

Krzysztof Chodasewicz¹

Wyższa Szkoła Fizjoterapii z siedzibą we Wrocławiu

EMERGENCJA W BIOLOGII – REDUKCJONIZM VERSUS ORGANICYZM²

STRESZCZENIE

W artykule przeprowadzam analizę porównawczą poglądów dwóch filozofujących przyrodników – Bernda-Olafa Küppersa oraz Piera Luigi Luisi’ego – na emergencję w biologii. Obaj uczeni deklarują odmienne stanowiska filozoficzne: pierwszy jest zwolennikiem współczesnego mechanicyzmu (redukcjonizmu), drugi uważa się za reprezentanta organicyzmu. Obaj uczeni różnią się też w kwestii definiowania życia. Küppers uważa, że życie nie może zostać ściśle zdefiniowane, jeśli nie posiada ono cech emergentnych. Luisi twierdzi, że życie może być satysfakcjonująco zdefiniowane. Konfrontacja poglądów obu autorów doprowadza do zaskakujących konkluzji.

Słowa kluczowe: emergencja w biologii, organicyzm, mechanicyzm, przyczynowość skierowana w dół, definiowanie życia.

1. WPROWADZENIE

Lata dwudzieste XX wieku to okres zmięczenia witalizmu w biologii. Do jego upadku przyczyniło się kilka czynników. Po pierwsze niektóre odmiany witalizmu³ same dostarczyły narzędzi do przysłowiowego „podcięcia gałęzi, na której siedziały”. Wynikało to z tego, iż założenie głoszące, iż za szczególne cechy życia odpowiadają występujące w organizmach substancje dopro-

¹ Adres Autora: kchodasewicz@o2.pl; Wyższa Szkoła Fizjoterapii z siedzibą we Wrocławiu, ul. Tadeusza Kościuszki 4, 55-040 Wrocław.

² Niniejszy artykuł stanowi zmodyfikowaną i dostosowaną do samodzielnej lektury wersję fragmentu pracy doktorskiej pt. *Filozoficzne trudności definiowania życia w świetle biologii współczesnej* (obronionej w listopadzie 2011 roku). Praca jest dostępna do wglądu w Archiwum Uniwersytetu Wrocławskiego. W dużej mierze od podstaw został napisany jedynie paragraf 2 niniejszego artykułu.

³ (Neo)witalizm nie był poglądem jednorodnym. Można jednak wyróżnić jego dwie zasadnicze odmiany. Część witalistów zakładała bowiem, że za szczególne własności życia odpowiadają pewne nieobecne w przyrodzie nieożywionej substancje chemiczne. Inni z kolei zakładali, że czynniki te mają charakter niematerialny, a w celu wyjaśnienia fenomenów takich, jak wzrost połączony z rozwojem, ekwifinalność, czy regeneracja odwoływali się oni do działania (różnie zresztą pojmowanej) siły życiowej (*vis vitalis, elan vital, enetelechia*) (Mayr 2002, s. 24).

wadziło do wzmożonego zainteresowania badaniem tych substancji. To w konsekwencji zaowocowało kolejnymi laboratoryjnymi syntezami związków organicznych (pierwszą była synteza mocznika w roku 1828), dzięki którym udało się pokazać, że chemicznego punktu widzenia w substancjach budujących życie nie ma żadnych własności, które w jakiś sposób wyróżniałyby spośród substancji obecnych w obiektach nieorganicznych. Było to oczywiście sprzeczne z założeniami witalizmu (Mayr 2002, s. 27; zob. też Chmurzyński 1977, s. 8–9).

Po drugie, witalizm nie dostarczał żadnych metod pozwalających na weryfikację swoich tez (Hempel 2001, s. 148; Mayr 2002, s. 27). Co prawda może się pozornie wydawać, że Hans Driesch przeprowadzając swój słynny eksperyment z podziałem zarodka jeżowca dokonał tym samym potwierdzenia założeń tej koncepcji, w istocie jednak dokonał on raczej falsyfikacji pewnych przesłanek fundujących współczesne mu formy mechanicyzmu.⁴ Doświadczenie wykazało bowiem, że implikacje teorii mechanicystycznych są fałszywe, Driesch zaś wyciągnął z tego wniosek, że rację musi mieć stanowisko przeciwne.⁵ Jak pisze Hempel,

koncepcja neowitalistyczna pozwala więc w istocie tylko na to, by po odkryciu jakiegoś nowego rodzaju „ukierunkowania organicznego” stwierdzić *post factum*: „oto jeszcze jeden przejaw działania siły życiowej”; nie pozwala natomiast na twierdzenie typu: „jest to właśnie fakt, którego należało oczekiwać na podstawie założeń teoretycznych – teoria go tłumaczy” (Hempel 2001, s. 148–149).

Ponadto, postęp biologii sprawił, że podkopane zostały nie tylko predyktoryczne, ale także eksplanacyjne aspekty witalizmu. Witaliści w centrum swych zainteresowań stawiali takie zjawiska jak epigeneza, ekwifinalność, czy regeneracja. Zjawiska te są ewidentnie ukierunkowane, to jest zawierają aspekt celowy. Witaliści nie widzieli żadnej możliwości wytłumaczenia tego rodzaju zjawisk poza odwołaniem się do działania określonych czynników нефизycznych, które miały koordynować ich przebieg. Jednak rozwój biologii molekularnej i genetyki sprawił, że do wyjaśnienia owych procesów, нефизyczne byty przestały być konieczne (Mayr 2002, s. 27; zob. też Hempel 2001, s. 147). Z kolei na płaszczyźnie rozwoju historycznego funkcjonalna

⁴ Eksperyment Driescha polegał na tym, że dokonał on podziału embrionu jeżowca. Wbrew przewidywaniom ówczesnych koncepcji mechanistycznych (które zakładały, że podział powinien doprowadzić do powstania dwóch połówek jeżowca) z obu części rozwinęły się normalne jeżowce; były jedynie mniejsze od standardowo rozwijających się osobników (Bertalanffy 1984, s. 71; Lenartowicz 1984, s. 179; Mayr 2002, s. 23).

⁵ Wydaje się więc, że był to klasyczny eksperyment krzyżowy. Współcześnie wiadomo, że obalenie jednej z dwóch konkurencyjnych teorii automatycznie nie implikuje tego, że prawdziwa jest druga z nich, choćby dlatego, że nasze zestawienie może obejmować większą liczbę koncepcji (zob. Grobler 2006, s. 24–25).

organizacja organizmów żywych została z powodzeniem wytłumaczona przez teorię ewolucji (Mayr 2002, s. 26).

Co interesujące, zmierzch witalizmu nie okazał się równoznaczny z triumfem myślenia mechanistycznego (redukcjonistycznego). Wielu wybitnych biologów było zdania, że choć doktryna siły życiowej okazała się ostatecznie niewiele warta, to nie można automatycznie zaakceptować poglądów tradycyjnie uznawanych za przeciwstawne witalizmowi. Wynikało to z faktu obserwowania w organizmach żywych wielu własności o charakterze systemowym. Z tego powodu powszechne stało się przekonanie, że

procesy na poziomie molekularnym mogą być wyczerpująco wyjaśniane mechanizmami fizykochemicznymi, ale znaczenie takich mechanizmów maleje, jeśli nie zanika zupełnie, na kolejnych coraz wyższych poziomach integracji (Mayr 2002, s. 29).

Nowa, konkurencyjna względem mechanicyzmu doktryna zaczęła być określana mianem organicyzmu lub biologii organizmalnej (Küppers 1991, s. 117–118; Mayr 2002, s. 29). Jej podstawowe założenia można przedstawić w kilku punktach:

– byty ożywione mają budowę hierarchiczną – tzn. określoną jednostkę z danego poziomu buduje wiele podjednostek z poziomów niższych;

– byty ożywione posiadają własności holistyczne (systemowe), co oznacza, że jednostki wyższego rzędu posiadają własności, jakich nie posiadają żadne podjednostki je budujące;

– własności holistyczne są własnościami emergentnymi w sensie emergencji synchronicznej – na nowych poziomach hierarchii pojawiają się nowe własności, które nie mogą być (wyłącznie) wyjaśnione na podstawie wiedzy o własnościach niższego poziomu;

– istnieje przyczynowość skierowana w dół – jednostki wyższego rzędu wpływają na zachowanie podjednostek;

– na płaszczyźnie metodologicznej, obok redukcjonistycznych wyjaśnień w kategoriach fizykochemicznych, do zrozumienia natury życia niezbędne są wyjaśnienia kompozycyjne (holistyczne). Polegają one nie na odwoływaniu się do praw i własności niższych poziomów organizacji, lecz na poszukiwaniu praw typowych dla poziomu biologicznego (Urbanek 1973, s. 63–64; Küppers 1991, s. 117–119; Mayr 2002, s. 29–31).

