Branża TSL

STRATEGIE – TRENDY – PERSPEKTYWY

t. 15

Seria: Logistyka. Współczesne Wyzwania

REDAKCJA
Beata Detyna

Branża TSL

STRATEGIE – TRENDY – PERSPEKTYWY

t. 15 Seria: Logistyka. Współczesne Wyzwania

REDAKCJA
Beata Detyna

Wydawnictwo Naukowe Akademii Nauk Stosowanych Angelusa Silesiusa

Wałbrzych 2025

Recenzja
dr hab. inż. Robert Kucęba, prof. PCz
ORCID: 0000-0002-3904-0523

Redakcja językowa i korekta
Zespół

Skład
Małgorzata Myszkowska

Projekt okładki
Natalia Jaskólska

Praca opublikowana na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa 4.0 Międzynarodowa (CC BY 4.0).
Skrócona treść licencji na https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl

Cytuj jako: Detyna, B. (red.). (2025). *Branża TSL. Strategie – trendy – perspektywy. Seria: Logistyka. Współczesne Wyzwania, t. 15*. Wydawnictwo Naukowe Akademii Nauk Stosowanych Angelusa Silesiusa.

ISBN 978-83-63839-87-1
ISSN 2300-083X

DOI: 10.71433/2025.87.1

Wydawnictwo Naukowe Akademii Nauk Stosowanych Angelusa Silesiusa
ul. Zamkowa 4, 58-300 Wałbrzych
tel. + 48 74 641 92 31, e-mail: wydawnictwo@ans.edu.pl

Wałbrzych 2025

Spis treści

Wstęp 4

Część I
Aspekty techniczne i środowiskowe w branży TSL

Jerzy Szkutnik, Perspektywy i kierunki rozwoju transportu bezemisyjnego 7
Jakub Marszałkiewicz, Rozwój architektury wnętrz statków powietrznych na przestrzeni lat 16
Katarzyna Szwedziak, Beata Detyna, Adam Busławski, Marcin Pieczyński, Zarządzanie jakością ziarna magazynowanego w zakładach rolnych – wykorzystanie sztucznych sieci neuronowych i akwizycji obrazu..... 31
Nina Orzech, Tomasz Orzech, Logistyka wojny – wojna logistyki. Systemy bezpieczeństwa informacji w sytuacjach kryzysowych 48

Część II
Aspekty prawne, organizacyjno-zarządcze i społeczne w branży TSL

Małgorzata Florczak-Strama, Zastosowanie metody *Kanban* w logistyce produkcji na przykładzie branży spawalniczej..... 60
Maciej Niedźwiecki, Czynniki bezpiecznej pracy w magazynach 77
Joanna Nowicka, Logistyka informacji na przykładzie salonów fryzjerskich 88

Wstęp

Transport, spedycja i logistyka (TSL) stanowią fundament współczesnej gospodarki, której dynamiczny rozwój wymaga nieustannego dostosowywania się do zmieniających się potrzeb i wyzwań. Oddawana do rąk Czytelników monografia stanowi kolejną część cyklicznej serii „Logistyka. Współczesne Wyzwania". Seria ta już od ponad piętnastu lat koncentruje się na kluczowych aspektach definiujących stan oraz kierunki rozwoju tego sektora. Opracowanie stanowi pracę zbiorową i ma na celu nie tylko prezentację aktualnych wyników badań, ale także wskazanie istotnych perspektyw oraz trendów, które będą kształtowały branżę TSL w nadchodzących latach. Monografia składa się z dwóch części. W pierwszej zaprezentowano wyniki badań odnoszących się do aspektów technicznych i środowiskowych, w drugiej natomiast – rezultaty badań dotyczących aspektów prawnych, organizacyjno-zarządczych i społecznych.

W ramach aspektów technicznych i środowiskowych omówione zostały perspektywy rozwoju transportu bezemisyjnego, odgrywającego istotną rolę w przeciwdziałaniu zmianom klimatycznym. Na tę kwestię zwraca uwagę Jerzy Szkutnik, który podkreśla znaczenie innowacji technologicznych oraz potrzeby wdrażania strategii zrównoważonych rozwiązań transportowych. Zagadnienie to stanowi niejako wprowadzenie do tekstu Jakuba Marszałkiewicza, który swoje badania skoncentrował na rozwoju architektury wnętrz statków powietrznych. Rozwój ten, zdaniem Autora, wychodzi naprzeciw poprawie bezpieczeństwa i funkcjonalności przestrzeni dla pasażerów oraz ładunków i stanowi istotny element przyszłości transportu lotniczego. Kolejnym ważnym współcześnie aspektem technicznym w branży TSL jest wykorzystywanie sztucznych sieci neuronowych i akwizycji obrazu w procesach zarządzania magazynami. Zagadnienie to w kontekście jakości ziarna w produkcji rolnej podjęli Katarzyna Szwedziak, Beata Detyna, Adam Busławski oraz Marcin Pieczyński. Część pierwszą monografii kończy tekst przedstawiający ewolucję sposobów zabezpieczenia danych. Zaprezentowano w nim wybrane aktualne systemy zabezpieczeń, wykorzystywane obecnie w różnych dziedzinach gospodarki. Jak podkreślają Nina Orzech i Tomasz Orzech, rozwój systemów bezpieczeństwa informacji w sytuacjach kryzysowych staje się nieodzownym elementem funkcjonowania współczesnych przedsiębiorstw.

