

Dr hab. inż. Bronisław SŁOWIŃSKI, Prof. PK

Prof. dr inż. Daniel DUTKIEWICZ

Katedra Inżynierii Produkcji

Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego, Politechnika Koszalińska

ANALOGIA JAKO SYSTEMOWE NARZĘDZIE INSPIROWANIA NOWATORSKICH POMYSŁÓW I ROZWIĄZAŃ®

The analogy as the system tool of inspiring novel ideas and solutions®

Słowa kluczowe: analogie, metody wynalazcze, podejście systemowe.

W artykule przedstawiono analizy skupione wokół istoty analogii, jako podstawowego narzędzia przyspieszania poszukiwań nowatorskich pomysłów (idei) i rozwiązań, wyznaczających cel i kierunki działania. Wykorzystano metodę desk research, czyli badania istniejących, dostępnych, pochodzących z różnych źródeł danych. Do ich analizy zastosowano podejście systemowe, uwzględniające holistyczny punkt widzenia na problematykę kreatywności, jako narzędzie metodologiczne inspirowania innowacji, przedstawiane we wcześniejszych publikacjach autorów. Na podstawie przeprowadzonych analiz powstał systemowy model o uniwersalnym zastosowaniu, opisujący możliwości wykorzystywania analogii przy tworzeniu nowatorskich rozwiązań. Może on być zatem wykorzystywany w każdym dowolnym przedsięwzięciu, związanym z poszukiwaniem pomysłu a także technicznego rozwiązania. Intencją autorów jest spopularyzowanie i przez to szersze wykorzystywanie analogii, jako systemowego modelu wspomagania poszukiwań rozwiązywania trudnych problemów, szczególnie tych, przed którymi stoi ważny sektor polskiej gospodarki jakim jest produkcja żywności i jej przetwórstwo.

Key words: analogies, inventive methods, system approach.

In the article analyses concentrated around the being of the analogy, as the basic tool of precipitating the innovative search were described of ideas and of solutions, appointing the purpose and directions of action. A method was used desk research, that is of examining data existing, accessible, coming from various sources. A system approach, taking a holistic point of view into account to issues of the creativity, as the methodological tool of inspiring the innovation, shown was used to their analysis in earlier publications of authors. Based on conducted analyses a system model rose about the universal application, describing abilities of using the analogy at creating novel solutions. He can and so be used in every any undertaking, associated with seeking the idea as well as the technical solution. Popularizing is intention of authors, and because of that the broader exploitation of the analogy, as the system model of supporting the prospecting of solving difficult problems, particularly a sector valid for the ones, before which he is standing of the Polish economy a manufacture of foodstuffs is which and her processing.

WPROWADZENIE

„Nowość powstaje na linii horyzontu nauki, na granicy znanego i nieznanego”. Co i jak robić, aby przekroczyć tę linię, zarysowaną w fundamentalnym dziele „Logika odkrycia naukowego” Karla Popera [14] – to istota przedstawionych rozważań. Skoncentrowano się w nich na analogii, jako podstawowym narzędziu podejścia systemowego, pozwalającym przyspieszyć (a nawet umożliwić) znalezienie innowacyjnego pomysłu (idei) bądź poszukiwanego rozwiązania.

Według Thomasa Edisona, jednego z wielkich wynalazców w dziejach ludzkości „wynalazca to ktoś, kto potrafi logicznie myśleć i dostrzegać analogie” [19]. Warto zatem zgłębiać tę tematykę, jeżeli celem naszego działania jest tworzenie nowości, przekształcanych następnie w pożyteczne dla społeczeństwa innowacje.

W praktyce powstawania nowatorskich idei i rozwiązań, szczególnie tych stosowanych w technice, analogie

w znaczeniu podobieństwa wykorzystywane były od niepamiętnych czasów i nadal tak się dzieje, chociaż nie zawsze to sobie uświadamiamy. Uzasadnionym może być zatem pogląd autorów, że rozwój cywilizacji i postępy w opanowywaniu natury, nie następowałyby w tak szybkim tempie, gdyby w praktyce nie stosowano analogii jako narzędzia inspiracji kreatywności. W inwentyce (dziale nauki poświęconym twórczym poszukiwaniom rozwiązań) jest ona traktowana, jako jedna spośród kilkunastu innych metod znajdowania rozwiązań pod nazwą „modele i przeniesienie analogiczne” (zaznaczone obramowaniem na rys. 2). Zdaniem autorów, ze względu na znaczenie i częstość stosowania, zasługuje ona na szczególne wyróżnienie.

Istnieje wiele przykładów wykorzystywania analogii, jako systemowego narzędzia tworzenia nowych idei i pomysłów w różnych dziedzinach. Wśród nich także inspirowanie rozwiązań sposobów realizacji procesów w przetwórstwie rolno-spożywczym przy pomocy maszyn i aparatów, których

sposoby działania w istocie swojej wykorzystują: właściwości przetwarzanych surowców roślinnych i zwierzęcych, analogie zjawisk fizycznych, chemicznych i biochemicznych, występujących w przyrodzie [3]. Występuje ogromna ilość przykładów potwierdzających, że analogia leży też u podstaw szeroko stosowanych transferów idei, technologii i inżynierii procesów pomiędzy poszczególnymi branżami rolnictwa i przetwórstwa spożywczego w skali całego świata [1, 8, 17, 19, 25].

W obliczu wyzwań, przed którymi stoi sektor polskiej gospodarki związanej z produkcją żywności (jak w Unii Europejskiej nazywany jest przemysł rolno-spożywczy), analogia, traktowana jako systemowa metoda inspirowania kreatywności, winna odgrywać jeszcze większą rolę. Obecnie wysoka pozycja tego sektora na unijnym (i nie tylko) rynku, czerpie ze źródła, jakim przede wszystkim jest przewaga kosztowo-cenowa. Jest to możliwe dzięki niższym cenom produktów rolnictwa, niższym kosztom pracy oraz niższym marżom przetwórczym [8]. Tego typu przewagi na dłuższy okres czasu nie są do utrzymania w warunkach globalnego rynku. Prędzej czy później przedsiębiorstwa, działające w ramach tego sektora, w większym niż dotychczas stopniu będą musiały sięgnąć do różnego rodzaju nowatorskich rozwiązań, ponieważ Polska inspiruje do grona krajów, w których biznes buduje się nie na taniej sile roboczej, ale na kompetencjach i innowacjach [25]. Mimo istotnych i głębokich zmian, związanych z urynkowaniem i prywatyzacją, stoją one przed kolejnymi wyzwaniami, które są pochodną konieczności ciągłego dostosowywania się do zmian upodobań i wymagań klientów. Nieodłącznym elementem takiego procesu jest wdrażanie innowacji.

Innowacje to nowości, które znalazły swoje praktyczne zastosowanie [20]. To one decydują o tempie i kierunkach rozwoju, są czynnikiem konkurencji krajowej i międzynarodowej. Szukając okazji do innowacji, niektóre firmy koncentrują się na jakości produktów, inne na doskonałości operacyjnej, w tym opartej na rozwoju mechanizacji i automatyzacji, a jeszcze inne na lepszej wiedzy o klientach [25]. Jedne oferują usługi, inne produkty. Niezależnie od wybranego modelu biznesowego, zasady szukania nowych źródeł wzrostu pozostają takie same, ponieważ prowadzą do potrzeby stworzenia nowego pomysłu (idei) lub rozwiązania. Pojęcie idei w filozofii i inwentyce jest pojęciem szerokim i wieloznacznym, ma także systemowe konotacje z pomysłem i wynalazkiem [1, 5, 6, 9, 11].