Zwolennicy organicyzmu podawali bardzo liczne przykłady istnienia własności emergentnych w biologii. Zilustruję to kilkoma podanymi przez Adama Urbanka.

Amerykański ekolog E.P. Odum stwierdza, że badania raf koralowych Zatoki Eniwetok wykazały tak bliski związek biologiczny koralowców i współżyjących z nimi glonów, że przepływ energii i poziom metabolizmu był znacznie wyż-

szy, niż można by oczekiwać z niezależnego funkcjonowania tych składników rafy. Wysoki poziom pierwotnej produkcji rafy jako całości jest emergentną własnością wynikającą z symbiotycznych związków, które podtrzymują efektywną wymianę energii i krążenie substancji pokarmowych między roślinami i zwierzęcymi komponentami (Urbanek 1987, s. 146).

Domena, gdzie zjawiska emergencji przejawiają się szczególnie wyraziście jest poziom społeczny. Współczesny socjobiolog amerykański Wilson mówi więc o emergentnych własnościach społeczeństw. Wyrażają się one m.in. w tak rozpowszechnionym zjawisku, jak dominowanie osobników w grupach lub stadach. U małych rebusów nie można przewidzieć na podstawie zachowania się osobników w parach stopnia ich dominacji w grupie. Zależy on m.in. od koalicji osobników, których nie można przewidzieć przez badanie zachowania się par. Organizacja społeczna rodzi więc nowe emergentne własności. Należy do nich «efekt krotności», dzięki któremu dochodzi do wzmacniania małych zmian w zachowaniu osobnika w duży efekt socjalny. Taka amplifikacja ma np. miejsce u owadów społecznych, gdzie drobne różnice gatunkowe w zachowaniu się osobników dają duże efekty w strukturze gniazd, całej organizacji życia itd. (Urbanek 1987, s. 147).

Nie będę tu szczegółowo dyskutował zasadności interpretacji podanych przykładów. Warto jednak zwrócić uwagę, że większość ze wskazanych wyżej własności nie jest z punktu widzenia niniejszego artykułu szczególnie interesująca, gdyż nie dotyczy bezpośrednio cech, które można by uznać za definicyjne cechy życia. Cytowany powyżej Urbanek wskazuje jednak, iż również autoreplikacja, metabolizm, czy podleganie doborowi naturalnemu mogą być uznawane za własności emergentne (Urbanek 1987, s. 146). Do pytania, czy jest tak w istocie – i jakie to ma znaczenie dla definicji życia – powrócę w kolejnym paragrafie.

Filozoficzną konkurencję dla organicyzmu stanowią nowe formy mechanicyzmu inspirowane przede wszystkim osiągnięciami biologii molekularnej.⁶ Oczywiście współczesny mechanicyzm różni się w wielu aspektach od mechanicyzmu nowożytnego. Przede wszystkim – co oczywiste – nie traktuje on bytów ożywionych jako maszyn mechanicznych. Ze swoim protoplastą współczesny mechanicyzm dzieli raczej założenie o tym, że organizmy są maszynami w tym sensie, że są obiektami funkcjonującymi na zasadach praw deterministycznych. Takie pojmowanie mechanicyzmu nie odróżnia go jednak od organicyzmu. Jak zauważa Mayr, „organicysci krytykowali nie tyle

⁶ Do najważniejszych reprezentantów tego nurtu należy zaliczyć wybitnych biologów molekularnych F. Cicka, F. Jacoba i J. Monoda oraz teoretyka biogenezy B.-O. Küppersa (zob. Urbanek 1973, s. 72; Küppres 1991, s. 116; Korohoda 2006, s. 166). Zresztą należy zwrócić uwagę, że różni autorzy często inaczej interpretują poglądy wybranych uczonych. Np. Urbanek twierdzi, że Monod i Jacob są współczesnymi mechanicystami, zaś wg. Korohody ich poglądy są bliższe organicyzmowi (Urbanek 1973, s. 72; Korohoda 2006, s. 167). Być może wynika to z pewnej niespójności poglądów tych autorów, na którą wskazuje Urbanek (Urbanek 1973, s. 84)

mechanistyczne, ile redukcjonistyczne aspekty fizykalizmu” (Mayr 2002, s. 29). Mianem fizykalizmu autor określa współczesną wersję mechanicyzmu (Mayr 2002, s. 21). Zasadniczo nie chodzi więc o spór dotyczący tego, czy organizmy żywe są maszynami jakiegoś typu, lecz o to, czy maszyny te posiadają emergentne własności. Innymi słowy: współcześni zwolennicy tego poglądu będą przede wszystkim negowali kwestię zasadniczej nieprzewidywalności/niewyjaśnialności własności wyższego rzędu oraz kwestię konieczności uzupełnienia metodologii nauk biologicznych o podejście kompozycyjne (holistyczne).

2. KIERUNKI FILOZOFII BIOLOGII A DEFINICJA ŻYCIA

Współczesny spór między mechanicyzmem a organicyzmem jest szczególnie interesujący w kontekście definicji życia. Niektórzy autorzy, jak np. Bernd-Olaf Küppers, są zdania, że jeśli życie nie posiada własności emergentnych, to nie można skonstruować definicji podającej wystarczające i konieczne warunki uznania obiektu za ożywiony (Küppers 1991, s. 137–138). Konsekwencją tego twierdzenia jest niemożliwość dokonania rozłącznego podziału uniwersum na obiekty ożywione i nieożywione, a także to – co jest już raczej mniej kontrowersyjne – twierdzenie, że przejście od „materii ożywionej” do „nieożywionej”⁷ miało charakter stopniowy (Küppers 1991, s. 137–138).

Warto zaznaczyć, że współczesna nauka i filozofia nie dysponują jedną uniwersalną i niekontrowersyjną definicją życia (Luisi 1998; Popa 2004; Ruiz-Mirazo et al. 2004; Lazcano 2008; Gayon 2010; Cleland 2012; Macherly 2012). Do najczęściej cytowanych należy stworzona przez Geralda F. Joyce’a tak zwana definicja standardowa, zgodnie z którą „życie jest samopodtrzymującym się systemem chemicznym zdolnym do podlegania darwinowskiej ewolucji” (Joyce 1994, s. xi; Luisi 1998, s. 617; Ruiz-Mirazo et al. 2004, s. 327; Brack, Troublé 2010, s. 132, Chodasewicz 2014). Wielu zwolenników ma także definicja autopoietyczna, utworzona na podstawie Humberto Maturany i Francisco Vareli koncepcji *autopoiesis* (Luisi 1998, s. 620; Luisi 2003 s. 51-52; Ruiz-Mirazo et al. 2004, s. 328-329). Zakłada ona, że systemy żywe to systemy autopoietyczne, czyli takie, które posiadają „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, s. 188).

⁷ Określenia „materia ożywiona” i „nieożywiona” napisane są w cudzysłowie, są to bowiem określenia, które (choć dość często pojawiają się w dyskursie) są wysoce nieprecyzyjne, a nawet nieco wprowadzające w błąd, ponieważ sugerują, że życie jest własnością związków chemicznych należących do określonej grupy. Tymczasem jest ono raczej efektem określonej organizacji (zob. Gánti 1986, s. 80).

Interesujące propozycje stworzono także na gruncie polskim – można tu wymienić m.in. cybernetyczną definicję życia Bernarda Korzeniewskiego (Korzeniewski 2001, 2005), czy koncepcję informacji biologicznej Andrzeja Gecowa (Gecow 2008, 2013). Wszystkie te propozycje obarczone są wieloma problemami.⁸ Analiza tych problemów nie jest tu jednak konieczna, gdyż prowadzone w niniejszym artykule rozważania mają wysoce abstrakcyjny charakter i nie dotyczą żadnej konkretnej próby zdefiniowania życia. Można wręcz postawić tezę, że z argumentem Küppersa muszą zmagać się wszystkie koncepcje definiowania życia, a w każdym razie wszystkie te, które zakładają, że definicja pozwoli nam rozpoznać życie w sposób niezawodny.

Aby przekonać się, czy teza Küppersa jest zasadna, należałoby odpowiedzieć na pytanie: czy zachodzi emergencja w biologii? Ponieważ jednak istnieje wiele różnych koncepcji emergencji, należy w pierwszej kolejności dokonać podstawowej analizy tego pojęcia. Siłą rzeczy analiza ta nie będzie wyczerpujące wobec bardzo rozbudowanej refleksji na temat zjawiska emergencji⁹, ma ona jednak na celu pokazanie możliwie standardowych ujęć. Ujęcia te zostaną w dalszych paragrafach skonfrontowane z przekonaniem dwóch filozofujących przyrodników zajmujących się kwestią natury i pochodzenia życia.

