



MAŁGORZATA WIŚNIEWSKA

University of Gdańsk, Poland

ORCID iD: 0000-0002-5193-2153

**RAMY SYSTEMOWE INTEGRALNOŚCI,
ODPORNOŚCI I ANTYKRUCHOŚCI
W ŁAŃCUCHU DOSTAW ŻYWNOŚCI**

**SYSTEMIC FRAMEWORK OF INTEGRITY,
RESILIENCE, AND ANTIFRAGILITY
IN THE FOOD SUPPLY CHAIN**



ABSTRACT

Objective: *To outline and define systemic frameworks of integrity, resilience, and antifragility in the food supply chain*

Materials and methods: *A critical analysis of the literature, legal acts, standards, and guidelines directed toward broadly understood resilience against various types of threats was applied, along with synthesis and logical inference methods*

Results: *Various types of threats occurring in the food supply chain, both accidental and intentional, were presented. The concepts of food integrity and food supply chain integrity were defined. The definition of food supply chain resilience was indicated, and an original definition of food supply chain antifragility was proposed. Key management systems enabling the assurance of integrity, resilience, and antifragility were identified and characterized, along with methods, selected technologies, and guidelines supporting this process. Systemic frameworks of integrity, resilience, and antifragility in the food supply chain were presented and illustrated graphically.*

Conclusions: *There are already numerous management systems that enable the shaping of integrity, resilience, and antifragility in the food supply chain. These include systems described in ISO 9001 (in its updated version planned for release in 2026), ISO 22000, ISO 28000, ISO 22301, ISO 27001, ISO 37001, and ISO 56001. Their implementation should take into account the necessity of applying food law and referring to appropriate voluntary methods of ensuring food safety, such as VACCP, TACCP, and CARVER + Shock, depending on needs. Organizations should consider integrating management systems appropriate to their operations, enabling cost reduction of system functioning as well as supporting internal and external assessments. Cooperation among all entities in the food supply chain is essential, along with fostering a culture of trust, quality, and food safety.*

KEYWORDS: *food supply chain, threats, integrity, resilience, antifragility*

ABSTRAKT

Cel: *Nakreślenie i zdefiniowanie ram systemowych integralności, odporności i antykruchości w łańcuchu dostaw żywności.*

Materiał i metody: *Zastosowano metodę krytycznej analizy literatury przedmiotu, aktów prawnych, norm, wytycznych ukierunkowanych na szeroko rozumianą odporność wobec różnych rodzajów zagrożeń, a ponadto metodę syntezy i wnioskowania logicznego.*

Wyniki: *Zaprezentowano różne rodzaje zagrożeń występujących w łańcuchu dostaw żywności, przypadkowych i celowych. Zdefiniowano pojęcia integralności żywności i integralności łańcucha dostaw żywności. Wskazano na definicje*

odporności łańcucha dostaw żywności oraz zaproponowano autorską definicję antykruchości łańcucha dostaw żywności. Zidentyfikowano i scharakteryzowano kluczowe systemy zarządzania pozwalające zapewnić integralność, odporność i antykruchłość, a także metody, wybrane technologie oraz wytyczne wspierające ten proces. Zaprezentowano i zilustrowano graficznie ramy systemowe integralności, odporności i antykruchłości w łańcuchu dostaw żywności.

Wnioski: *Istnieje już wiele systemów zarządzania pozwalających kształtować integralność, odporność i antykruchłość w łańcuchu dostaw żywności. Można też wskazać systemy opisane w normach ISO 9001 (w wersji zaktualizowanej, planowanej do wydania w roku 2026), ISO 22000, ISO 28000, ISO 22301, ISO 27001, ISO 37001 oraz ISO 56001. Ich wdrożenie winno uwzględniać konieczność stosowania prawa żywnościowego oraz odniesienie się do właściwych, dobrowolnych metod zapewnienia bezpieczeństwa żywności, m.in. VACCP, TACCP, CARVER + Shock, w zależności od potrzeb. Organizacje powinny rozważyć integrację właściwych dla siebie systemów zarządzania, pozwalającą na obniżenie kosztów funkcjonowania danego systemu, a także na potrzeby oceny wewnętrznej i zewnętrznej. Konieczna jest współpraca wszystkich podmiotów w łańcuchu dostaw żywności, a także kształtowanie kultury zaufania, jakości i bezpieczeństwa żywności.*

SŁOWA KLUCZOWE: *łańcuch dostaw żywności, zagrożenia, integralność, odporność, antykruchłość*

WPROWADZENIE I METODY BADAWCZE

Przemysł rolno-spożywczy odgrywa kluczową rolę w każdej gospodarce, zarówno krajowej, jak i międzynarodowej (Szewczyk, 2017; Zuba-Ciszewska, 2020). Dowodem na to jest jego znaczący udział w PKB produkcji przemysłowej oraz korzystne wyniki w handlu zagranicznym. Stanowi również ważny element krajowego rynku pracy, o czym świadczy stabilny poziom zatrudnienia i systematyczny wzrost wydajności. Jest to jeden z kluczowych segmentów łańcucha żywnościowego, ponieważ spaja pozostałe jego części – od rolniczej bazy surowcowej po dystrybucję artykułów rolno-spożywczych (<https://www.gov.pl...>). Ponadto nie tylko musi zagwarantować stałą dostępność żywności dla konsumentów, ale również partycypuje w zapewnieniu bezpieczeństwa żywnościowego i jest odpowiedzialny za zapewnienie bezpieczeństwa żywności. Oba rodzaje bezpieczeństwa stanowią o poczuciu szeroko rozumianego bezpieczeństwa fizycznego, psychicznego oraz godności ludzkiej. Równoległe jednak,

ze względu na swoje znaczenie, łańcuchy dostaw żywności są bardzo podatne na zagrożenia i wykazują niestabilność, szczególnie w czasie kryzysów. Z tego też powodu pojawiła się potrzeba wdrożenia podejść wzmacniających funkcjonowanie łańcuchów dostaw żywności, polegających na budowaniu ich odporności i antykruchości, jak również na ochronie integralności. Pomimo iż pojęcie odporności i antykruchości funkcjonuje już w literaturze przedmiotu, nie dostrzega się jednak prac, które pozwalałyby na kompleksowe ujęcie tego problemu, po pierwsze, w kontekście istniejących, znormalizowanych systemów zarządzania, a po drugie – wobec sektora rolno-spożywczego oraz potrzeby integralności, z perspektywy zarówno łańcucha dostaw, jak i samej żywności.

Problemem naukowym, na jakim się skupiono, była odpowiedź na pytanie, które systemy zarządzania i dlaczego mogą przyczynić się do umocnienia integralności, odporności i antykruchości łańcucha dostaw żywności, a celem jest nakreślenie i zdefiniowanie ram systemowych integralności, odporności i antykruchości w łańcuchu dostaw żywności.

W pracy zastosowano metodę krytycznej analizy literatury przedmiotu, aktów prawnych, norm, wytycznych ukierunkowanych na szeroko rozumianą odporność wobec różnych rodzajów zagrożeń, a ponadto metodę syntezy i wnioskowania logicznego. Krytyczna analiza dostępnych źródeł naukowych oraz podstaw prawa pozwala bowiem na określenie kontekstu analizowanego problemu, jego znaczenia, a także umożliwia rozpoznanie epistemologicznych i ontologicznych podstaw badanego zagadnienia (Farrukh, Sajjad, 2023).