Drugą część opracowania rozpoczyna tekst dotyczący potrzeby ciągłego poszukiwania metod i narzędzi, które mogą przyczynić się do wzrostu efektywności oraz minimalizacji kosztów w logistyce produkcji. Przykładowo wyniki badań empirycznych

Małgorzaty Florczak-Stramy wskazują na potencjalne korzyści z wdrożenia systemu Kanban w przedsiębiorstwie branży spawalniczej. Maciej Niedźwiecki natomiast swoje badania skoncentrował na zagrożeniach, które mogą stanowić źródło wypadków podczas pracy w magazynach i centrach logistycznych. Wartość aplikacyjną tego rozdziału zwiększają wnioski Autora dotyczące sposobów przeciwdziałania wypadkom, co może być szczególnie cenne dla praktyków zarządzających przestrzenią magazynową i logistyczną. Z badań jednoznacznie wynika, że wyzwania związane z zapewnieniem bezpiecznych warunków pracy, w tym dotyczących logistyki informacji, nabierają coraz większego znaczenia w dobie cyfryzacji. Z zagadnieniem tym związane jest także opracowanie autorstwa Joanny Nowickiej, która problematykę logistyki informacji odniosła do działalności usługowej. W ostatnim rozdziale monografii Autorka proponuje model skutecznego zarządzania salonem fryzjerskim poprzez wprowadzenie cyfrowych rozwiązań obejmujących zarządzanie wizytami, zamówieniami produktów, a także komunikację z klientami.

Oddawana w ręce Czytelnika monografia to interdyscyplinarne opracowanie, które dostarcza zarówno aktualnej wiedzy teoretycznej, jak i praktycznych wniosków i rekomendacji, przyczyniając się tym samym do lepszego zrozumienia współczesnych wyzwań w branży TSL. Publikacja poza walorem poznawczym prezentuje cenną, szczególnie dla praktyków, wartość utylitarną. Zapraszając do lektury, mam nadzieję, że niniejsza publikacja stanie się inspiracją oraz źródłem nowych pomysłów nie tylko dla badaczy, ale i wszystkich zainteresowanych problematyką rozwoju logistyki, transportu i spedycji. Jednocześnie zachęcam Państwa do współpracy badawczej i publikacyjnej z pracownikami Akademii Nauk Stosowanych Angelusa Silesiusa oraz Wydawnictwem Naukowym ANS AS: bdetyna@ans.edu.pl; wydawnictwo@ans.edu.pl.

dr hab. Beata Detyna, prof. uczelni

Część I

Aspekty techniczne i środowiskowe w branży TSL

Jerzy Szkutnik

Akademia Nauk Stosowanych Angelusa Silesiusa
e-mail: jszkutnik@ans.edu.pl

ORCID: 0000-0002-0066-4013

DOI: 10.71433/2025.87.1.01

PERSPEKTYWY I KIERUNKI ROZWOJU TRANSPORTU BEZEMISYJNEGO

© 2025 Jerzy Szkutnik
Praca opublikowana na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa 4.0 Międzynarodowe (CC-BY 4.0).
Skrócona treść licencji na https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Cytuj jako: Szkutnik, J. (2025). Perspektywy i kierunki rozwoju transportu bezemisyjnego. W: B. Detyna (red.), *Branża TSL. Strategie – trendy – perspektywy. Seria: Logistyka. Współczesne Wyzwania, t. 15* (s. 7–15). Wydawnictwo Naukowe Akademii Nauk Stosowanych Angelusa Silesiusa.

Streszczenie

Przedmiot i cel pracy: Rozdział zawiera prezentację rozwiązań o charakterze techniczno-organizacyjnym w sektorze energetycznym o wyjątkowo aktualnym aspekcie ekologicznym.

Materiały i metody: Rozdział stanowi kompendium wiedzy nt. pakietu rozwiązań dla sektora energetycznego i transportu przy wdrażaniu elektromobilności w Polsce.

Wyniki: Na podstawie przeprowadzonych badań i analiz techniczno-ekonometrycznych uznano za uzasadnione wdrażanie proponowanych przez autora rozwiązań jako modelowych możliwości zwiększania wpływu aspektów ekologicznych na funkcjonowanie sektora transportu publicznego i towarowego w Polsce w najbliższej przyszłości.

Wnioski: Konieczne są dalsze badania, zmierzające do zainicjowania dynamicznych zmian i zmniejszenia negatywnego wpływu sektora transportowego na środowisko.