3. EMERGENCJA – BARDZO KRÓTKIE WPROWADZENIE

Twórcą pojęcia „emergencja” jest George Henry Lewes (druga połowa XIX wieku), choć jak w przypadku wielu kategorii filozoficznych, jego korzenie można doszukiwać się w czasach znacznie wcześniejszych, nawet u presokratyków (Urbanek 1987, s. 141; Poczobut 2009, s. 85). Obiektem zainteresowania Lewesa były zjawiska dobrze znane i udokumentowane przez ówczesnych przyrodników, jednak Lewes postanowił ująć je w nowej siatce pojęciowej. W szczególności zwrócił on uwagę na różnicę między obiektami, których własności stanowią rezultat sumowania własności elementów składowych, a obiektami, które posiadają własności będące czymś więcej niż efektem prostego łączenia elementów (Urbanek 1987, s. 141; Poczobut 2009, s. 86–87). Dobrych przykładów przedmiotów obu powyższych rodzajów dostarcza chemia, w obrębie której łatwo można wskazać różnicę pomiędzy mieszaninami a związkami chemicznymi pierwiastków. Na przykład prosta mieszanina węgla i siarki różni się własnościami od siarczku węgla. Ponadto, własności mieszanin mogą być z łatwością przewidziane przed ich wystąpie-

⁸ Niektóre z problemów podejścia darwinowskiego analizuję w moim artykule *Evolution, Reproduction and Definition of Life* (Chodasewicz 2014).

⁹ Obszerne omówienie problemu emergencji przedstawia Robert Poczobut w pracach *System – Struktura – Emergencja* (2006) oraz *Między redukcją a emergencją. Spór o miejsce umysłu w świecie fizycznym* (2009).

niem, natomiast własności związków chemicznych – nie. Mając świadomość tych różnic Lewes nazwał własności pierwszego rodzaju (tj. możliwe do przewidzenia) „rezultantami”, natomiast własności drugiego rodzaju „emergentami” (Urbanek 1987, s. 141).

Pierwotna idea emergencji ulegała w późniejszym okresie licznym przekształceniom. Za jej upowszechnienie odpowiedzialni są w szczególności trzej filozofowie działający na początku XX wieku: Samuel Alexander, C. Lloyd Morgan oraz Charlie D. Broad (Urbanek 1987, s. 141; Poczobut 2009, s. 90–102). Choć poglądy wymienionych autorów poglądy nie będą tutaj szczegółowo omawiane, warto nadmienić, że zwłaszcza dwaj pierwsi uzupełnili koncepcję emergencji o wymiar czasowy (Urbanek 1987, s. 142–143; Poczobut 2009, s. 90, 97–98). Wyprzedzając tok niniejszego wywodu można powiedzieć, że o ile Lewesa można uważać za ojca koncepcji emergencji synchronicznej, o tyle Alexandra i Morgana – za ojców emergencji diachronicznej.

Pojęcie emergencji odnosi się do relacji między ontycznymi poziomami rzeczywistości. Istnienie takich poziomów nie jest zupełnie oczywiste – filozofowie o orientacji redukcjonistycznej będą starali się wykazać, że *de facto* istnieje tylko jeden poziom ontyczny (fizyczny). Również same poziomy mogą być wyróżniane na rozmaite sposoby. Dla niniejszej pracy wyszczególnienie wszystkich poziomów ontycznych nie ma jednak decydującego znaczenia, gdyż kontrowersje dotyczą relacji między poziomem fizycznym, względnie fizykochemicznym, a poziomem biologicznym. Pozwolę sobie jednak zaznaczyć, że nie będę traktował tych poziomów jako niepodzielnych, gdyż wiele sugeruje, że mogą zostać w ich obrębie wyróżnione liczne podpoziomy.

Choć między różnymi koncepcjami emergencji pojawiają się niekiedy znaczne różnice (np. w kwestii wspomnianych poziomów ontycznych czy wyróżnianej jednostki emergencji),¹⁰ to wielu autorów starało się podać coś w rodzaju „twardego rdzenia” koncepcji emergencji, obejmującego większość charakterystyk tej relacji. Wymieniano tu między innymi: materiałowy monizm, możliwość pojawiania się w przyrodzie autentycznych nowości, istnienie cech kolektywnych (systemowych) niedeterminowanych przez własności bazowe, nieredukowalność własności emergentnych, nieprzewidywalność własności emergentnych, istnienie przyczynowości skierowanej w dół, rzeczywiste istnienie własności emergentnych (pluralizm emergencyjny), występowanie wspólnych wzorców powstawania własności emergentnych (Bremer 2005, s. 135–138; Poczobut 2009, s. 82–84).

Mimo opisanego „wspólnego rdzenia”, wyróżnia się zazwyczaj więcej niż jeden rodzaj emergencji. Interesująca typologia rodzajów zjawiska została zaproponowana przez Józefa Bremera. Wyróżnia on trzy rodzaje emergencji:

¹⁰ W niniejszym tekście będę posługiwał się wygodnym terminem „własność”.

słabą, synchroniczną i diachroniczną. Emergencja słaba zakłada monizm fizyczny (jak wyżej), a także istnienie własności systemowych (lub zbiorowych), czyli takich, których nie posiada sam w sobie żaden z elementów systemu (np. oddychanie, odżywanie się). Własności systemowe są przeciwieństwem cech, które posiada zarówno system, jak i jego elementy (np. ciężar, objętość).

Emergencja słaba zakłada synchroniczną determinację własności wyższego rzędu. Innymi słowy: nie mogą istnieć dwa systemy o takich samych własnościach bazowych, a nie posiadające określonych własności emergentnych (Bremer 2005, s. 138). Według Bremera, koncepcja słabej emergencji jest do pogodzenia z pewnymi formami redukcjonizmu, i nie zakłada przyczynowości skierowanej w dół (Bremer 2005, s. 139).

Koncepcja emergencji synchronicznej różni się od koncepcji emergencji słabej tym, że dodatkowo zawiera tezę o nieredukowalności cech wyższego rzędu. Nieredukowalność ta może być pojmowana dwojako: w sposób epifenomenalny – gdy z wiedzy o częściach systemu nie wynika, że system będzie miał cechę emergentną, bądź przyjmując tezę o przyczynowości skierowanej w dół – gdy z wiedzy o zachowaniu części systemu (ani z wiedzy o ich zachowaniu w systemie prostszym) nie wynika, że części systemu będą zachowywały się w określony sposób. (Bremer 2005, s. 138).

Emergencja diachroniczna różni się z kolei od synchronicznej tym, że do postulatów emergencji słabej dodaje postulat o nieprzewidywalności cech wyższego rzędu. Nieprzewidywalność może być rozumiana jako konsekwencja nieredukowalności – ponieważ nie jesteśmy w stanie wyjaśnić cech emergentnych przez odwołanie do cech bazowych, to tym bardziej nie możemy ich przewidzieć przed ich pierwszym wystąpieniem. W tym aspekcie koncepcje emergencji synchronicznej i diachronicznej niewiele się różnią. Nieprzewidywalność można jednak również traktować jako własność niezależną i odnosić do tego, że w rozwoju Wszechświata mogą pojawiać się jakieś zupełnie nowe rodzaje systemów. W tym ujęciu wystąpienie nowego rodzaju struktur może być nieprzewidywalne przed ich powstaniem, jednak nie oznacza to, że własności tychże struktur nie mogłyby zostać wyjaśnione (zredukowane) do własności ich składników już po ich wystąpieniu (Bremer 2005, s. 140–141).¹¹

Kategoria „przyczynowości skierowanej w dół” należy do najważniejszych aspektów koncepcji emergencji. Niektórzy autorzy zastanawiają się, czy jej

¹¹ Bremer pisze wprost, że „emergentyzm strukturalny [drugi omawiany typ – przyp. K. Chodasewicz] jest całkowicie niezależny od synchronicznego emergentyzmu i powstaje ze słabego emergentyzmu poprzez dodanie twierdzenia o zasadniczej nieprzewidywalności nowych struktur systemu” (Bremer 2005, s. 141). Pozornie to stwierdzenie może wydawać się paradoksalne. Warto jednak zwrócić uwagę na to, że nieprzewidywalność nowych struktur może wynikać z innych niż niemożliwość przeprowadzenia redukcji trudności epistemologicznych np. braku odpowiednich narzędzi matematycznych, możliwości symulacyjnych itp.

postulowanie nie narusza zamkniętości dziedziny fizycznej. Naruszenie zasady „przyczynowości skierowanej w dół” doprowadziłoby bowiem do zaniegowania ważnego założenia o monizmie materiałowym. Rozwiązaniem tego problemu jest założenie epifenomenalizmu własności emergentnych, lub przyjęcie założenia, że emergencja zachodzi już na poziomie fizycznym (Bremer 2005, s. 138). To ostatnie przekonanie ma swoje uzasadnienie w tym, że dziedzina fizyczna nie jest jednorodna i konstytuują ją obiekty o różnym stopniu złożoności, a więc nie tylko cząstki elementarne i pola, ale także kryształy, ciecze, gazy, a nawet takie twory jak gwiazdy, czy planety. Nie jest to jednakże jedyna droga argumentacji: przyczynowość odgórna może być bowiem bardzo różnie rozumiana i nie wszystkie jej odmiany kolidują z tezą o zamkniętości dziedziny fizycznej. Poczubot wskazuje, że oprócz aktywnego sprawstwa, przez przyczynowość odgórną możemy rozumieć regulację, ograniczenie lub stawianie warunków brzegowych (Poczubot 2006, s. 19).