ZAGROŻENIA W ŁAŃCUCHU DOSTAW ŻYWNOŚCI

Łańcuch dostaw to współdziałające w różnych obszarach funkcjonalnych firmy wydobywcze, produkcyjne, handlowe, usługowe oraz ich klienci, między którymi przepływają strumienie produktów, informacji i środków finansowych (Witkowski, 2010). To sieć powiązań i współzależnych organizacji, które działając na zasadzie wzajemnej współpracy, wspólnie kontrolują, kierują i usprawniają przepływy rzeczowe i informacji od dostawców do ostatecznych użytkowników (Fechner, 2007), którymi w tym przypadku są finalni konsumenci żywności. Łańcuch dostaw żywności można więc ująć jako system współpracujących ze sobą w różnych obszarach działalności

producentów rolnych, podmiotów handlowych, firm przetwórczych, zakładów produkcyjnych, przedsiębiorstw usługowych oraz ich odbiorców. Między tymi uczestnikami zachodzą ciągle przepływy produktów rolno-spożywczych, informacji oraz zasobów finansowych (Jarzębowski, Klepacki, 2013). Kluczową cechą wyróżniającą łańcuch dostaw żywności na tle innych systemów logistycznych jest jego szczególna specyfika. Wynika ona z konieczności utrzymania wysokiej jakości i bezpieczeństwa produktów żywnościowych na każdym etapie ich życia – od pozyskania surowców aż po konsumpcję. Dodatkowo charakteryzuje go silna zależność od czynników zewnętrznych, takich jak warunki klimatyczne czy pogodowe, a także potrzeba skutecznego zarządzania produktami podatnymi na szybkie psucie się (Jarzębowski, Klepacki, 2013; Michalczyk, 2017). Wpływ na ciągłość i funkcjonowanie łańcuchów dostaw żywności mają również takie zjawiska jak sytuacja polityczna w Europie, w tym wojna tocząca się w Ukrainie. Nie bez znaczenia jest zachodząca transformacja klimatyczna, cyfryzacja i automatyzacja, rosnące koszty pracy czy fluktuacja i braki kadrowe. Co więcej, żywność to specyficzny rodzaj produktu, którego nie można zastąpić żadnym innym substytutem. Podlega przy tym ryzyku zanieczyszczenia, zarówno przypadkowego, jak i celowego. Zagrożenia, które mogą wystąpić w obu tych przypadkach, mają charakter mikro – i makrobiologiczny, chemiczny, fizyczny oraz radiologiczny. Przypadkowe wynikają z zaniechania przestrzegania procedur sanitarnych, z nieuwagi pracowników oraz z błędów ulokowanych w wewnętrznym systemie zarządzania bezpieczeństwem żywności, np. z nieprawidłowości w obszarze przestrzegania dobrej praktyki higienicznej (GHP, Good Hygienic Practice), dobrej praktyki produkcyjnej (GMP, Good Manufacturing Practice), jak również systemu HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points), czyli systemu analizy zagrożeń i krytycznych punktów kontroli. Należy także wspomnieć o zagrożeniach przypadkowych, nie zawsze i wyłącznie zależnych od człowieka. Są one powodowane przez zmiany klimatyczne, katastrofy naturalne czy występujące cyklicznie epidemie wśród roślin lub zwierząt, a także różnego rodzaju pandemie. Przykładowo, zmiany klimatu powodują zwiększoną podatność zwierząt na wiele chorób i późniejsze ich przenoszenie na inne zwierzęta oraz ludzi, wpływają na konieczność zwiększania dawek leków weterynaryjnych, a także sprzyjają rozwojowi i wprowadzeniu nowych wirusów,

które mogą przenosić patogeny, np. do stref upraw ekologicznych. Niemniej bardzo poważnym problemem są równolegle występujące zagrożenia wynikające z celowego działania człowieka, polegające na fałszowaniu żywności, czyli ingerowaniu w jakość produktu (np. poprzez dodawanie do żywności substancji obcych, niewłaściwych dla danego produktu), a także na skażeniu produktów, poprzez wprowadzanie do żywności środków niebezpiecznych dla zdrowia i życia konsumenta. Celowe skażenie żywności, zwane terroryzmem żywnościowym, polega natomiast na zanieczyszczeniu żywności i jej surowców, w tym zanieczyszczeniu przez modyfikację genetyczną, skażenie lub zanieczyszczenie wody, jej źródeł, ujęć, dodawanie niedozwolonych substancji chemicznych w trakcie wzrostu roślin, w trakcie żniw, a także dodawaniu wszelkich niedozwolonych, szkodliwych substancji chemicznych w trakcie przetwórstwa, produkcji, przechowywania, przygotowania oraz serwowania produktu żywnościowego, celem ich zatrucia. Opisane sytuacje, w szczególności o charakterze celowym, wpisują się w zjawisko *food crime* i są przejawem patologii życia gospodarczego, wiążącego się z szeroko rozumianym brakiem uczciwości, z naruszeniem zasad etyki w biznesie oraz wolnej i uczciwej konkurencji (Wiśniewska, Wyrwa, 2022, s. 33–35). Croall (2007, s. 206–229) określa *food crime* jako *przestępstwo występujące na wszystkich etapach produkcji żywności, jej dystrybucji, przygotowania i sprzedaży, które ostatecznie może doprowadzić do obciążenia konsumenta, wprowadzenia go w błąd, do utraty jego zdrowia, a nawet do śmierci*. Cytowana badaczka dodaje, że w katalogu zjawisk celowych występujących w łańcuchu dostaw żywności znajdują się, m.in. wymuszenia, szpiegostwo gospodarcze, przekupstwo, oszukańcze wykorzystanie, nieuczciwości celne, współczesne niewolnictwo (wyzysk osób, w tym dzieci, zatrudnionych w przemyśle rolno-spożywczym) czy niehumanitarne traktowanie zwierząt (Croall, 2007).

Wielu ww. zjawisk o charakterze celowym, ale i pozostałych, nie można do końca lub wcale przewidzieć, ponieważ mają charakter nagły, zaskakujący, o cechach talebowskich czarnych łabędzi, czyli nieprzewidywalnych i nieregularnych zdarzeń o ogromnej skali i potężnych konsekwencjach, nieoczekiwanych dla każdego obserwatora – nazywanego zwykle indykiem – jeśli nie tylko go zaskoczą, ale zaszkodzą (Taleb, 2013b, s. 25). Zjawiska te, zwane także *nieznanymi niewiadomymi*, Brytyjska Agencja ds. Standardów Żywności

(FSA – Food Standard Agency) definiuje jako: *przyszłe okoliczności, zdarzenia lub wyniki, których nie da się przewidzieć, zaplanować, a nawet wiedzieć, gdzie i kiedy ich szukać* (Gleadale, 2011, s. 10).