Celem artykułu jest prezentacja analiz skupionych wokół istoty analogii jako podstawowego narzędzia przyspieszania poszukiwań nowatorskich pomysłów i rozwiązań, wyznaczających cel i kierunki działania, możliwych do zastosowania i wykorzystania w postępie techniki przetwórstwa spożywczego.

PODEJŚCIE SYSTEMOWE I MODELE

Przez podejście systemowe rozumie się najczęściej „sposób myślenia, sposób rozwiązywania problemu lub sposób postępowania” [5]. Ujęcie systemowe polega na ujmowaniu świata w kategoriach układów zintegrowanych relacji. Zjawiska są traktowane kompleksowo w swoich zależnościach wewnętrznych oraz zewnętrznych. System jest rozumiany

jako skoordynowany układ elementów, zbiór, tworzący pewną całość uwarunkowaną stałym, logicznym uporządkowaniem jego części składowych oraz współzależnością i współprzyczynianiem się tych elementów do realizacji celu istnienia systemu [13]. Istotą podejścia systemowego nie są jednak same systemy ale systemowość [16]. Ta zaś oznacza sposób (perspektywę) postrzegania rzeczywistości poprzez sieć powiązań elementów w zbiorze. Jest to postrzeganie oparte na logice, dotyczące głównie sfery idei. Każda perspektywa daje bowiem inny obraz – rys. 1 [21].



Rys. 1. Perspektywy postrzegania rzeczywistości.

Fig. 1. Prospects of perceiving reality.

Źródło: Słowiński B., D. Dutkiewicz. 2015 [21]

Source: Słowiński B., D. Dutkiewicz. 2015 [21]

Mówić o czymś prawdziwie można dopiero wtedy, gdy rozumie się nie tylko samą materię (postrzeganie zmysłowe i przyrządowe), ale także strukturę powiązań pomiędzy różnymi obiektami rzeczywistości, co jest bytem pozamaterialnym – sferą *systemów* [21].

Spojrzenie systemowe ukazuje pewną nową perspektywę w badaniu człowieka i przyrody. Stanowi nowy sposób organizowania uzyskanych wyników badawczych, przy użyciu pojęć systemu oraz systemowych właściwości i relacji [11].

Podejście systemowe nie jest nauką ani nawet jakąś szczególną interpretacją faktów – jest procedurą metodologiczną. Stosuje się tę nową metodologię, ponieważ pozwala ona na zebranie i zorganizowanie wiedzy w celu ułatwienia możliwości analizowania złożonych działań ich opisywania, wykrywania ich dysfunkcji oraz uwzględniania różnych poziomów rzeczywistości materialnej, społecznej bądź przyrodniczej. Ujęcie systemowe sprzyja także twórczości, ponieważ katalizuje wyobraźnię, mobilizuje siły twórcze, inwencję wynalazczą [5]. Tolerancyjne i pragmatyczne myślenie systemowe otwarte jest na analogie, metafory, modele, dawniej wykluczone, dziś zaś zrehabilitowane środki metody naukowej [13]. Pojęcie „model” może być tu rozumiane jako [16]:

- możliwy sposób realizacji konkretnej teorii; model posiada tutaj wszelkie właściwości systemu i za jego pomocą można sprawdzić słuszność teorii,
- pewne przedstawienie systemu określonego na obiekcie; model imituje tutaj właściwości systemu, które są dla danego celu istotne.

Ważne jest przy tym rozstrzygnięcie kwestii, z jakich pozycji tworzymy koncepcję modelu i czemu ma on służyć [5]. W niniejszych rozważaniach interesuje nas tworzenie nowych pomysłów (idei), stąd też dla prowadzonych rozwa-

zań to drugie ujęcie stanowić będzie definicję operacyjną opracowywanych modeli myślowych. To podkreślenie „myślowe”, oznacza, że istnieją w naszych umysłach i są pierwowzorem sytemu.

Począwszy od połowy XX wieku podejście systemowe jest coraz szerzej stosowane w wielu dziedzinach, zwłaszcza gdy mamy do czynienia z zagadnieniami na pograniczu, wymagającymi integracji różnych nauk, jak to ma miejsce szczególnie w inżynierii procesów przetwórstwa spożywczego. W każdej z nauk traktowanej z osobna (monodyscyplin) giną z oczu „jednoczące zasady”, pozwalające na głębsze zrozumienie zagadnienia. Myślenie systemowe pozwala znaleźć takie jednoczące zasady. Przykład wykorzystania takich zasad, jako unifikatorów w zakresie metod inwencyjnych, przedstawiono na rys. 2 [6].

Takie systemowe ujęcie ma celu pomoc w całościowym spojrzeniu na zagadnienie rozwiązywania problemu i wskazanie metody właściwej do danego obszaru zagadnień. Wśród tych metod

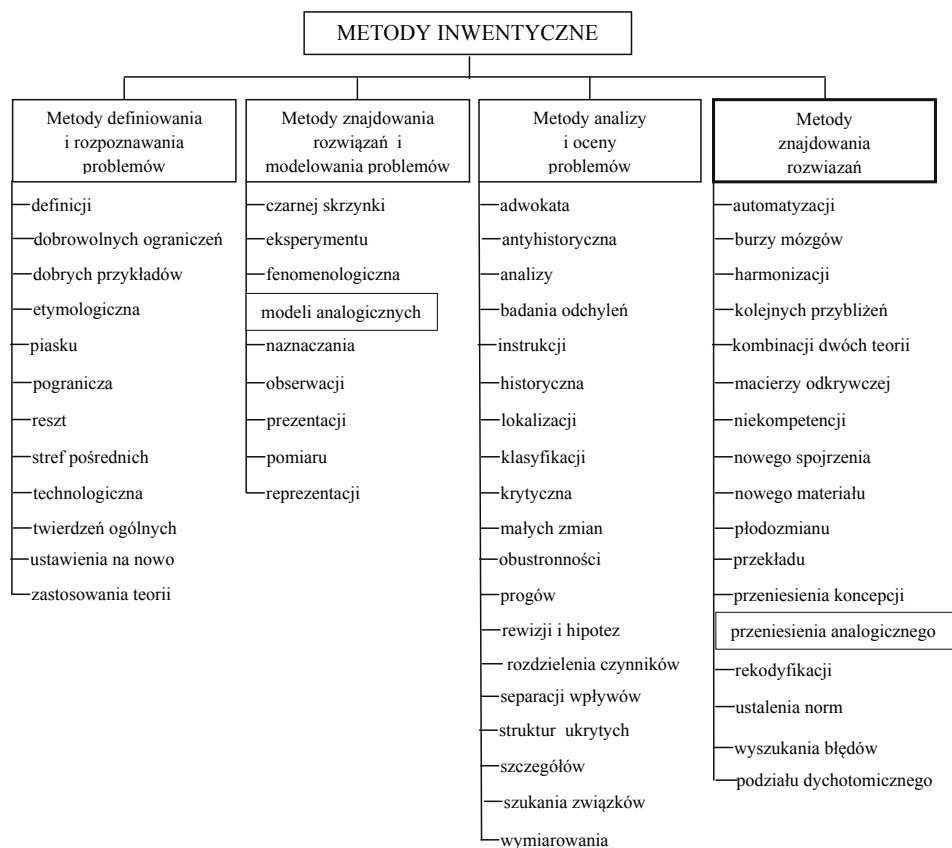
twórczego rozwiązywania problemów wyróżnia się też analogie (na rys. 2 w obramowaniu), ale nie traktuje się jej jako metody pierwszoplanowej. Praktyka i opracowania naukowe [1, 2, 7, 9] wskazują jednak, że marginalizowanie tej metody należy uznać za błąd. Metoda wnioskowania w drodze analogii jest bowiem czymś wpisany w umysł człowieka i ten posługuje się nim na co dzień, często sobie tego nawet nie uświadamiając [18].

