

# Zjawiska (fakty) emergentne

JERZY A. JANIK

Jakiś czas temu ukazała się książka śp. ks. arcybiskupa Józefa Życińskiego pt. *Wszechświat emergentny*<sup>1</sup>. Życiński umiejętnie próbuje w niej zinterpretować, niejako na nowo, fakty świadczące o szeroko pojętej ewolucji, której kolejne etapy wyłaniają się jako fakty emergentne z etapów poprzednich. W niniejszym eseju zamierzam dołączyć mój głos fizyka do spojrzenia reprezentowanego przez Życińskiego – teologa i kosmologa. Chciałbym przede wszystkim zwrócić uwagę na związek jaki (moim zdaniem) istnieje pomiędzy *emergencją* – jako zjawiskiem fizycznym (choć nie tylko) – a problemem *całość/część*.

Najpierw jednak wypada wprowadzić pojęcie emergencji – pojęcie występujące zarówno w filozofii, jak i w naukach przyrodniczych. W słowniku filozoficznym (*HarperCollins Dictionary of Philosophy*) znajduję następujące określenie sytuacji emergentnej: Nowa sytuacja, wyłoniona z jakiejś „struktury” jako całości. To, co się wyłania, nie może być wyjaśnione poprzez analizę części składowych całości. Np. (być może) umysł jest rezultatem emergencji pojawiającej się, gdy neuronowe procesy zostają zorganizowane w pewien sposób. Emergencja charakteryzuje się nieciągłością, nowością, jakimś postępowaniem – krokiem naprzód.

Życiński w swej książce *Wszechświat emergentny* rozróżnia pomiędzy emergencją mocną i słabą. W przypadku mocnej emergencji rozpatrywane w mikroskali prawa funkcjonujące w badanym układzie fizycznym **nie wystarczają**, aby wyjaśnić wyniki obserwowane w ewolucji systemu. Natomiast zwolennicy słabej emergencji twierdzą, że teoretycznie możliwy jest opis ewolucji przez uwzględnienie jego charakterystyki na mikropoziomie, ale praktycznie jest to zbyt skomplikowane, ze względu na wysoki stopień złożoności.

Dość powszechnie przyjmowana teza, że całość to coś więcej niż suma części, może zostać podważona przez krytyczne podejście do problemu **część**, sformułowane np. przez Kazimierza Twardowskiego: „Słowo część, składnik należy brać w najszerszym sensie. Nie tylko to, co zwyczaj językowy codziennego życia lub matematyki oznacza jako część, ma być przez to rozumiane, ale w ogóle wszystko, co daje się wyróżnić w przedmiocie przedstawienia, bez względu na to, czy można mówić rzeczystwem, czy tylko myślowym rozłożeniu na to wyróżnialne”. W tym sensie np. atom wodoru

składa się nie tylko z elektronu i protonu jako części, ale również z oddziaływania między nimi. Uwzględnienie tego wydaje się umożliwiać traktowanie całości – atom wodoru – jako sumy części – elektron+proton+oddziaływanie.

Wracając do diskutowanego problemu emergencji, można twierdzić, że własności atomu wodoru (np. serie widmowe Balmera, Lymana itd.) są emergentne, czyli wyłaniają się z całości jaką ten atom reprezentuje.



fot. ze zbiorów Autora

Jerzy A. Janik

Analiza mikroskali, przy traktowaniu jej zgodnie ze wskazówką Twardowskiego, wyjaśnia tę emergencję, lokalizując ją w klasie emergencji słabej. Podobnie np. fonony w kryształach (czyli drgania sieci krystalicznej) są wyłonione z całości struktury kryształu emergentnie, ale ich opis jest możliwy przez uwzględnienie jego charakterystyki na mikropoziomie. Emergencja słaba.