Drugim niezwykle istotnym i wymagającym krótkiego omówienia elementem pojęcia emergencji jest nieredukowalność własności emergentnych. Przypominam, że zgodnie z oryginalnym ujęciem Lewesa całość ma być czymś więcej niż sumą części. W istocie, jak wskazuje Poczubot, bardzo trudno jest omawiać pojęcie emergencji bez poruszania kwestii redukcji. Można wręcz utrzymywać, że są to dwie twarze tego samego problemu, gdyż ontologiczne zagadnienie emergencji zyskało na ścisłości po przeformułowaniu go na język metodologii nauk badającej zasadność różnych koncepcji redukcjonistycznych (Poczubot 2009, s. 131–133). Wydaje się (przynajmniej *prima facie*), że zasadniczo nie ma lepszego sposobu na uzasadnienie istnienia cech emergentnych niż skonfrontowanie postulatów koncepcji, która istnienie takich własności zakłada, z jakimś modelem redukcji. Wynika to z szeroko rozpowszechnionego przekonania, że jeśli wykazemy, iż określonych własności nie da się zredukować, to zarazem będziemy musieli uznać je za emergentne.¹²

Dotychczasowe rozważania można więc podsumować następująco: jeśli możliwa jest redukcja fundamentalnych teorii biologii do fizyki i chemii, to organizmy żywe nie posiadają cech emergentnych. Warto więc od razu zaznaczyć, że – zgodnie z przekonaniem wyrażonym przez Küppersa – jest to równoznaczne z akceptacją poglądu o niemożliwości skonstruowania realnej definicji życia.¹³

¹² Redukcja, podobnie jak emergencja, jest pojęciem, które może być różnie rozumiane. Istnieje więc wiele odmian i typologii redukcji (Poczubot 2009, s. 135). Jak się jednak wydaje najczęściej analizowanym rodzajem jest tzw. redukcja w sensie Nagla (nazywana też redukcją derywacyjną lub redukcją *via* prawa pomostowe) (Nagel 1970). Koncepcja redukcji Ernsta Nagla była bardzo szeroko opisywana i komentowana w literaturze (zob. np. Losee 2001; Grobler 2006; Poczubot 2009), nie będę więc jej omawiał w niniejszym artykule.

¹³ Według Kazimierza Ajdukiewicza definicja, która podaje charakterystykę jakiegoś (pozajęzykowego) obiektu (w przeciwieństwie do definicji nominalnej, której celem jest uczynienie jakiegoś wyrazu zrozumiałym na gruncie jakiegoś języka). Jedynym z najważniejszych aspektów definicji realnej jest aspekt diagnostyczny – możliwość zidentyfikowania w oparciu o nią poszukiwanego przedmiotu (Ajdukiewicz 1974, s. 62, 84).

Naszkiecowany powyżej punkt widzenia może być jednak kwestionowany, bowiem traktowanie pojęć redukcji i emergencji jako definitywnie przeciwnych jest współcześnie kontestowane (Poczobut 2009, s. 132). Jak można się przekonać choćby na podstawie analizy typologii Bremera, niektóre sposoby rozumienia emergencji są do pogodzenia z postulatami redukcjonistycznymi.¹⁴ Wspomniane już przypuszczenie o możliwości zachodzenia emergencji już na poziomie fizycznym również otwiera drogę do rewizji powyższych wniosków. W kontekście podobnych rozważań Poczobut sugeruje, że należy poszukiwać innych niż związane z kryterium redukcji sposobów wskazywania emergencji (Poczobut 2009, s. 132). Otwiera to także nowe perspektywy do dyskusji nad definicją życia.

Czy zatem życie posiada własności emergentne? Odpowiedź na to pytanie nie jest możliwa bez próby rozwiązania konfliktu między redukcjonistycznym a organicystycznym ujęciem życia. Rozwiązanie tego problemu postaram się naszkicować na podstawie ustaleń dwóch filozofujących badaczy biogenezy: Bernda-Olfa Küppersa i Piera Luigi'ego Luisi'ego. Nie chcąc uprzedzać toku wywodu powiem jedynie, że choć wspomniani uczeni deklarują zupełnie odmienne stanowiska w sprawie konfliktu mechanicyzmu z organicyzmem oraz w kwestii możliwości zdefiniowania życia, to analiza porównawcza ich poglądów na emergencję¹⁵ daje zaskakujące rezultaty.

4. REDUKCJONIZM BERNDA-OLAF KÜPPERSA

Filozoficzne analizy Küppersa dotyczące natury i pochodzenia bytu ożywionego są, jak zresztą sugeruje sam autor, przykładem radykalnego redukcjonizmu we współczesnej filozofii biologii. Autor ten rozważa dwa rodzaje redukcjonizmu: ontologiczny i metodologiczny. Pierwszy z nich charakteryzuje poprzez twierdzenie, że „istoty żywe są jedynie skomplikowanym zestawem cząsteczek” (Küppers 1991, s. 116). Drugi z kolei – jak wskazuje nazwa – odnosi się do metod badawczych; zgodnie z nim „głębokie zrozumienie zjawisk życiowych, wykraczające poza płaszczyznę czysto opisową, osiągalne jest dopiero w kontekście fizyki i chemii” (Küppers 1991, s. 116). W książce, którą tutaj cytuję (*Geneza informacji biologicznej*) autor zaznacza, że będzie bronił słabszej, czyli metodologicznej wersji redukcjonizmu (Küppers 1991, s. 116), przy czym stwierdzenie to ma raczej wyłącznie retoryczny charakter. Zarówno bowiem w świetle szczegółowej analizy poglądów Küppersa, jak i w świetle przedstawionych powyżej rozważań na temat związku między metodologicznymi i ontologicznymi aspektami redukcji i emergencji, jest

¹⁴ W dalszej części pracy pokażę, że niektórzy naukowcy usiłują łączyć postulat o możliwości redukcji nawet z mocniejszymi (zgodnie z podaną typologią) wizjami emergencji.

¹⁵ Opartych *nota bene* na wiedzy z zakresu nauk przyrodniczych m.in. fizyki, chemii, biochemii.

jasne, że pomiędzy tymi płaszczyznami istnieje ścisły związek. Wynika stąd, że autor broniąc stanowiska redukcjonizmu metodologicznego *implicite* przyjmuje pewne stanowisko ontologiczne (zob. Ługowski 1995, s. 74, 106).

Küppers argumentuje, że konkurencyjna względem redukcjonizmu opcja organicystyczna opiera się na założeniach, które nie tyle są fałszywe, ile w istocie nie wnoszą do wyjaśnienia zjawiska życia (Küppers 1991, s. 165). Jego zdaniem podstawowe założenia organicyzmu – mówiące o tym, że na kolejnych poziomach integracji pojawiają się nowe, nieprzewidywalne własności oraz o istnieniu makrodeterminacji (przyczynowości skierowanej w dół) – nie są, z pewnymi zastrzeżeniami, obce podejściu redukcjonistycznemu.