INTEGRALNOŚĆ, ODPORNOŚĆ I ANTYKRUCHOŚĆ W ŁAŃCUCHU DOSTAW ŻYWNOŚCI

Ze względu na różnorodność zagrożeń w łańcuchu dostaw żywności sygnalizuje się potrzebę wdrożenia podejścia określonego mianem *food integrity*, czyli integralności żywności. *Integralność żywności to termin bardzo kompleksowy, oznaczający żywność bezpieczną pod względem zdrowotnym, pożywną, smaczną, autentyczną, możliwą do przesłędzenia, a także produkowaną w sposób etyczny, bezpieczny, przyjazny dla środowiska i zrównoważony* (Elliott, 2012, s. 61). Można ją postrzegać jako zapewnienie, że żywność oferowana na sprzedaż lub sprzedawana jest nie tylko bezpieczna i ma charakter, substancję i jakość oczekiwaną przez nabywcę, ale także uwzględnia inne aspekty produkcji żywności, takie jak sposób jej pozyskania, nabycia i dystrybucji, a także uczciwość w odniesieniu do tych elementów wobec konsumentów (Elliott, 2014). Ponadto, podkreśla się, że *food integrity* to przede wszystkim stosowanie uczciwych praktyk w przemyśle rolno-spożywczym (Kowalska, 2019, s. 65). Szerszym pojęciem jest integralność łańcucha dostaw żywności (*food supply chain integrity*), co można rozumieć jako stan polegający na tym, że wszyscy uczestnicy łańcucha, w całym łańcuchu dostaw, od pola do sprzedaży detalicznej, na każdym etapie jej pozyskiwania, przetwarzania, dostarczają żywność, zapewniając odpowiednią jakość, bezpieczeństwo żywności, przyjazność produktów żywnościowych dla środowiska, ich autentyczność i zdolność identyfikacji, poprzez wdrożenie właściwych mechanizmów ochronnych oraz systemowe przeciwdziałanie wszelkim nieuczciwym praktykom i patologiom zagrażającym tym wartościom i postulatam. Autorka niniejszego opracowania nie wyłącza z tej grupy konsumenta, od którego świadomości i odpowiedzialności zależy wybór produktu, a następnie jego właściwe przygotowanie i spożycie. Integralność łańcucha dostaw żywności dotyczy całego łańcucha dostaw żywności i ma na celu utrzymanie spójności, bezpieczeństwa i autentyczności w każdym ogniwie łańcucha, nie tylko w produkcji

końcowym. Tego rodzaju integralność powinna być umacniana poprzez budowanie odporności, czyli rezyliencji (*resilience*) w łańcuchu dostaw żywności. Wychodząc od ogólnej definicji pojęcia, zgodnie z którą odporność (inaczej, sprężystość, elastyczność) to stan doskonałego funkcjonowania niektórych jednostek mimo niekorzystnych warunków życia, przeciwności losu i/ lub zdarzeń traumatycznych, należy skupić się na zjawisku odporności łańcucha dostaw żywności, tym bardziej iż czytelność definicyjna w tym zakresie nie jest jeszcze satysfakcjonująca. Można ją rozumieć jako zdolność łańcucha dostaw żywności do odzyskiwania swojej sprawności i adaptacji do kryzysów bezpieczeństwa żywnościowego, tak aby umożliwić dostawę bezpiecznej żywności w akceptowalnym czasie (Mu i in., 2021), a także jako zdolność łańcucha dostaw żywności i jego jednostek w czasie, na wielu poziomach, do zapewnienia wystarczającej, odpowiedniej i dostępnej żywności dla wszystkich, w obliczu różnych, a nawet nieprzewidzianych zakłóceń (Tendall i in., 2015). Rezyliencja polega zatem na tym, aby także umieć podnieść się po kryzysie, wykorzystując daną sytuację do pozytywnej zmiany. Mając powyższe na uwadze, można zaproponować autorską definicję odporności łańcucha dostaw żywności w brzmieniu: zdolność wszystkich ogniw łańcucha dostaw żywności – od produkcji podstawowej po konsumpcję – do utrzymania ciągłości, jakości i bezpieczeństwa dostaw, a także szybkiego wykrywania wszelkich zakłóceń, pozwalającego na elastyczne rekonfigurowanie przepływów dostaw oraz ciągle uczenie się na podstawie doświadczeń, tak aby z czasem łańcuch ten stawał się bardziej stabilny, przewidywalny, innowacyjny i zrównoważony. Stąd właściwe wydaje się przywołanie cech odporności, charakterystycznych dla łańcucha dostaw żywności. Zaprezentowano je w tabeli 1.

Tabela 1. Cechy odporności łańcucha dostaw żywności i ich charakterystyka

Cechy	Charakterystyka
Elastyczność	Zdolność łańcucha dostaw rolno-spożywczych do szybkiego i skutecznego dostosowywania się do zmian popytu, podaży lub czynników zewnętrznych, takich jak warunki pogodowe, zakłócenia w transporcie lub przepisy handlowe.
Współpraca w obrębie łańcucha	Umiejętność współpracy z jednym lub kilkoma partnerami w łańcuchu dostaw. Obejmuje to budowanie atmosfery zaufania i wsparcia oraz nawiązywanie kontaktów.
Dostawcy	Staranna selekcja kluczowych dostawców, kontrola ich wiarygodności i niezawodności.
Dublowanie	Dublowanie krytycznych komponentów lub procesów w łańcuchu dostaw produktów rolno-spożywczych w celu zapewnienia systemów zapasowych na wypadek zakłóceń lub awarii, takich jak posiadanie wielu dostawców kluczowych surowców, redundancje trasy transportowe, zapasowe magazyny i alternatywne zakłady przetwórcze.
Wzmocnienie lokalnej produkcji żywności	Wspieranie drobnych rolników oraz producentów rolno-spożywczych i wdrażanie zrównoważonych praktyk rolniczych, co może zwiększyć zarówno odporność, jak i bezpieczeństwo żywnościowe, szczególnie w obliczu zakłóceń na dużą skalę.
Tworzenie kultury odporności	Zbiór wartości, praktyk i postaw, które umożliwiają interesariuszom skuteczne reagowanie na wstrząsy i zakłócenia oraz odzyskiwanie po nich, przy jednoczesnym zachowaniu integralności i niezawodności systemu.
Nacisk na zdrowie i dobrostan pracowników	Zdrowie, bezpieczeństwo i <i>well-being</i> pracowników rozumiane jako kluczowy filar odporności. Zapewnienie dobrostanu i bezpieczeństwa pracowników ma kluczowe znaczenie dla utrzymania nieprzerwanego przepływu operacji w łańcuchu dostaw żywności i jest elementem kompleksowego planu odporności.
Dzielenie się informacją	Wymiana w czasie rzeczywistym ważnych i istotnych danych na temat potencjalnych zagrożeń w celu uniknięcia potencjalnych zakłóceń i ich skutków, np. poprzez udostępnianie informacji rynkowych i trendów konsumenckich, śledzenie przepływu towarów w łańcuchu dostaw oraz udostępnianie danych na temat wzorców pogodowych i innych czynników środowiskowych, które mogą mieć wpływ na produkcję rolą.
Innowacyjność	Rozwój i wdrażanie nowych technologii, procesów i modeli biznesowych, które umożliwiają interesariuszom w łańcuchu dostaw rolno-spożywczych lepsze przewidywanie i reagowanie na zakłócenia i wstrząsy, takie jak rozwój nowych odmian upraw odpornych na suszę lub choroby, a także wykorzystanie technologii <i>blockchain</i> w celu poprawy przejrzystości i identyfikowalności w łańcuchu dostaw.
Wsparcie ze strony rządu, urzędów	Polityki, programy i inwestycje mające na celu wzmocnienie zdolności łańcucha dostaw rolno-spożywczych do przewidywania i reagowania na wstrząsy i zakłócenia, takie jak inwestycje w infrastrukturę i technologie, które poprawiają efektywność i ograniczają ilość odpadów, polityki zachęcające do zrównoważonej produkcji i wykorzystania zasobów oraz programy zapewniające pomoc finansową rolnikom i innym interesariuszom dotkniętym zakłóceniami.
Przywództwo	Rola, jaką liderzy i menedżerowie odgrywają w napędzaniu rozwoju i wdrażania strategii i praktyk, które poprawiają zdolność łańcucha dostaw rolno-spożywczych do przewidywania i reagowania na zakłócenia i wstrząsy, takich jak wyznaczanie jasnych celów i zadań, skuteczna komunikacja z interesariuszami, budowanie silnych relacji i zaufania między partnerami oraz promowanie kultury innowacji i ciągłego doskonalenia.
Widoczność	Możliwość uzyskania przez interesariuszy w łańcuchu dostaw rolno-spożywczych dokładnych i aktualnych informacji o lokalizacji, przemieszczaniu i statusie produktów i zasobów w trakcie ich przemieszczania się w łańcuchu dostaw. Informacje te mogą obejmować dane dotyczące poziomu zapasów, harmonogramów produkcji, wysyłki i transportu oraz kontroli jakości.
Solidność/ niezawodność	Zdolność do przeciwstawiania się niekorzystnym warunkom i ciągłego rozwoju; zdolność łańcucha dostaw do utrzymania swojej funkcji pomimo zakłóceń wewnętrznych lub zewnętrznych.
Zarządzanie ryzykiem i przewidywanie	Zastosowanie modeli predykcyjnych oraz sztucznej inteligencji (AI), cyfrowych bliźniaków, internetu rzeczy (IoT) i <i>blockchain</i> , co może pozwolić na zwiększenie zdolności do dostrzegania i przewidywania trendów, a tym samym wzmocnić odporność łańcucha dostaw poprzez proaktywne zarządzanie ryzykiem.
Elastyczność	Zdolność do wyczuwania dynamicznych zmian na rynku i szybkiego reagowania w celu sprostanania potrzebom klientów i zapobiegania stratom oraz zapewnianie ciągłości działalności biznesowej. Nacisk na tworzenie rozległych sieci i powiązań z innymi producentami oraz innymi ogniwami łańcucha dostaw (alternatywni dostawcy). Przejście od prostego outsourcingu do budowania strategicznych partnerstw z kluczowymi dostawcami.
Rekonfigurowanie zasobów	Przekierowywanie zasobów wewnętrznych i zewnętrznych w celu przerezywania niepowodzeń i dostosowania się do zmieniającego się otoczenia biznesowego.
Adaptacyjność	Możliwość dostosowania się do kryzysu, zakłócenia i zmian po nich.
Łagodzenie zakłóceń	Stosowanie środków minimalizujących wpływ strat na etapie po wystąpieniu zakłócenia i zapewniających ciągłość działania w normalny, a nawet lepszy sposób.
Przeprojektowanie	Restrukturyzacja łańcucha dostaw po wystąpieniu zakłóceń, przy założeniu, że przyszłość będzie co najmniej podobna do przeszłości.
Kultura uczenia się	Kultywowanie kultury uczenia się. Zachęcanie do ciągłego doskonalenia i dostosowanie się do zmieniających się warunków poprzez eksperymentowanie.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Zhong i in., 2024; Karanam i in., 2025; Iskandar i in., 2025; Kononiuk, Magruk, 2023; Freund i in., 2022.