Jeszcze kilkadziesiąt lat temu można było mniemać, że zjawisko (fakt) pogody, klimatu, a także pewnych jak gdyby struktur pojawiających się np. w chmurach, to są fakty emergentne, będące rezultatem gry takich wiel-

<sup>1</sup> Józef Życiński, *Wszechświat emergentny*, Wydawnictwo KUL, 2009.

kości, jak temperatura, ciśnienie, gradienty temperatury itp. – gry niedostępnej jednak dla analizy na mikropoziomie. Dopiero era komputerów umożliwiła dokonywanie rachunków o takim stopniu komplikacji i wtedy okazało się, że analiza na mikropoziomie jest dostępna, czyli to, co wynika z gry toczącej się w atmosferze jest emergencją słabą. Całe to zagadnienie stanowi przedmiot studiów stosunkowo młodego działu nauk przyrodniczych noszącego nazwę teorii chaosu.

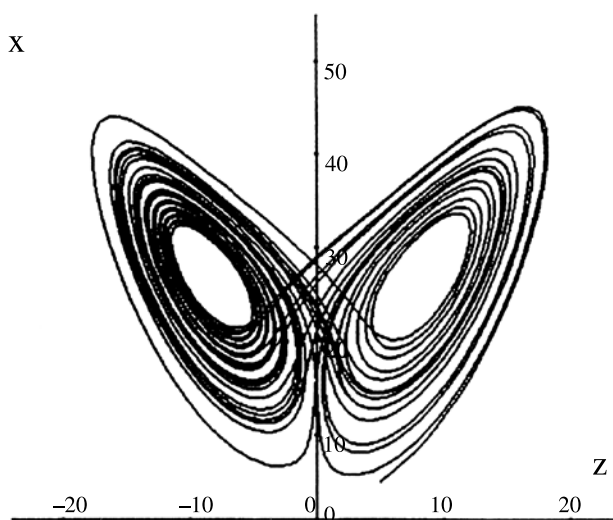
Zarysuję tutaj jeden z problemów teorii chaosu abstrahując (na razie) od treści fizycznej, a koncentrując się na stronie matematycznej. Weźmy układ równań różniczkowych następujący:

$$\dot{x}(t) = E[-x(t) + y(t)]$$

$$\dot{y}(t) = Rx(t) - y(t) - x(t)z(t)$$

$$\dot{z}(t) = x(t)y(t) + Fz(t)$$

W tym układzie równań, kropka nad  $x$ ,  $y$ ,  $z$  oznacza różniczkowanie po czasie, zaś  $E$ ,  $R$  i  $F$  są parametrami, od których wyboru zależy rezultat matematycznej gry, uzyskany jako zależności  $x(t)$ ,  $y(t)$ ,  $z(t)$ . Interpretując tę matematykę w terminologii całość/część, jestem skłonny uznać za części zmienne  $x$ ,  $y$ ,  $z$  oraz zawarte w powyższych równaniach relacje pomiędzy tymi zmiennymi. Po rozwiązaniu tych równań i eliminacji czasu otrzymujemy miejsce geometryczne w trójwymiarowej tzw. przestrzeni fazowej w postaci tzw. dziwnego atraktora, którego rzut na płaszczyznę  $xz$  (przykładowo dla  $E=10$ ,  $F=2.66$ ,  $R=28$ ) wygląda tak:



Za emergentny rezultat można uważać fakt, że ścisły determinizm, aczkolwiek formalnie mający miejsce, faktycznie przestaje obowiązywać, gdyż, przy jak gdyby nieoczekiwaniu pojawiających się przeskokach między „spiralami” i coraz gęstszych zwojach spiral, najdrobniejsze fluktuacje warunków prowadzą lub mogą prowadzić do drastycznych zmian sytuacji. Ze względu więc pragmatycznych determinizm ścisły musi być zastąpiony przez determinizm probabilistyczny.