Küppers wskazuje, że teza o emergencji nie jest zasadniczo sprzeczna z fizykochemicznym redukcjonizmem. Aby zilustrować to twierdzenie odwołuje się on do zjawiska allosterycznej regulacji aktywności enzymatycznej. Jest to zjawisko z najniższego poziomu fenomenu autonomicznej morfogenezy, a ten ostatni stanowi paradygmatyczny przykład zjawiska emergencji (Küppers 1991, s. 121). Tak zwane enzymy allosteryczne stanowią kompleksy białkowe złożone z kilku elementów połączone wiązaniami wodorowymi. Taki złożony twór (holoenzym) może katalizować reakcje, których nie mogą katalizować jego poszczególne elementy. Innymi słowy: dla spełnienia określonej funkcji biologicznej niezbędne jest współdziałanie poszczególnych składników. System posiada więc pewną cechę, której nie posiada żaden z elementów systemu, i to właśnie ta cecha pozwala mu na pełnienie określonej funkcji biologicznej (Küppers 1991, s. 121–122).

W wyniku oddziaływania określonych czynników fizykochemicznych kompleks może ulec rozbiciu na podjednostki składowe. Jednostki te są jednak w stanie „zebrać się” i ponownie utworzyć holoenzym. Zdaniem Küpersa jest to przykład spontanicznej morfogenezy na poziomie molekularnym, a zarazem przykład powstania systemu o jakościowo nowych cechach (Küppers 1991, s. 122).

Enzym allosteryczny zawdzięcza swoją specyfikę symetrycznemu ustawieniu elementów. Jednak wbrew możliwemu przypuszczeniu enzym ten nie dziedziczy symetrii po swoich elementach. Symetria cząsteczki nie wynika też z jakichś nadrzędnych praw przyrody i jest raczej skutkiem działania doboru naturalnego: cząsteczki symetryczne mogły lepiej spełniać swoją funkcję (niż niesymetryczne) i tym samym zwyciężać w walce o byt (Küppers 1991, s. 122).

Z fizykochemicznego punktu widzenia cząsteczka holoenzymu może być utworzona ze względu na istnienie określonych oddziaływań stereochemicznych między elementami (Küppers 1991, s. 122). To zaś z kolei wynika z określonego pofałdowania łańcuchów aminokwasów (Küppers 1991, s. 124). Pofałdowanie aminokwasów jest zaś w pełni determinowane przez

informację genetyczną i warunki środowiskowe (Küppers 1991, s. 125) Dodanie tego ostatniego warunku rozwiązuje wielokrotnie komentowany paradoks wzrostu informacji w procesie epigenetyki związany z tym, że kod genetyczny determinuje jedynie kolejność aminokwasów w białku, natomiast określony łańcuch aminokwasów może przybierać różną strukturę III-rzędową (Küppers 1991, s. 124). Funkcji białka nie da się więc przewidzieć na podstawie wiedzy o samych aminokwasach; staje się to możliwe dopiero, gdy wiemy, jaki jest skład aminokwasowy łańcucha i jakie jest środowisko, w którym łańcuch się znajduje.

Zdaniem Küppersa podobne fenomeny występują w fizyce. Na przykład, inaczej będą się zachowywać oporniki połączone szeregowo, a inaczej równolegle. Oscylator elektryczny będzie wykazywał zupełnie nową własność – emisję fal elektromagnetycznych, której nie przejawia żaden z jego komponentów składowych, kondensator i zwojnica (Küppers 1991, s. 124).¹⁶ Pojęciami wskazującymi na nowe własności systemowe są też entropia i temperatura – oba zasadniczo nie mają sensu w odniesieniu do elementów składowych większego systemu. Küppers konkluduje, że w świetle przedstawionych przez niego analiz,

fenomen emergencji jest powszechnym zjawiskiem naszego realnego świata, występującym we wszystkich dziedzinach nauk przyrodniczych; nie jest on bynajmniej charakterystyczną cechą systemów żywych, która mogłaby utrudnić oparcie biologii na podstawach fizykalnych (Küppers 1991, s. 127).

Podobnie rzecz się ma ze związanym z relacją emergencji zjawiskiem makrodeterminacji. Jako jej przykład w dziedzinie fizykochemicznej Küppers podaje zjawisko równowagi chemicznej:

pojedyncza cząsteczka nie zdaje sobie przecież sprawy, że znajduje się w stanie równowagi chemicznej i że powinna zachowywać się zgodnie z pewnym wzorcem kinetyki reakcji, aby stabilizować równowagę. To system na mocy zasady „globalnej” kontroli fluktuacji określa średnie zachowanie się cząsteczek. Im większe są fluktuacje, czyli odchylenia od stanu równowagi, tym większa jest także siła przywracająca system do stanu równowagi (wzrasta bowiem prędkość odpowiednich reakcji) (Küppers 1991, s. 127).

Przedstawiona przez Küppersa koncepcja emergencji w biologii nie może zostać pozostawiona bez komentarza. Warto zauważyć, że jest to jedna z tych „nietradycyjnych” koncepcji, w których pojęcia emergencji i redukcji nie są

¹⁶ Warto zaznaczyć, że przykład oscylatora elektrycznego był podawany przez Konrada Lorenza (zwolennika organicyzmu) jako przykład fulguracji. Ten ostatni termin oznacza nagle pojawienie się nowej cechy i jest w istocie synonimem terminu „emergencja”, który jednak nie przyjął się w powszechnym użyciu (Küppers 1991, s. 126; Poczobut 2009, s. 72). Küppers zauważa, że z pewnego punktu widzenia paradoksalne jest to, że zwolennicy organicyzmu aby bronić swych racji muszą korzystać z przykładów zaczerpniętych z fizyki (Küppers 1991, s. 126).

swoimi przeciwieństwami. Co więcej, koncepcja ta nie mieści się w podanej przez Bremera typologii emergencji, gdyż zakłada zgodność redukcjonistycznej wizji rzeczywistości nie tylko z fenomen słabej emergencji, ale także z fenomenem przyczynowości odgórnej, który ma być jednym z wyznaczników emergencji synchronicznej. Koncepcję tę należałoby uznać za pośrednią między emergencją słabą a emergencją synchroniczną, jako że Küppers co prawda akceptuje istnienie makroterminacji, jednak zarazem uznaje, że własności wyższego rzędu są przewidywalne na podstawie wiedzy o własnościach niższego poziomu. Trudność przewidywania takich zjawisk (a zatem także ich redukcji) jest warunkowana jedynie czynnikami „technicznymi” (wysoką złożonością badanych układów, trudnością w przeprowadzeniu stosownych obliczeń itp.). Autonomia biologii (a także chemii) względem fizyki jest więc zasadniczo podyktowana względami praktycznymi (Küppers 1991, s. 132).

Jeśli pozostajemy „więźniami” tradycyjnego spojrzenia na emergencję, wówczas streszczone wyżej przekonania Küppera mogą wydawać się prowadzić do sprzeczności: jak możliwe są emergentne cechy redukowalne? Jednak bliższa analiza wskazuje, że w tym ujęciu własności emergentne są charakteryzowane nie przez ich redukowalność czy przewidywalność, ale przez ich nowość (niewystępowanie w elementach składowych) i zdolność do wywierania odgórnego wpływu na system. Paradoksalnie więc własności emergentne są realne i posiadają moce przyczynowe, choć zarazem mogą być wyjaśnione w oparciu o wiedzę o ich własnościach bazowych (oraz ich środowisku) i mogą być przewidywane!

Ze względu na nietypowe ujmowanie emergencji wnioski, jakie wypływają z poglądów Küppera w kwestii definiowania życia, ocierają się o paradoks.¹⁷ Jak nadmieniałem na początku paragrafu 2, Küppers jest zdania, że jeśli życie posiada jakieś własności nieredukowalne to muszą być one ujęte w jego definicji. W toku dalszych rekonstrukcji myśli autora okazało się jednak, że własności nieredukowalne nie stanowią synonimu własności emergentnych, ponadto, emergencja obecna jest na każdym poziomie organizacji przyrody. Küppers zaznacza, że występowanie emergencji nie jest kryterium za pomocą można odróżnić byty ożywione od nieożywionych. Oczywiście, jeśli zgodzimy się, że emergencja rzeczywiście zachodzi – również na poziomie fizycznym – to istotnie musimy przyjąć i taką tezę. Nie oznacza to jednak, że automatycznie zgadzamy się też z poglądem Küppera, że życie nie może zostać w sposób wystarczający i konieczny zdefiniowane (zob. Küppers 1991, s. 137–138). Byłoby tak jedynie wtedy, gdyby życie nie posiadało żad-

¹⁷ Koncepcja Küppera łączy bowiem trzy tezy: o braku nieredukowalnych własności życia, o powszechnym istnieniu w przyrodzie cech emergentnych oraz o niemożliwości podania definicji życia. Wrażenie ocierania się o paradoks jest oczywiście spowodowane tym, że zazwyczaj definiujemy własności emergentne jako nieredukowalne.

nych cech emergentnych, które byłoby typowe wyłącznie dla niego. Küppers, jak się wydaje, jest świadom tej trudności, dlatego też pragnie pokazać, że wskazywane przez organicystów kryterialne cechy życia – w szczególności zdolność ewoluowania drogą doboru naturalnego (której warunkami koniecznymi są metabolizm, zmienność i reprodukcja) mogą występować już na poziomie fizykochemicznym. Jako przykłady występowania tych własności Küppers wskazuje kryształy, wirusy i populacje cząsteczek w reaktorze ewolucyjnym (Küppers 1991, s. 136–140). Podane przez autora kontrprzykłady są jednak nieprzekonujące, gdyż wskazane obiekty same posiadają wątpliwy status, i jeśli uznamy je za żywe, to tym samym obalimy wnioski omawianego badacza. Nie oznacza to jednak – jak można by przypuszczać na pierwszy rzut oka – że przekonania Küppersa nie mogą mieć znaczenia dla definiowania życia. Nim jednak przejdę do płynących z nich wniosków, poświęcę kilka stron na przedstawienie wizji emergencji Piera Luigi Luisiego.