Słowa kluczowe: analiza lokalizacyjna, optymalizacja logistyczna, sieć skojarzona, stacje ładowcze

1. Wprowadzenie

Transport jest tak istotną częścią gospodarki światowej, że można go uznać za czynnik kreujący wiele zjawisk i procesów zależnych od społeczeństwa i środowiska naturalnego. Ma on charakter infrastrukturalny oraz sieciowy i jest kształtowany w procesie jego historycznego rozwoju. Znajomość ogólnych trendów dotyczących społeczeństwa i gospodarki jest potrzebna, by wyprzedzać ich skutki dla funkcjo-

nowania transportu poprzez rozwój infrastruktury oraz tworzenia coraz bardziej szerokiej oferty usługowej uwarunkowanej otoczeniem. Takim megatrendem jest globalizacja, w ujęciu ekonomicznym oznaczająca „proces zbliżania rosnącej współzależności gospodarek narodowych, który wyraża się we wzroście obrotów handlowych, przepływie kapitału, usług, a także wymiany siły roboczej i wiedzy pomiędzy krajami" (Wojewódzka-Król i Załoga, 2022, s. 12). Proces ten przebiega w światowej gospodarce na różnych poziomach, mamy wszak do czynienia z globalizacją rynków i globalizacją sektorów. Globalizacja wprowadza także nowe wymiary w konkurencji i konkurencyjności. Jest ponadto postrzegana jako podstawa mobilności społeczeństwa, a transport jest tym czynnikiem, który umożliwia realizację tej mobilności. Konieczne będą zatem radykalne zmiany w transporcie, obejmujące przede wszystkim infrastrukturę, środki transportu oraz współpracę między gałęziami i środkami transportu, zaś kierunki tych zmian będą kreowane także przy udziale sztucznej inteligencji. Wyzwania, przed którymi staje transport unijny, to przede wszystkim coraz większa przepustowość infrastruktury oraz efektywność systemu transportowego, której najważniejsze przymioty stanowią:

- niezawodność,
- fakt, że jest zielona – zmniejszenie oddziaływania środowiskowego ruchu pojazdów,
- to, że jest bezpieczna i inteligentna – optymalizacja ruchu, monitoring ruchu,
- fakt, że jest „ludzka" – co oznacza wielofunkcyjność wykorzystania przestrzeni zajętej przez infrastrukturę.

Ponadto istniejące ogólne założenia obowiązującej polityki transportowej Unii Europejskiej zakładają redukcję powodowanej przez transport emisji gazów cieplarnianych o 60% w 2050 r. w stosunku do 1990 r. W poszczególnych segmentach obejmują one takie elementy, jak (Wojewódzka-Król i Załoga, 2022, s. 603):

- misja – utworzenie jednolitego europejskiego obszaru transportowego, opartego na konkurencyjnym i zasobooszczędnym systemie transportowym,
- wizja – wzrost udziału transportu w tworzeniu PKB, wspieranie mobilności, obniżenie poziomu emisji gazów cieplarnianych,
- strategia – rozwój i wprowadzenie nowych paliw oraz systemów napędowych, optymalizacja multimodalnych łańcuchów transportowych, wzrost efektywności wykorzystania środków transportu i infrastruktury.

Unia Europejska nakreśliła także obszary strategii na rzecz inteligentnej i zrównoważonej mobilności. Zaliczono do nich następujące przedsięwzięcia:

1. Wykorzystanie pojazdów bezemisyjnych, paliw odnawialnych i niskoemisyjnych oraz rozbudowa związanej z nimi infrastruktury, wprowadzenie nowej normy Euro 7.
2. Tworzenie bezemisyjnych lotnisk i portów.
3. Bardziej zrównoważoną i „zdrowszą" mobilność między miastami i w miastach – promocję kolei i transportu publicznego.
4. Ekologizację transportu towarowego.

5. Ustalenie opłat za emisję gazów cieplarnianych i zapewnienie lepszych zachęt dla użytkowników.
6. Urzeczywistnienie zautomatyzowanej multimodalnej mobilności.
7. Zastosowanie innowacji, a także danych i sztucznej inteligencji na rzecz inteligentniejszej mobilności.
8. Wzmocnienie jednolitego rynku – finansowanie infrastruktury.
9. Uczciwą i sprawiedliwą mobilność – oznaczającą dostępność cenową i przestrzenną.
10. Poprawę bezpieczeństwa i ochronę transportu.

Właściwe dobrane narzędzia ekonomiczne pozwolą na rozwój najbardziej efektywnych gałęzi z punktu widzenia użytkownika transportu, a konieczność spełnienia przez transport norm środowiskowych doprowadzi do osiągnięcia celu, jakim jest dekarbonizacja gospodarki unijnej.

