

## CEL (CELOWOŚĆ, TELEOLOGIA)

**Kryzys pojęć teleologicznych.** W ciągu ostatnich stuleci wielu filozofów przyrody zakwestionowało obiektywność pewnych fundamentalnych – dostrzeganych nawet przez dzieci – cech dynamiki biologicznej, takich jak: *całościowość*, *integracja*, *autonomia (actio immanens)*, *celowość*, *perfekcyjność* oraz *obiektywną orientację* form żywych w otoczeniu. Niektóre z tych terminów zniknęły nawet z wielu współczesnych słowników i encyklopedii filozoficznych.

Głównym powodem odrzucenia wspomnianych pojęć była rewolucja filozoficzna, która zakwestionowała metafizykę pluralizmu arystotelesowskiego (Stwórca, ludzie, zwierzęta, rośliny, materia mineralna) i wprowadziła na to miejsce metafizykę monizmu materialistycznego (materia mineralna z jej prawidłowościami). Ta rewolucja rozpoczęła się w epoce Galileusza (1564–1642) i Kartezjusza (1596–1650). Polegała ona głównie na krytyce obiektywności poznania cech jakościowych (*qualia*) oraz na odrzuceniu pojęcia substancji. W następnym etapie tej rewolucji, Immanuel Kant (1724–1804) uznał substancję i celowościowość za aprioryczne kategorie ludzkiego umysłu, a nie za wyraz prawdy, odkrywanej w toku obserwacji zjawisk biologicznych.

Dalszym etapem tej rewolucji pojęciowej był redukcjonizm, który w częściach szukał rozwiązania problemu całości i co gorsza, próbował zastąpić obserwację całości obserwacją części. Redukcjonizm stworzył wielkie niebezpieczeństwo *fragmentaryzmu* i *biomorfizmu* (por. Koszteyn & Lenartowicz 1999).

**Fragmentaryzm.** Przedmiotem badań biologa jest bardzo złożony układ struktur i dynamizmów. Biolog jest w stanie oddzielić jakiś fragment przedmiotu obserwacji od reszty tego układu. Może w swym umyśle „wydłubać” pojedynczą cząsteczkę CO<sub>2</sub> i udawać, że proces oddychania może być zilustrowany dyfuzją tej cząsteczki. Najbardziej znanym przykładem fragmentaryzmu jest mit DNA, przypisujący tej cząsteczce zdolność do „samoreplikacji” i „samotranslacji”, oraz czyniący z niej „najwyższą instancję” kierującą rozwojem i behawiorem organizmu.

[Fragmentaryzm] „czasami nazywa się błędem ‘TO NIC INNEGO JAK TYLKO ...’ Spośród wielu przykładów takiego niewłaściwego uproszczenia można przytoczyć redukcję całej dynamiki poznawczej człowieka do jakichś form wrażliwości receptorów zmysłowych, redukcję życia do kategorii czysto biochemicznych, darwinowską redukcję wszystkich wyższych władz i wyższych czynności (takich, jak wybory i decyzje moralne) do ilościowych różnic w instynktach właściwych grupie naczelnych (*Primates*), marksistowską redukcję wszystkich motywów [ludzkiego działania] do pobudek ekonomicznych” (Wuellner 1966/262–263)

Fragmentaryzm, tracąc z oczu całość formy żywej, uniemożliwia poprawny opis zjawisk, w których przejawia się celowość. Celowość bowiem jest ściśle związana z całościowością, a całościowość wymaga odpowiedniej – dyktowanej przez przedmiot – skali obserwacji.

**Biomorfizm** (czyli nowoczesna odmiana animizmu). Metodologię redukcjonizmu przenika też błąd, który można nazwać biomorfizmem. Biomorfizm usiłuje wykazać, że fundamentalne zjawiska biologiczne są prostą konsekwencją fizyczno-chemicznej dynamiki otoczenia lub pewnych, abstrakcyjnie pojmowanych i fragmentarycznych aspektów życia. Ta ukryta i poznawczo niebezpieczna tendencja polega na przypisywaniu zjawiskom fizyczno-chemicznym cech żywego organizmu. Rozważmy dla przykładu następującą wypowiedź:

„Światło zapobiega etiolacji, wpływa na kiełkowanie nasion, oraz indukuje fotoperiodyzm. Światło jest tutaj źródłem informacji, a nie energii jak w fotosyntezie. Informacja przekazywana jest za pośrednictwem specyficznych fotoreceptorów. /.../.

*Ostatecznym rezultatem jest reakcja rośliny, np. zahamowanie wzrostu łodygi, szybszy wzrost liści, zmiany pokroju rośliny, zakwitanie, kiełkowanie*” (Jura & Więckowski 1998)

Powyższe słownictwo sugeruje, że nieożywione formy energii posiadają cechy dynamiki biologicznej. Taki sposób opisu stwarza poważne niebezpieczeństwo chaosu i nieporozumień pojęciowych. Wyrażenia typu: „przekaz informacji”, „zapobieganie”, „źródło informacji”, „hamowanie”, „produkowanie”, „kontrolowanie”, użyte w odniesieniu do światła słonecznego można by nazwać „biomorfizmem” lub „technomorfizmem”. Tak nieodpowiedzialna terminologia przypomina antropomorfizm idei Platona, który pisał:

*„/.../ słońce ./../ rzeczom widzialnym nie tylko widzialności dostarcza, ale i powstawania, i wzrostu, i pożywienia ./../.”* (Państwo, 509.b.2).

Inny przykład biomorfizmu znajdujemy w artykule B. S. Haldane’a (*Quantum Mechanics as a Basis for Philosophy*, 1934), którego cytuje Kapp (1940):

*„Atom jest złożonym systemem, który automatycznie naprawia się po utracie jednego lub więcej elektronów”* (Haldane 1934).