5. EMERGENCJA WEDŁUG PIERA L. LUISIEGO

Poglądy Luisiego – autora zajmującego badaniami nad biogenezą oraz biologią syntetyczną – dostarczają interesującego spojrzenia na relację emergencji. Luisi należy do sympatyków koncepcji *autopoiesis* i nurtu organicystycznego w filozofii biologii (Luisi 2003, s. 49). Jest też zwolennikiem tezy, że definicja życia powinna zostać skonstruowana (Luisi 1998, s. 621), a zatem jest uczonym o przeciwnej do Küppersa orientacji filozoficznej. Mimo to poglądy tego uczonego na emergencję są w wielu miejscach zbieżne z tymi przedstawionymi w poprzednim paragrafie.

Analizy relacji emergencji przeprowadzone przez Luisiego nie dotyczą co prawda dziedziny biologii, lecz chemii, jednak dają się – jak zresztą zaznacza sam ich autor – ekstrapolować na grunt nauk o życiu (Luisi 2002, s. 196). Na fakt, że wspomniany uczonego nie reprezentuje „klasycznych” przekonań na temat emergencji wskazuje już sam tytuł artykułu, w którym przedstawia on swoje poglądy na ten temat: *Emergence in Chemistry: Chemistry as the Embodiment of Emergence*. Pozornie nie ma w tym nic zaskakującego; już Lewes, ojciec pojęcia emergencji, posługiwał się przykładami zaczerpniętymi z chemii (patrz paragraf 3). Współcześnie jednak dość często uważa się poglądy Lewisa w tej materii za błędne, gdyż możliwe jest wyjaśnianie/przewidywanie własności związków chemicznych na podstawie wiedzy z zakresu mikrofizyki (Kim 2002, s. 111; zob. też Küppers 1991, s. 132). Oczywiście Zarzut ten jest jednak sensowny tylko w momencie, gdy emergencję charakteryzujemy przez odwołanie się do kategorii epistemologicznych, takich jak wspomniane „wyjaśnianie” lub „prze-

widywanie”.¹⁸ Oczywiście konkluzją jest stwierdzenie, że to nie takie rozumienie „emergencji” wspiera główną oś argumentacji Luisiego.

Luisi nie nadaje jednak słowu „emergencja” nowego znaczenia, radykalnie różnego od tego, jakie można znaleźć w filozoficznej tradycji. Jego zdaniem cechy emergentne pojawiają się w systemach złożonych, są własnościami, których nie posiadają elementy składowe systemu i które konstytuują nowe, wyższe poziomy organizacji; poziomy te posiadają autonomię względem własności bazowych i są zdolne do przyczynowego oddziaływania w dół (Luisi 2002, s. 185–187). Luisi podaje liczne chemiczne przykłady takich własności. Pośród nich znajduje się klasyczny przykład wody, która posiada własności różne od tych, które posiadają budujące jej cząsteczki atomy wodoru i tlenu. Zdaniem Luisiego jest to jeden z licznej klasy przypadków, w których własności związku chemicznego są różne od własności budujących go atomów (podobnie rzecz się ma z metanem, dwutlenkiem węgla, kwasem solnym, amoniakiem itd.) (Luisi 2002, s. 188–189). Z taką samą sytuacją mamy do czynienia w przypadku bardziej złożonych związków chemicznych, jakimi są na przykład białka: specyficzna zdolność do wiązania tlenu przez mioglobinę nie występuje w budujących to białko pojedynczych aminokwasach.¹⁹

Jeszcze bardziej interesującym przypadkiem jest hemoglobina. Jest to białko zbudowane z czterech łańcuchów polipeptydowych, z których każdy przypomina cząsteczkę mioglobiny. Przejście na wyższy poziom złożoności prowadzi do zasadniczej zmiany własności białka. Krzywe wiązania tlenu (powstałe przez zestawienie wartości wysycenia tlenem z określonymi wartościami ciśnień) mioglobiny i hemoglobiny różnią się znacząco. Pierwsza ma kształt hiperboliczny, druga natomiast sigmoidalny. Oznacza to, że zarówno hemoglobina, jak i mioglobina efektywnie łączą się z tlenem przy wysokim ciśnieniu, jednak mioglobina oddaje go jedynie wtedy, gdy ciśnienie jest bardzo niskie. Ma to niezwykle istotne znaczenie dla procesu oddychania u ssaków.²⁰ Różnice te wynikają z tego, że cztery łańcuchy polipeptydowe

¹⁸ Właśnie w oparciu o taką charakterystykę emergencji Kim formułuje streszczony wcześniej zarzut (Kim 2002, s. 110–111).

¹⁹ Mioglobina jest białkiem występującym w mięśniach. Jej biologiczna rola polega na wiązaniu tlenu, który jest uwalniany w warunkach jego niedoboru. Zdolność do wiązania tlenu mioglobina zawdzięcza tzw. grupie hemowej – podjednostce zawierającej wiążący się z tlenem atom żelaza. Co jednak bardzo ciekawe (z filozoficznego punktu widzenia jest to przykład makrodeterminacji) własności mioglobiny nie redukują się do własności grupy hemowej, gdyż ta sama grupa może pełnić różną funkcję w zależności od tego w skład jakiego białka wchodzi (Berg et al. 2009, s. 166, 183–187).

²⁰ Funkcją hemoglobiny jest przenoszenie tlenu, dlatego też, aby efektywnie ją spełniać hemoglobina musi być zdolna do oddawania go wtedy, gdy ciśnienie jest jeszcze stosunkowo wysokie (nasycona tlenem krew wychodzi z płuc i rozprowadza go po całym organizmie), w przeciwieństwie do niej mioglobina jest białkiem magazynującym tlen, a zatem musi być zdolna do oddawania go jedynie w warunkach jego niedoboru (np. zwiększony wysiłek fizyczny) (Berg i in. 2009, s. 183–184, 187–188).

budujące hemoglobinę współdziałają ze sobą,²¹ co oczywiście nie może mieć miejsca w przypadku pojedynczego łańcucha mioglobiny (Luisi 2002, s. 189–190).

Jeszcze inny przykład związany jest z powstawaniem miceli lub pęcherzyków (*vesicles*) z cząsteczek sufraktantów.²² Jak zaznacza Luisi, we wspomnianych tworach istnieje szereg nowych własności nie występujących u ich elementów składowych, takich jak kompartmentalizacja (*compartmentalization*) – powstanie ściśle wyodrębnionego od otoczenia obszaru, czy też zmiana mocy (pK) budujących strukturę kwasów tłuszczowych (Luisi 2002, s. 191). Co ciekawe, przykład miceli i pęcherzyków ma istotny związek z kwestią powstania życia i minimalnego życia (a więc co za tym idzie jego definicji), gdyż Luisiemu i innym badaczom udało się uzyskać twory tego typu zdolne do autoreplikacji i samopodtrzymywania się (Luisi 2003, s. 55–57).

Poza pojawianiem się nowych własności, dla emergencji niezwykle istotna jest kwestia makrodeternacji (przyczynowości skierowanej w dół). Kilka przykładów tego fenomenu zostało już podanych powyżej: zmiana pK kwasów tłuszczowych w micelach, zmiana własności wiązania tlenu spowodowana kooperowaniem kilku łańcuchów polipeptydowych w hemoglobinie. Inny, wskazany przez Luisiego przykład, to zmiana własności wodoru i tlenu w cząsteczce wody spowodowana powstaniem wiązań chemicznych (czemu odpowiada hybrydyzacja orbitali elektronowych)²³ oraz zmiana fluorescencyjnych i absorpcyjnych własności aminokwasów budujących łańcuchy białkowe. Te przykłady mimo prostoty należy uznać za niezwykle sugestywne, gdyż dotyczą zmiany możliwych do rejestrowania fizycznych własności komponentów (Luisi 2002, s. 195–196).

