależy od arbitralnych decyzji znaczeniowych. Takie ujęcie trywializuje jednak problem definiowania życia, który znacznie wykracza poza arbitralne ustalenia leksykalne. Pisałem o tym więcej w (Chodasewicz 2010; 2014d). Tutaj chciałbym zaznaczyć tylko, że definicje życia nie powstają w oderwaniu od naszej wiedzy naukowej z zakresu biologii, a także nie od fizyki, chemii, geologii i astronomii. Dlatego też treść definicji, nawet jeśli zawiera elementy konwencjonalne, nie jest wybierana w sposób dowolny. Powstaje w kontakcie z wiedzą, która ma charakter empiryczny. Co więcej, definicje życia nie mają służyć jedynie działaniom o charakterze diagnostycznym i systematycznym. Mają pozwalać udzielić odpowiedzi na pytanie: Czy to jest życie?. Ale także – co zdecydowanie ważniejsze – mają pełnić funkcję heurystyczną, służyć jako „koło zamachowe” takich dyscyplin jak protobiologia i astrobiologia, prowokować nowe badania i odkrycia. Definicje życia mają bowiem być pomocne przy odpowiedzi na pytania, gdzie szukać życia, a także odsyłać do określonych scenariuszy biogenezy, które (przynajmniej częściowo) próbować odtwarzać w laboratorium. To nadaje definicjom życia sens empiryczny (zob. Ruiz-Mirazo 2004, 325–327, por. także Luisi 1998, Popa 2004).

Pozostaje wreszcie ostatnia kwestia, bardzo słabo tu zaznaczona. Kwestia natury i architektury umysłowości. Nie przyjąłem w tej kwestii jakiś szerszych założeń wykraczających poza takie, które można by uznać za intuicyjne. Jeden z powodów takiej decyzji został już wyjaśniony – uniknięcie przedwczesnych sądów. Drugi to fakt, że dyskusja na temat natury umysłu jest bardzo szeroka, a zarazem znacznie szerzej znana niż przedstawione tu problemy związane z definiowaniem życia.³⁹ Czytelnik może więc sam spróbować połączyć zawarte tu rozważania z własnymi przekonaniem na temat umysłowości. Połączenie stanowi jednak osobne wyzwanie i z pewnością

³⁸ W istocie taki argument padł podczas Seminarium, na którym wygłaszany był referat będący bazą dla niniejszego artykułu.

³⁹ Na potwierdzenie tych słów warto przytoczyć proste dane bibliograficzne. W polskim obiegu intelektualnym obecnych jest, co najmniej kilka podręczników/przewodników po filozofii umysłu i/lub kognitywistyce. Tymczasem nie jest mi znany żaden przeglądowy podręcznik do filozofii biologii poza nie oddającym już stanu współczesnej dyskusji *Zarysem filozofii przyrody ożywionej* (Mazierski 1980).

przyczyni się do powstania oddzielnej pracy. Jeśli lektura tego tekstu zainspiruje kogoś do przeprowadzenia szczegółowych badań tego rodzaju, jeden z istotnych meta-celów artykułu zostanie zrealizowany.

LIFE AND MIND. TWO SIDES OF THE SAME?

ABSTRACT

The aim of this paper is to discuss possible connections between the categories of mind and life. Some authors argue that life and mind are closely connected or even are two sides of the same phenomenon. I analyze and examine this thesis in the light of different approaches to defining life: the metabolic approach (which stresses the importance of self-maintenance and self-making) and the evolutionary approach (which focuses on evolution by natural selection). The first way of defining life is Maturana and Varela' conception of *autopoiesis*, the second is Korzeniewski's cybernetic definition of life and van Hateren's modified Darwinian definition of life. Especially interesting is the possibility of connecting mind and life in the evolutionary framework. The text does not provide exact results, but rather it proposes possible modes of thinking of the relation of these two categories.