Podkreśla się, że odporność to długookresowa zdolność rozwojowa, przy równoczesnym utrzymywaniu się dobrych wyników ekonomicznych, mimo istnienia kryzysu w gospodarce (Romanowska, 2012). Jak wynika z przytoczonej tabeli, odporność w łańcuchu dostaw żywności nabrała także wyraźnych cech antykruchości. Antykruchość, koncepcja wywodząca się od Taleba, koncentruje się bowiem na wzroście. Zakłada, że system może się wzmacniać i rozwijać poprzez ekspozycję na zmienność i wstrząsy, analogicznie do wzrostu mięśni poprzez ćwiczenia. Badacz zaznacza, że antykruchość to coś więcej niż odporność czy wytrzymałość. Odporność pozwala przetrwać wstrząs bez zmian, zaś antykruchość zmienia na lepsze (Taleb, 2013a). W kontekście niniejszych rozważań, a również na podstawie literatury (Nikookar i in., 2021), można przyjąć, że antykruchy łańcuch dostaw żywności to taki, który na bazie, mimo zakłóceń, się rozwija i czerpie korzyści – zarówno finansowe, jak i niefinansowe.

SYSTEMY ZARZĄDZANIA WSPIERAJĄCE INTEGRALNOŚĆ, ODPORNOŚĆ I ANTYKRUCHOŚĆ W ORGANIZACJACH

Ze względu na istniejące i pojawiające się na przestrzeni lat zagrożenia wpływające na zakłócenia integralności, odporności i antykruchości łańcucha dostaw żywności, od wielu lat tworzone są różne rozwiązania, wpisujące się w systemową ochronę i obronę przez tymi sytuacjami. Do najpopularniejszych i najpowszechniejszych należy zaliczyć konieczność wdrożenia systemu HACCP, niemniej nie jest to typowy system zarządzania, a metoda pozwalająca na kontrolowanie zagrożeń przypadkowych w żywności. Wprowadzenie HACCP wynika w większości krajów świata z obowiązującego w nich prawa. W Polsce reguluje to prawo żywnościowe wyrażone w rozporządzeniu (WE) nr 852/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie higieny środków spożywczych (Dz.U.U.E.L.2004.139.1) i w powiązanej z nim ustawie z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia (Dz.U. 2006, nr 171, poz. 1225 ze zm.). Systemem zarządzania, uwzględniającym założenia metody HACCP jest, znowelizowany w roku 2018, system zarządzania bezpieczeństwem żywności, opisany w normie PN-EN ISO 22000:2018-08.

Systemy zarządzania bezpieczeństwem żywności. Wymagania dla każdej organizacji należącej do łańcucha żywnościowego. W normie zdefiniowano działania, jakie organizacja musi podjąć, aby wykazać swoją zdolność do kontrolowania zagrożeń dla bezpieczeństwa żywności i zapewnić bezpieczeństwo produktów spożywczych. Dzięki temu określone przedsiębiorstwa mogą z pełnym zaufaniem dostarczać produkty i usługi związane z żywnością w całym łańcuchu dostaw. Z czasem, wskutek afery z roku 2008 z melaminą w produktach mlecznych w Chinach, a także po skandalu z końskim mięsem, który wybuchł w roku 2013, obejmując wiele krajów Unii Europejskiej, idea metody HACCP została rozszerzona na zapobieganie fałszowaniu żywności, wskutek czego utworzony został system VACCP (Vulnerability Assessment Critical Control Points – ocena podatności i krytyczne punkty kontroli) (Hoffman i in., 2025). Pozwala on na dokonanie oceny ryzyka skupiającej się na ochronie żywności przed fałszowaniem motywowanym ekonomicznie. VACCP ukierunkowany jest na przeprowadzenie oceny podatności na fałszowanie i podejmowanie działań, których celem jest ograniczenie ryzyka wystąpienia sytuacji, które mogą sprzyjać tego rodzaju oszustwom. VACCP definiuje się jako proces zarządzania, systematyczną metodę ochrony łańcucha dostaw żywności przed wszelkimi formami nieuczciwego postępowania, które negatywnie wpływają na jakość, integralność lub autentyczność żywności i napojów (<https://smartfoodsafes.com>...). Kolejnym rozwinięciem jest analiza zagrożeń celowych i krytyczne punkty kontroli – TACCP (Threat Analysis Critical Control Point), metoda opisana w specyfikacji PAS 96 (aktualna wersja z roku 2017), powstała z inicjatywy BSI (British Standards Institution). Jej wdrożenie pozwala na reagowanie na zagrożenia o charakterze nieprzypadkowym, takie jak oszustwa żywnościowe, w tym fałszowanie żywności czy celowe jej skażenie, wpisujące się w definicję terroryzmu żywnościowego. Jest ukierunkowana na opracowanie procedur sprzyjających poprawie odporności łańcuchów dostaw na oszustwa lub inne formy ataków. Chodzi o zapewnienie autentyczności i bezpieczeństwa żywności poprzez minimalizację ryzyka ataku i łagodzenie skutków udanego ataku (PAS 96, 2017). Metodyka postępowania jest bardzo podobna do tej, która dotyczy HACCP. W kontekście zagrożeń o charakterze terrorystycznym bardzo ważną rolę odgrywa także system CARVER + Shock, opracowany z inicjatywy Amerykańskiej Agencji do spraw Żywności i Leków, we współpracy z Departamentem Rolnictwa Stanów Zjednoczonych oraz