²¹ Przyłączenie się cząsteczki tlenu do grupy hemowej jednego z czterech łańcuchów polipeptydowych powoduje zmianę struktury całej cząsteczki hemoglobiny, która skutkuje łatwiejszym wiązaniem tlenu przez pozostałe grupy. Analogiczna sytuacja ma miejsce przy oddawaniu tlenu (Berg i in. 2009, s. 187, 198).

²² Sufraktanty to związki powierzchniowo czynne (substancje gromadzące się na powierzchni rozdzielającej dwie ciecze, ew. ciecz i gaz). Ich cząsteczki składające się z grupy hydrofobowej i polarnej grupy hydrofilowej. Ta specyficzna struktura powoduje, że cząsteczki te rozpuszczone w wodzie tworzą różnego rodzaju agregaty. Dzieje się tak na skutek samorzutnego ustawiania się cząsteczek sufraktantu względem wody. Jeśli agregaty są strukturami składającymi się z jednej warstwy cząsteczek, których część hydrofilowa skierowana jest na zewnątrz, a część hydrofobowa do wnętrza, określa się je mianem miceli. Micele mogą mieć różny kształt: najczęściej sferyczny lub cylindryczny. Jeśli natomiast agregaty zbudowane są z dwuwarstwowej błony (cząsteczki obu warstw są skierowane do siebie grupami hydrofobowymi) wówczas określamy je mianem pęcherzyków (liposomów) (Atkins 1999, s. 481–483; Pigoń, Ruziewicz 2007, s. 268–273).

²³ Luisi nie podaje o zmianę jakich własności dokładnie mu chodzi, sądzę jednak, że ma na myśli (m.in.) polaryzację cząsteczki wody (powstanie na budujących ją atomach tlenu cząstkowych elektrycznych ładunków ujemnych, a na wodoru dodatnich), która pozwala m.in. na tworzenie tzw. wiązań wodorowych (zob. Atkins 1999, s. 466–468).

Jądro argumentacji Luisiego stanowi propozycja, aby wspomniane przykłady rozpatrywać przez pryzmat kategorii „dedukowalności” (synchroniczny aspekt emergencji) i „przewidywalności” (diachroniczny aspekt emergencji). Luisi stawia więc pytania o to, czy emergentne własności mogą być wydedukowane lub przewidziane na podstawie wiedzy o własnościach komponentów (Luisi 2002, s. 191). Jak zaznacza, oba te pytania często nie są jasno rozgraniczane, choć w jednym chodzi o aposterioryczne wyjaśnienie, a w drugim o aprioryczne przewidzenie wystąpienia własności emergentnych na podstawie wiedzy o własnościach bazowych (Luisi 2002, s. 191). W obu przypadkach emergencja może być jednak również rozumiana dwójako tzn. jako relacja mocna lub słaba.

Rozpatrzmy najpierw kwestię wyjaśnialności. Mocna wersja emergencji zakłada, że aby własność uznać za emergentną musi być ona niededukowalna do własności bazowych, a słaba, że niededukowalność nie ma fundamentalnego charakteru i jest spowodowana konkretnymi czynnikami np. brakiem mocy obliczeniowych, odpowiednich narzędzi itp. (Luisi 2002, s. 192). Podobnego rozróżnienia możemy dokonać przy okazji przewidywania własności przed ich wystąpieniem. Mocna wersja emergencji zakłada, że takie przewidywanie jest niemożliwe z fundamentalnych względów, słaba zaś, że przewidywanie nie jest możliwe ze względów „technicznych” (Luisi 2002, s. 194).

Odnosząc się do podanych przez siebie przykładów, Luisi udziela na zadane przez siebie pytania zaskakujących odpowiedzi. Odnośnie wyjaśniania własności związku chemicznego (np. wody w oparciu o własności wodoru i tlenu, czy mioglobiny w oparciu o własności aminokwasów) odpowiedź jest twierdząca. Natomiast w przypadku przewidywania Luisi nie udziela zupełnie jednoznacznej odpowiedzi, z pewnością jednak nie uznaje, że wystąpienie jakiegoś związku chemicznego jest zupełnie nie do przewidzenia. Innymi słowy, w chemii zasadniczo możliwe jest wyjaśnienie, a także w pewnym stopniu przewidywanie własności związku w oparciu o wiedzę o jego elementach składowych np. dzięki odwołaniu się do mechaniki kwantowej (Luisi 2002, s. 192, 194).

Odpowiedź na drugie z zadanych pytań nie jest tak oczywista, jak w przypadku wyjaśniania, i dlatego powinna zostać uszczegółowiona. Luisi zaznacza bowiem, że jeśli jakiś kompleks jest odpowiednio złożony, to przewidzenie jego wystąpienia może być bliskie zeru. Na przykład, mioglobina składa się ze 153 aminokwasów. Przy założeniu, że istnieje 20 różnych aminokwasów i że łańcuch zbudowanego z nich białka ma 153 elementy, otrzymujemy 20^{153} , czyli ok. 10^{200} możliwych łańcuchów, podczas gdy tylko jeden z nich stanowi interesującą nas cząsteczkę. Teoretycznie można więc utrzymywać, że przewidzenie określonego związku jest wyłącznie kwestią czasu, jaką poświęćmy na działanie „poszukującego” go algorytmu. Jednak w przypadku

wielkich liczb zawsze istnieje ryzyko, że w grę mogą wchodzić powody fundamentalne.²⁴ Nie jest też jasne, czy np. wszystkie własności wody – takie jak to, że w warunkach normalnych jest ciekła, zmienia się w lód poniżej zera, a paruje w stu stopniach Celsjusza (i tym podobne) – mogą być przewidziane przy użyciu naszej obecnej technologii (Luisi 2002, s. 194). Niemniej samo istnienie takiego związku chemicznego (H₂O) jest, zdaniem Luisiego, możliwe do przewidzenia (Luisi 2002, s. 194). Luisi zauważa więc, że choć niekiedy wątpliwości może budzić to, czy przewidzenie jakichś własności jest spowodowane względami pragmatycznymi, czy fundamentalnymi, to niezależnie od nich trudno zaprzeczyć, że na wyższych poziomach organizacji pojawiają się nowe własności, i że własności te na ogół nie mogą być przewidziane (Luisi 2002, s. 195).

6. ZASKAKUJĄCA KONKLUZJA

Warto zwrócić uwagę na (sygnalizowane już przeze mnie) niezwykle podobieństwo poglądów Luisiego do przekonań Küppersa. W obu przypadkach istnienie własności emergentnych jest do pogodzenia z aposteriorycznym redukcjonizmem. W obu przypadkach cechy emergentne są rozumiane przede wszystkim jako cechy nowe i zdolne do wywierania przyczynowego oddziaływania na własności bazowe. Nawet w kwestii przewidywania Luisi i Küppers przejawiają ściśle analogiczne poglądy: ten ostatni stwierdza, że broniona przez niego koncepcja molekularnego darwinizmu pozwala zasadniczo na wyjaśnienie własności życia *a posteriori*, a nie na aprioryczne przewidzenie wszystkich jego aspektów ze względu na olbrzymią złożoność badanych fenomenów (Küppers 1991, s. 154).

Ta zaskakująca zbieżność poglądów naukowców deklarujących odmienne stanowiska światopoglądowe w połączeniu z siłą podawanych przez nich przykładów emergencji pozwala, w mojej opinii, na wyciągnięcie pewnego ogólnego wniosku: zasadnicza wyjaśnialność i jedynie warunkowa (wątpliwa) nieprzewidywalność cech z wyższych poziomów ontycznych wskazuje na to, że to nie te aspekty stanowią o ich emergentnym charakterze. O emergentnym charakterze własności stanowią natomiast: 1) nowość rozumiana jako niewystępowanie takich własności u elementów składowych oraz 2) zdolność do makrodeterminacji (przyczynowego oddziaływania w dół).

²⁴ Choć Luisi nie posługuje się takim przykładem można np. utrzymywać, że jeśli w grę wchodzi bardzo duże liczby, to nie da się skonstruować komputera, który zgromadziłby w pamięci wszystkie kombinacje, gdyż ich liczba przekraczałaby liczbę wszystkich atomów we Wszechświecie. (Oczywiście przy założeniu, że co najmniej jeden atom niezbędny jest jako nośnik informacji o danej kombinacji).