Keywords: definition of life, relations between life and mind, life and cognition, autopoiesis, cybernetic definition of life, Darwinian definition of life

BIBLIOGRAFIA

- L. Bażenow, Morozow, K., Słucki, M. *Filozofia nauk przyrodniczych*, przeł. A. Bednarczyk, Z. Schabowski, Książka i Wiedza, Warszawa 1968.
- M. A. Bedau, *Philosophical Aspects of Artificial Life*, w: Towards a Practice of Autonomous Systems. Proc. 1st European Conference On Artificial Life, Bourguine, P., Varela, F. J. (red.), MIT Press, Cambridge 1992.
- _____, *Four Puzzles about Life*, *Artificial Life*, 4, 1998.
- L. von Bertalanffy, *Ogólna teoria systemów*, przeł. E. Woydyło-Woźniak, PWN, Warszawa 1984.
- M. A. Boden, *Autopoiesis and Life*, *Cognitive Science Quarterly*, 1, 2000.
- P. Bourguine, Varela, F. J., *Towards a Practice of Autonomous Systems*, w: Towards a Practice of Autonomous Systems. Proc. 1st European Conference on Artificial Life, Bourguine, P., Varela, F. J. (red.), MIT Press, Cambridge, Mass. 1992.
- F. Bouchard, *Ecosystem Evolution Is about Variation and Persistence, not Population and Reproduction*, *Biological Theory*, 9, 2014.
- P. Bourrat, *From Survivors to Replicators: Evolution by Natural Selection Revisited*, *Biology & Philosophy* 29, 2014.
- S. Blackmore, *Consciousness. An Introduction*, Hodder & Stoughton, London 2003.
- J. Bremer, *Jak to jest być świadomym. Analityczne teorie umysłu a problem świadomości*, Wydawnictwo IFiS PAN, Warszawa 2005.
- J. E. Casti, De Pauli, W., *Gödel. Życie i logika*, przeł. P. Amsterdamski. CiS, Warszawa 2003.
- K. Chodasewicz, *Problem zwierzęcej świadomości*, *Studia Philosophica Wratislaviensia*, IV(2), 2009.
- _____, *Między optymizmem a sceptycyzmem. Rozważania nad perspektywami uniwersalnej definicji życia*, *Studia Philosophica Wratislaviensia*, V(1), 2010.