Departamentem Bezpieczeństwa Krajowego. System jest adaptacją na grunt rolno-spożywczy procedur militarnych, powstałych pierwotnie w celu zapobieżenia atakom wojsk nieprzyjaciela. Nazwa pochodzi od pierwszych liter słów, określających kryteria stosowanego podejścia: Criticality (krytyczność, istotność) – pomiar wpływu danego ataku na zdrowie publiczne i gospodarkę; Accessibility (dostępność) – możliwość fizycznego dostępu i opuszczenia danego celu ataku (poruszania się w jego obrębie); Recuperability (zdolność powrotu do stanu normalnego) – możliwość powrotu do stanu sprzed ataku; Vulnerability (podatność) – łatwość przeprowadzenia ataku; Effect (efekt, skutek) – ilość bezpośrednich strat powstałych w wyniku ataku, mierzona wielkością strat produkcyjnych; Recognizability (rozpoznawalność) – łatwość identyfikacji danego celu ataku; Shock (szok) – szok powstały po przeprowadzeniu ataku, zarówno wśród społeczeństwa, jak i w innych obszarach, ważnych z punktu widzenia gospodarki i kultury narodowej, będących przedmiotem terroru (Wiśniewska, 2016). Należy jednak podkreślić, iż tak metoda HACCP, jak i TACCP, VACCP czy CARVER + Shock nie mają charakteru typowego systemu zarządzania, który co do zasady i definicji jest podsystemem, mającym harmonizować działania, wytyczać cele i określać metody ich realizacji (Wierzbic, 2013, s. 58). Jak wskazują badacze, system zarządzania to uporządkowany zbiór instrumentów, reguł, procedur zarządzania oraz aparat zarządzający organizacją, powiązany z jej otoczeniem rozlicznymi relacjami (Krzyżanowski, 1994). Z tego też powodu opisane podejścia, metody mogą być jedynie elementem i wsparciem dla większego systemu zarządzania, tworzonego np. na bazie wymagań znowelizowanej normy ISO 9001, planowanej do publikacji przez Międzynarodową Organizację Normalizacyjną (ISO – International Organization for Standardization) w roku 2026. W nowej normie, w odróżnieniu od wersji z 2015 r., akcentuje się potrzebę wzmacniania odporności – również w obszarze łańcucha dostaw – oraz wprowadza wymagania związane z rozwijaniem kultury jakości i promowaniem postaw etycznych. Podkreśla się znaczenie analizy i kontroli zakłóceń, silniejszej współpracy z dostawcami oraz tworzenia elastycznych strategii reagowania, które mają zwiększyć zdolność przedsiębiorstw do radzenia sobie w sytuacjach kryzysowych. Ważnym elementem stało się także zarządzanie wiedzą, traktowane jako narzędzie zapewniające trwałą stabilność i ciągłe doskonalenie procesów (<https://www.qualityaustria.com.pl...>). Kolejnym rozwiązaniem o charakterze

systemowym jest zbiór norm ISO 28000, dotyczących zarządzania bezpieczeństwem łańcucha dostaw. Do tej grupy zalicza się normy: ISO 28000. *Bezpieczeństwo i odporność. Systemy zarządzania bezpieczeństwem. Wymagania*, wydaną w roku 2022, ISO 28001. *Systemy zarządzania bezpieczeństwem łańcucha dostaw. Najlepsze praktyki wdrażania zabezpieczeń łańcucha dostaw, ocen i planów. Wymagania i wskazówki*, z roku 2007, a także ISO 28002. *Systemy zarządzania bezpieczeństwem łańcucha dostaw. Rozwój odporności w łańcuchu dostaw. Wymagania i wskazówki dotyczące stosowania*, wydaną w roku 2011. Przedstawione kryteria odnoszą się do zarządzania ryzykiem w łańcuchu dostaw, obejmując etapy planowania, wdrażania, monitorowania oraz doskonalenia działań związanych z bezpieczeństwem w całym procesie logistycznym. Ich celem jest umożliwienie identyfikacji i minimalizowanie ryzyka potencjalnych zagrożeń, takich jak kradzieże, przemyt, sabotaż, akty terroryzmu czy nielegalne ingerencje w ładunek, a także zapewnienie odpowiednich reakcji na te sytuacje. Dzięki temu możliwe staje się wykrywanie słabych punktów w istniejących systemach bezpieczeństwa, określanie prawdopodobieństwa wystąpienia zagrożeń i analizowanie ich skutków, a następnie ustalanie priorytetów oraz opracowywanie planów zarządzania bezpieczeństwem w celu ograniczenia zidentyfikowanych ryzyk. (Sitkowski, 2009). Opisywane standardy, choć uniwersalne i stosowane niezależnie od branży, zostały uznane za bardzo skuteczne i przydatne w ochronie łańcucha dostaw żywności (D'Alessandro i in., 2023). Podobną rolę może odgrywać system zarządzania opisany w normie ISO 22301, z roku 2019, pt. *Bezpieczeństwo i odporność. Systemy zarządzania ciągłością działania. Wymagania*. W normie określa się wymagania związane z wdrażaniem, utrzymywaniem i doskonaleniem systemu zarządzania ciągłością działania, obejmujące m.in. tworzenie planów oraz testowanie scenariuszy, które stanowią podstawowe narzędzia tego systemu. Jej stosowanie umożliwia ograniczenie ryzyka wystąpienia zakłóceń w sytuacjach „kryzysowych”, przygotowanie się na ich pojawienie, skuteczne reagowanie i eliminowanie skutków, a w konsekwencji utrzymanie lub szybkie odtworzenie funkcjonowania organizacji na wymaganym poziomie w określonym czasie. Dzięki temu możliwe jest sprawne wdrożenie systemu, który zapewnia gotowość do reagowania na incydenty i przywracania efektywności działania przy minimalnym wpływie na bieżącą działalność (<https://www.pcbbc.gov.pl...>).

Wsparciem może być także szereg norm o charakterze wytycznych. Tu ważne miejsce zajmuje ISO 31000, pt. *Zarządzanie ryzykiem*. Norma zapewnia podstawy do konsekwentnego wdrażania polityk, procedur i działań umożliwiających ocenę, analizę, zarządzanie, monitorowanie, przeglądanie, dokumentowanie oraz raportowanie ryzyka (<https://www.isoqar.pl...>). ISO 31000 pomaga organizacjom opracować strategię zarządzania ryzykiem, aby skutecznie je identyfikować i łagodzić, zwiększając w ten sposób prawdopodobieństwo osiągnięcia celów i ochronę swoich aktywów. Nadrzędnym celem jest rozwój kultury zarządzania ryzykiem, w której pracownicy i zainteresowane strony są świadomi znaczenia jego monitorowania i zarządzania nim (<https://www.pkn.pl...>). Norma ta nie jest jednak typowym systemem zarządzania, który, co do zasady, obejmuje wymagania, zgodność z którymi pozwala na poddanie się certyfikacji przez uznaną, akredytowaną jednostkę certyfikacyjną.

