

¹Prof. nadzw. dr hab. inż. Bronisław SŁOWIŃSKI²Prof. dr inż. Daniel DUTKIEWICZ¹Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Wałczu²Profesor emerytus Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego
Politechnika Koszalińska

OD TEORII SYSTEMÓW DO WIEDZY KNOW-HOW W INŻYNIERII PRODUKCJI ŻYWNOCI®

From the theory of systems to know-how knowledge in engineering
food production®

Słowa kluczowe: ujęcie systemowe, wiedza know-how, inżynieria produkcji żywności.

W artykule przedstawiono istotę teorii systemów i podejścia systemowego jako czynników zwiększania zasobów wiedzy operacyjnej know-how. Przeanalizowano także zakres wykorzystywania tego podejścia w pracach naukowych z obszaru inżynierii produkcji żywności.

Key words: systemic view, knowledge know-how, food production engineering.

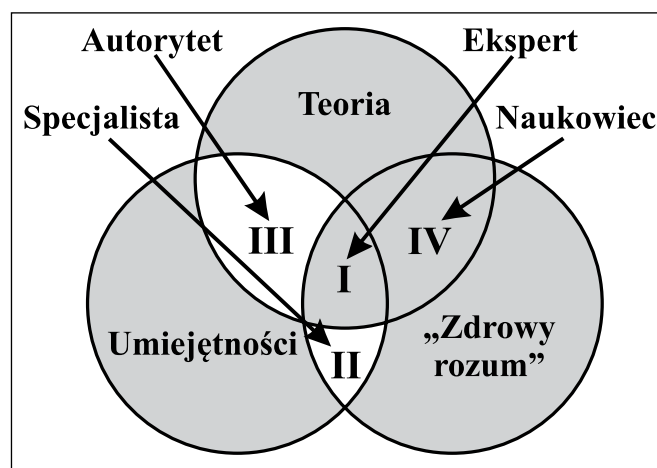
The article presents the essence of systems theory and system approach as factors for increasing the know-how operational knowledge resources. The scope of using this approach in scientific works in the field of food production engineering was also analyzed.

WPROWADZENIE

„Nie ma nic bardziej praktycznego, niż dobra teoria” – tak głosił znakomity austriacki fizyk Ludwig E. Boltzman. Inni naukowcy też podtrzymują ten pogląd. Wielu praktyków ma jednak nieco inny pogląd, zwłaszcza w stosunku do osób kończących studia, np.: „co wy tam wiecie, tylko teorii wam w głowie”, czyli, że znają wiele teorii, ale nie potrafią wykorzystać ich w praktyce. „Praktyka” jest tu rozumiana jako konkretne umiejętności, umiejscowione w czasie i przestrzeni, znamienne dla celów życia i działania (inaczej „know-how”). Teoria zaś jest modelem lub zbiorem modeli i trzeba je umieć dopasować do danej praktyki. W nauce słowo „teoria” odnosi się do sposobu w jaki wyjaśnia się fakty i prognozuje zdarzenia. Teorie formalne są narzędziami w systemie wiedzy, których używamy, aby zorganizować swoje myślenie i zrozumieć świat. Teoria bowiem to najwyższy stopień zorganizowania wiedzy [16]. Może być zatem tak jak ona: poznawcza (wyjaśniająca) lub aplikacyjna (operacyjna typu „know-how”). Wiedza nie ma wytyczonego celu, zadań, zamierzeń poznawczych; te dyktuje środowisko i to ono wytycza przedmiot i cel poznania. Celem kształcenia w zakresie inżynierii jest aplikacyjność przyswajanej wiedzy, czyli nabycie wiedzy „know-how” [2].

Pożytek ze stosowania teorii wynika z tego, że pokazują one zjawiska w szerszym kontekście, a poza tym dostarczają narzędzi do ich modelowania. Mogą być wyrażane matematycznie lub symbolicznie, ale zawsze obowiązują zasady zachowania racjonalnego myślenia i logiki [5]. Teorie są w istocie rzeczy narzędziami analitycznymi: zrozumienia, wyjaśnienia i prognozowania rozwoju zjawisk w czasie. „Know-how” w literaturze fachowej określane jest jako zespół doświadczeń, wiedzy technicznej i pozatechnicznej, które mają

charakter poufny. Umiejętność odnoszenia teorii do wiedzy „know-how” (umiejętności technicznych i pozatechnicznych) jest niezwykle ważna, bowiem w powiązaniu z racjonalnym myśleniem czyni z człowieka autorytet w danym obszarze zagadnień – rys.1.



Rys. 1. Systemowe powiązania w zakresie wiedzy know-how.

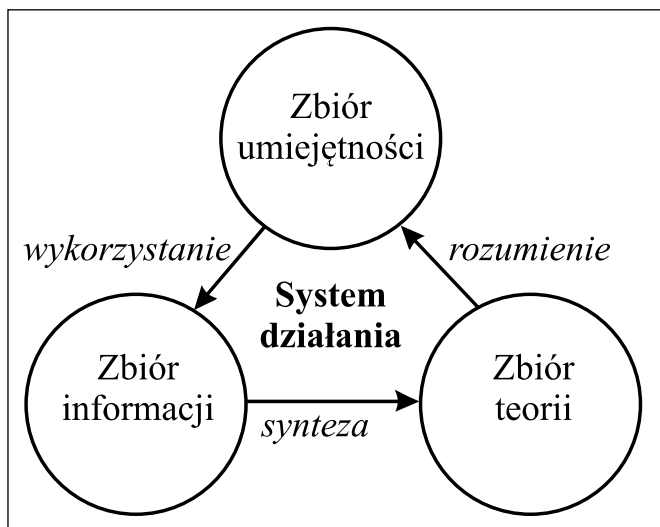
Fig. 1. Systemic links in the know-how knowledge.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Ekspert (obszar I) to nie tylko „ten, który wie i potrafi”, czyli autorytet. Jako autorytet jest osobą o teoretycznej i praktycznej znajomości danego tematu. Jako specjalista, ma jeszcze coś ponadto. To „coś” określa się popularnie jako „zdrowy rozum”, a to oznacza: właściwe rozumowanie wynikające z logicznego i systemowego myślenia.