2. Cel pracy i metodyka badawcza

Celem głównym niniejszego rozdziału jest prezentacja oryginalnych rozwiązań autora dotyczących sektora elektroenergetycznego, które odnoszą się do wdrożenia kompleksowej procedury budowy stacji ładowczych OPLSŁ (Optymalizacyjna Procedura Lokalizacji Stacji Ładowczych) do samochodów elektrycznych w aspektach zarówno technicznych, jak i organizacyjnych wskazanych w pracy (Szkutnik, 2023). Postawiony cel pozostaje w bezpośredniej relacji z celami przedsiębiorstw energetycznych, instytucji odpowiedzialnych za rozwój infrastruktury drogowej i energetycznej, umożliwiającej płynny ruch samochodów elektrycznych na głównych drogach tranzytowych w Polsce. Rozwój mobilności w oparciu o napędy elektryczne jest jednym z priorytetów europejskiego Zielonego Ładu, które powinny współtworzyć warunki do zrównoważonego rozwoju kraju, zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego, oszczędnego i racjonalnego użytkowania paliw i energii, rozwoju konkurencji, uwzględniania wymogów ochrony środowiska, a zatem powinny służyć podejmowaniu działań nakierowanych na skuteczną eliminację źródeł zanieczyszczenia. Wszystkie te aspekty uwzględniono przy opracowaniu rozwiązania OPLSŁ.

Celem komplementarnym względem celu głównego rozdziału jest zaprezentowane, w jaki sposób opisane rozwiązania powodują zmniejszenie negatywnego wpływu sektora transportowego na klimat. Do realizacji powyższych celów zastosowano podstawowe metodologie badawcze, tzn. analizę i syntezę, oraz narzędzia z zakresu badań statystycznych, głównie korelacji w zakresie identyfikacji istotnych czynników wpływających na ostateczny efekt. Wykorzystano także autorskie metodologie: sieci logistycznej oraz sieci skojarzonej. Pierwsza z nich daje możliwość wykorzystania w tym obszarze spojrzenia logistycznego. Jego najważniejsze elementy podano w dalszej części tekstu, zaś szersze omówienie tej metodologii zawarto w (Szkutnik, 2011).

Podstawą analiz jest geograficzny schemat sieci z zaznaczonymi głównymi punktami dostawy (zakupu) oraz odbioru (sprzedaży) dla referencyjnej spółki dystrybucyjnej. Przyjęte założenie stanowi, że punkty zasilania zewnętrznego znajdują się na przecięciu z linii zasilającej i granicy danej spółki. Punkty wewnętrzne zasilania (stacje NN/110 kV) oraz punkty odbioru są zdefiniowane współrzędnymi geograficznymi lokalizacji stacji. Danymi komplementarnymi są informacje o energiach dostarczanych do punktów odbiorczych, które także są zdefiniowane współrzędnymi, jak punkty zasilania. Analizy i badania przeprowadzono, wykorzystując autorską metodologię (Szkutnik, 2011), która opiera się na teorii logistycznej konfiguracji sieci logistycznej i została opracowana na potrzeby oceny sprawności sieci dystrybucyjnej energii elektrycznej. Metodologia ta daje także dodatkową możliwość rozmieszczenia punktów zasilania stacji ładowczych dla samochodów elektrycznych. Jest to problem logistyczny, podobnie jak rozłożenie źródeł wytwórczych w stosunku do centrów odbioru i konsumpcji energii elektrycznej. Ocenie będą podlegały następujące elementy sieci rozdzielczej:

- punkty zasilające sieci 110 kV,
- sieć (linie) 110 kV.

Zaproponowana metodologia wprowadza szereg charakterystyk, które pozwalają na ocenę pracy sieci. Pierwszą z nich jest zredukowany punkt zakupu i sprzedaży oraz punkt równowagi logistycznej energii elektrycznej spółki dystrybucyjnej. Wyznaczenie zredukowanego punktu zakupu energii elektrycznej spółki dystrybucyjnej (zredukowanego centrum zakupu) przeprowadza się na podstawie następujących zależności:

$$x_{cz} = \frac{\sum_{i=1}^{N}(E_{zi} \cdot x_{zi})}{\sum_{i=1}^{N} E_{zi}}, \tag{1}$$

$$y_{cz} = \frac{\sum_{i=1}^{N}(E_{iz} \cdot y_{zi})}{\sum_{i=1}^{N} E_{zi}} \tag{2}$$

gdzie: x_{zi}, y_{zi} – punkty zakupu energii elektrycznej w spółce dystrybucyjnej, E_{iz} – energia wprowadzona do spółki dystrybucyjnej [MWh], N – liczba punktów zasilających

Określenie zredukowanego punktu sprzedaży energii elektrycznej spółki dystrybucyjnej (zredukowanego centrum sprzedaży) przeprowadza się na podstawie następujących zależności:

$$x_{cs} = \frac{\sum_{i=1}^{M}(E_{si} \cdot x_{si})}{\sum_{i=1}^{M} E_{si}} \tag{3}$$

$$y_{cs} = \frac{\sum_{i=1}^{M}(E_{si} \cdot y_{si})}{\sum_{i=1}^{M} E_{ss}} \tag{4}$$

gdzie: x_{si}, y_{si} – punkty sprzedaży energii elektrycznej w spółce dystrybucyjnej, E_{si} – energia w punktach sprzedaży spółki dystrybucyjnej (stacje 110/SN, [MWh]), M – liczba punktów odbiorczych.