Kolejnym standardem systemowym jest ISO 27001 (aktualna wersja z roku 2023), zawierająca zbiór wymagań systemu zarządzania bezpieczeństwem informacji. Jak powszechnie wiadomo, informacja jest jednym z ważniejszych aktywów organizacji oraz narzędziem uzyskania przewagi konkurencyjnej. Od jej jakości i wiarygodności zależy bieżące funkcjonowanie różnych podmiotów, w szczególności tych, które są ze sobą powiązane, np. w łańcuchu dostaw żywności. Podlegają one wielu zagrożeniom, w szczególności o charakterze cyberprzestępczym, naruszając odporność organizacji, osłabiając jej ciągłość działania, wizerunek oraz długoterminową wartość. Uznaje się zatem, że wdrożenie normy ISO 27001 przez organizacje pozwala te zagrożenia zminimalizować i ochronić łańcuch żywnościowy przed przerwaniem ciągłości funkcjonowania (Hasan i in. 2024), np. zapobiegając fałszowaniu istotnych danych o produkcie czy też miejscu jego ulokowania lub przeznaczenia (Amaranggani i in., 2025; Sathyasri i in., 2023).

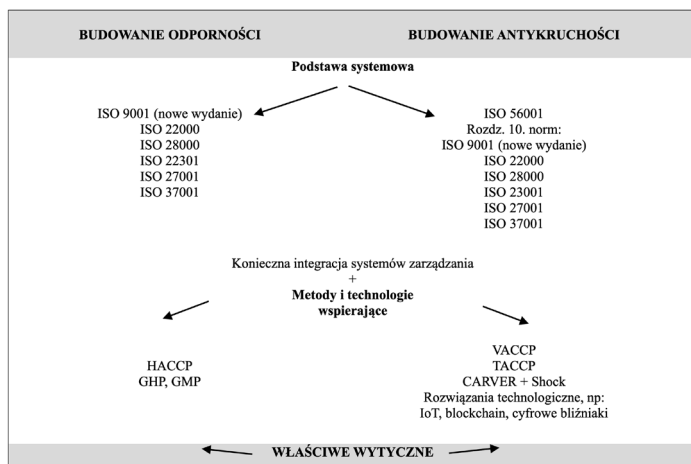
W budowaniu odporności organizacyjnej ważną rolę powinna także odegrać norma ISO 56000. *Zarządzanie innowacjami*, mogąca znacznie wesprzeć skuteczność wdrożenia ISO 27001. ISO 56000 pełni istotną funkcję w budowaniu antykruchości organizacji, ponieważ koncentruje się na systemowym zarządzaniu innowacjami, co przekłada się na zdolność firmy do adaptacji i reagowania na zmiany w otoczeniu. Wdrożenie tej normy sprzyja budowaniu kultury innowacyjności, która wspiera elastyczność organizacji oraz jej zdolność do szybkiego

reagowania na zmieniające się trendy, regulacje i sytuacje kryzysowe. Organizacje posiadające system innowacji są mniej narażone na wstrząsy rynkowe, ponieważ potrafią tworzyć alternatywne rozwiązania i modele biznesowe. Dzięki procesom oceny i selekcji innowacji możliwe jest dywersyfikowanie portfela projektów, co ogranicza ryzyko uzależnienia od jednego produktu czy rynku i zwiększa odporność na zakłócenia w dostawach. Z kolei zastosowanie nowoczesnych technologii i procesów, takich jak automatyzacja czy cyfryzacja, wzmacnia stabilność oraz ciągłość działania w sytuacjach kryzysowych, przy jednoczesnym uwzględnieniu zasad zrównoważonego rozwoju (Ceko i in., 2024). W tym kontekście jako przykład można podać wprowadzanie takich rozwiązań, które wskazano już w tabeli 1, jak *digital twins*, czyli cyfrowe bliźniaki, będące replikami namacalnych bytów, które odgrywają kluczową rolę w symulowaniu i testowaniu różnych scenariuszy w łańcuchu dostaw żywności (Iskandar i in., 2025). Dają szansę organizacjom na usprawnienie procesów produkcyjnych i przewidywanie potencjalnych problemów z wyprzedzeniem, także w przemyśle rolno-spożywczym (Abdurrahman, Ferrari, 2025; Purlis, 2024). Inne przykładowe rozwiązanie to *blockchain*, które pozwala nie tylko na śledzenie i monitorowanie produktów, lecz także daje możliwość zagwarantowania, że wszyscy uczestnicy łańcucha dostaw przestrzegają odpowiednich norm i przepisów. Stosowanie *blockchain* może zwiększyć przejrzystość i rozliczalność w całym łańcuchu dostaw, prowadząc do ogólnej poprawy odporności łańcucha dostaw żywności. Kolejnym podejściem jest zastosowanie internetu rzeczy (Internet of Things), pozwalające organizacjom na szybką adaptację do wahań warunków środowiskowych. IoT ułatwia lepszą integrację różnych systemów i procesów w całym łańcuchu dostaw, co ostatecznie poprawia wydajność i odporność (Iskandar i in., 2025).

Kolejny ważny system zarządzania, mogący ułatwić osiągnięcie odporności, opisano w normie ISO 37001. *Systemy zarządzania antykorupcyjnego. Wymagania i wytyczne stosowania*, z roku 2025. Jego celem jest przygotowanie organizacji do zapobiegania, wykrywania i reagowania na korupcję. Implementacja systemu przyczynia się do ograniczenia potencjalnych strat związanych z korupcją i nadużyciami, zwiększa poziom bezpieczeństwa działalności organizacji poprzez stosowanie prawa, polityk, procedur oraz mechanizmów nadzoru. Jednocześnie wspiera rozwój zaufania wewnętrznego, a także podnosi satysfakcję i poczucie pewności wśród pracowników (<https://www.udt.gov.pl/...>).

Należy także podkreślić, iż w cytowanych standardach systemowych dotyczących zarządzania znajduje się wymaganie dotyczące potrzeby doskonalenia przydatności, adekwatności i skuteczności wdrożonych działań, ujęte w rozdziale 10. To także ukierunkowuje organizacje należące do łańcucha dostaw żywności na budowanie antykruchości, uwzględniającej wzrost i zmianę na lepsze, zważywszy na to, że wg normy ISO 9000 doskonalenie to *działanie mające na celu zwiększenie efektów działania* (PN-EN ISO 9000, 2015, s. 17). Mając powyższe na uwadze, proponowane ramy systemowe integralności, odporności i antykruchości w łańcuchu dostaw żywności zilustrowano na rys. 1.

Rys. 1. Ramy systemowe integralności, odporności i antykruchości w łańcuchu dostaw żywności



Źródło: opracowanie własne.