Wracając na teren fizyki (z jej pochodną meteorologią) informuję, że napisany powyżej układ równań nosi nazwę równań Lorenza i (w uproszczony sposób) opisuje „wyłanianie się” pogody z gry parametrów takich jak ciśnienie, temperatura, gradienty temperatur itp. Widać przy tym, że niestabilny matematycznie charakter roz-

wiązań (widoczny w geometrii dziwnego atraktora) czyni przewidywalność pogody problematyczną, dla czasu powyżej kilku dni. Wobec rozwoju teorii chaosu dyskutowana tu emergencja pozostaje emergencją słabą.

To, co napisałem o emergencji, nie zasługuje właściwie na uważanie emergencji za wyraźnie odrębną grupę zjawisk (faktów). Przykłady, które wymieniłem interpretowane mogą być na gruncie analizy opartej na prawach fizyki rządzących mikropoziomem. W tych przykładach mikropoziom okazał się być dostępny na tyle, że można było skonstruować model, bardziej lub mniej skomplikowany.

Przechodząc do przykładów emergencji bardziej tajemniczej, muszę opuścić teren, w którym mam prawo czuć się w miarę kompetentny (tzn. teren fizyki i matematyki). Nowy teren stanowi domenę pogranicza fizyki, chemii, biologii, psychologii. Jest to teren tak skomplikowany, że zobaczenie związku mikropoziomu z emergentnym faktem jest niemożliwe. Stajemy przed problemem: albo **wierzmy**, że emergencja jest nadal słaba, tylko nie jesteśmy w stanie wskazać na konkretne szczegóły modelu albo **wierzmy**, że emergencja – przy takim stopniu skomplikowania – staje się emergencją mocną, wymagającą nowych praw. Ograniczę się do wytypowania emergentnych faktów tej kategorii:

1. Takim faktem jest emergencja życia z materii nieożywionej. Zdaję sobie oczywiście sprawę z pewnej dychotomii poglądów. Są tacy, którzy utrzymują, że wyłonienie się życia wymaga interwencji Boga. Należę do tych, którzy odrzucają potrzebę takiej interwencji. To odrzucenie ma charakter **wierzenia**, a nie dowodzenia. W tym wierzeniu wspomagają mnie fakty wyłaniania się z materii nieożywionej czegoś, co być może nie jest jeszcze życiem, ale prawie nim jest – jakiegoś pół-życia. Mam tu na myśli np. wirusy, które trudno chyba zaliczyć bez zastrzeżeń do materii nieożywionej.

2. Kolejnym faktem jest emergentne powstawanie nowych gatunków z populacji poprzedzającej – darwinowska ewolucja. Istnieje pokusa by sądzić, że wchodzi tu w grę jakieś nowe prawa charakterystyczne dla wyłaniania się czegoś nowego z całości a nie z części (czyli mikropoziomu). Być może trzeba zastanowić się nad takimi faktami, które wymagają wyłonienia się **jednocześnie** szeregu nowych cech.

3. Kolejnym faktem, w którym być może emergencja dochodzi do skutku jest problem **umysł a mózg**. Materialistyczny punkt widzenia tej sprawy jest następujący: Świat materialny jest wszystkim co jest. Świadomość (umysł – *mind*) jest komputero-podobną funkcją mózgu, a myślenie jest wyegzekwowaniem szeregu algorytmów. Sprawiają to neurony, oddziałując na siebie. Mózg jest więc swego rodzaju mentalnym laptopem. Spirytualistyczny punkt widzenia zakłada dualizm: dusza i ciało. Inteligentne myślenie operuje poprzez mózg, ale jest czymś więcej niż proces fizyczny. Mózg jest w rzeczywistości procesorem danych, ale inteligencja i świadomość rezydują gdzie indziej. Ten punkt widzenia był już charakterystyczny dla filozofii greckiej, a wczesne chrześcijaństwo go od niej przejęło. Obecnie coraz częściej sugerowany jest inny obraz: Materialna rzeczywistość jest pierwotna, ale nie jedyna. Coś większego niż materialna rzeczywistość **wyłania się** z materii – świadomość. Umysł (*mind*) jest w tym obrazie emergentnym tworem przejmującym kontrolę nad mózgiem.