Definicja encyklopedyczna wiedzy określa ją jako: „*zbiór, ogół wiarygodnych informacji o rzeczywistości wraz z umiejętnością ich wykorzystywania*”. Z tego sformułowania wynika bezpośrednio, że istnieje połączenie (integracja) informacji z praktyką. W szczególności istotne jest tu użycie łącznika „wraz”. Podkreśla on konieczność dalszej integracji wiedzy (w tym teorii, która jest jej pochodną) z „umiejętnościami”. Dopiero bowiem współzależność tych trzech zbiorów tworzy system działania – rys. 2.



Rys. 2. Kontekstowa integracja informacji teorii i umiejętności.

Fig. 2. Contextual integration of theory and skills information.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Praktyka (wiedza „*know-how*”) stawia przed wiedzą poznawczą pytania kontekstowe, typu: „*co*”? „*jak*”? „*kiedy*”? „*gdzie*”? itp. Wiedza ta odpowiada na nie poprzez eksperyment lub teorię. Ani informacja nie jest jednak pierwszym elementem w procesie poznania, ani wiedza jego ostatnim. Pierwotnym elementem są fakty, a końcowym określona umiejętność. Przejście od faktów do umiejętności wymaga zatem określonego rodzaju działania kontekstowego [3].

Takie kontekstowe zintegrowanie teorii z umiejętnościami od dawna stanowi cel każdego nauczania. Słownikowo pojęcie „*umiejętność*” – to zdolność wykonywania zadań i rozwiązywania problemów właściwych dla uczenia się lub działalności zawodowej. Definicja dotyczy rozumienia tego terminu także w dokumentach Europejskiej Ramy Kształcenia ERK. Jest też spójna z Zaleceniem Parlamentu Europejskiego i Rady z 23 kwietnia 2008 roku w sprawie ustanowienia europejskich ram kwalifikacji dla uczenia się przez całe życie. Zgodnie z oficjalnym tłumaczeniem tego zalecenia: umiejętności w ERK są rozumiane jako zdolność do stosowania wiedzy i korzystania z „*know-how*” w celu wykonywania zadań i rozwiązywania problemów. W tym kontekście umiejętności oznaczają: kognitywne (obejmujące myślenie logiczne, intuicyjne i kreatywne) oraz praktyczne (obejmujące sprawność) korzystanie z metod, materiałów, narzędzi i instrumentów).

W naukach stosowanych i interdyscyplinarnych (do jakich należy też inżynieria produkcji żywności), występuje szczególna trudność przyswojenia dużej liczby niezbędnych pojęć

i wynikających z nich umiejętności typu „*know-how*”. Spowodowane jest to m.in. tym, że wykorzystywane są w nich również pojęcia i umiejętności z wielu różnych obszarów dziedzinowych, w tym też wypracowane w dyscyplinach podstawowych: fizyce, chemii, biologii, matematyce, informatyce, na których one się opierają. Współcześnie szeroki i łatwy dostęp do internetowej informacji doprowadził do tego, że w procesie nauczania myślenia „*know-how*”, podstawowym problemem staje się nie tyle ilość uzyskanej wiedzy, lecz nabycie ogólnych zasad „*rozumienia rzeczy*” jako klucza do umiejętności. To wymaga nie tyle przyswojenia sobie określonego zbioru informacji, ale przede wszystkim rozumienia powiązań w zakresie przedmiotowej istoty, a z tym jest już znacznie trudniej. Do jednej z najbardziej interesujących pomocy w tym zakresie należy teoria systemów [11].

Celem niniejszego artykułu jest przeanalizowanie: w jakim stopniu teoria systemów jest wykorzystywana do interpretowania badań i analiz dotyczących inżynierii produkcji żywności. Artykuł ten jest kontynuacją wcześniejszych analiz autorów przedstawionych w publikacji [3].

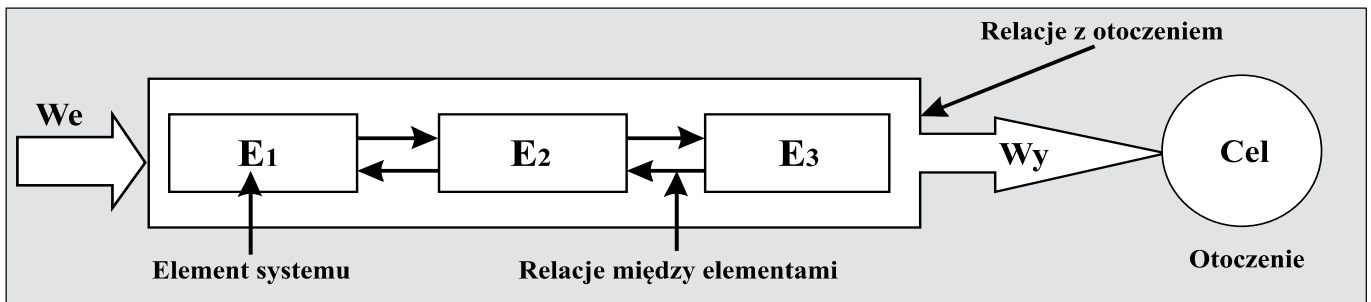
ELEMENTY TEORII SYSTEMÓW

Wątki myślenia systemowego przewijają się przez całą historię i różnorakie kultury od chińskiej Księgi Przemian do kalendarza Majów i od buddyzmu do kabaly. Pierwotnie wiedza ta nie miała jednak charakteru praktycznego, spełniała ona wymogi intelektualne. W połowie XX w. zaczęła jednak nabierać aspektów na wskroś praktycznych. Współcześnie „*podejście systemowe*” traktuje się jako zjawisko poznawcze, naukowe i kulturowe [15].