Co ważne, ISO jako organizacja normalizacyjna, rozpoczęła proces aktualizacji wielu standardów i równoległego wprowadzania wytycznych, pozwalających na ich skuteczne zastosowanie. Stopniowo pojawiają się normy, które bezpośrednio odnoszą się do budowania odporności, choć – jak dotąd – nie stworzono odrębnego standardu z zakresu antykruchości. Wśród wytycznych, niemających charakteru systemów zarządzania, są to, dla przykładu: ISO 22316:2017. *Bezpieczeństwo i odporność. Odporność organizacji. Zasady i atrybuty* oraz ISO 22336:2024. *Bezpieczeństwo i odporność. Odporność*

organizacji. Wytyczne dotyczące polityki i strategii odporności. Celem pierwszej normy jest zapewnienie kompleksowych ram dla poprawy odporności organizacyjnej, niezależnie od wielkości, branży czy lokalizacji organizacji, zaś druga z nich skupia się na budowie właściwej strategii organizacji w tym zakresie. Kolejne, pomocne wytyczne to: ISO 22340:2024. *Bezpieczeństwo i odporność. Bezpieczeństwo ochronne. Wytyczne dotyczące architektury i ram bezpieczeństwa przedsiębiorstwa*, ISO 22359:2024. *Bezpieczeństwo i odporność. Wytyczne dotyczące wzmocnionych schronów ochronnych*, ISO/TS 22360:2024. *Bezpieczeństwo i odporność. Zarządzanie kryzysowe. Koncepcje, zasady i ramy*, ISO/TS 22386:2024. *Bezpieczeństwo i odporność. Autentyczność, integralność i zaufanie do produktów i dokumentów. Wytyczne dotyczące ochrony marki i procedur egzekwowania.* Wskazane wytyczne, choć mają charakter uniwersalny, pozwalają na stworzenie warunków, pozwalających na to, by wszyscy interesariusze w łańcuchu dostaw żywności mogli lepiej przewidywać, przygotować się, łagodzić skutki i odradzać się po kryzysach.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Mając na uwadze postawiony problem badawczy oraz cel, można potwierdzić, iż istnieje wiele systemów zarządzania mogących stanowić podstawy do budowania integralności, odporności i antykruchości organizacji należących do łańcucha dostaw żywności. Wskazano na znaczenie takich systemów zarządzania, jak te opisane w normach ISO 9001 (w wersji z roku 2026), ISO 22000, ISO 28000, ISO 22301, ISO 27001, ISO 37001 oraz ISO 56001. Podkreślono znaczenie metod zapewnienia bezpieczeństwa żywności, jak HACCP, GHP i GMP oraz powstałych na ich bazie rozwiązań ukierunkowanych na zagrożenia celowe, czyli VACCP, TACCP czy CARVER + Shock, a także rolę nowoczesnych technologii. Zwrócono też uwagę, że przy wyborze danego standardu zarządzania szczególną rolę powinna odegrać analiza ryzyka oraz kontekstu, w jakim dana organizacja funkcjonuje. Kluczowe jest stworzenie systemu, który, wedle ujęcia definicyjnego, będą charakteryzowały takie cechy, jak wymiana z otoczeniem, wymiana ekwiwalentna, sprzężenie zwrotne, zdolność do zachowania równowagi dynamicznej, zdolność do osiągnięcia celów, ale także zdolność do rozwoju (Wawak, 2002, s. 73). Aby był to jednak system

skuteczny, ze względu na licznosc możliwości do zastosowania norm, których wdrożenie sprzyja budowaniu integralności odporności i antykruchości, dana organizacja winna rozważyć integrację właściwych dla siebie systemów zarządzania. Integracja taka pozwala obniżyć koszty działań w sferze szkoleń, nadzoru procesów, opracowania dokumentacji, oceny wewnętrznej i zewnętrznej systemów, a także certyfikacji. Umożliwia również uzyskanie efektu synergii (Kwintowski, 2012, s. 170–190). Ponieważ każdy łańcuch jest tak silny, jak jego najsłabsze ogniwo, konieczna jest stała współpraca poszczególnych organizacji, które go tworzą, celem wymiany najlepszych praktyk i rozwiązań, w ramach procesu benchmarkingu i tworzenie wzajemnie korzystnej relacji. Potrzeba ta wynika z faktu, iż każdy skuteczny system wymaga współpracy wszystkich podmiotów w łańcuchu dostaw żywności, ponieważ wszystkie etapy postępowania, począwszy od gospodarstwa do stołu konsumenta, są od siebie zależne i wzajemnie powiązane, a także wpływają na integralność produktu końcowego (Opara, Mazaud, 2001, s. 239–247). Wymaga także kształtowania kultury zaufania, jakości i bezpieczeństwa żywności.

REFERENCES

- Abdurrahman, E.E.M., Ferrari, G. (2025). Digital Twin applications in the food industry: a review. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 9, 1538375, <https://doi.org/10.3389/fsufs.2025.1538375>.
- Amaranggani, I.A.D.P., Widyawati, L., Priyanto, D., Martono, G.H. (2025). Data Security Analysis in Information Management in Digital Food Sovereignty Systems. *Journal of Artificial Intelligence and Engineering Applications (JAIEA)*, 4(3), s. 2134–2138, <https://doi.org/10.59934/jaiea.v4i3.1117>.
- Ceko, E., Mulita, R., Jaupaj, A. (2024). A Theoretical and Practical Approach to Exponential Relation between Innovation and Sustainable Development. *Problemy Ekorożwoju*, 19(2), s. 114–125, <https://doi.org/10.35784/preko.5882>.
- Croall, H. (2007). Food Crime. W: P. Beirne, N. South (red.). *Issues in Green Criminology: Confronting Harms Against Environments, Humanity and Other Animals* (s. 206–229). Cullompton: Willan Publisher.
- D'Alessandro, C., Offiong, U.P., Szopik-Decpzyńska, K., Ioppolo, G. (2023). Improving sustainability in the food supply chain of the healthcare sector: the ISO 22000 and ISO 28000 adoption. *Qualità, Innovazione e Sostenibilità Nella Filiera Agro-Alimentare*, 9, s. 817–829, <https://hdl.handle.net/11570/3336569>.
- Elliott, C.T. (2012). Food integrity and traceability. Centre for assured, Safe and Traceable Food (ASSET). *Trends in Food Science & Technology*, 28, 61, <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2012.11.002>.
- Elliott, C.T. (2014). *Elliott Review into the Integrity and Assurance of Food Supply Networks – Final Report. A National Food Crime Prevention Framework*. London: HM Government.
- Farrukh, A., Sajjad, A. (2023). A Critical Review of Literature Review Methodologies. W: S. Rana, J. Singh, S. Kathuria (red.). *Review of Management Literature, Advancing Methodologies of Conducting Literature Review in Management Domain* (s.103–123). Leeds: Emerald Publishing Limited, <https://doi.org/10.1108/s2754-586520230000002006>.
- Fechner, I. (2007). *Zarządzanie łańcuchem dostaw*. Poznań: Wyższa Szkoła Logistyki.
- Freund, C. Mattoo, A. Mulabdic, A., Ruta, M. (2022). Natural disasters and the reshaping of global value chains. *IMF Economic Review*, 70, s. 590–623, <https://doi.org/10.1057/s41308-022-00164-w>.
- Gleadale, A. (2011). The identification of future food risks. *Food Standards Agency Board Paper*, 25, 10.
- Hasan, S.N., Chakraborty, P., Ansar, M.T.B., Al Zaiem, A., Das, N., Shan-A-Alahi, A. (2024). Enhancing organizational resilience: Integrating cybersecurity risk management into information systems governance. *Power System Protection and Control*, 52(4), s. 30–43, <https://doi.org/10.46121/pspc.52.4.4>.
- Hoffman, L.C., Schreuder, J., Cozzolino, D. (2025). Food authenticity and the interactions with human health and climate change. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 65(23), s. 4421–4434, <https://doi.org/10.1080/10408398.2024.2387329>.