- _____, *Wieloraka realizacja i życie*, Filozofia i nauka. Studia filozoficzne i interdyscyplinarne, 1, 2013.
- _____, *Definiować czy nie? Współczesne kontrowersje na temat potrzeby i sposobu definiowania życia*, Kosmos. Problemy Nauk Biologicznych, 63, 2014a.
- _____, *Emergencja w biologii – redukcjonizm versus organicyzm*, Filozofia i nauka. Studia filozoficzne i interdyscyplinarne, 2, 2014b.
- _____, *Evolution, Reproduction and Definition of Life*, Theory in Biosciences, 133, 2014c.
- _____, *Is the Nature of Life Unknown? Predictions in Evolutionary Biology and Defining of Life*, Dialogue and Universalism, 24, 2014d.
- _____, *Ożywione artefakty? Analiza wybranych argumentów przeciwko sztucznemu życiu*, Studia Philosophica Wratislaviensia, 10, 2015.
- C. E. Cleland, *Life without Definitions*. *Synthese*, 185, 2012.
- C. E. Cleland, Chyba, C. F., *Defining 'Life'*, Origins of Life and Evolution of Biospheres, 32, 2002.
- F. Crick, *Zdumiewająca hipoteza, czyli nauka w poszukiwaniu duszy*, przeł. B. Chacińska-Abrahamowicz, M. Abrahamowicz. Prószyński i S-ka, Warszawa 1997.
- R. Dawkins, *Fenotyp rozszerzony. Dalekosiężny gen*, przeł. J. Gliwicz. Warszawa: Prószyński i S-ka, Warszawa 2003.
- R. Dawkins, *Samolubny gen*, przeł. M. Skoneczny, Prószyński i S-ka, Warszawa 2007.
- D. C. Dennett, *Natura umysłów*, przeł. W. Turopolski. CIS, Warszawa 1997.
- F. Dyson, *Początki życia*, przeł. P. Golik, PIW, Warszawa 1993.
- G. M. Edelman, *Przenikliwe powietrze, jasny ogień. O materii umysłu*, przeł. J. Rączaszek. PIW, Warszawa 1998.
- A. Elżanowski, *O wartościach i ich ewolucyjnym pochodzeniu*, w: Ługowski, W., Lisiejew, I.K. (red.) *Filozofia przyrody – dziś*. IFiS PAN, Warszawa 2011.
- C. Emmeche, *Life as an Abstract Phenomenon: Is Artificial Life Possible?*, w: *Towards a practice of autonomous systems. Proceedings of the First European Conference on Artificial Life*, Bourguin P., Varela F. J. (red.), MIT Press, Cambridge, 1992.
- J. A. Endler, *Natural Selection in the Wild*, Princeton University Press 1986.
- G. R. Fleischaker, *Autopoiesis: The Status of Its System Logic*, BioSystems, 22, 1988.
- A. Gecow, *The Purposeful Information. On the Difference between Natural and Artificial Life*, Dialogue and Universalism, 11–12, 2008.
- _____, *Ewa, Jabłonka i Lamarck*, Kosmos. Problemy Nauk Biologicznych, 59, 2010.
- Gecow, A., *Informacja, formalna celowość i spontaniczność w podstawach definicji życia. Filozofia i Nauka. Studia filozoficzne i interdyscyplinarne 1*, 2013.
- _____, *Informacja dziedziczna i jej kanały (II odcinek szkicu dedukcyjnej teorii życia)*, Filozofia i Nauka. Studia filozoficzne i interdyscyplinarne, 2, 2014.
- P. Godfrey-Smith, *Darwinian Populations and Natural Selection*, Oxford University Press, Oxford 2013 (2009).
- D. R. Griffin, *Umysły zwierząt*, Gdańskie Wyd. Psychologiczne 2004.
- J. H. van Hateren (2010). *A New Criterion for Demarcating Life from Non-Life*. *Origins of Life and Evolution of Biospheres* 43, s. 491–500.
- D. Hull, *Individuality and Selection*, Annual Review of Ecology and Systematics, 11, 1980.
- Jablonka, E., Lamb, M. J., (2005). *Evolution in Four Dimensions*. Cambridge: MIT Press.
- G. F. Joyce, *Foreword*, w: *Origins of Life. The Central Concepts*, Deamer D., Fleischaker G. R. (red.), Jones and Bartlett Publishers, London 1994.
- B. Korzeniewski, (2001). *Cybernetic formulation of the definition of life*. Journal of Theoretical Biology 209, s. 75–286.
- _____, (2005). *Confrontation of the cybernetic definition of living individual with the real world*. Acta Biotheoretica 53, s. 1–28.
- _____, (2013). *Formal Similarities between Cybernetic Definition of Life and Cybernetic Model of Self-Consciousness: Universal Definition/Model of Individual*. *Open Journal of Philosophy* 2, s. 314–328.
- W. J. H. Kunicki-Goldfinger, *Podstawy biologii*, PWN, Warszawa 1980.
- B.-O. Küppers, *Geneza informacji biologicznej. Filozoficzne problemy powstania życia*. przeł. W. Ługowski, PWN, Warszawa 1991.
- P. Lenartowicz, *Elementy filozofii zjawiska biologicznego*, Wydawnictwo Apostolstwa Modlitwy, Kraków 1984.