POJĘCIE I ISTOTA ANALOGII

Analogia stanowi nadzwyczaj potężne narzędzie myśli ludzkiej o bardzo szerokim polu zastosowania, poczynając od nauk ścisłych i przyrodniczych, a kończąc na rozważaniach religijnych, moralnych i prawnych [7]. Pojęcie to wywodzi się z j. greckiego (gr. ἀναλογία – odpowiedniość, podobieństwo) i oznacza „orzekanie o pewnych cechach omawianego przedmiotu (rzeczy, osoby, pojęcia itp.) na zasadzie jego podobieństwa do innego przedmiotu (dla którego odpowiednie cechy są określone i znane) lub równoległości występujących pomiędzy nimi innych cech” [18].

Analogia jest więc relacją, w której wyróżnia się człon porównujący (nośnik) i człon porównywany (temat). Tematem jest zawsze problem wymagający głębszego zrozumienia, nośnikami – różnorodne systemy pierwotne [23].

Wychodząc z teorii informacji można przyjąć, że analogia stanowi zasadniczo percepcję reakcji lub różnic między „czymś” a „czymś”. Konkretyzując, jest to „rozumowanie,



Rys. 2. Przykład systemowego ujęcia metod twórczego rozwiązywania problemów.

Fig. 2. Example of system including methods of the creative problem solving.

Źródło: Kaufmann A., M. Fustier, A. Dreveta. 1975 [6]

Source: Kaufmann A., M. Fustier, A. Dreveta. 1975 [6]

gdzie na podstawie jednego przypadku orzeka się o właściwościach innego przypadku, który jest w jakiś sposób podobny do tego pierwszego” [1]. Szuka się tych samych relacji w różnych sytuacjach, bądź stosuje się te same schematy rozumowania w odmiennych warunkach. W tym celu pierwszy przypadek (nośnik) powinien być dostatecznie znany, to znaczy należy wiedzieć nie tylko jakie są jego cechy (wspólne z tematem) ale również znać te jego właściwości, które chce się przypisać tematowi. Jest więc to rodzaj rozumowania „od znanego ku nieznanemu”, pozwalający wzbogacić naszą wiedzę o nowe relacje w systemach projektowanych, bądź modernizowanych [18, 26].

Kluczowym dla rozumowań opartych na analogii jest pojęcie „podobieństwa” [18]. Mianowicie, ażeby móc stawiać wnioski za pomocą analogii, koniecznym jest ustalenie czy porównywane przypadki są do siebie w wystarczającym (istotnym) stopniu podobne. Na zachodzenie takiego podobieństwa może wskazywać: intuicja, identyczność relacji (jakie zachodzą wewnątrz porównywanych przedmiotów), wspólna ogólna zasada, czy to samo racjonalne uzasadnienie (*ratio legis*) [7].

Analogia ułatwia transfer (przenoszenie) wiedzy i szczegółowych rozwiązań z jednego problemu na drugi, a nawet z jednej dziedziny na zupełnie inną. Obok kategoryzacji analogia stanowi zatem istotny wymiar rozwoju intelektualnego człowieka [2]. Biorąc pod uwagę charakter wyjaśnień nieznanymi zjawisk przy użyciu *podobieństwa*, można wyróżnić dwie grupy analogii:

- odnoszące się do samego obiektu (struktury, zachowania się),
- odnoszące się do jego atrybutów (właściwości, cech).

Pierwsza grupa dotyczy porównywania wyodrębnionych elementów rzeczywistości (materialnych lub abstrakcyjnych) pod różnymi możliwymi aspektami systemowymi. W ujęciu ontologicznym tego rodzaju analogię określa się jako „obiektowa” [7]. W zakresie drugiej grupy, czyli odnoszącej się do charakterystycznej właściwości przedmiotu, bez której nie mógłby on być tym, czym jest, za istotne uważa się dwa związki [9]:

- *przyczynowy* między przedmiotami lub pewnymi cechami tych przedmiotów,
- *proporcjonalności*, gdzie brane pod uwagę atrybuty posiadają tę samą treść, w różnym jednak stopniu.

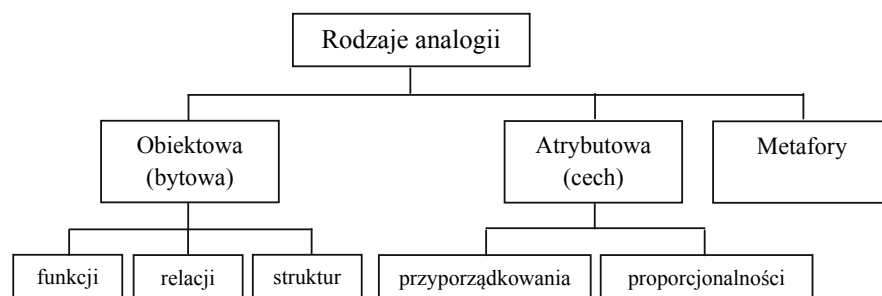
Daje to zróżnicowanie analogii na dwie podgrupy: przyporządkowania i proporcjonalności.

Autor pracy [9] do grupy analogii atrybutowych zalicza też metafory. Metafora, czyli podobieństwo relacji między pewnymi przedmiotami lub cechami tych przedmiotów, ma jednak swoje źródło nie tyle w realnym świecie, ile raczej w ludzkim umyśle [26]. Z istoty metafory wynika więc, że może podlegać ona więcej niż jednej interpretacji. W procesie korzystania z analogii, w poszukiwaniu nowej właściwości, może być więc dużo niejednoznaczności. Ze tego względu autorzy tego artykułu są za wydzieleniem metafor jak oddzielnej grupy. Stąd klasyfikacja analogii przedstawia się jak na rys. 3.

Niezależnie od umiejscowienia w systemie klasyfikacji, analogia spełnia dwie podstawowe funkcje o znaczeniu poznawczym [7]:

- pozwala znajdować nowe pomysły i rozwiązania,
- pełni rolę środka do udowadniania prawdziwości poszczególnych twierdzeń.