Kapp (1940) w następujący sposób komentuje wypowiedź Haldane’a:

*„Haldane stosuje tu język biologii do [opisu] świata nieorganicznego. On nie zabrania biologom prawa do korzystania z takich wyrażen jak „naprawa” i „okaleczenie”. On mówi nam, że fizycy mogą wiarygodnie wykorzystywać taką terminologię, gdy mowa jest o atomach. A czyniąc tak zamazuje on rozróżnienie pomiędzy światem organicznym a nieorganicznym. /.../ [Haldane] nie mówi że elektrony spadają na zjonizowany atom tak, jak kamienie spadają po zboczach. On sugeruje, że zjonizowane atomy chwytają elektrony tak, jak głodny wróbel chwytają ziarenka zboża. [Taki] sposób wyrażania się przypisuje atomom inicjatywę analogiczną do [actio immanens] wróbla.”*

**Paradoks współczesnej biologii.** Właściwe dla biologii rozumienie pojęć związanych z celowością, reprezentowane przez Arystotelesa, czy też niektórych XIX– i XX– wiecznych witalistów, takich np., jak Cuvier (1769-1832), Windle (1858-1929), Reinke (1841-1931), Driesch (1867-1941), zostało przez redukcjonizm, fragmentaryzm i biomorfizm zepchnięte w cień i zapoznane, mimo, że stanowi ono ważny element tak biologii jak i filozofii przyrody.

Powstała więc sytuacja paradoksalna. Z jednej strony metodologia oparta na opcji monizmu materialistycznego „zabrania” stosowania pojęć teleologicznych w opisie i interpretacji zjawisk obserwowanych w świecie istot żywych. Z drugiej strony empiria biologiczna z coraz większą oczywistością ukazuje, że teleologiczne schematy pojęciowe doskonale pasują do obiektywnej wiedzy biologicznej i pozwalają na wykrywanie niewątpliwych prawidłowości.

Żaden szanujący się embriolog, biochemik czy fizjolog nie powie, że rozwojem organizmu „rządzą” jakieś chaotyczne, bezcelowe dynamizmy. Większość biologów nie powie, że cykl Krebsa to rezultat bezładnych „kolizji” cząstek chemicznych, ale dostrzeże w tym łańcuchu przemian „żelazną logikę”:

*„/.../ charakterystyczną cechą makrocząstek jest to, że należą one do substancji, których spontaniczne powstawanie nie jest prawdopodobne. Chemicy ze swoimi technikami syntezy wciąż ponoszą klęskę w zadaniu wytworzenia substancji, które organizmy żywe produkują w wielkiej obfitości. W komórce związki te nie mogą powstać w wyniku czysto losowych reakcji chemicznych. Muszą być tworzone zgodnie ze starannie zaplanowanym szlakiem przemian, o swoistości nieosiągalnej dla chemika w jego laboratorium.”* (Rose & Bullock 1993/91–92)

**Warunki rozpoznania celowości.** Ukazanie pełnego znaczenia pojęcia celowości wymaga odwołania się do zjawisk *selektywności, korelacji, integracji* oraz do

dynamiki poznawania, czyli *orientacji* form żywych w otoczeniu i (do pewnego stopnia) we własnej bytowości.

Budowanie wiosną tysięcy gniazd przez ptaki, czy też wyszukiwanie przez motyle właściwych gatunków kwiatów na łące, jest ilustracją selektywności działania. Ta selektywność jest zależna od władz poznawczych ptaków lub owadów oraz od ich zdolności do manipulowania swoim ciałem.

Zjawisko korelacji może być zilustrowane dopasowaniem panewki stawu biodrowego do główki kości biodrowej. Innym przykładem korelacji może być dopasowanie momentu produkowania przez kwiat zapachów wabiących owady do momentu wyprodukowania pyłku. Każde zjawisko korelacji jest równocześnie wyrazem selekcji – często bardzo różnorodnych.

Zjawisko integracji zachodzi tam, gdzie mamy do czynienia z powstawaniem całości (np. w procesach biosyntezy, morfogenezy, czy też „maszynogenezy”) lub gdy mamy do czynienia z jakąś całościową tendencją (np. tendencją do zdobywania pokarmu, opieki nad potomstwem).

**Behawior strzelczyka, jako ilustracja genezy pojęć teleologicznych.** Przykładem, ilustrującym te zjawiska i dynamizmy, może być behawior zdobywania pokarmu przez słodkowodną rybę strzelczyka (*Toxotes*). Ta przypowierzchniowa ryba strąca do wody owady, pająki, a nawet małe jaszczurki, siedzące na liściach lub gałęziach przybrzeżnej roślinności, wystrzeliwując z pyska strumień wody na odległość kilkudziesięciu centymetrów. Strzelczyk potrafi też „zestrzelić” owada, który leci nad powierzchnią wody.

Jakie warunki muszą być spełnione, aby polowanie strzelczyka zakończyło się sukcesem?

- Ryba musi dostrzec ofiarę (która dzięki mimikrze jest często trudna do zauważenia) i ocenić jej położenie w trójwymiarowej przestrzeni (korygując równocześnie iluzje związane z przechodzeniem światła przez granicę powietrza i wody). Ofiarami strzelczyka nie są jakieś dowolne obiekty, ale określone, *wyselekcjonowane* rodzaje zwierząt. Strącenie ich do wody wymaga *orientacji* w otoczeniu.
- Musi ocenić odległość i kąt pod jakim należy wypluć strumień wody, aby trafić w ofiarę. Ocena odległości i kąta, wprowadzanie poprawki, związanej z przemieszczaniem się ofiary jest w znacznej mierze bezwiedna, co nie oznacza, że nie wymaga to orientacji ryby w otoczeniu. Ryba wystrzeliwuje strumień wody w stronę swojej ofiary, co jest selekcją kierunku w przestrzeni.
- Musi ocenić masę ofiary (inną w przypadku muchy lub pająka, a inną w przypadku jaszczurki), aby strumień wyplutej wody miał odpowiednią energię (siłę rażenia). Dostrzegamy tutaj wyraźną korelację między masą (wielkością) ofiary a siłą rażenia strumienia wystrzelwanej wody.
- Musi ocenić miejsce, w którym ofiara spadnie do wody, aby dotrzeć tam, zanim inne ryby zorientują się, że np. jaszczurka wpadła do wody.
- Musi posiadać odpowiednie struktury pyska, które pozwalają na wystrzeliwanie precyzyjnie regulowanych porcji wody, w precyzyjnie określonym kierunku (por. Schuster 2007; Schuster *et al.* 2004, 2006).