Dzieje się tak ze względu na konieczność rozwiązywania coraz bardziej złożonych, wieloaspektowych problemów oraz wymóg całościowego i syntetycznego przedstawiania badanych obiektów. Pojęcie systemu jawi się więc jako centralna kategoria poznawcza [18]. Stanowi ona duży obszar złożonej i zorganizowanej rzeczywistości – pośredni pomiędzy obszarem „*zorganizowanej prostoty*” (mechanizmy) a „*niezorganizowanej złożoności*” (populacje statystyczne). Jest to zatem obszar zbyt złożony do stosowania analizy i zbyt zorganizowany dla statystyki [9]. Potrzebuje innej metodologii badawczej. Jej podstawę wyznacza teoria systemów. Teorię taką opracował w latach powojennych austriacki biolog Ludwig von Bertalanffy i nazwał ją „*Ogólną Teorią Systemów*”. Teoria ta stawia „*holizm nad redukcjonizmem, organizm nad mechanizmem, a proces nad produktem*” [15].

Ogólna Teoria Systemów wytworzyła nową metodologię, przeciwstawną metodologii redukcjonizmu kartezyjskiego. Kartezjusz zalecał rozkładanie układów na mniejsze części i badanie ich z osobna. W przeciwieństwie do tego rodzaju postępowania, na pierwszy plan wysuwa ona nie tyle zgłębianie własności poszczególnych części, ile organizację całości w kategoriach bardziej relatywistycznych – kategoriach sprzężeń zwrotnych między częściami składowymi, tworzącymi system. Samo zaś podejście systemowe nie jest ani mniej naukowe, ani mniej prawdziwe od naukowego redukcjonizmu – jest tylko innym typem poznania [9].

Dla wielu powszechnie używane słowo „*system*” jest rozumiany intuicyjnie i materialnie (np. system ABS), co w konsekwencji w wielu przypadkach prowadzi do nadużywania tego



Rys. 3. Schemat konfiguracji systemu.

Fig. 3. System configuration diagram.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

terminu, do opisu czegoś, co systemem nie jest, a na pewno nie jest zdefiniowane w ujęciu teorii systemów [18]. Przykładowo według autorów pracy [14]:

- ❖ w *technice* przez system rozumie się układ sprzężonych elementów przyporządkowanych określonej celowi działania,
- ❖ w *organizacji i planowaniu* system to – zbiór operacji powiązanych w czasie,
- ❖ w *nauce* przez system rozumie się dziedzinę ogólnej metodologii badań,
- ❖ w *filozofii* przez system rozumie się pewną metodę naukowego myślenia.

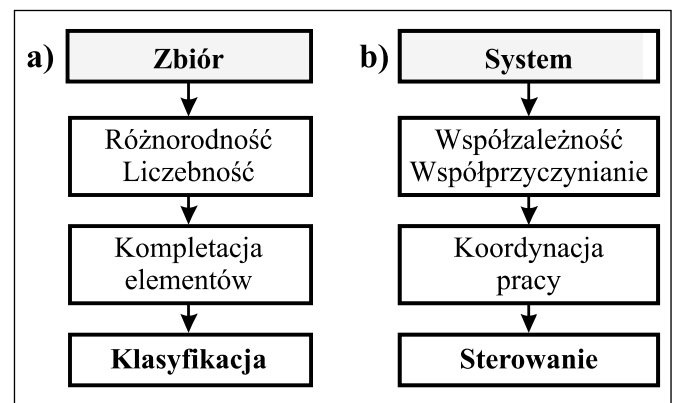
Zdefiniowanie systemu jest równoważne z jego strukturalizacją (konfiguracją elementów). Znaczenie strukturalizacji w teorii systemów jest tym, co w Astronomii określa się jako przewrót kopernikański. Dokonuje się bowiem zmiana światopoglądowa: z myślenia redukcjonistycznego „od szczegółu do ogółu”, na myślenie „od ogółu do szczegółu”.

Systemy w materialnym świecie nie występują. Są to bowiem „byty abstrakcyjne (*konstrukty myślowe*), tworzone na zbiorach przez naukowców, badaczy, planistów, lub konstruktorów, traktujących złożone obiekty materialne jako pochodne tych *konstruktów*”.

Aby nazwać coś „systemem”, trzeba skonfigurować (myślowo) więzami organizacyjnymi (relacjami) minimum trzy współzależne elementy. Relacje opisują zarówno wewnętrzne jak i zewnętrzne powiązania systemu z otoczeniem – rys. 3.

Wspólnym punktem wyjścia do powiązania wewnętrznej struktury systemu z jego otoczeniem są cele oraz czynności. Ze względu na nie tworzy się bowiem określone rozwiązania strukturalne: statyczne (określane jako klasyfikacje)

i dynamiczne (tworzące procesy). Istotną cechą strukturalną systemów jest współzależność elementów, stąd wynika możliwość sterowania nimi. To jest podstawowa cecha odróżniająca system od zbioru – rys. 4.



Rys. 4. Różnice definicyjne pomiędzy zbiorem a systemem.

Fig. 4. Differences in definition between a collection and a system.

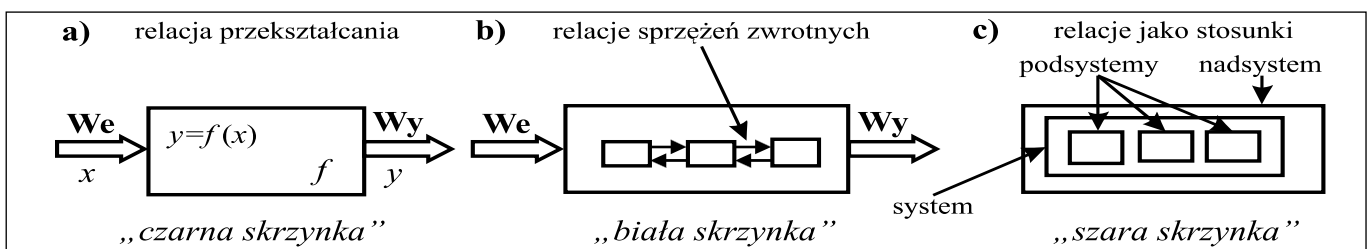
Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Wykrycie współzależności, to wykrycie jakiegoś „*porządku*”, na ten zaś „*porządek*” może natrafić także myśl rozumowa, o ile funkcjonuje w kategoriach pewnego modelu. Teoria systemów wykorzystuje trzy narzędzia operacyjne *know-how* (modele systemowe):

- 1) model funkcjonalny z relacją przekształceń (idea czarnej skrzynki),
- 2) model strukturalny z relacją sprzężeń zwrotnych (idea białej skrzynki),
- 3) model hierarchiczny z relacją stosunków organizacyjnych (idea szarej skrzynki).