Dla prowadzonych rozważań główne znaczenie ma ten pierwszy aspekt, wiążący się z pozyskiwaniem nowych pomysłów i idei rozwiązań. Analogie dostrzegane w całym otoczeniu są źródłem myśli wynalazców. Jak podaje autor pracy [19] „niektóre analogie niosą ze sobą tyle wniosków i odkryć, że wykonują za wynalazcę większość pracy koncepcyjnej”. W tym ujęciu analogie można traktować jako inspiracje nowych pomysłów i wynalazków.



Rys. 3. Klasyfikacja analogii.

Fig. 3. Classification of the analogy.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Analogie i metafory stanowią ważne, jakkolwiek mało doceniane źródło poszukiwania idei wynalazków [24]. Autorzy nowatorskich pomysłów najczęściej czerpią analogie z „bazy” swojej wiedzy i przenoszą je do nowego obszaru zainteresowań, w którym przyszło im poszukiwać nowości. Dzięki operacjom kombinowania powstają nowe idee poprzez łączenie (kojarzenie) starych pomysłów w nowy sposób. Tego rodzaju procesy wymagają zasobu wiedzy, zdolności kojarzenia informacji różnych dziedzin.

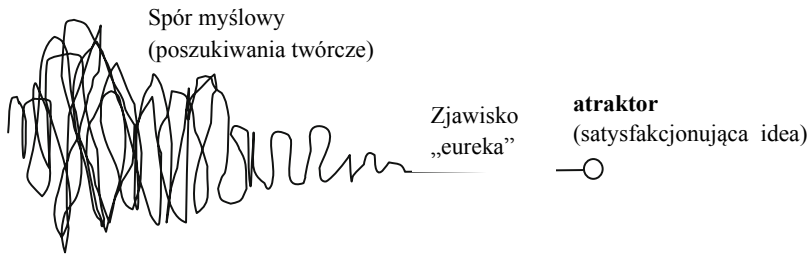
Kojarzenie informacji uznawane jest za jedną z głównych operacji myślenia twórczego. Kojarzyć, czyli łączyć ze sobą, kombinować, syntetyzować, możemy: rzeczy, idee, problemy lub całe dziedziny [12]. Kojarzenie przez podobieństwo, zwane myśleniem przez analogię, odgrywa w twórczości podstawową rolę, stanowi mechanizm tworzenia nowości przez uosobienie (personifikację) i przekształcenie (metamorfozę) [6]. Zagadnienie to warte jest więc pogłębionej analizy.

ROLA ANALOGII W POSZUKIWANIU IDEI WYNALAZKU

Istota kreatywności to umiejętność dostrzegania związków i wzorców oraz tworzenie nietypowych kombinacji i powiązań [10]. O ile możemy przyjąć pewne dane wejściowe i oczekiwane efekty (co w rzeczywistości ma miejsce), to nie znamy *operatora systemowego* (modelu) przejścia między źródłem a efektem [3]. Wynalazek nie powstaje z niczego. Jest pochodną nowatorskiej idei, która legła u jego podstaw w fazie konceptualnej. Faza ta to proces twórczy, intelektualny, gdzie przedmiot rozważań znajduje się w stanie poczęcia. Można go ukształtować w sposób dowolny i zależny od preferencji oraz alternatywnych idei. Analiza systemowa na tym etapie związana jest z oceną różnych alternatywnych podejść, które są wykonalne w kontekście zidentyfikowanych potrzeb. Pomysł pojawia się w wyniku obserwacji rzeczywistości i wyobrażenia sobie czegoś nowego, powiązanego (analogicznego) z czymś znanym, choć być może mocno odległym od rozpatrywanej sytuacji. To „nowe” – to przeblask świadomości, zjawisko „eureka”, odkrycie nowej możliwości, o której wcześniej nikt nie pomyślał. Pomocą ku temu jest wychylenie myślenia przez jakąś „inność”, określaną jako: błąd, przypadek lub potrzeba [21].

Metoda analogii w inwentyce stanowi bazę do twórczego poszukiwania podobieństw pomiędzy przedmiotami oraz ich funkcjami. Technika rozwiązywania zadanego problemu metodą analogii polega na odwróceniu problemu wyjściowego do problemu nowego – analogicznego, w celu wynalezienia idei rozwiązania tego problemu [20].

Słownikowo idea (gr. *ιδέα* – myśl przewodnia) to podstawowa kategoria filozoficzna, wprowadzona przez Platona, wyznaczająca cel i kierunek działania, twórczości naukowej, artystycznej itp. Używana jest na określenie ogólnego przedmiotu poznania (uniwersalia), a także sfery idealnej, stanowiącej przyczynę wzorcą wyznaczającą istotę przedmiotów konkretnych [9]. Jako



Rys. 4. Przykład wizualizacji dochodzenia do nowej idei w ujęciu klasycznym.

Fig. 4. Example of the visualisation of reaching the new idea in the classic take.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

rezultat operacji intelektualno-poznawczych jest abstraktem, pełniącym określoną rolę teoretyczną (w pojmowaniu, wyjaśnianiu), lub praktyczną (w kierowaniu, działaniu i tworzeniu). Dla prowadzonych rozważań zasadnicze znaczenie ma to drugie ujęcie, bowiem: „*idee są pierwowzorami przedmiotów, które stanowią odbicie idei*”.

Przykład klasycznej drogi poszukiwań twórczych, wyznaczającej atrakcyjną ideę (atraktor) jakiegoś rozwiązania przedstawiono graficznie na rys. 4.

Atraktor (łac. *attrahere* – przyciągać) to pojęcie z teorii chaosu. W ogólnej teorii systemów punkt lub zbiór w pewnej przestrzeni stanów, do którego system zmierza i pozostaje w dowolnie dużej skali czasu [15]. Atraktor jest ukrytym, trudnym do zaobserwowania wzorem jakiegoś procesu, np. myślowego. Poszukiwanie atraktorów jest ważnym kierunkiem badań w wielu dziedzinach nauki. Znając go można określić fenomenologię procesu. Wykorzystuje się go do opisu zjawisk niezdeterminowanych [22].

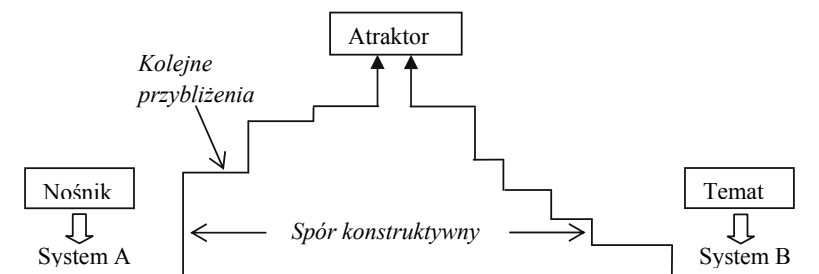
W przedstawionym modelu pojęcie „*atraktora*” wykorzystywane jest do opisu procesów myślowych. Pokazana na rys. 4 chaotyczność myśli nie oznacza przypadkowości, tylko fakt, że stosunkowo słabe i rozproszone sygnały mogą w przebłysku intuicji doprowadzić do kaskady informacyjnej i zaowocować jej wycentrowaniem w kierunku *atraktora*. Jest to zatem *atraktor percepcyjny*. Pojęcie to będzie rozumiane zgodnie z pracą [6], gdzie przyjmuje się, że „*atraktory percepcyjne są to centralne punkty zjawisk, wokół których zorganizowana jest reszta postrzeganych przez nas rzeczy*”.