Określa się także odległość pomiędzy zredukowanym punktem zakupu a zredukowanym punktem sprzedaży na podstawie wzoru:

$$l_{zs} = \sqrt{(x_{cz} - x_{cs})^2 + (y_{cz} - y_{cs})^2} \tag{5}$$

gdzie: l_{zs} – odległość wypadkowa pomiędzy centrami zakupu i sprzedaży, x_{cz}, y_{cz} – współrzędne zredukowanego centrum zakupu energii elektrycznej, x_{cs}, y_{cs} – współrzędne zredukowanego centrum sprzedaży energii elektrycznej.

Do oceny logistycznej dystrybucji energii elektrycznej proponuje się wskaźnik dopasowania logistycznego dystrybucji, który wyraża się wzorem:

$$w_{dld} = 1 - \frac{l_{zs}}{L_{WZ}} \tag{6}$$

gdzie: w_{dld} – wskaźnik dopasowania logistycznego dystrybucji, l_{zs} – odległość wypadkowa pomiędzy centrami zakupu i sprzedaży, L_{WZ} – wskaźnik dopasowania punktów zakupu i sprzedaży energii elektrycznej.

Uzupełnieniem badań jest metodologia tzw. sieci skojarzonej (Szkutnik i Wróbel, 2012), polegająca na równoczesnej analizie dwóch sieci. W przypadku poszukiwania optymalnej lokalizacji stacji ładowczych skojarzenie dotyczy sieci głównych dróg oraz sieci energetycznej (rys. 1).

Do analiz wybrano wstępnie 28 lokalizacji (przy autostradach i drogach szybkiego ruchu) przyszłych stacji szybko ładowczych dużej mocy, umożliwiających uzupełnienie baterii samochodów (ciągników siodłowych) w ciągu maksymalnie 30 minut, oraz określono współrzędne geograficzne każdego z nich. Aby tak się stało, stacje muszą być zasilane ze stacji energetycznych 110 KV/SN poprzez linie napowietrzne średniego napięcia o dużym przekroju 150 mm^2 umożliwiającym przesłanie zakładanej mocy. Dla każdego z 28 punktów dobrano najbliższą stację zasilającą, ustalając współrzędne geograficzne, założono także, że każda z linii zasilających będzie przenosić w ciągu roku tę samą ilość energii elektrycznej. Na podstawie zależności (1-6) określono ostatecznie stopień skojarzenia sieci drogowej oraz energetycznej. Wynosi on:

$$w_{dld} = 0{,}973.$$

Rys. 1. Sieć skojarzona – sieć energetyczna – płaszczyzna górna, sieć drogowa – płaszczyzna dolna

Źródło: opracowanie własne.

Rys. 2. Wycinek sieci – sieć energetyczna i drogowa

Źródło: opracowanie własne.

Wynik ten świadczy o tym, że skojarzenie tych sieci jest praktycznie bardzo wysokie, zatem można przyjąć, że zaproponowane lokalizacje stacji ładowczych są właściwe (maksymalna wartość wskaźnika w_{dld} wynosi 1). Wskaźnik ten także wskazuje, że koszty uruchomienia stacji ładowczej będą związane jedynie z jej wyposażeniem, dla mniejszych wartości tego wskaźnika koszty będą odpowiednio powiększone z powodu wybudowania koniecznej linii elektroenergetycznej zasilającej stację ładowczą.

Rysunek 2 przedstawia wycinek sieci drogowej i energetycznej w otoczeniu autostrady A1. Naniesiono na nim proponowane lokalizacje stacji ładowczych.

3. Praca systemu elektroenergetycznego jako wsparcie przy nowym modelu mobilności

Dzisiejszy model transportu jest realizowany głównie w oparciu o pojazdy, których silniki są zasilane paliwami płynnymi (benzyna, olej napędowy). Przewidywane zmiany w tym zakresie zakładają dynamiczny rozwój transportu ludzi oraz towarów z wykorzystaniem napędów elektrycznych. Do zrealizowania tego celu konieczna jest budowa bardzo dużej sieci stacji ładowczych, zlokalizowanych przy głównych drogach – autostradach, drogach szybkiego ruchu, drogach wojewódzkie. Autor rozdziału proponuje innowacyjne rozwiązanie w tym zakresie, oparte na wykorzystaniu dodatkowo systemu GIS (Pokorski i Zagórski, 2018), pozwalające na kompleksową i wielopłaszczyznową analizę, a także opracowanie wskazówek zapewniających najlepsze rozwiązania.

4. Propozycje rozwiązań

Punktem wyjścia do prezentacji rozwiązań jest zaproponowana przez autora koncepcja sieci skojarzonej (Szkutnik i Wróbel, 2012). Ponadto każda z lokalizacji będzie poddana kompleksowej procedurze budowy stacji ładowczych OPLSŁ przy zachowaniu zasad efektywności energetycznej (Soroczynski i Szkutnik, 2016; Szkutnik, 2008, 2009, 2011). Należy tu wyszczególnić następujące etapy (Szkutnik, 2023):

- etap określenia zdolności przesyłowej w punkcie (sieć 110 kV lub sieć systemowa 220/400 KV) – ustalenie maksymalnej mocy, która może być dodatkowo pobrana w rozpatrywanym punkcie sieci,
- etap wyboru rozwiązania stacji ładowczej, wybór napięcia (stałe, zmienne, stacja integralnie połączona lub nie z magazynem energii),
- opracowanie kosztorysu,
- wybór wykonawcy w trakcie przetargu.