**Konieczności biologiczne.** Termin „musi” wyraża pewne konieczności biologiczne. Jedne z nich to *konieczności strukturalne* – np. anatomia pyska strzelczyka, umożliwiająca mu precyzyjne wystrzeliwanie odpowiedniej porcji wody w odpowiednim kierunku, na odpowiednią odległość. W przypadku motyli przykładem

konieczności strukturalnej może być odpowiednio długa, zwinięta trąbka, umożliwiająca wydobywanie nektaru, ukrytego na dnie kwiatu.

Inne konieczności mają charakter *behawioralny*, czyli *poznawczo – manipulacyjny*. Strzelczyk, aby strącić ofiarę z liścia, musiał dostrzec owada (lub jaszczurkę) a następnie ustawić (za pomocą płetw) swoje ciało tak, by precyzyjnie wystrzelić strumień wody. Motyl, aby wydobyć nektar z kwiatu musi dostrzec odpowiednią roślinę, a następnie – posługując się skrzydłami – wylądować na kwiecie, wyprostować trąbkę i trafić nią do gruczołów, w których roślina produkuje nektar.

Termin „konieczność” odnosi się do natury, czyli istoty substancji żywej i to konkretnej, a nie byle jakiej. Inne są konieczności dla pająka, a inne dla rośliny. Koniecznością dla pająka jest posiadanie gruczołów produkujących różne rodzaje jedwabiu. Koniecznością dla rośliny jest posiadanie mechanizmów pozwalających na zamianę energii światła na energię chemiczną.

W materii mineralnej nie obserwuje się żadnej konieczności, która doprowadziłaby do wyprodukowania pajęczyny. Obecność pajęczyny dowodzi istnienia pająka, czyli formy żywej, która posiada nie byle jakie zdolności. Nie byle jaki skutek dowodzi istnienia nie byle jakiej przyczyny. Po skutkach można się domyśleć warunków jakie musi spełniać przyczyna.

Tam gdzie występuje selekcja, tam musi zachodzić orientacja w otoczeniu i do pewnego stopnia w swoim własnym ciele (strzelczyk musi posiadać odpowiednią orientację, aby sterować dynamiką swoich płetw, aby ustawić ciało w pozycji gwarantującej prawidłowy kierunek strumienia wody, a potem by dopłynąć w miejsce, gdzie spadł owad).

Tam gdzie obserwujemy korelację musi istnieć przyczyna zdolna, by tę korelację zrealizować. Tam gdzie obserwujemy integrację musi istnieć przyczyna integrująca.

**Obserwowalność zjawisk celowych.** Behawior celowania, wycelowywania jest czymś obserwowanym, a nie tylko „wydumany”. Selekcja ofiary jest rzeczywistością obiektywną. Obserwator może się w niej zorientować, ale jej nie „wymyśla”. Cel, korelacje, selekcja nie są kategoriami umysłowymi człowieka, narzuconymi na rzeczywistość biologiczną. Są one pojęciami, których treść pochodzi z obserwacji. Tolman stwierdza:

*„/.../ cele i procesy poznawcze, które tak bezpośrednio i immanentnie tkwią w zachowaniu, są całkowicie obiektywne” (Tolman 1995/30).*

**Pojęcia teleologiczne a nauki przyrodnicze.** Używanie pojęć teleologicznych – w opinii wielu przyrodników – jest wyrazem antropomorfizmu.

*„Przyrodnicy w zasadzie odżegnują się od przymiotnika celowy i rzeczownika celowość w opisie badanych przez siebie zjawisk. /.../ Człowiek przywykł do tego, że wszelkie skomplikowane struktury, będące dziełem jego rąk, nie tylko czemuś służą, ale też w jakimś celu zostały zaprojektowane. Dlatego obserwując skomplikowane struktury i bogactwo świata organicznego skłonni jesteśmy doszukiwać się tam jakiegoś celu /.../ Szarski postuluje, aby mówić o celu tam, gdzie mamy do czynienia ze świadomym zaplanowaniem jakiegoś procesu lub struktury. O celu można mówić przy wytworach umysłu i rąk ludzi, którzy pewne rzeczy planują, a następnie realizują je. Mówienie o celu struktur biologicznych sugeruje, że za tymi strukturami kryje się pewien z góry podjęty zamysł, który został zrealizowany w podobny sposób, jak człowiek planuje i realizuje budowę domu.” (Krzanowska et al. 1995/204–206).*

Jednak nawet biolodzy zwalczający „teleologizm” nie są w stanie zignorować faktu istnienia owych „skomplikowanych struktur” i faktu budowania ich przez formy żywe. Dlatego w miejsce pojęcia *teleologii* wprowadzono – na gruncie nauk

biologicznych – „bliźniacze” pojęcie *teleonomii*. Oba pojęcia – jak łatwo zauważyć – odnoszą się do *skomplikowanych, perfekcyjnie* funkcjonujących struktur, *precyzyjnych* dynamizmów lub *selektywnych* działań, które pełnią jakąś ściśle określoną rolę w życiu bakterii, rośliny, zwierzęcia czy człowieka. Jaka jest zatem między nimi różnica? Tylko taka, że w powstawaniu np. skomplikowanych urządzeń technicznych (typu silników spalinowych, komputerów, ładowników marsjańskich, itp.) zaangażowana była świadoma działalność intelektualna człowieka, natomiast w powstawaniu urządzeń „biotechnicznych” (typu ATPaz, silniczków lokomocyjnych bakterii, nematocyst jamochłonów, itp.) była zaangażowana jakaś dynamika nie-intelektualna.