W przypadku dochodzenia do idei w ujęciu klasycznym, występuje natłok różnych myśli (spór myślowy). Kryteria sporu (tak/nie) dotyczą zwykle istotnych spraw. Z powodu niejednoznacznej sytuacji wiele argumentów jest tak słabych, że co chwilę poparcie zyskuje inna myśl (stąd wahania i powroty do wcześniejszych myśli). Ten proces myślowy („*ważenie racji*”) może trwać stosunkowo długo, zwłaszcza u ludzi z dużym zasobem wiedzy. Stąd nie bez przyczyny powiedzenie, że „*wynalazki są często dziełem dyletantów*”, którzy mniej mają wahań.

W końcu jednak, prędzej czy później, przebija się jakaś atrakcyjna idea, stanowiąca *atraktor* (punkt zbieżności wahadła myśli), która owocuje nowatorskim rozwiązaniem. Ten punkt zbieżności myśli (*atraktor*) jest dla oczu ludzkich niewidoczny, bo jest ideą. Do przyspieszenia tego procesu dojścia do *atraktora* wymyślono wiele różnych metod inwencyjnych, które zaprezentowano m.in. na rys. 2. Wg autorów niniejszego artykułu wartościową techniką w tym względzie jest wykorzystywanie analogii systemowych.

Metoda analogii jest relacją, w której wyróżnia się człon porównujący (nośnik) i człon porównywany (temat). *Tematem* jest zawsze system (problem) wymagający rozwiązania, *nośnikami* – inne istniejące rozwiązania [23]. Graficzny obraz postępowania według tej metody przedstawiono na rys. 5.

Wykorzystując metodę analogii przenosimy ideę rozwiązania z jednego systemu (A) do innego systemu (B), poszukując podobieństw i izomorfizmu. Występuje tu też spór myślowy, ale jest to spór szukający homologii, prowadzący stopniowo myśl w górę, ku wspólnej idei. Oba systemy stopniowo zbliżają się do siebie (w zakresie *atraktora percepcyjnego*), a na każdym poziomie podświadomego myślenia występuje pozorne starcie, które jednak przekształca się w konstruktywny wynik. Występuje więc, na przemian, praca świadoma i praca podświadoma umysłu – rys. 6.

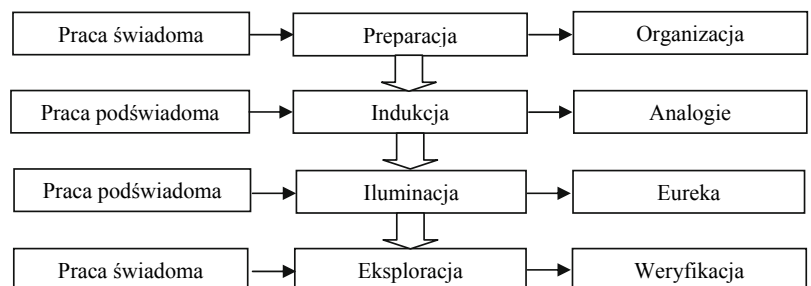


Rys. 5. Przykład wizualizacji dochodzenia do nowej idei poprzez analogię.

Fig. 5. Example of the visualisation of reaching the new idea through the analogy.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study



Rys. 6. Model systemowy kreacji wynalazków.

Fig. 6. System model of the creation of inventions.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Systemowa analiza analogii może być prowadzona w różnych przekrojach (zgodnie z rys. 3). Podstawową przestrzeń analiz oddaje zbiór elementów systemu wyodrębnionych ze względu na kierunek oddziaływania i rodzaj relacji pomiędzy oddziaływującymi elementami. Swoistymi wymiarami analogii są więc:

- rodzaj oddziaływujących elementów,
- rodzaj relacji będących przedmiotem oddziaływania.

W metodzie analogii zaleca się szukanie podobieństw w systemach daleko od siebie odległych. Wartościową procedurą w tym względzie jest metoda Circept (od: *circular concept*), czyli koncepcja kołowa opracowana przez Kaufmanna [6]. Ogólna procedura w tym zakresie jest następująca:

1. Wybierz obiekt swoich rozważań (cel działania) i zapisz w formie pytania.
2. Podaj jak największą liczbę analogii, jakie pojawiają się w odniesieniu do celu, czyli porównaj ideę wyjściowej z różnorodnymi zjawiskami, rzeczami, itp.
3. Dokonaj grupowania analogii na pozytywne (podobne) oraz negatywne (całkowicie sobie przeciwstawne).
4. Zidentyfikuj główne osie koła analogii (Circeptu). Jedna z par może służyć za wymiar poziomy, druga za wymiar pionowy.
5. Umieść wygenerowane analogie w pozostałych ćwiartkach koła, mając na uwadze zasadę, że sąsiadować mogą tylko analogie podobne, natomiast analogie przeciwne zajmują miejsce naprzeciwległe.
6. Przeanalizuj powstały układ i znajdź nowy wgląd w badany problem (cel rozważań).

ANALOGIA JAKO PODSTAWA BIONIKI

Niezwykle bogactwo i doskonałość występujących w przyrodzie rozwiązań, jak również zbieżność reguł i zasad obowiązujących w systemach biologicznych i systemach technicznych, powodują, że przyroda staje się niewyczerpanym źródłem inspiracji do nowych, niekonwencjonalnych rozwiązań. Idealna analogia systemowa może być więc zapisana w postaci frazy „skopiować naturę”.

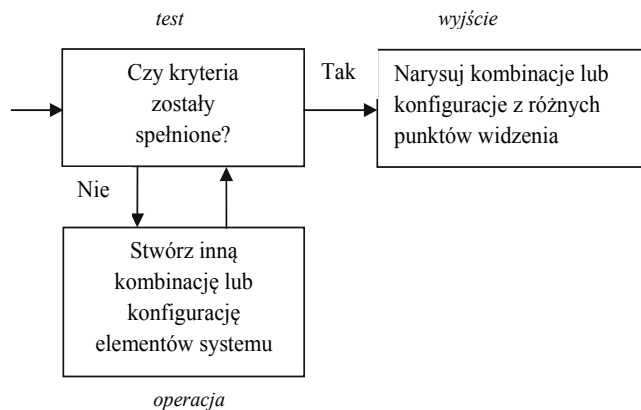
Można postawić pytanie: dlaczego przyroda wypracowuje najdoskonalsze rozwiązania? Odpowiedź jest taka, że są to *samoorganizujące się systemy*. Nie mają nad sobą żadnych „władz”, które narzucają określone rozwiązania – za wyjątkiem praw natury. Te zaś są nieubłagane. To, co jest właściwe, najlepiej dostosowane do okoliczności – przeżywa. To, co nietrafione – ginie w mroku dziejów. Jednych i drugich rozwiązań było i jest niezmiernie wiele. Tylko te pierwsze jednak są powielane i mogą stanowić, na zasadzie analogii, przesłankę nowatorskich rozwiązań w działaniach człowieka.