Warto zwrócić uwagę, że obie te cechy są realnymi aspektami własności wyższego rzędu i w żadnym wypadku nie znikną nawet wtedy, jeśli będziemy mogli wyjaśniać/przewidywać ich wystąpienie na podstawie wiedzy o własnościach ich składników.²⁵ Konkluzja ta jest niezwykle istotna dla definiowania życia. Pozwala one bowiem na odparcie zarzutu o zasadniczej niemożliwości definiowania życia ze względu na rzekomy brak specyficznych własności przynależnych biologicznemu poziomowi ontycznemu, i to w dodatku bez konieczności postulowania jakichkolwiek własności (typu siły witalnej) pozostającej w sprzeczności z redukcjonistyczną metodologią współczesnej nauki. Oczywiście szczegółowy kształt tej definicji stanowi zupełnie inne zagadnienie, które – jak już wzmiankowałem – nie będzie podejmowane na łamach niniejszego artykułu.

BIBLIOGRAFIA

- K. Ajdukiewicz, *Logika pragmatyczna*, PWN, Warszawa, 1974.
- P.W. Atkins, *Podstawy chemii fizycznej*, przeł. K. Pigoń, PWN, Warszawa 1999.
- J. M. Berg, J.L. Tymoczko., J. Stryer, *Biochemia*, przekład zbiorowy pod redakcją Z. Szweykowskiej-Kulińskiej i A. Jarmowłowskiego, PWN, Warszawa 2009.
- L. von Bertalanffy, *Ogólna teoria systemów*, przeł. E. Woydyłło-Woźniak, PWN, Warszawa 1984.
- A. Brack, M. Troublé, *Defining Life: Connecting Robotics and Chemistry*, "Origins of Life and Evolution of Biospheres" 40, 2010, s. 131–136.
- J. Bremer, *Jak to jest być świadomym. Analityczne teorie umysłu a problem neuronalnych podstaw świadomości*, Wyd. IFiS PAN, Warszawa 2005.
- K. Chodasewicz, *Filozoficzne trudności definiowania życia w świetle biologii współczesnej*, niepublikowana rozprawa doktorska dostępna do wglądu w Archiwum Uniwersytetu Wrocławskiego, 2011.
- _____, *Evolution, reproduction and definition of life*, "Theory in Biosciences" 133, 2014, s. 39–45 Chmurzyński J.A., *W poszukiwaniu istoty życia w: T. Zabłocka (red.), Organizm – jednostka biologiczna*, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1977.
- C. E. Cleland, *Life without definitions*, "Synthese" 185, 2012, s. 125–144.
- T. Gánti, *Podstawy życia*, Wiedza Powszechna, Warszawa 1986.
- J. Gayon, *Defining Life. Synthesis and Conclusions*, "Origins of Life and Evolution of Biospheres" 40, 2010, s. 231–244.
- A. Gecow, *The Purposeful Information. On the Difference between Natural and Artificial Life*, "Dialogue and Universalism" 11–12, 2008, s. 191–206.
- _____, *Informacja, formalna celowość i spontaniczność w podstawach definicji życia*, „Filozofia i Nauka. Studia filozoficzne i interdyscyplinarne” 1, 2013, s. 83–113
- A. Grobler, *Metodologia nauk*, Aureus, Kraków 2006.
- C. G. Hempel, *Filozofia nauk przyrodniczych*, przeł. B. Stanosz, Fundacja Aletheia, Warszawa 2001.
- G. F. Joyce, *Foreword*, w: D.W. Deamer, G.R. Fleischaker (red.), *Origins of life. The central concepts*, Jones and Bartlett Publishers, Boston, London 1994, s. xi–xii.

²⁵ Ani to, że woda jest cieczą (nowa własność), ani to, że pewne własności fizyczne budujących ją atomów ulegają zmianie (makrodeterminacja) nie przestaje być rzeczywiste w momencie, gdy wyjaśnimy jej własności przez odwołanie się do wiedzy o poziomie ontycznym jej składników.

- J. Kim, *Umysł w świecie fizycznym. Esej na temat problemu umysłu i ciała oraz przyczynowania mentalnego*, przeł. R. Poczobut, Wydawnictwo IFiS PAN, Warszawa 2002.
- W. Korohoda, *Myśli i opinie wybranych przyrodników o emergencji i redukcjonizmie w biologii* w: M. Heller, J. Mączka (red.), *Struktura i emergencja*, Wydawnictwo Diecezji Tarnowskiej Biblos, Kraków 2006.
- B. Korzeniewski, *Cybernetic Formulation of the Definition of Life*, "Journal of Theoretical Biology" 209, 2001, s. 75–286.
- _____, *Confrontation of the Cybernetic Definition of Living Individual with the Real World*, "Acta Biotheoretica" 53, 2005, s. 1–28.
- B.-O. Küppers, *Geneza informacji biologicznej. Filozoficzne problemy powstania życia*, przeł. W. Ługowski, PWN, Warszawa 1991.
- A. Lazcano, *Towards a Definition of Life: The Impossible Quest?*, "Space Science Reviews" 135, 2008, s. 5–10.
- P. Lenartowicz, *Elementy filozofii zjawiska biologicznego*, Wydawnictwo Apostolstwa Modlitwy, Kraków 1984.
- J. Losee, *Wprowadzenie do filozofii nauki*, przeł. T. Bigaj, Prószyński i S-ka, Warszawa 2001.
- P. L. Luisi, *About Various Definitions of Life*, "Origins of Life and Evolution of Biospheres" 28, 1998, s. 613–622.
- _____, *Emergence in Chemistry. Chemistry as the Embodiment of Emergence*, "Foundations of Chemistry" 4, 2002, s. 183–200.
- _____, *Autopoiesis. A Review and a Reappraisal*, "Naturwissenschaften" 90, 2003, s. 49–59.
- W. Ługowski, *Filozoficzne problemy protobiologii*. Wyd. IFiS PAN, Warszawa 1995.
- E. Machery, *Why I Stopped Worrying About the Definition of Life... and Why You Should As Well*, "Synthese" 185, 2012, s. 145–164.
- E. Mayr, *To jest biologia. Nauka o świecie żywym*, przeł. J. Szacki, Prószyński i S-ka, Warszawa 2002.
- E. Nagel, *Struktura nauki: zagadnienia logiki wyjaśnień naukowych*, przeł. J. Giedymin, B. Rassalski, H. Eilstein, PWN, Warszawa 1970.
- K. Pigoń, Z. Ruziewicz, *Chemia fizyczna. Podstawy fenomenologiczne*, PWN, Warszawa 2007.
- R. Poczobut, *System – struktura – emergencja* w: M. Heller, J. Mączka (red.), *Struktura i emergencja*, Wydawnictwo Diecezji Tarnowskiej Biblos, Kraków 2006.
- _____, *Między redukcją a emergencją. Spór o miejsce umysłu w świecie fizycznym*, Wyd. Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław 2009.
- R. Popa, *Between Necessity and Probability: Searching for the Definition and Origin of Life*, Springer, Berlin–Heidelberg 2004.
- K. Ruiz-Mirazo, J. Pereto, A. Moreno, *A Universal Definition of Life: Autonomy and Ppen-endedE Evolution*, "Origins of Life and Evolution of Biospheres" 34, 2004, s. 323–346.
- A. Urbanek, *Rewolucja naukowa w biologii*, Wiedza Powszechna, Warszawa 1973.
- _____, *Emergentyzm* w: Z. Cackowski, J. Kmita, K. Szaniawski, P.J. Smoczyński (red.), *Filozofia a nauka. Zarys encyklopedyczny*, Ossolineum, Wrocław 1987.
- F. G. Varela, H. R. Maturana, R. Uribe, *Autopoiesis. The Organization of Living Systems, Its Characterization and a Model*, "BioSystems" 5, 1974, s. 187–196.

**EMERGENCE IN BIOLOGY – REDUCTIONISM VERSUS
ORGANICISM**

ABSTRACT

The article offers a comparative analysis of the views on biological emergence by two philosophizing scientists – Bernd-Olaf Küppers and Pier Luigi Luisi. Both authors declare different philosophical positions: the former claims to be a reductionist, while the latter considers himself an organicist. Both scientists differ also in their opinions about whether it is possible to define life. Küppers is convinced that life cannot be defined, unless it possesses some emergent properties, while Luisi claims that life exhibits emergent features and can be satisfactorily defined. The confrontation of opinions of both authors leads to unexpected conclusions.

Keywords: emergence in biology, organicism, mechanicism, downward causation, defining life.