**Aspekt epistemologiczny sporu o status pojęć teleologicznych.** Dynamika poznawcza jest nieobserwowalna. Nie widzimy ani intelektu drugiego człowieka, ani orientacji kurczaka w otoczeniu. Istnienia dynamiki poznawczej domyślamy się, obserwując rezultaty behawioru istot żywych. Do rezultatów tej dynamiki należą zjawiska selektywności, korelacji, integracji. Są one obserwowane zarówno w przypadku człowieka budującego ładownik marsjański, jak i w przypadku embriogenezy kurczęcia.

Kwestia rozstrzygnięcia zasadności rozróżnień „teleologia” vs „teleonomia”, wydaje się jednak mniej istotna od problemu ustalenia precyzyjniejszych kryteriów oceny, jaka klasa zjawisk biologicznych „podpada” pod którekolwiek z tych pojęć.

Zagadnienie celowościowości wiąże się z trzema odrębnymi, choć ściśle ze sobą związanymi zjawiskami:

1. *przyczyną celową*, czyli „autorem” działań celowych,
2. *działaniem celowym*, czyli dynamiką prowadzącą do skutku zwanego *celem*,
3. *celem*, czyli skutkiem działania celowego.

Skoro przyczyna działań celowych jest – w przypadku człowieka – rozpoznawana po skutkach, to i w każdym innym wypadku przyczyna działań celowych (Marsjanina, Inteligencji pozaziemskiej, bakterii) powinna być rozpoznawana po skutkach.

**Cechy i właściwości skutku a rozpoznawanie zjawisk celowościowych.** Powstaje więc pytanie, czy na podstawie cech i właściwości skutku możemy w nim rozpoznać *cel*? Czy na podstawie skutku możemy w jego „autorze” rozpoznać *przyczynę celową*, a jego dynamikę uznać za *działanie celowe*?

Czy „Marsjanin” widząc jedynie wiatrak lub zegarek, mógłby się zorientować, jaki *rodzaj przyczyny* ten wiatrak zbudował? Czy inżynier (nie mający „zielonego pojęcia” o jamochłonach), widząc pod binokulem parzydełko i to, co z się nim dzieje pod wpływem dotyku, mógłby się zorientować, jakiego *rodzaju przyczyna* je wybudowała, i jakiego rodzaju dynamika była niezbędna do skonstruowania tego urządzenia? Byłoby to możliwe, gdyby dostrzegli oni w tych obiektach *synheksję*, *symmorfię*, *stechiometrię*, *syntopię*, *synchronię* i *synergię* (por. Lenartowicz 1986a/240–242; Lenartowicz 1993b).

*Synheksja* – (gr. *heksis* = właściwości dynamiczne; *syn* = związek, wspólnota) czyli korelacja pomiędzy wewnętrznymi właściwościami materiału a dynamiką przedmiotu. Np. „skrzydła” wiatraka mogą być wykonane z drewna i grubego płótna (ale nie z tektury lub papieru), natomiast żarna z kamienia lub innego materiału o podobnej wytrzymałości (a nie z gliny). Szkielet kręgowca musi być wykonany z odpowiednio twardego i sztywnego materiału, natomiast układ mięśniowy z materiału odpowiednio kurczliwego, elastycznego i wytrzymałego.

**Symmorfia** – czyli relacja właściwości strukturalnych (gr. *morfê* = kształt). To obiektywnie istniejąca relacja między kształtami części i elementów danej struktury, ze względu na jej funkcjonowanie lub rolę. Np. nakrętka śruby jest dopasowana do kształtu śruby (lub *vice versa*). W prawidłowo ukształtowanym stawie, panewka kości jest dopasowana – pod względem kształtu – do główki kości (lub *vice versa*).

**Stechiometria** – czyli relacja liczby elementów (gr. *stoicheion* = element, *metron* = miara). To ściśle określone relacje ilościowe elementów, z których zbudowany jest obiekt (struktura). Np. w piramidzie Cheopsa liczba bloków skalnych zmniejsza się – stopniowo, w ściśle określony sposób – od podstawy ku wierzchołkowi. Przykładem biologicznym może być struktura „lejka fotonowego”, skupiającego fotony w centrum aktywnym fotosystemu komórki roślinnej – liczba cząstek chlorofilu zmniejsza się stopniowo od jego „wlotu” ku końcowi, dzięki czemu dochodzi do skoncentrowania energii promienistej w obszarze centrum aktywnego.

**Syntopia** – czyli relacja przestrzenna części i elementów (gr. *topos* = miejsce, rejon, pozycja). To ściśle określone, stałe relacje przestrzenne (tzn. kierunki, odległości, kolejność występowania) pomiędzy częściami (i elementami) obiektu (struktury), które warunkują ekonomiczny, ściśle określony przepływ energii. Np. jeden trybik zegarka mechanicznego musi być nie tylko dopasowany kształtem do sąsiedniego trybiku, ale oba trybiki muszą się znajdować w odpowiedniej odległości od siebie (inaczej nie dojdzie do ekonomicznego przenoszenia energii między tymi częściami zegarka). Soczewka oka musi znajdować się w odpowiedniej odległości od siatkówki, by widzenie przedmiotu było ostre.