Selekcja naturalna jest najwyższą formą sankcji środowiska, które w tym przypadku działa jak filtr [16]. Trwa swoista „walka o byt”. Sankcją jest eliminacja. Reprodukacja pozwala na przekazywanie z pokolenia na pokolenie adaptacji do pewnych warunków środowiska. Następuje wzmocnienie gatunków najlepiej przystosowanych. Populacja wzrasta.

Poszukiwanie w przyrodzie wzorców, analiza zasad ich budowy i działania, umożliwiła uzyskanie innowacyjnych

rozwiązań głównie: w budowie maszyn, architekturze i budownictwie, a także w innych dziedzinach techniki [17].

W świetle badań autora pracy [1], poszukiwanie wzorców w przyrodzie do projektowania różnych konstrukcji było już praktyką stosowaną przez Leonarda da Vinci. Schemat stosowanej przez niego jego strategii wynalazczej pokazano na rys. 7 [1].



Rys. 7. Schemat strategii wynalazczej Leonardo da Vinci.

Fig. 7. Example of the description of the space of the systems analysis.

Źródło: Dilts R.D. 2013 [1]

Source: Dilts R.D. 2013 [1]

Geniusz Leonarda polegał na umiejętności dostrzegania ukrytych niewidzialnych reguł lub struktur głębokich przyrody, a następnie wykorzystania ich w namacalny sposób przez tworzenie nowatorskich rozwiązań. Chociaż Leonardo opisał strategię systemowego mapowania w kontekście ludzkiego ciała i korzystał z nich w swoich badaniach anatomicznych, to, jak twierdzi R. Dilts [1], „z całą pewnością stosował podobny proces także w innych swoich pracach”. Strategia ta może i powinna być zatem wykorzystywana przez wszystkich, którzy chcą znaleźć właściwe rozwiązania w systemach technicznych.

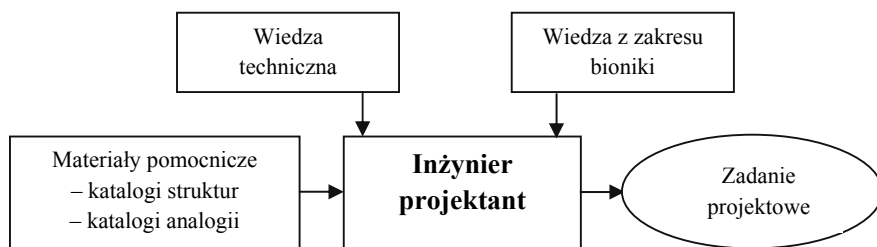
Bionika znalazła zastosowanie także w przemyśle przetwórstwa spożywczego. Opanowanie i naśladowanie pewnych procesów naturalnych dokonało się, na szczeblu przemysłowym, przez wykorzystanie mikroorganizmów i enzymów w produkcji żywności, leków czy substancji chemicznych niezbędnych dla organizmu, a na szczeblu ekologii przez kontrolę i regulację cykli naturalnych, w celu zwiększenia wydajności rolniczej lub skutecznego wyeliminowania odpadów metabolizmu z upraw rolniczych. Te technologie bio- i ekoinżynierii otworzyły drogę nowym procesom przemysłowym, mniej zanieczyszczającym, pochłaniającym mniej energii i łatwiejszym do kontrolowania i sterowania [16].

Bionika jest więc tym środkiem, który pobudza w wysokim stopniu aktywną postawę i twórczą działalność koncepcyjną współczesnego inżyniera projektanta. Stanowi źródło inspiracji i prowadzi do nowych innowacyjnych rozwiązań i wynalazków. Schemat procesu projektowania z wykorzystaniem wiedzy bionicznej pokazano na rys. 8. Inżynier projektant korzysta z opracowanych przez biologów katalogów struktur oraz katalogów analogii [17].

W przypadku założonej funkcji technicznej obiektu (*temat analizy*) poszukuje się *nośnika* analogii, którym w tym przypadku jest jakiś system biologiczny. Bada się możliwość przeniesienia idei jakiejś funkcji lub charakterystyk strukturalnych z systemu biologicznego na techniczny. Przyjmuje się przy tym, że dowolny element pracującego systemu może wykonywać określony ruch, znajdować się w określonym stanie, bądź tworzyć określoną strukturę. Poszukiwanie analogii może być zatem zróżnicowane ze względu na cele jako [17]:

- ▶ analogia funkcjonalna ruchu,
- ▶ analogia funkcjonalna stanu,
- ▶ analogia struktury systemu.

Dysponując określonym systemem biologicznym, przeprowadza się badania eksperymentalne i modelowe, aby poznać zasadę działań lub stanów jakim podlega system. Wyniki tych badań zestawia się w odpowiednich bazach danych, zwanych *katalogami analogii* lub *katalogami struktur* [17].

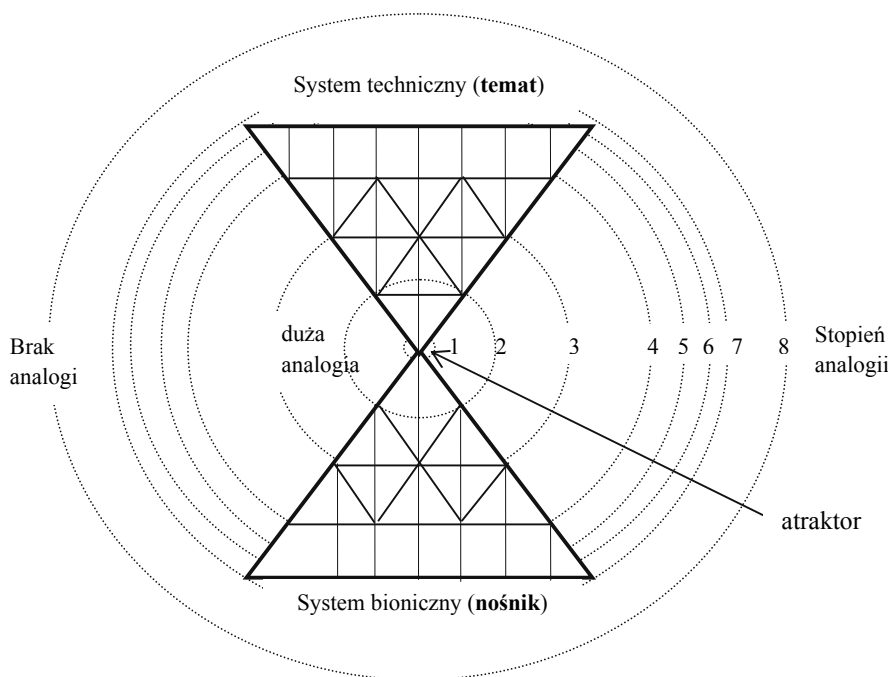


Rys. 8. Przykład projektowania inżynierskiego z wykorzystaniem wiedzy bionicznej.

Fig. 8. Example of the engineering design with using the bionic knowledge.

Źródło: Samek A. 2010 [17]

Source: Samek A. 2010 [17]



Rys. 9. Model kołowy struktury analogii systemowej.