Proponowana procedura będzie realizowana w ramach zarządzania procesowego w sposób efektywny, zapewniając skuteczne wykonanie zakładanych przedsięwzięć. Procedury te powinny być przeprowadzane dla każdego punktu osobno, a ostateczna lokalizacja będzie wynikać z minimum kosztów dla sieci skojarzonych (energetyczna i transportowa).

Wszystkie opisane zadania powinny być współbieżne z koncepcją przyszłościowych rozwiązań w obszarze logistyki.

Powyższe propozycje mieszczą się w katalogu zmian w transporcie obejmujących infrastrukturę, środki transportu, współpracę między gałęziami i środkami transportu, przy znacznym wsparciu sztucznej inteligencji, co jest uwarunkowane przede wszystkim zmianami klimatycznymi. Uwzględniają ponadto istniejące ogólne założenia obowiązującej polityki transportowej Unii Europejskiej.

Dla zapewnienia osiągnięcia zamierzonych celów autor proponuje nową strategię funkcjonowania branży TSL. Aktualny podział tej branży na trzy segmenty musi pozostać bez większych zmian, ponieważ został ukształtowany na przestrzeni kilkudziesięciu lat. Przeobrażenia powinny dotyczyć sposobu zarządzania transportem. Wiodącym – nadrzędnym – elementem, jak dotychczas, będzie logistyka, ale wyposażona w nowe narzędzie opracowane w celu spełnienia wszystkich wytycznych Unii europejskiej na nadchodzące dekady. Będzie nim zintegrowany system realizacji dostaw – *Integrated Delivery Execution System* (IDES), z głównymi funkcjonalnymi elementami, które stanowić będą: bezpieczeństwo, ekologia, niezawodność – *Safety, Ecology, Reliability* (SER). $IDESR_{SER}$® będzie wspomagał logistyków we wszelkich planowanych przedsięwzięciach transportowych przy jednoczesnym zagwarantowaniu właściwego spedytora oraz środka transportu. Proponowany system będzie uwzględniał poziom *Ecology Logistics* (elektromobilność, napędy wodorowe), poziom *Smart Logistics* (autonomiczne samochody) oraz wskaźniki bezpieczeństwa i niezawodności floty poszczególnych spedytorów, a także będzie wybierał tych, którzy pozostawiają najmniejszy ślad węglowy. Rozwiązanie będzie zatem stymulatorem wprowadzania do transportu jednostek o znikomej emisyjności CO_2 (Szkutnik, 2024).

5. Podsumowanie

Innowacyjne rozwiązania infrastruktury elektroenergetycznej, umożliwiające rozwój elektromobilności w Polsce, muszą zawierać najnowsze trendy z zakresu *Smart Grids* – a więc sieci inteligentnych – tzw. sieci hybrydowych (Szkutnik i Malinowski, 2019).

Według autora zastosowanie magazynów energii elektrycznej będzie istotne z wielu powodów. Najważniejszym jest to, że baterie akumulatorów umożliwią gromadzenie energii w okresach, kiedy występuje jej nadmiar w systemie, z możliwością wykorzystania w okresie jej niedoboru. Magazyny mogą stanowić także dodatkowe źródło w czasie awarii lub nagłych wzrostów obciążenia. Należy także stwierdzić, że zastosowanie dużych magazynów energii może okazać się rozwiązaniem alternatywnym dla budowania nowych elektrowni (Soroczyński i Szkutnik, 2016). To przeświadczenie zaczyna być już realizowane w polskiej i europejskiej elektroenergetyce.

Warto również zaznaczyć, że niniejszy rozdział jest równocześnie prezentacją potencjału badawczego Akademii Nauk Stosowanych Angelusa Silesiusa w jej współ-

pracy z otoczeniem gospodarczym i samorządami w Aglomeracji Wałbrzyskiej oraz w skali całego kraju przy realizacji projektów energetycznych o wiodącym aspekcie ochrony klimatu i środowiska.

Bibliografia

Pokorski, G. i Zaskórski, P. (2018). Systemy informacji geoprzestrzennej w zarządzaniu procesami biznesowymi. *Nowoczesne Systemy Zarządzania. Instytut Organizacji i Zarządzania, 13*(2), 107–128.

Soroczyński, B. i Szkutnik, J. (2016). Wpływ magazynów energii elektrycznej na pracę sektora energetycznego. *Rynek Energii*, (2), 63–67.

Szkutnik, J. (2008). The energy efficiency as the necessary element of the planning in the sector of the electrical energy. W: *Proceedings of the 9th International Scientific Conference Electric Power Engineering 2008* (s. 397–400). EPE.