**Synchronia** – czyli relacja czasowa (gr. *chronos* = czas). To nie tylko jednoczesne współlistnienie części obiektu, ale każda relacja czasowa istotna dla właściwego przepływu energii między częściami tego obiektu. Np. moment zapłonu musi nastąpić w odpowiednim czasie, w relacji do dynamiki tłoka w silniku benzynowym. Enzymy katalaza i peroksydaza są „wstrzykiwane” do komory eksplozyjnej chrząszcza strzela (bombardiera) dopiero po zamknięciu zastawek zamykających wlot do tej komory (gdyby enzymy były „wstrzyknięte” wcześniej, wówczas wybuchowa reakcja utleniania nadtlenu wodoru i hydrochinonów mogłaby spowodować rozerwanie ciała tego chrząszcza).

**Synergia** – zasada oszczędności (gr. *ergon* = praca). Ten termin odnosi się do oszczędnego procesu przenoszenia energii w układzie funkcjonalnym. *Synergia* wyraża, z jednej strony, ekonomiczny, wydajny, oszczędny przepływ energii między częściami obiektu, a z drugiej strony, oznacza konsekwencję ściśle określonego zespołu cech, które nazwaliśmy *synheksją*, *symmorfją*, *stechiometrią*, *syntopią* i *synchronią*.

Tego rodzaju nieprzypadkowe (tzn. *selektywne* i *skorelowane*) relacje można z całą wyrazistością zauważyć przede wszystkim w maszynach technicznych lub biologicznych („biotechnicznych”) takich, jak np. enzymy, organelle komórkowe, nematocysty ... itp.

**Nematocysty (parzydełka) jamochłonów.** U jamochłonów występują różnego typu parzydełka (nematocysty) rozmieszczone pojedynczo lub grupami na powierzchni ciała tych organizmów.

Nematocysty posiadają grube i dość sztywne ściany. Na ich wierzchołku mieści się sztywna szczecina (zwana knidocytem). Dotknięcie knidocyta powoduje eksplozję parzydełka.

Poniżej knidocyta znajduje się otwór prowadzący do wnętrza parzydełka. Jest on zamknięty wieczkiem, otwierającym się podczas eksplozji. Za otworem znajduje się szeroka szyjka, prowadząca do wnętrza owalnej kapsuły o chitynowych ściankach, wypełnionej płynem, najczęściej parzącym, zawierającym substancje podrażniająco–paraliżujące. Chitynowe ścianki kapsuły stanowią szczelną obudowę, izolującą zawarty w niej jad od tkanek jamochłona. Na dnie torebki leży zwinięta nić.

Proces wyrzucania nici, zaczyna się od wynicowania jej zaostrzonego wierzchołka (zaopatrzonego w kolce) na zewnątrz szyjki. Ostrze nici wbija się w ciało ofiary (podobnie jak harpun). Kolce rozwierają się i mocno zakotwiczą się w miejscu ukłucia. Do rany zostaje wprowadzony paraliżujący jad.

Po wyrzuceniu nici, nematocysta ulega destrukcji – jest to więc struktura „jednorazowego użytku”. Ukształtowanie nowej nematocysty zabiera organizmowi ok. 48 godzin.

Mechanizm funkcjonowania parzydełek nie jest w pełni poznany i niektóre szczegóły tego mechanizmu pozostają w sferze domysłów (por. Barrington 1972/170–172; Ruppert & Barnes 1994/108–109).

Nie ulega wątpliwości, że nematocysty jamochłona funkcjonują jak maszyny (co oczywiście nie stoi w sprzeczności z możliwością umiejętnego posługiwania się nimi, kontrolowania czasu i miejsca ich eksplozji).

**Analiza pojęcia maszyny, czyli układu funkcjonalnego.** Struktura nematocysty – tak, jak każdej maszyny – determinuje jej funkcjonowanie.

Maszyna to urządzenie, w którym:

- odpowiednio ukształtowane części (*symmorfia*),
- w odpowiedniej skali przestrzennej i liczbie (*stechiometria*),
- wykonane z odpowiednich materiałów (*synheksja*),
- odpowiednio rozmieszczone w przestrzeni (*syntopia*),
- uruchamiane w odpowiednim czasie (*synchronia*),

powodują:

- ściśle określony kierunek przepływu,
- ściśle określonej formy energii,
- ściśle określonej porcji tej energii,
- z maksymalną wydajnością energetyczną (*synergia*).

**Niepodzielność układu funkcjonalnego.** Skrótowa analiza nematocysty pozwoliła na ukazanie, że ta ogromna liczba różnorodnych selektywnych korelacji czyni z maszyny (jaką jest np. nematocysta, ATPaza, silniczek lokomocyjny *E. coli* lub zegarek) *dynamicznie niepodzielny* (czyli *zintegrowany*) system struktur, przenoszących energię w sposób efektywny (wydajny), tzn. o maksymalnie ograniczonych stratach.

„*Niepodzielność*” oznacza tutaj, że w takim systemie nie może zabraknąć żadnej części – brak jakiegokolwiek części *uniemożliwia* funkcjonowanie maszyny.

Maszyna zatem stanowi swojego rodzaju całość, którą można nazwać *całością funkcjonalną*.

**Cechy i właściwości przyczyny celowej.** Analiza układu funkcjonalnego (maszyny) przybliżyła nas do odpowiedzi na pytanie, skutkiem jakiego *rodzaju przyczyny* jest tego typu urządzenie.