Ich graficzne schematy pokazano na rys. 5.



Rys. 5. Modele systemowe: a) funkcjonalny, b) strukturalny, c) hierarchiczny.

Fig. 5. System models: a) functional, b) structural, c) hierarchical.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Model systemowy to złożona, zorganizowana całość, elementów połączonych relacjami i oddzielonych od środowiska zewnętrznego. Ujęcie modelowe pozwala na znaczące uproszczenie analiz różnego rodzaju układów, umożliwiając uzyskiwanie zależności funkcyjnych poprzez model „czarnej skrzynki”, a następnie stopniowego jej „wybielania”, aż do uzyskania zadowalających opisów struktury wewnętrznej. O tym co traktować jako system i jaką ma mieć strukturę, rozstrzyga osoba, której jest to potrzebne do rozwiązania określonego problemu. Celem tym jest najczęściej optymalizacja zachowań systemu działaniowego [2]. Żeby coś zoptymalizować, należy dysponować miarą, opisem ilościowym systemu oraz modelem funkcyjnym $y=f(x)$. Dopiero wówczas można przewidywać matematycznie najkorzystniejszy stan funkcji celu. Sama ogólna teoria systemów oferuje tylko formalne „klocki” do budowania modelu [6]. W przeciwieństwie do całkowicie abstrakcyjnej matematycznej teorii zbiorów zawiera ona jednak minimalne założenia o rzeczywistości. Zakłada przede wszystkim, że każdy przedmiot poznania i działania ma „stronę zewnętrzną” (funkcję) i „stronę wewnętrzną” (strukturę) oraz że umiejscowiony może zostać w jakimś układzie zróżnicowanych i obszernych powiązań z otoczeniem. Te powiązania tworzą hierarchię stosunków organizacyjnych i relacje sprawnościowe – **rys. 6**.

Ponieważ opis systemu nie może przedstawiać wszystkiego, do rozważań bierze się tylko takie części otoczenia, które dla opisu systemu mają znaczenie z jakiegoś punktu widzenia. Należy jednak mieć na uwadze, że, przyczyna i skutek oddziaływania systemów z otoczeniem niekoniecznie muszą być ze sobą bezpośrednio związane w czasie i przestrzeni. Często działania wdrożone tu i teraz pojawiają się zatem jako efekt odległy w czasie [10].

Każdy poziom (podsystem, system, nadsystem) charakteryzuje się też innym rodzajem sprawności. Ogólną własnością hierarchicznej organizacji rzeczy i procesów jest bowiem pojawienie się własności na „wyższych” szczeblach organizacji,

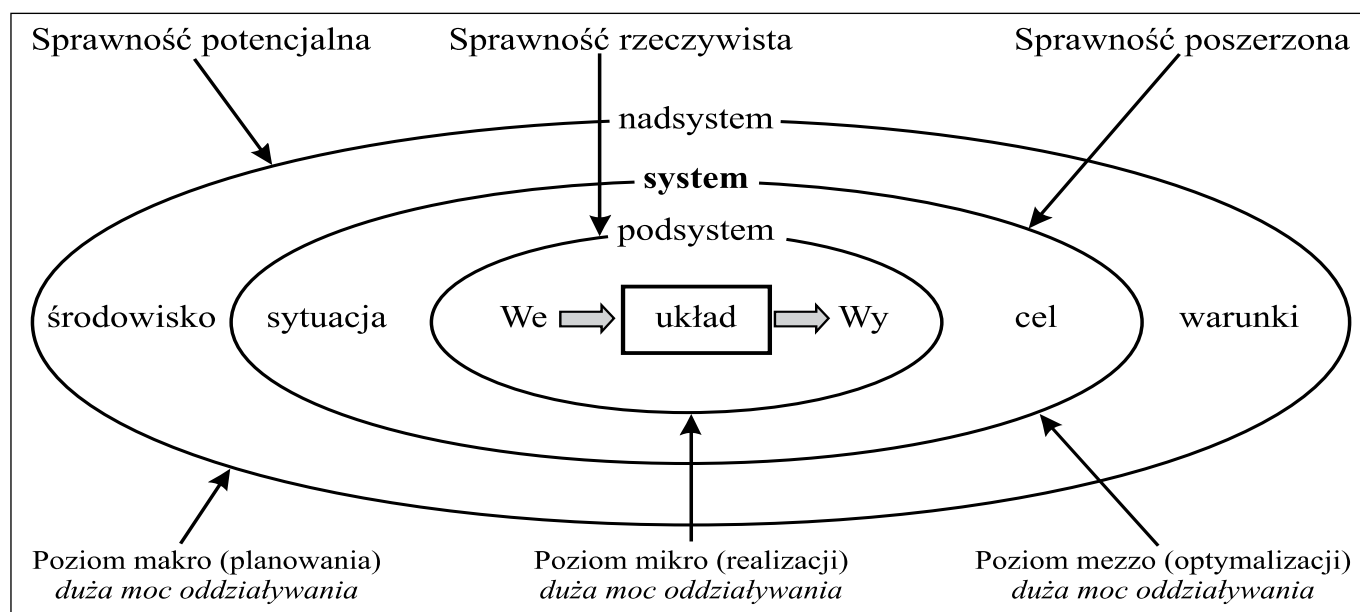
których nie można przewidzieć na podstawie znajomości własności stwierdzanych na „niższych” jej szczeblach [9]. Ujęcie systemowe w inżynierii polega zatem na kilkakrotnym dochodzeniu, ale na różnych poziomach do tego, co ma być zrozumiane i wykorzystane w projektowaniu.

Ze względu na funkcje systemy ogólnie dzieli się na dwie kategorie [6]:

- ❖ *systemy klasyfikacyjne (formalne)*, budowane na daną chwilę dla celów poznawczych,
- ❖ *systemy działaniowe (procesowe)*, dotyczące opisu zmian rzeczywistości w czasie.