Fig. 9. Wheeled model of the structure of the system analogy.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Katalogi te pozwalają na usprawnienie procesu projektowania przez szybsze znalezienie idei rozwiązania.

Systemowy model opisujący strukturę analogii, jako narzędzia poszukiwania nowatorskich pomysłów i rozwiązań technicznych, przedstawiono na rys. 9.

Model obrazuje sposoby postrzegania analogii. Odnoszą się one do struktur wewnętrznych systemów (technicznego i bionicznego). Poszczególne kręgi opisują siłę analogii; od pełnej tożsamości systemów (krąg 1.) do całkowitego braku analogii pomiędzy badanymi systemami (krąg 8.). Krąg 2. opisuje wysoką analogię ze względu na strukturę, ruch i stan. Krąg 3. – wysoką analogię ze względu na ruch, a krąg 4. – wysoką analogię ze względu na stan. Kręgi: 5., 6., 7. – to związki pomiędzy systemami o coraz niższym stopniu analogii (w podobnym układzie celów jak wyżej).

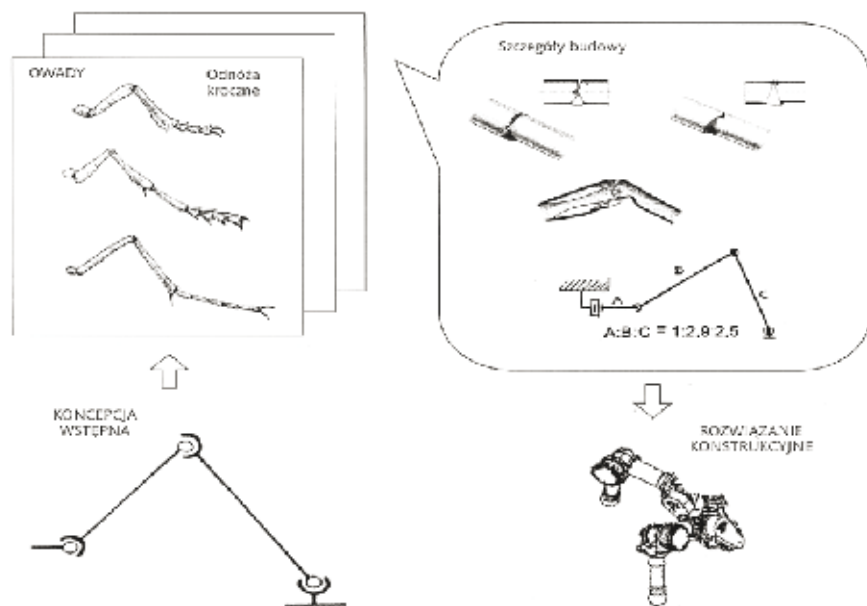
Model ten jest modelem uniwersalnym i może stanowić opis niezależnie od tego, co jest tematem i nośnikiem analogii. Może posłużyć do nowego wglądu w badany problem, poszukiwania nowatorskiego pomysłu lub rozwiązania, przez dekompozycję struktury systemów na coraz to mniejsze fragmenty – aż do poziomu czystej idei (atraktora).

Siłę *atraktora* można opisać w kategoriach głębokości i rozległości (szerokości) struktury systemu, zobrazowanej przez trójkąty. Głębokość odwołuje się do intensywności oddziaływania idei na inne systemy, rozległość zaś do tego jak rozprzestrzeniona jest ona w różnych systemach. Przykładowo niektóre idee mogą być niezwykle silne dla badanego tematu (2., 3. lub 4. stopień analogii), lecz ich możliwość rozpowszechnienia jest ograniczona. Inne zaś mogą być względnie słabe (5., 6., lub 7. stopień analogii), lecz występują w wielu systemach (nośnikach). Drogi dojścia do *atraktora* na tym modelu obrazują linie struktury głębokiej systemu. Są trzy takie drogi:

1. fragmentaryzacja systemu (linie pionowe),
2. przejście na inny element systemu (linie poziome),
3. przejście na inny element systemu z jednoczesną jego fragmentaryzacją (linie ukośne).

Jak przedstawiają to kręgi stopnia analogii, najbardziej efektywna jest pierwsza droga. Stąd też można sformułować ogólną zasadę, że: „*siła analogii nie jest wynikiem dużej zbieżności pomiędzy porównywanym systemami, ale coraz większej fragmentaryzacji (kawalkowania) ich struktury*”.

Przykład przeniesienia (przez analogię) idei rozwiązania z systemu biologicznego na techniczny dla określonego przypadku (pedipulator robota kroczonego) pokazano na rys. 10.



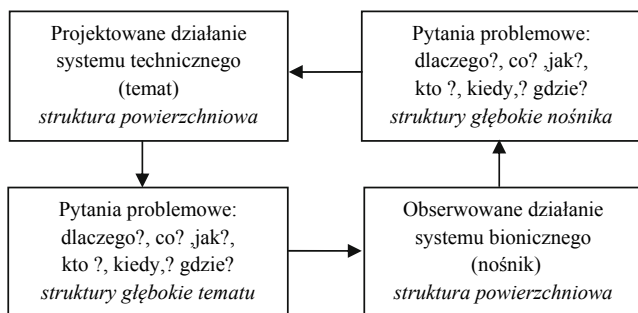
Rys. 10. Przykład przeniesienia (przez analogię) idei rozwiązania z systemu biologicznego na techniczny dla przypadku pedipulatora robota kroczącego

Fig. 10. Example of the transfer (by way of analogy) of idea of solving from the biological system on technical for the case pedipulator of striding robot

Źródło: Samek A. 2010 [17]

Source: Samek A. 2010 [17]

Założony jest pewien ogólny układ kinematyczny. Zbliżone rozwiązania o wysokim stopniu analogii, to odnóża poruszających się owadów prostoskrzydłych, karaczanów, chrząszczy. Badania szczegółowe pokazują zasady działania par obrotowych odnóży (istnieje kilka typów połączeń) oraz złożony układ mięśni o działaniu antagonistycznym w każdym członie odnóża. Wzajemne proporcje długości poszczególnych członów badano dokonując pomiaru kilkuset gatunków. Rozwiązanie konstrukcyjne wykorzystuje silniki krokowe [17].



Rys.11. Schemat wielopoziomych działań podczas stosowania analogii systemowych.

Fig. 11. Outline of multi-storey action while applying system analogies.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Podczas poszukiwania nowatorskiej idei dla opracowywanego systemu technicznego, mogącego znaleźć zastosowanie w inżynierii przetwórstwa spożywczego, punktem wyjścia jest jego struktura powierzchniowa,

charakteryzująca rodzaj operacji technicznej. Systemowo rzecz biorąc, może być ich sześć: gromadzenie, przenoszenie, przekształcanie, przetwarzanie, rozdzielanie oraz wiązanie [4]. Następnie przechodzimy do struktury głębokiej, pogłębiając zagadnienie, poprzez stawianie określonych pytań problemowych, dotyczących kolejno tematu i nośnika. Przykład takiego wielopoziomowego postępowania przedstawia rys. 11.

Stopniowo, w cyklu kolejnych przybliżeń, dochodzimy do atrakcyjnej idei, która może być wykorzystana, jako nowatorskie rozwiązanie w projektowanym systemie.