- Iskandar, Y., Mala, C.M.F., Windarko, B.H., Kasumaningrum, Y., Utama, I.D. (2025). Exploring Food Supply Chain Resilience: A Systematic Literature Review of Technology and Policy Strategies. *Journal of Global Innovations in Agricultural Sciences*, 13(3), s. 1143–1153, <https://doi.org/10.22194/JGIAS/25.1712>.
- Jarzębowski, S., Klepacki, B. (2013). Łańcuchy dostaw w gospodarce żywnościowej. *Zeszyty Naukowe SGGW – Ekonomika i Organizacja Gospodarki Żywnościowej*, 103, s. 107–117, <https://doi.org/10.22630/EIOGZ.2013.103.32>.
- Karanam, R.K., Sachani, D.K., Natakam, V.M., Yarlagaadda, V.K., Kothapalli, K.R.V. (2025). Resilient Supply Chains: Strategies for Managing Disruptions in a Globalized Economy. *American Journal of Trade and Policy*, 11(1), s. 7–16, <https://doi.org/10.18034/ajtp.v11i1.719>.
- Kononiuk, A., Magruk, A. (2023). Building resilience in European food supply chains: results of a Delphi study. *Economics and Environment*, 87(4), 758, s. 1–26, <https://doi.org/10.34659/eis.2023.87.4.758>.
- Kowalska, A. (2019). *Ekonomiczne problemy fałszowania żywności. Instrumenty przeciwdziałania*. Lublin: Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej.
- Krzyżanowski, L. (1994). *Podstawy nauk o zarządzaniu*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Kwintowski, A. (2012). Wewnętrzny System Kontroli jako element Zintegrowanego Systemu Zarządzania. *Zarządzanie i Finanse*, 3(1), s. 170–190.
- Michalczyk, J. (2017). Rola procesów globalizacji i integracji europejskiej w kształtowaniu się łańcuchów dostaw żywności. *Ekonomia XXI wieku*, 15, s. 32–53. <https://doi.org/10.15611/e21.2017.3.03>.
- Mu, W., Van Asselt, E.D., Van der Fels-Klerx, H.J. (2021). Towards a resilient food supply chain in the context of food safety. *Food Control*, 125, 107953, <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.107953>.
- Nikookar, E., Varsei, M., Wieland, A. (2021). Gaining from disorder: Making the case for antifragility in purchasing and supply chain management. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 27(3), 100699, <https://doi.org/10.1016/j.pur-sup.2021.100699>.
- Opara, L.U., Mazaud, F. (2001). Food traceability from field to plate. *Outlook on Agriculture*, 30(4), s. 239–247, <https://doi.org/10.5367/000000001101293724>.
- PAS 96 (2017). *Guide to protecting and defending food and drink from deliberate attack*. London: The British Standards Institution.
- PN-EN ISO 9000 (2015). *Systemy zarządzania jakością. Podstawy i terminologia*. Warszawa: Polski Komitet Normalizacyjny.
- Purlis, E. (2024). Digital Twin Methodology in Food Processing: Basic Concepts and Applications. *Current Nutrition Reports*, 13, s. 914–920, <https://doi.org/10.1007/s13668-024-00584-2>.
- Romanowska, M. (2012). Odporność przedsiębiorstwa na kryzys. *Studia i Prace Kolegium Zarządzania i Finansów. Zeszyt Naukowy*, 118, s. 7–15.
- Sathyasri, B., Mary, G.A.A., Bhuvanewari, C.A., Aanandha Saravanan, K., Kumar, S.V. (2023). IOT Enabled Cloud Based Risk Monitoring System in Food Supply Chain. W: P. Vasant, V. Panchenko, E. Munapo, G.-W. Weber, J.J. Thomas, R. Intan, M.S.

- Arefin (red.). *Intelligent Computing & Optimization* (s. 356–364). Cham: Springer Nature Switzerland, https://doi.org/10.1007/978-3-031-73318-5_37.
- Sitkowski, L. (2009). Zarządzanie bezpieczeństwem dla łańcucha dostaw – ISO 28000. *Przemysł Środowisko Jakość Zarządzanie*, 4(13), s. 28–29.
- Szewczyk, Z. (2017). Rola przedsiębiorstw przemysłu rolno-spożywczego w zapewnieniu bezpieczeństwa żywnościowego w polskim agrobiznesie. *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu*, XIX (2), s. 232–237, <https://doi.org/10.22004/AG.ECON.293522>.
- Taleb, N.N. (2013a). *Antykruchość. Jak żyć w świecie, którego nie rozumiemy*. Warszawa: Wydawnictwo Zysk i S-ka.
- Taleb, N.N. (2013b). *Antykruchość. O rzeczach, którym służą wstrząsy*. Warszawa: Kurhaus.
- Tendall, D. M., Joerin, J., Kopainsky, B., Edwards, P., Shreck, A., Le, Q.B., Kruetli, P., Grant, M., Six, J. (2015). Food System Resilience: defining the Concept. *Global Food Security*, 6, s. 7–23, <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2015.08.001>.
- Wawak, S. (2002). *Zarządzanie jakością. Teoria i praktyka*. Gliwice: Helion.
- Wierzbic, A. (2013). *System zarządzania oparty na znormalizowanych wymaganiach jako czynnik wzrostu i rozwoju małych i średnich przedsiębiorstw*. Wrocław: Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu.
- Wiśniewska, M.Z. (2016). *Systemowe zarządzanie obroną żywności przed terroryzmem*. Gdańsk: Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.
- Wiśniewska, M.Z., Wyrwa, J. (2022). *Bezpieczeństwo żywności i żywnościowe w okresie pandemii. Ujęcie interdyscyplinarne*. Zielona Góra: Polskie Towarzystwo Ekonomiczne w Zielonej Górze.
- Witkowski, J. (2010). *Zarządzanie łańcuchem dostaw. Koncepcje. Procedury. Doświadczenia*. Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.
- Zhong, J., Cheng, H., Jia, F. (2024). Supply chain resilience capability factors in agri-food supply chains. *Operations Management Research*, 17, s. 850–868, <https://doi.org/10.1007/s12063-024-00470-8>.
- Zuba-Ciszewska, M. (2020). Rola przemysłu spożywczego w gospodarce Polski. *Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy*, 64(4), s. 69–86, <https://doi.org/10.15584/nsawg.2020.4.5>.

ŹRÓDŁA INTERNETOWE

- <https://smartfoodsafes.com/haccp-taccp-vaccp/> (dostęp: 20.11.2025).
- <https://www.gov.pl/web/rolnictwo/przetworstwo-rolno-spozywcze> (dostęp: 20.11.2025).
- <https://www.isoqar.pl/pl/aktualnosci/zloty-standard/iso-31000-zarządzanie-ryzykiem-wytyczne> (dostęp: 20.11.2025).
- <https://www.pcbc.gov.pl/pl/uslugi/certyfikacja-systemow-zarządzania/pn-en-iso-22301> (dostęp: 20.11.2025).
- <https://www.pkn.pl/informacje/2018/04/zarządzanie-ryzykiem> (dostęp: 20.11.2025).
- <https://www.qualityaustria.com.pl/aktualnosci/iso-9001-zmiany/> (dostęp: 20.11.2025).
- <https://www.udt.gov.pl/certyfikacja-systemow-zarządzania/iso-37001-systemy-zarządzania-działaniami-antykorupcyjnymi> (dostęp: 20.11.2025).