Otóż tę przyczynę – sądząc po skutkach – musi cechować:

1. zdolność do selektywnego wyszukiwania i pobierania odpowiednich, różnorodnych surowców budowlanych (np. odpowiedniego pokarmu u jamochłona, lub rudy żelaza u człowieka),
2. zdolność do kształtowania z tych surowców odpowiednich materiałów budowlanych (np. biosynteza chityny, odpowiednich białek, substancji obezwładniających ofiarę; a różnorodnych form stali tam, gdzie chodzi o działalność techniczną człowieka),
3. zdolność do kształtowania (z tych materiałów), różnorodnych, odpowiednio dopasowanych części urządzenia (np. odpowiedniej pod względem wielkości i kształtu kapsuły nematocysty, a w zegarku, dziele człowieka – zdolność do kształtowania płytek, śrubek, trybików, sprężyn),
4. zdolność do umiejscowienia tych różnorodnych części w odpowiednich relacjach przestrzennych (np. wieczka na szczycie szyjki, zagiętych haczyków na końcu nici, a w dziele

człowieka, dwóch kół zębatach w takiej odległości, by w czasie obrotu ich zęby zahaczały się o siebie),

5. zdolność do budowania tej struktury w odpowiednim miejscu (np. parzydełek pośród komórek tkanki okrywającej ciało jamochłona, a młynka wodnego nad rzeką),

w końcu:

6. zdolność do umiejętnego posługiwania się wybudowaną strukturą,
7. zdolność do orientowania się, że struktura została zużyta i należy wybudować kolejną, lub że należy wymienić jakiś jej element.

Zapewne ta lista nie wyczerpuje wszystkich cech, które powinna lub może posiadać *przyczyna budująca* strukturę typu maszyny. Niemniej jednak pozwala ona dostrzec, że jest to przyczyna zdolna do *orientowania się* (w otoczeniu i strukturach własnego ciała). Jest to przyczyna zdolna do *korelowania* (koordynowania) ściśle określonych (*selektywnych*) działań, czego ostatecznym rezultatem jest sprawnie funkcjonująca maszyna lub nanomaszyna, a więc struktura o charakterze całościowym. Zespół tego rodzaju zdolności możemy nazwać *zdolnością do integrowania* (zarówno w przestrzeni, jak i czasie) jakościowo różnorodnych działań (por. Koszteyn 2005/53–59).

Wymienione wyżej zdolności przyczyny budującej nematocystę lub maszynę typu młynka, stanowią rodzaj ilustracji, a zarazem definicji ostensywnej tego, co arystotelizm nazywa *przyczyną celową*. Nie jest to tylko jakaś przyczyna sprawcza, ale „super” przyczyna, zdolna, aby koordynować działanie ogromnej liczby różnorodnych przyczyn sprawczych.

Wobec – zasygnalizowanych na początku tego tekstu – kontrowersji terminologiczno–pojęciowych (teleologia vs teleonomia), wydaje się, że słuszniejsze jest mówienie raczej o *przyczynie integrującej*, niż o *przyczynie celowej* (por. m.in. Lenartowicz 1986/216–248).

Pojedyncze maszyny lub ich zespoły, składające się na złożone urządzenia techniczne lub biologiczne („biotechniczne”), są najwyrazistszymi i najsugestywniejszymi ilustracjami *całości funkcjonalnych*, które z całą oczywistością wskazują na istnienie *całościowej przyczyny integrującej*. Nic więc dziwnego, że „problem celowościowości”, dyskutowany jest bardzo często – choć oczywiście nie wyłącznie – w kontekście tego rodzaju ilustracji empirycznych, szczególnie wtedy, gdy jest on rozważany na molekularnym lub cytologicznym poziomie organizacji struktur ciała formy żywej (por. m.in. Hartwell *et al.* 1999; Lauffenburger 2000). Jeśli bowiem nie dostrzeżemy *integracji* oraz konieczności istnienia *przyczyny integrującej* na tym najniższym poziomie organizacji bytu żywego, wówczas dość łatwo jest zakwestionować ich istnienie na hierarchicznie wyższych piętrach organizacji oraz w proporcjonalnie bardziej złożonym behawiorze form żywych.

**Funkcjonowanie vs działanie integrujące (układ rozwojowy).** Stwierdzenie, że: „*problem celowościowości bardzo często jest dyskutowany w kontekście całości funkcjonalnych*”, nie oznacza, że urządzeniu technicznemu lub „biotechnicznemu”, można przypisywać „działanie celowe” (w sensie *integrujące*). „Chodzenie” zegarka, działanie komputera, zatraskiwanie się łapki na myszy nie są przykładami „działań celowych” (integrujących) – to są przykłady *całościowego*, zdeterminowanego strukturą, *funkcjonowania* (całości funkcjonalnej). Z działaniami celowymi (*integrującymi*) mamy do czynienia przy *powstawaniu* tego rodzaju całościowych struktur. Dlatego dobrą (poprawną) ilustracją *działania celowego (integrującego)* jest budowanie komputerów lub łapek na myszy, jak również biosynteza, embriogeneza, itp.



Zespół działań, które musi podjąć przyczyna integrująca, by wyprodukować maszynę (układ funkcjonalny) można nazwać *układem rozwojowym*. Jest on również *niepodzielny* i jego niepodzielność jest fundamentalnym warunkiem niepodzielności układu funkcjonalnego. Wydajność energetyczna jest obiektywnym, mierzalnym wskaźnikiem doskonałości maszyn budowanych przez człowieka i doskonałości maszyn budowanych przez formy żywe. Doskonałość energetyczna maszyn molekularnych okazuje się znacznie przewyższać doskonałość produktów człowieka i sięgać progu tego, co jest fizycznie jeszcze możliwe (czego przykładem może być enzym ATPaza o blisko 100% wydajności; por. m.in. Karplus & Gao 2004; Nagyvary & Bechert 1999; Oster & Wang 1999; Ummat *et al.* 2005).

Określenie „celowa” – w sensie *integrująca* – odnosi się w pierwszym rzędzie do *dynamiki kształtowania*, i w drugim rzędzie do *dynamiki posługiwania się* jakimś narzędziem, maszyną, czy inną strukturą.