Systemami działaniowymi zajmuje się inżynieria systemów (częściej określana jako „badania operacyjne”). Nazwą tą obejmuje się praktyczne programy działania know-how, oparte na tzw. „twardym” podejściu systemowym. Programy te mają u swej podstawy założenie o systemowości badanego fragmentu rzeczywistości, co umożliwia modelowanie matematyczne powiązań zachodzących między jego elementami [7]. Celem ich jest optymalizowanie zachowań systemu przy precyzyjnym określeniu z góry jego celu i kryteriów optymalizacji. Identyfikując lub projektując system, wyróżnia się tu trzy charakterystyczne narzędzia operacyjne *know-how*: analizę, syntezę i metodę „czarnej skrzynki” [6]:

- ❖ *analiza* opiera się na założeniu, że zrozumienie struktury całości jest warunkiem koniecznym i wystarczającym do doskonalenia tej całości,
- ❖ *synteza* stara się odpowiedzieć na pytanie: jaką rolę pełni całość w jej szerszym kontekście. Celem jest otrzymanie optymalnych rezultatów?,
- ❖ *zadanie typu „czarnej skrzynki”* realizowane jest wtedy, gdy znane są rezultaty funkcjonowania systemu, ale niezbędne jest poznanie struktury procesów i relacji niektórych jego elementów tak, aby odtworzyć budowę i działanie pozostałych.



Rys. 6. Model hierarchiczny złożonego systemu.

Fig. 6. The hierarchical model of a complex system.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

W zagadnieniach, które dotyczą problemów złożonych, słabo ustrukturalizowanych, związanych z niepewnością informacji, lub niejednorodnością elementów (np.: człowiek i maszyna) stosuje się tzw. „miękkie” podejście systemowe. Zakłada się rezygnację z modelu matematycznego stosując w zamian podejście graficzne [9]. Polega to głównie na modelowaniu w postaci skrzynek cybernetycznych i graficznym odwzorowywaniu kierunku analiz liniami ze strzałkami (np. rys. 3). Takie modele są wyłącznie narzędziem obrazowego odwzorowania sytuacji problemowej. Nie zawsze daje się to pogodzić z dążeniem do sprostania wymogom uniwersalności i formalnej weryfikowalności modeli nauki klasycznej, w których ściśle powiązania są co najmniej tak samo ważne jak osiągnięcie celów [18].

Z porównania problemów systemowych z problemami dziedzinowymi wynika, że przy problemach systemowych, zamiast poszukiwania zależności przyczynowo-skutkowych między niewielu zmiennymi, powstaje problem ujawnienia różnorodności związków i relacji zachodzących wewnątrz badanego układu, a także jego relacji z otoczeniem. W rezultacie na pierwszy plan wysuwa się zagadnienie wielu zmiennych. Idea układu, jako zbioru części składowych, zostaje zastąpiona pojmowaniem go jako całościowego tworzywa, którego właściwości nie można sprowadzić ani wyprowadzić z własności jego części [13]. Przy takim podejściu nie próbuje się tworzyć modeli systemów, które miałyby uniwersalne zastosowanie, ponieważ ma się do czynienia z szerokim wachlarzem różniących się od siebie punktów widzenia na stawiane cele i z różnymi kontekstami problemów. Dlatego najważniejsze znaczenie ma sama metodologia, która jest holistycznym metajęzykiem opisującym interakcje systemowe i systemowe projektowanie. Dzięki niej można jednak zrozumieć chaos i złożoność [17]. Rozpatrując ten aspekt ze względu na teorię, można stwierdzić, że następuje tu całkowite odejście od funkcjonalizmu („twardej” techniki systemowej), który dominował do lat 80. XX wieku w podejściach systemowych [5].

Wartość ujęcia systemowego zależy również od jego upowszechnienia [11]. Według autorów podejście systemowe („twarde”, bądź „miękkie”) jest godne rozpowszechnienia – jako postawy myślowej – bo z jednej strony eliminując drobiazgowo analizy dziedzinowe, umożliwia poszukiwaniu drogi rozwiązania problemu poprzez wyjaśnianie modelowe. Z drugiej zaś jest nośnikiem myślenia wynalazczego, podczas gdy ujęcie dziedzinowe sprzyja raczej myśleniu naukowemu.

Analizy w obszarze inżynierii produkcji żywności, z wykorzystaniem ujęcia systemowego, są zbyt zróżnicowane i złożone, aby móc je przedstawić w tak krótkim artykule; były one szerzej przedstawiane przez autorów we wcześniejszych opracowaniach, np. [4]. Poniżej zostanie zaakcentowany tylko stopień wykorzystywania tego rodzaju ujęcia w omawianym obszarze zagadnień.

WYKORZYSTANIE TEORII SYSTEMÓW W ZAGADNIENIACH INŻYNIERII PRODUKCJI ŻYWNOCI

Praktyka inżynierii produkcji żywności (jej problemy) jest przyczyną powstawania teorii, a zarazem jej skutkiem poprzez ustalone w teorii rozwiązania. Oba te zbiory działań tworzą więc system o sprzężeniach zwrotnych, którego celem jest uzyskiwanie stanów optymalnych.

Już w latach 80-tych XX w. środowisku prakseologów głoszony był pogląd, że proces przechodzenia od teorii do praktyki wymaga weryfikacji twierdzeń naukowych i uruchomienia wielu dźwigni i przekładni, by mógł dokonywać się sprawnie i (dalej), że zagadnienie „dźwigni” i „przekładni” stanowi najbardziej aktualny i jednocześnie najtrudniejszy temat, którym jak dotąd zajmowali się prakseolodzy. Mówiąc o „dźwigni” i „przekładni” myślano o sposobach propagacji wiedzy teoretycznej i wprowadzaniu w życie nowych metod badawczych [8].

Z punktu widzenia naukowego istnieją dwa sposoby odkrycia nowości, czyli zobaczenia tego, czego, nikt jeszcze nie dostrzegł [12]:

- 1) dążenie do oceny jak najmniejszego szczegółu za pomocą coraz precyzyjniejszych narzędzi pomiarowych,
- 2) ustalenie jak największej liczby powiązań pomiędzy elementami badanego zagadnienia.