- R. C. Lewontin, *The Unit of Selection*, Annual Review of Ecology and Systematics, 1, 1970.
- P. L. Luisi, *About Various Definitions of Life*, Origins of Life and Evolution of Biospheres, 28, 1998.
- _____, *Autopoiesis: A Review and a Reappraisal*, Naturwissenschaften, 90, 2003.
- A. Łomnicki, *Dobór, dryf i inne czynniki kształtujące częstość genów*, w: *Zarys mechanizmów ewolucji*, Krzanowska, H., Łomnicki, A. (red.), PWN, Warszawa 2002a.
- _____, *Ekologiczne i behawioralne konsekwencje ewolucji*, w: *Zarys mechanizmów ewolucji*, Krzanowska, H., Łomnicki, A. (red.), PWN, Warszawa 2002b.
- A. Łomnicki, Korona, R., *Czy ewoluowalność jest przystosowaniem powstałym drogą doboru naturalnego?*, *Nauka* 2, 2006.
- E. Machery, *Why I Stopped Worrying about the Definition of Life... and Why You Should as Well*, Synthese, 185, 2012.
- L. Marino, *Konwergencja zdolności poznawczych u walen i naczelnych*, w: *Psychologia porównawcza*, Pisula, W. (red.), PWN, Warszawa 2006.
- J. Maynard Smith, *Problemy biologii*, przeł. M. A. Bitner, PWN, Warszawa 1992.
- E. Mayr, *To jest biologia. Nauka o świecie żywym*, przeł. J. Szacki, Prószyński i S-ka, Warszawa 2002.
- S. Mazierski, *Zarys filozofii przyrody żywej*, Redakcja Wydawnictw KUL, Lublin 1980.
- A. Misiólek, *Próby redefinicji kategorii życia w historii myśli filozoficznej*, Górnośląska Wyższa Szkoła Pedagogiczna, Myslowice 2005.
- S. Okasha, *Evolution and the Levels of Selection*, Oxford University Press, 2013 (2006).
- J. D. Oliver, Perry, R. S., *Definitely Life but Not Definitively*, Origins of Life and Evolution of Biospheres, 36, 2006.
- R. Popa, *Between Necessity and Probability: Searching for the Definition and Origin of Life*, Springer, Berlin–Heidelberg 2004.
- M. Ridley, *Evolution*, Wiley-Blackwell, Malden 2003.
- K. Ruiz-Mirazo, Pereto J., Moreno, A., *A Universal Definition of Life: Autonomy and Open-ended Evolution*, Origins of Life and Evolution of Biospheres, 34, 2004.
- C. Sagan, *Life*, w: *The New Encyclopedia Britannica*, Encyclopedia Britannica Inc, 1984.
- E. Schrödinger, *Czym jest życie? Fizyczne aspekty żywej komórki*, przeł. S. Amsterdamski, Prószyński i S-ka, Warszawa 1998.
- J. R. Searle, *Umysły, mózgi i programy*, w: *Filozofia umysłu. Fragmenty filozofii analitycznej*, tom II, Chwedeńczuk, B. (wstęp i wybór), Spacja, Warszawa 1995.
- K. Szewczyk, *Biologia i sens. Studium witalizmu Jacoba von Uexküll*, Łódź: Akademia Medyczna w Łodzi 1993.
- J. Szwejkowski, *Mechanizm ewolucji. Spojrzenie biologa*, w: *Teoria i metoda w biologii ewolucyjnej*, Łastowski, K. (red.), Zysk i S-ka, Poznań 2004.
- F. G. Varela, Maturana, H. R., Uribe, R., *Autopoiesis: The Organization of Living Systems, Its Characterization and a Model*, BioSystems, 5, 1974.
- D. Wężowicz-Ziółkowska, *Moc narrativum. Idee biologii we współczesnym dyskursie humanistycznym*, Wyd. UŚ., Katowice 2008.
- F. Wolfe-Simon, et al., *A Bacterium That Can Grow by Using Arsenic instead of Phosphorus*, Sci. <http://www.scienceexpress.org/2December2010/Page1/10.1126/science.1197258>. Accessed 12 Dec 2010.
- U. Żegleń, *Filozofia umysłu. Dyskusja z naturalistycznymi koncepcjami umysłu*, Wyd. Adam Marszałek, Toruń 2003.