**Różne formy całości.** Odkrycia biologii molekularnej, a zwłaszcza odkrycie mechanizmu działania niektórych nanomaszyn komórki żywej (np. ATPazy protonowej) bardzo zbliżyły język opisu technicznego do języka opisu biologicznego.

*„Aby opisać funkcje biologiczne, konieczny jest słownik, który zawiera takie pojęcia jak wzmocnienie, adaptacja, masywność, izolacja, korekta błędów i wykrywanie koincydencji. /.../ pojęcie funkcji i właściwości funkcjonalnych oddziela biologię od innych nauk przyrodniczych i wiąże ją z takimi syntetycznymi dyscyplinami jak informatyka i technika.” (Hartwell *et al.* 1999/C47–C48; por. też Whitesides 2001).*

Model maszyny (układu funkcjonalnego) pozwala na ukazanie podstawowych, biologicznych form całości w ich działaniu i w ich powstawaniu. Ten model ukazuje też ścisły związek pomiędzy celowością (selektywnością, korelacją) pewnych dynamizmów a ich całościowością (integracją).

Mówiąc o „całości” należy zdawać sobie sprawę z tego, iż termin ten może się odnosić do kilku różnych zjawisk:

- A. **Całościowość konkretnej substancji żywej (*integratio in causa*).** Przykładem może być zegarmistrz, królik, skowronek. Taka całość jest obecna np. w zapłodnionej komórce konkretnej żywej substancji. Chodzi tu o *potencjał dynamiczny*, a nie o strukturę materiału.
- B. **Całościowość układów rozwojowych (*integratio in fieri*).** Przykładem może być zespół czynności koniecznych do zbudowania zegara z materii mineralnej, czyli: poszukiwanie rudy metalu, oczyszczanie, kształtowanie różnorodnych materiałów i elementów strukturalnych, montowanie „całości strukturalnej”. W organizmie biologicznym jest to seria różnorodnych działań – typu biosyntezy nanomaszyn, cytogenezy, morfogenezy – prowadzących do powstania struktur konkretnego układu funkcjonalnego (lokomocyjnego, pokarmowego ... itp.).
- C. **Całościowość biernych struktur układu funkcjonalnego (*integratio in effectu pure structurali*).** Np. nie nakręcony zegar, enzymy w proszku E przed wsypaniem do pralki, system kości lokomocyjnych, struktura oka, neuronów, silniczka lokomocyjnego bakterii.
- D. **Całościowość (niepodzielność) funkcjonalna (*integratio in actu ultimo, in effectu functionalis*).** Np. „chodzący” zegar, działająca ATPaza protonowa, bijące serce żaby. Jest to wyraz zależności dynamiki od *właściwości, liczby, kształtu, skali, orientacji przestrzennej i odległości* wszystkich części konkretnego układu funkcjonalnego na raz (por. Lenartowicz 2006, 2008).

**Całościowość i celowościowość.** Proces budowania gniazda przez wronę nie jest serią luźnych, krótkotrwałych wydarzeń, takich jak kłapanięcie dziobem, poruszenie skrzydłami, lub skurcz mięśni wroniego uda lub wroniej łydki. Proces budowania gniazda jest *całością*.

*„Zjawiska, jakie pochodzą ze zintegrowanego organizmu, nie są już tylko pobudzeniem nerwu czy skurczem mięśnia, ani jedynie grą odruchów wywoływanych*

*przez bodźce. Wszystkie one są obecne i mają podstawowe znaczenie dla omawianych tu zjawisk, lecz teraz są tylko komponentami, ponieważ zostały zintegrowane. Ta integracja /.../ wytworzyła coś, co nie jest tylko czynnością odruchową. Nauki biologiczne dawno uznały to nowe i bardziej zaawansowane coś i nazwały je 'zachowaniem'” (E. B. Holt 1915 – cyt. za Tolman 1995/25).*

Oczywiście, ten proces może być obezwładniony. Ktoś może wronę zastrzelić, zanim wybuduje ona gniazdo. Takie wydarzenia mieszczą się w pojęciach czystej fizyki i chemii. To jednak nie zmienia faktu, że biolog musi operować pojęciami *całościowymi*, takimi jak *proces odżywiania, proces rozmnażania, proces opieki o potomstwo, układ nerwowy, układ krwionośny ... itp.* Całościowe pojęcia są niepodzielne, bo niepodzielne są rzeczywistości leżące u źródła tych pojęć. Podzielność oznaczałaby tu albo patologię, albo nawet śmierć. Pojęcia fizyczno–chemiczne są „za szerokie”, aby wyrazić istotę dynamiki biologicznej. W ujęciu redukcjonistycznym żywy kot i zdechły kot są praktycznie nierozróżnialne. Można nawet powiedzieć, że zdechły kot jest znacznie bliżej „ideału” redukcjonistycznego. Natomiast żywy kot prowokuje nas, swoimi selektywnymi, racjonalnymi, celowym działaniami do postulowania jakiegoś „*constraint*”, czyli „ogranicznika”, który – w pewnych granicach – redukuje prawie do zera chaotyczność możliwych fizycznie działań.