Ten pierwszy aspekt można określić jako badania dziedzinowe, a drugi jako systemowe. Wielu badaczy z obszaru produkcji żywności przeprowadza wąsko wyspecjalizowane badania dziedzinowe, często o bardzo złożonym charakterze. W ramach swych badań próbują sprowadzić zagadnienie badawcze do najprostszych elementów, jakie się nań składają, aby badać je szczegółowo i zrozumieć zależności między nimi. Następnie, zmieniając tylko jedną z występujących zmiennych, próbują wydedukować prawa ogólne, pozwalające przewidzieć właściwości badanego układu w różnych warunkach. Stosują więc podejście redukcjonistyczne. Aby możliwe było takie przewidywanie, niezbędna jest addytywność własności elementarnych (będąca wynikiem sumowania się składników). To występuje tylko w przypadku systemów homogenicznych, tzn. zawierających elementy podobne, które oddziałują na siebie w niewielkim stopniu i dają się zastosować prawa statystyczne [15].

Prawa addytywności własności elementarnych nie działają w przypadku zbiorów o wysokim stopniu złożoności, składających się z różnorodnych elementów (np. surowce, maszyny, technologie). W praktyce z tego zakresu bardzo często problemy badawcze traktuje się w sposób wyizolowany z ich szerokiego kontekstu. Tymczasem one wylaniają się z relacji z innymi zagadnieniami (np. surowiec – technologia – jakość produktu), tworząc złożone współzależności. Takie związki powinno się rozpatrywać za pomocą ujęcia systemowego. Należy jednak zaznaczyć, że ujęcie dziedzinowe i ujęcie systemowe uzupełniają się raczej niż wykluczają. Jak pisze M. Mazur „znikomą użyteczność mają wyniki badań naukowych zarówno nadmiernie szczegółowe, jak i nadmiernie ogólne, stan optymalny przypada gdzieś pośrodku” [7]. Nie można zatem jednego z nich zastąpić drugim. Oderwanie się od szczegółów badań dziedzinowych jest jednak zaletą, z uwagi na szeroki zakres zagadnień z obszaru zagadnień przemysłu produkcji spożywczej [4]. W zakresie inżynierii produkcji żywności podejście systemowe nie jest jednak reprezentowane w zadawalającym stopniu. Przykładowo, w reprezentatywnym dla środowiska czasopiśmie: *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, w latach jego istnienia (2004-2017), ukazało się łącznie 712 artykułów, z czego tylko 19 (2,7 %) ujmowało aspekt systemowy – **tab. 1**.

Tabela 1. Zestawienie publikacji w Postęпах Techniki Przetwórstwa Spożywczego ujmujących aspekt systemowy
Table 1. List of publications in the Advances in Food Processing Technology that capture the system aspect

Rok	Numer	Dane o artykule
2005	2/2005	Janus A.: Realizacja systemu HCCP w zakładach przemysłu mięsnego s.82-87.
2006	1/2006	Tomala D., Pałacha B.: PN EN ISO 22 000 Systemy zarządzania bezpieczeństwem żywności – wymagania dla wszystkich organizacji w łańcuchu żywnościowym. s. 63-65. Żebrowski W., Pawłowski M., Piątkowski Zdz.: Nowoczesne systemy zarządzania produkcją, cz II Sterowanie operacyjne. s. 70-73.
2007	2/2007	Janus A., Kijowski J.: Przegląd praktyk i systemów zarządzania bezpieczeństwem zdrowotnym żywności. s.72-77.
2008	1/2008	Boguski J. Sektorowe systemy innowacyjne szansą rozwoju przemysłu spożywczego w Polsce. s. 93-98.
2009	1/2009	Boguski J. Międzynarodowy system innowacji. s.137-142.
2010	1/2010 2/2010	Boguski J. Międzynarodowy system innowacji. s.141-149. Boguski J. Globalny system innowacji. s.140.
2011	1/2011	Dasiewicz K., Chmiel M.: Wykorzystanie systemów wizyjnych w technologii żywności. cz. I s.127-132. Werpachowski W.: Zarządzanie przedsiębiorstwem XXI wieku. s.132-139.
2013	1/2013	Dutkiewicz D., Słowiński B.: Systemowa integracja zróżnicowania surowców, maszyn i aparatów przetwórstwa spożywczego. s.121-126
2014	1/2014	Słowiński B., Dutkiewicz D.: Problemy komercjalizacji wynalazków w ujęciu systemowym s.121-128.
2015	2/2015	Słowiński B., Dutkiewicz D.: Próba systematyzacji źródeł i procesów kreacji wynalazków w przetwórstwie spożywczym. s. 84-92. Dutkiewicz D., Słowiński B.: Maszyny i aparaty przetwórstwa spożywczego w ujęciu systemowym s. 138-145.
2016	1/2016	Słowiński B., Dutkiewicz D.: Analogia jako systemowe narzędzie inspirowania nowatorskich pomysłów i rozwiązań. s.105-114. Słowiński B., Dutkiewicz D.: Systemowe determinanty wynalazczości w przemyśle produkcji żywności. s.112-122.
	2/2016	Oponowicz K., D. Głabska, D. Guzek, W. Choiński, K. Gutkowska: Systemy certyfikacji żywności jako warunek wzrostu wymiany handlowej mięsa wołowego z Turcją. s.129-134.
2017	1/2017	Kazimierczak R., Hallmann E., Zduńska U.: Wpływ systemu produkcji na zawartość wybranych związków bioaktywnych w przyprawach ziołowych. s.46

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

To zdecydowanie nie odpowiada współczesnym trendom w zakresie badań naukowych. Stąd też ideą autorów niniejszej pracy było i jest propagowanie tego rodzaju podejścia w środowisku związanym z inżynierią produkcji żywności.