Szkutnik, J. (2023). Systemy informacji geograficznej jako istotne wsparcie rozwojowych procesów w logistyce. W: B. Detyna (red.), *Społeczne i techniczne wyzwania logistyki. Seria: Logistyka. Współczesne Wyzwania, t. 14* (s. 143–150). Wydawnictwo Naukowe Akademii Nauk Stosowanych Angelusa Silesiusa.

Szkutnik, J. (2011). *Perspektywy i kierunki rozwoju systemu elektroenergetycznego. Zagadnienia wybrane.* Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej.

Szkutnik, J. (red). (2009). *Efektywność w sektorze dystrybucji energii elektrycznej, aspekty ekonomiczne*. Wydawnictwo Tekst Sp. z o.o.

Szkutnik, J. i Malinowski, A. (2019). Hybrid low-voltage networks as the element of the lifting of the efficiency and the independence in the distribution of electricity. *Przegląd Elektrotechniczny,* (3), 16–18.

Szkutnik, J. i Wróbel, J. (2012). Stopień skojarzenia sieci gazowych i elektroenergetycznych w Polsce. *Rynek Energii*, (3), 52–55.

Wojewódzka-Król, K. i Załoga, E. (red). (2022). *Transport – tendencje zmian.* PWN.

Prospectus and Directions for the Development of Emission Free Transport

Abstract

Object and purpose of the work: The chapter contains a presentation of the author's solutions of a technical and organizational nature in the energy sector with an extremely current ecological aspect.

Materials and methods: The chapter is a compendium of knowledge on the package of solutions for the energy and transport sector in the implementation of electromobility in Poland.

Results: On the basis of the conducted research, technical and econometric analyzes, the implementation of the solutions proposed by the author was indicated as justified model possibilities of increasing the impact of ecological aspects on the functioning of the public and freight transport sector in Poland in the near future .

Conclusions: Further research in this area is necessary, aiming at dynamic changes, reducing the negative impact of the transport sector on the environment.

Keywords: geoinformatics, technical geography, location analysis, logistic optimization, cost reduction, charging stations

Jakub Marszałkiewicz

Akademia im. Jakuba z Paradyża w Gorzowie Wielkopolskim
e-mail: jmarszalkiewicz@ajp.edu.pl

ORCID: 0000-0002-5524-848X

DOI: 10.71433/2025.87.1.02
JEL: R40

ROZWÓJ ARCHITEKTURY WNĘTRZ STATKÓW POWIETRZNYCH NA PRZESTRZENI LAT

© 2025 Jakub Marszałkiewicz
Praca opublikowana na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa 4.0 Międzynarodowe (CC BY 4.0).
Skrócona treść licencji na https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Cytuj jako: Marszałkiewicz, J. (2025). Rozwój architektury wnętrz statków powietrznych na przestrzeni lat. W: B. Detyna (red.), *Branża TSL. Strategie – trendy – perspektywy. Seria: Logistyka. Współczesne Wyzwania, t. 15* (s. 16–30). Wydawnictwo Naukowe Akademii Nauk Stosowanych Angelusa Silesiusa.

Streszczenie

Przedmiot i cel pracy: Niniejszy rozdział porusza rzadko opisywaną tematykę dotyczącą wnętrz statków powietrznych jako elementu architektury. W pracy opisano rozwój architektury wnętrz statków powietrznych od czasów pionierskich na przełomie XIX i XX w. (a nawet wcześniej) do rozwiązań najnowszych z XXI w. Tam wszędzie bowiem pracował, pracuje i będzie pracował człowiek ze swoją ergonomią, możliwościami i ograniczeniami. Można więc postawić hipotezę, że podstawowe problemy, jakie napotykają w tej branży projektanci, są niemal takie same jak w tradycyjnej architekturze wnętrz. Celem rozdziału jest przybliżenie zagadnień związanych z projektowaniem wnętrz statków powietrznych.

Materiały i metody: Podczas prac korzystano z takich metod badawczych, jak analogia i porównanie. Dokonano także przeglądu lotniczej literatury branżowej oraz przeprowadzono wywiad z architektem Markiem Olko, który jest współwłaścicielem jedynej polskiej pracowni architektonicznej specjalizującej się m.in. w projektowaniu wnętrz samolotów (firma O&O Design z Warszawy). Oprócz analizy fachowej literatury lotniczej wzięto pod uwagę także wybrane patenty techniczne. Jako przykłady patentów związanych z wnętrzami statków powietrznych podano rozwiązania techniczne związane z samolotem Flaris LAR zgłoszone przez firmę Metal Master z Jeleniej Góry.

Wnioski: Przedstawione przykłady wskazują na stały dynamiczny rozwój architektury wnętrz statków powietrznych na przestrzeni dekad. W krajach wysoko rozwiniętych projektowanie wnętrz statków powietrznych jest typową gałęzią wnętrzarskiej branży architektonicznej. Niestety w Polsce rynek ten dopiero się rozwija. Autorowi odnalazł tylko jedną polską firmę stale zajmującą się projektowaniem wnętrz samolotów. Jej właściciel, Marek Olko, podczas wywiadu określił przyszłość branży projektowania wnętrz statków powietrznych jako rozwojową, aczkolwiek zaznaczył także, iż zakres jej odbiorców znacznie się skurczył w wyniku wojny, która toczy się za wschodnią granicą od 2022 r. Branża ta ma

jednak przed sobą obiecującą przyszłość, zaś autor planuje dalsze badania na ten temat. Zakładać one będą analizę kolejnych publikowanych projektów oraz nowych rozwiązań technicznych, które można zastosować w architekturze wnętrz statków powietrznych.