*„Większość reakcji biologicznych to reakcje łańcuchowe. Aby móc wzajemnie oddziaływać na siebie w łańcuchu, te dokładnie zbudowane molekuły muszą być do siebie idealnie dopasowane, tak jak koła zębate w szwajcarskim zegarku. /.../ Aby uzyskać lepszy zegarek, wszystkie koła muszą zostać zmienione jednocześnie, żeby znowu dobrze do siebie pasowały /.../.” (Szent–Györgyi 1977/18–19).*

**Arystotelesowskie pojęcie celowości.** Arystoteles dostrzegł perfekcyjność procesów ontogenezy w realizacji skutków zintegrowanych. Ta perfekcyjność i całościowość w połączeniu z obserwacją powtarzalności – z pokolenia na pokolenie – doprowadziła Arystotelesa do pojęcia celu (rozumianego jako skutek ontogenezy) oraz przyczyny celowej (zdolnej do kształtowania owego celu). Pojęcie celowości i celu u Arystotelesa nie było w swoich źródłach powiązane z pojęciami „zamiaru”, „planowania” (por. Grene 1972). Ontogeneza jest przejawem dynamiki ukierunkowanej, integrującej tak u kurczaka, który nie wie co się z nim dzieje podczas embriogenezy, jak i u człowieka, który rozwija się w łonie matki niezależnie od tego, czy potem zostanie bajkopisarzem, czy konstruktorem raket. Z tego powodu pojęcia teleologiczne powinny być jednakowo stosowane w opisie działalności ludzkiej jak i w opisie innych form życia.

Nie ulega wątpliwości, że człowiek – wyposażony w intelekt – może przedsięwziąć określone „zamierzenia”, może coś starannie „planować”, a potem to realizować. Dzięki intelektowi, niektóre działania celowe człowieka mogą się różnić (w sposób istotny) od działań celowych innych form żywych. Ale to nie oznacza, by zwierzętom i roślinom można było odmawiać cechy działań celowych.

**Literatura:** Barrington E. J. W. (1972) *Invertebrate structure and function*. Thomas Nelson and Sons LTD, London. Grene Marjorie (1972) *Aristotle and Modern Biology*. Journal of the History of Ideas, 33 (3): 395–424. Hartwell L. H., Hopfield J. J., Leibler S., Murray A. W. (1999) *From molecular to modular cell biology*. Nature (Supp.), 402: C47–C52. Jura C., Więckowski S. (1998). *Fotomorfogeneza*. [W:] *Encyklopedia biologiczna*. T.3, OPRES, Kraków. Kapp R. O. (1940) *Science versus Materialism*. Methuen & Co. Ltd., London. Karplus M., Gao Y.Q. (2004) *Biomolecular motors: the F1–ATPase paradigm*. Current Opinion in Structural Biology, 14: 250–259. Koszteyn J. (2005) *Życie a orientacja w rzeczywistości przyrodniczej. Szkice z filozofii przyrody ożywionej z elementami teorii poznania*. Instytut Oceanologii PAN w Sopotcie, Wyższa Szkoła Filozoficzno–Pedagogiczna „Ignatianum” w Krakowie, Wyd. „Ignatianum”, Wyd. WAM, Kraków. Koszteyn J., Lenartowicz P. SJ (1999) *On the descriptive terminology of the information transfer between organisms*. Forum

Philosophicum. Fac. Philos. SJ, Cracovia – Kraków, T. 4: 165–206. Krzanowska H., Łomnicki A., Rafiński J., Szarski H., Szymura J.M. (1995) *Zarys mechanizmów ewolucji*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa. Lauffenburger D. A. (2000) *Cell signaling pathways as control modules: Complexity for simplicity?* PNAS, 97(10): 5031–5033. Lenartowicz P. SJ (1986) *Elementy filozofii zjawiska biologicznego*. WAM, Kraków. Lenartowicz P. SJ (1993). *Fundamental patterns of biochemical integration*. Ann. Fac. Philosophicae SJ, 1991–1992, Cracoviae, str. 203–217. Lenartowicz P. SJ (2006) *Wiedza przyrodnicza – nauka – religia a spór pomiędzy monizmem i pluralizmem bytowym*. Filozofia Nauki, Rok. XIV, Nr 1(53): 69–84. Lenartowicz P. SJ (2008) *Celowość dynamiki biologicznej a bezkierunkowość w ewolucjonizmie darwinowskim*. str. 317–344, [W:] Maryniarczyk A., Stępień K., Gondek P. (red.) *Spór o cel. Problematyka celu i celowościowego wyjaśniania*. Zadania Współczesnej Metafizyki, T. 10, Lublin. Nagyvary J., Bechert J. (1999) *New insights into ATP synthesis*. Biochemical Education, 27(4): 193–199. Oster G., Wang H. (1999) *ATP synthase: two motors, two fuels*. Structure, 7(4): R67–R72. Platon (2003) *Państwo*. Wyd. Antyk, Kęty. Rose S., Bullock S. (1993) *Chemia życia*. Wyd. Nauk.–Techn., Warszawa. Ruppert E. E., Barnes R. D. (1994). *Invertebrate zoology*. Saunders College Publishing, Fort Worth. Schuster S. (2007) *Archerfish*. Current Biology, 17(13): R94–R95. Schuster S, Rossel S., Schmidtmann A., Jäger I., Poralla J. (2004) *Archer fish learn to compensate for complex optical distortions to determine the absolute size of their aerial prey*. Current Biology, 14: 1565–1568. Schuster S. Wöhl S., Griebisch M., Klostermeier I. (2006) *Animal cognition: How archer fish learn to down rapidly moving targets*. Current Biology 16, 378–383. Szent-Györgyi A. (1977) *Drive in Living Matter to Perfect Itself*. Synthesis I, 1(1): 14–26. Tolman E. (1995) *Zachowanie celowe u zwierząt i ludzi*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa. Ummat A., Dubey A., Mavroidis C. (2005) *Bionanorobotics: A Field Inspired by Nature*. str. 201–227, [W:] Bar-Cohen Y. (red.) *Biomimetics: Mimicking and Inspiration of Biology*. CRC Press. Wuellner B. SJ (1966) *A dictionary of scholastic philosophy*. The Bruce Publishing Company, Millwaukee.

Piotr Lenartowicz SJ

Jolanta Kosztęyn