PODSUMOWANIE

W świecie globalnych gospodarek innowacje stanowią rdzeń konkurencyjności i nowoczesnych strategii wzrostu gospodarczego. Innowacje są pochodną wynalazku, ten zaś jest wynikiem nowatorskiej idei, która leży u jego podstaw. W powszechnej opinii wynalazek jest rezultatem niewytłumaczalnego przedstawienia się umysłu na nowe schematy (wzory myślenia). Nie jest to sprawą prostą, bowiem mózg człowieka ma swoje ograniczenia. Aby je przekroczyć wymyślono wiele różnych metod twórczego myślenia, określanych nawet jako „techniki,” czyli ściśle precyzyjnie algorytm postępowania (tym zajmuje się inwentyka). Można tu wymienić przykładowo: *burzę mózgow* A. Osborna, *synektykę* W. Gordona, *myślenie równoległe* E. De Bono, *tablice morfologiczne* F. Zwickego, *TRIZ* H. Altszullera i inne. Są to w istocie różne procedury rozwiązywania problemów, których idea polega głównie na pokonywaniu stereotypów i pobudzaniu twórczego myślenia. Efekt kreatywności osiąga się poprzez rozbicie wyuczonego schematu myślenia i wykorzystania posiadanej wiedzy do generowania nowych pomysłów. Doświadczenia praktykujących te techniki wskazują jednak, na ich małą efektywność w tym zakresie.

Obiecującą a jednocześnie mało pogłębianą techniką generowania nowych pomysłów jest analogia (*bo przecież każdy wie o co w niej chodzi*). Technika ta jest jednak warta refleksji naukowej, zwłaszcza w świetle podejścia systemowego, w ramach którego stanowi jedno z podstawowych narzędzi inżynierii systemów o trudnej do przecenienia wartości, szczególnie w odniesieniu do działalności ludzkiej związanej z produkcją żywności.

W przedstawionych rozważaniach podjęto próbę wypracowania ogólnego modelu poszukiwania idei wynalazku za pomocą analogii. Obrazowo można to wyrazić, jako **próbę dogonienia powszechnie stosowanej praktyki przez odzwierciedlającą ją teorię.**

Podstawą wypracowania modelu (przedstawionego na rys. 9.) była inspirowana przez naturę bionika, czyli nauka zajmująca się obserwacją i naśladowaniem przyrody w rozwiązywaniu zadań technicznych. Sama bionika nie

jest nowatorską ideą, ale rozwiązania techniczne zainspirowane przez naturę już tak. Niezwykle bogactwo i doskonałość występujących w przyrodzie rozwiązań, jak również zbieżność reguł i zasad obowiązujących w systemach biologicznych i systemach technicznych, wskazują kierunek działań nakierowanych na wzrost wynalazczości, które warto popularyzować również w dziedzinie produkcji żywności.

LITERATURA

- [1] **DILTS R.D. 2013.** Strategie geniuszy. Myśl jak Freud, da Vinci i Tesla. Gliwice: Wyd. Helion.
- [2] **DĘBICKA-CIESZYŃSKA A., J. CIESZYŃSKA. 2013.** Ćwiczenia wnioskowania przez analogię. Kraków: Wyd. Centrum Metody Krakowskiej.
- [3] **DUTKIEWICZ D., B. SŁOWIŃSKI. 2013.** „Systemowa integracja zróżnicowania surowców, maszyn i aparatów przemysłu spożywczego”. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego* 2: 121-125.
- [4] **DUTKIEWICZ D., B. SŁOWIŃSKI. 2015.** „Maszyny i aparaty przetwórstwa spożywczego w ujęciu systemowym”. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego* 2: 138-145.
- [5] **FINDEISEN W. 1985.** (red): Analiza systemowa – podstawy i metodologia. Warszawa: Wyd. PWN.
- [6] **KAUFMANN A., M. FUSTIER, A. DREVET. 1975.** Inwentyka. Metody poszukiwania twórczych rozwiązań. Warszawa: WNT.
- [7] **KOSZOWSKI M. 2010.** „Fenomen analogii”. *Przeгляд Prawno-Ekonomiczny* 1: 34-40.
- [8] **KOWALSKA., M. PAŹDZIOR M. 2013.** „Wybrane elementy strategii marketingu w przedsiębiorstwie branży spożywczej”. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego* 2: 138-142.
- [9] **KRĄPIEC M. 1993.** Teoria analogii bytu. Lublin: TN KUL, Dzieła, t. 1, wyd. 2.
- [10] **LALOUX F. 2015.** Pracować inaczej. Warszawa: Wyd. Studio Emka.
- [11] **LASZLO E. 1978.** Systemowa wizja świata. Warszawa: Wyd. PIW.
- [12] **NEĆKA E. 1998.** Trening twórczości. Kraków: Oficyna Wydawnicza Impuls.
- [13] **POGORZELSKI W. 2002.** O filozofii badań systemowych. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe SCHOLAR.
- [14] **POPER K. 2015.** Logika odkrycia naukowego. Warszawa: Wyd. Aletheia.
- [15] **PROCTOR T. 2002.** Twórcze rozwiązywanie problemów. Podręcznik dla menedżerów. Gdańsk: Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne.
- [16] **ROSNEY J. 1982.** Makroskop. Warszawa: Wyd. PIW.
- [17] **SAMEK A. 2010.** Bionika. Wiedza przyrodnicza dla inżynierów. Kraków: Wyd. AGH.
- [18] **SELMAN F. 2007.** Analogy. (w) Aquinas 101. A Basic Introduction the Thought of Saint Thomas Aquinas. Christian Classics.
- [19] **SCHWRTZ E. 2006.** Nektar -twórcze paliwo wynalazczości i innowacji. Gliwice: Wyd. Helion.
- [20] **SŁOWIŃSKI B., D. DUTKIEWICZ. 2014.** „Problemy komercjalizacji wynalazków w ujęciu systemowym”. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego* 1: 121-127.
- [21] **SŁOWIŃSKI B., D. DUTKIEWICZ. 2015.** „Próba systematyzacji źródeł procesów kreacji wynalazków w przetwórstwie spożywczym”. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego* 2: 84-92.
- [22] **TEMPCZYK M. 2006.** Teoria chaosu dla odważnych. Warszawa: Wyd. PWN.
- [23] **UJWARA-GIL A. 2004.** Inwentyka czyli kreatywność w biznesie. Wybrane zagadnienia. Nowy Sącz: Wyd. WSB-NLU.
- [24] **UJWARA-GIL A. 2005.** „Analogie i metafory źródłem nowych idei w praktyce biznesowej”. *Marketing i Rynek* 6: 16-21.
- [25] **WASILEWSKI M., A. WASILEWSKA, A. BEZAT. 2010.** „Innowacyjność przedsiębiorstw przetwórstwa rolno-spożywczego: stan wiedzy i kierunki dalszych badań”. *Zeszyty Naukowe SGGW w Warszawie. Ekonomia i Organizacja Gospodarki Żywnościowej* 82: 103-114.
- [26] **WOLAK Z. 2002.** Analogia w filozofii i nauce. *Zagadnienia Filozoficzne w Nauce*, nr XXX: 89-111.