Wąsko specjalizowane badania dziedzinowe mają też tendencje do intensyfikacji opisu matematycznego. Wynika to m.in. z tego, że recenzenci pracę taką traktują jako bardziej naukową. Jednak przy niewłaściwym posłużeniu się takim opisem (co się często zdarza), zmusza on czytelnika do przedzierania się przez wymyślny zbiór równań, który w istocie rzeczy jest mało przydatny w praktyce, bo uogólnia jedynie dany konkretny przypadek. Ponadto, przy podejściu ilościowym nazbyt często dążenie do precyzji w stosowaniu wyrafinowanych narzędzi analitycznych i eleganckiej prezentacji wyników powoduje, że znikają z pola widzenia prawdziwe problemy i zależności, zaś badanie ma charakter ucieczki od skomplikowanej rzeczywistości w kierunku idealizacji polegającej na usuwaniu wpływów ubocznych i eliminowaniu odchyłek, które mogą być jednak symptomem pojawienia się nowych istotnych procesów w analizowanym zjawisku. Prowadzi to do „samomistyfikacji niezgodnej z rzeczywistością” [16].

Ma to miejsce szczególnie w przypadku, kiedy zakłada się wykorzystanie badań do prognozowania stanów przyszłych. W zakresie systemów działaniowych (dynamicznych)

rozdziela się typ analizy genetycznej i prognostycznej, tzn. wyjaśnianie jak rzecz powstała i dokąd jej rozwój zmierza. Jest sprawą oczywistą, że są to analizy wzajemnie powiązane, inaczej są jedynie położone akcenty [1]. Już w latach 60. XX wieku ustalono, że prognozowanie na podstawie nawet bardzo dobrego opisu matematycznego jest obciążone dużym błędem ze względu na zaokrąglenia danych. Efektem tych badań, zapoczątkowanych przez Amerykanina Edwarda Lorenza, było stwierdzenie, że: „system trzech ciał fizycznych oddziałujących na siebie jest układem chaotycznym, w związku z czym nie można przewidzieć jego zachowania” [17].

Każdy system składający się elementów materialnych (np. surowiec, maszyna i człowiek jako operator tej maszyny) z definicji jest nieprzewidywalny, ponieważ związki przyczynowo-skutkowe nie są zdeterminowane i nie mogą być wyrażane równaniami liniowymi. Nawet nieskończenie mały błąd w zaokrągleniu wyników na wejściu do systemu (W_e) z czasem może spowodować rosnące wykładniczo duże różnice na wyjściu (W_y) z systemu. Jest to pochodna tzw. „efektu motyla”, zjawiska związanego z teorią chaosu.

Konkluzją teorii chaosu jest stwierdzenie, że „rzetelność prognoz maleje wraz z upływem czasu”. Wynika z tego, że błahе zdarzenia, czyli czynniki pozbawione pozornie znaczenia, w perspektywie czasowej mogą zmienić, bądź zniekształcić

oczekiwane wyniki. Wniosek ten jest znaczącym ograniczeniem stosowalności analizy dziedzinowej, która z zasady funkcjonuje w kategoriach długoterminowych. Chaos to nie pojęcie abstrakcyjne, tylko najbardziej naturalna i najczęściej spotykana forma rzeczywistości [17].

Badania nad zjawiskiem chaosu pokazują, jak bardzo nasze myślenie jest zdeterminowane i jak choćby jeden pominięty czynnik może zmienić wiele w opisie rzeczywistości. Potrzebne jest zatem myślenie systemowe. Wypracowaną metodologię w tym zakresie dała ogólna teoria systemów. Współcześnie wykorzystuje się ją w ramach badań symulacyjnych. Pojęciem tym określa się naśladowanie funkcjonowania określonego zjawiska lub procesu w świecie wirtualnym przy pomocy komputerów. Umożliwia to prowadzenie eksperymentów, pozwalających prognozować zachowanie się systemu w różnych założonych warunkach [2]. Symulacja jest zatem szczególnym narzędziem wiedzy „*know-how*” do pokonywania bariery czasu i tworzenia pożądanych stanów, a zrodziła się z „małżeństwa” teorii z umiejętnościami operacyjnymi – **rys. 7**.

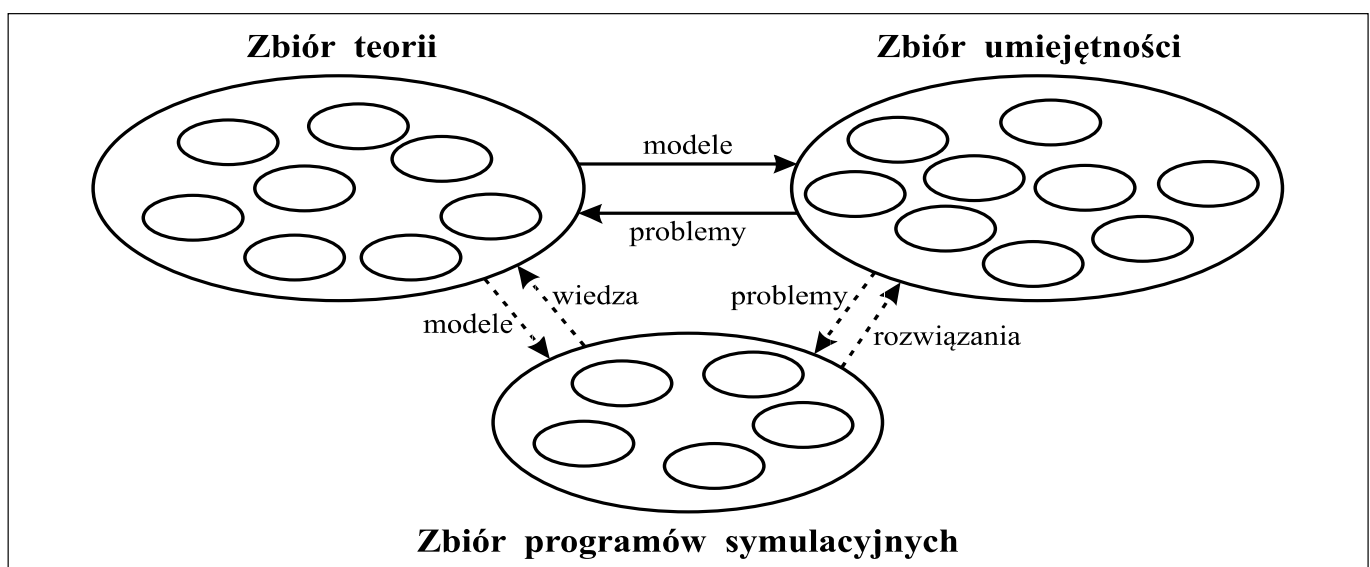
Symulacje uważa się za jedno z najbardziej skutecznych narzędzi ujęcia systemowego. Wyniki symulacji z teoretycznego punktu widzenia są hipotezami, natomiast z punktu widzenia praktyki – dyrektywą praktyczną, czyli wiedzą *know-how*. Badający może sprawdzać oddziaływanie wielkiej liczby zmiennych na całość funkcjonowania systemu, zhierarchizować rolę każdej zmiennej, wykrywać minima lub maksima, testować rozmaite hipotezy bez obawy, że zniszczy się system. Pozwala to na uzyskiwanie jakościowo lepszych rozwiązań i dokonywanie trafniejszych wyborów [12]. Potrzeba tylko dobrej teorii i właściwych pytań z praktyki. Analizy symulacyjne pomagają ujawniać związki właściwości surowców z funkcjami i sposobami działania urządzeń w procesie ich tworzenia, stąd warto podjąć ten wysiłek. Stają się niezwykle przydatne, gdy uzmysłowimy sobie liczbę, różnorodność surowców oraz złożoność maszyn i aparatów przetwórstwa spożywczego [4].

P. Senge, autor „*Biblii systemowców*” [13], uważa, że myślenia systemowego trzeba się uczyć – tak jak np. obcego języka, czy prowadzenia samochodu – dopóki nie zacznie być ono stosowane jako *know-how*, a nie – jako metoda zalecana przez innych. Konieczne jest w tym celu przestawienie umysłu na myślenie w kategoriach procesów i pętli zależności przyczynowo-skutkowych. Nie jest jednak łatwe przejście na ten rodzaj postępowania. Przykładowo, według W. Pogorzelskiego [9], mogą być różne reakcje na wiedzę systemową, ponieważ tak jak każdy system pojęć wymaga on pokonania barier logicznych i psychologicznych, ale: (1) niewielu próbuje je pokonać, (2) nie wszyscy są w stanie je pokonać. Jest to kwestia indywidualnych predyspozycji, przygotowania, aspiracji i wysiłku.

PODSUMOWANIE

Teoria i umiejętności (wiedza *know-how*) są naturalnymi sprzymierzeńcami, wzajemnie się uzupełniają, przynosząc sobie nawzajem korzyści.. W tym zakresie warto zwrócić uwagę na teorię systemów i wynikającą z niej metodę systemową. Jest to teoria uniwersalna i dotyczyć może szerokiego spektrum zagadnień.

Teoria systemów i wynikająca z niej aplikacyjnie „*twarda*” lub „*miękka*” technika systemowa, nie tylko rozszerza możliwości analizy, ale daje także określone narzędzie postępowania, służącego znajdowaniu rozwiązań praktycznych problemów. Odznacza się przejrzystością, dzięki możliwości stosowania zwięzłych schematów cybernetycznych, dających się rozpatrywać w całości lub w dowolnej kolejności szczegółów, co umożliwia zsyntezowanie analizowanej treści często do małego schematu graficznego. Z tego względu podejście to jest warte popularyzowania również w pracach badawczych z obszaru szeroko rozumianej inżynierii produkcji żywności.



Rys. 7. Symulacja jako element integracji teorii z wiedzą *know-how*.

Fig. 7. Simulation as an element of integration of theory with *know-how* knowledge.

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

LITERATURA

- [1] **BOGDANIENKO J. 2008.** W pogoni za nowoczesnością. Dom Organizatora, Toruń.
- [2] **CEMPEL Cz. 2006.** Teoria i inżynieria systemów – zasady i zastosowania myślenia systemowego. Radom: Wydawnictwo Instytutu Technologii i Eksploatacji.
- [3] **DUTKIEWICZ D., J. DIAKUN, B. SŁOWIŃSKI. 2018.** „Poznawcze i aplikacyjne składowe inżynierii produkcji żywności”. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego* Nr 1: 89-95.
- [4] **DUTKIEWICZ D., B. SŁOWIŃSKI. 2013.** „Systemowa integracja zróżnicowania surowców, maszyn i aparatów przemysłu spożywczego”. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego* Nr 2: 121-125.
- [5] **JARMUŻ S., M. TARASIEWICZ. 2017.** Alfabet mitów menedżerskich, czyli o pułapkach bezrefleksyjnego działania. Sopot: Wyd. GWP.
- [6] **ŁUNARSKI J. 2010.** Inżynieria systemów i analiza systemowa. Rzeszów: Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej.
- [7] **MAZUR M. 1999.** Cybernetyka i charakter. Wyd. Wyższej Szkoły Zarządzania i Przedsiębiorczości, Wyd. III, Warszawa.
- [8] **PILEJKO K. 1978.** Prakseologia – nauka o sprawnym działaniu. Warszawa: PWN.
- [9] **POGORZELSKI W. 1999.** Teoria systemów i metody optymalizacji. Warszawa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.
- [10] **ROKITA J. 2011.** Myślenie systemowe w zarządzaniu organizacjami. Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach.
- [11] **ROSNAY J. 1982.** Makroskop. Warszawa: Wyd. PIW.
- [12] **SELYE H. 1976.** Od marzenia do odkrycia naukowego. Warszawa: Wyd. PZWL.
- [13] **SENGE P. 1998.** Piąta dyscyplina. Teoria i praktyka organizacji uczących się. Warszawa: Wyd. Dom Wydawniczy ABC.
- [14] **SZKLARSKI R., L. KOZIOL. 1980.** Systemy sterowania procesem technologicznym w górnictwie. Warszawa-Kraków: PWN.
- [15] **WEINBERG G. 1979.** Myślenie systemowe. Warszawa: WNT.
- [16] **WÓJCICKI R. 1982.** Wykłady z metodologii nauk. Warszawa: PWN.
- [17] **TEMPCZYK M. 2018.** Teoria chaosu dla odważnych. Wyd. Warszawa: PWN.
- [18] **ZIEMBA S., W. JAROMINEK, R. STANISZEWSKI. 1980.** Problemy teorii systemów. Wrocław: Wyd. Ossolineum.