Słowa kluczowe: architektura wnętrz, statek powietrzny, statek kosmiczny, ergonomia, środki transportu

1. Wprowadzenie

Architektura i lotnictwo to z pozoru bardzo odmienne obszary wiedzy. Architektura jest statyczna, a lotnictwo dynamiczne. Występują między nimi jednak pewne podobieństwa oparte głównie na ludzkiej ergonomii. Niezależnie od tego, czy mówimy o domu jednorodzinnym, o samolocie pasażerskim, czy o stacji kosmicznej – tam wszędzie przebywają i pracują ludzie ze swoimi możliwościami i ograniczeniami. Z tego powodu projektowaniem wnętrz pojazdów oraz szerzej – środków transportu – w dużej mierze zajmują się architekci, tyle że wyspecjalizowani w swoich dziedzinach.

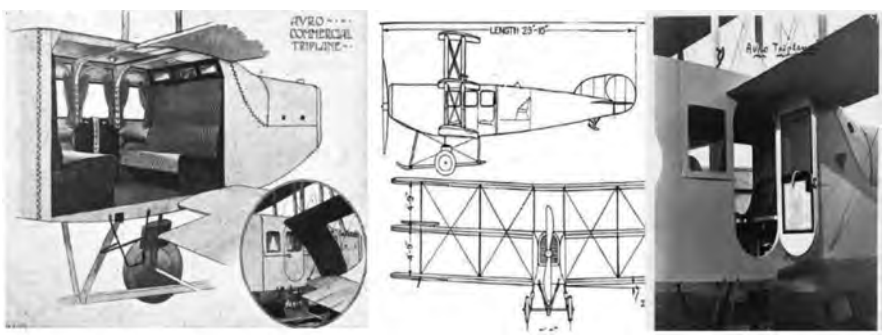
2. Cel pracy i metodyka badawcza

W polskiej literaturze można odnaleźć publikacje dotyczące architektury pojazdów lądowych (zwłaszcza samochodów, niekiedy pociągów) oraz jednostek pływających (Gierczak, 1994, s. 2). Brakuje jednak opracowań opisujących architekturę wnętrz statków powietrznych, poza pojedynczymi artykułami, które sporadycznie ukazują się w prasie lotniczej (Łuczak, 2019 s. 38–41). Na rynku jest wprawdzie wiele opracowań opisujących rozwój techniki lotniczej oraz dostępne są monografie dotyczące poszczególnych typów statków powietrznych, lecz prawie nigdy nie poruszają one w znacznym stopniu zagadnień związanych z architekturą wnętrza. W większości przypadków opisywane są w nich jedynie ogólnie systemy pokładowe. Celem niniejszego rozdziału jest więc przedstawienie problematyki architektury wnętrz statków powietrznych jako swoistego wstępu do dalszych badań na ten temat. Podczas prac nad tekstem korzystano z takich metod badawczych, jak analogia i porównanie. Dokonano także przeglądu lotniczej literatury branżowej oraz przeprowadzono wywiad z architektem Markiem Olko, który jest współwłaścicielem jedynej polskiej pracowni architektonicznej specjalizującej się m.in. w projektowaniu wnętrz samolotów (firma O&O Design z Warszawy). Oprócz analizy fachowej literatury lotniczej wzięto pod uwagę również wybrane patenty techniczne. Jako ciekawostkę opisano także pojedynczy projekt wnętrza statku kosmicznego Starship. Przykład ten nie wychodzi poza tematykę tekstu, gdyż rakieta kosmiczna spełnia definicję statku powietrznego zgodnie z definicją zawartą w obowiązujących przepisach lotniczych. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 5 sierpnia 2022 r. w sprawie klasyfikacji statków powietrznych (Dz.U. z 2023 r., poz. 25) podaje, iż za statek powietrzny uważamy

każdą maszynę latającą unoszącą się w atmosferze w sposób inny niż wskutek oddziaływania powietrza odbitego od podłoża. Rakieta lecąca w kosmos pewną część lotu odbywa w przestrzeni powietrznej, więc jest statkiem powietrznym.

3. Architektura wnętrz statków powietrznych w pionierskim okresie lotnictwa

Za pierwszy w pełni sprawny samolot, którym dało się sterować, uznaje się konstrukcję braci Wright, która wzniosła się w powietrze po raz pierwszy 17 grudnia 1903 r. na wzgórzach Kill Devil Hills w Karolinie Północnej. Trzeba jednak przyznać, że ich samolot nie był jedynym budowanym na przełomie XIX i XX w. Braciom Wright udało się przede wszystkim zainteresować swoim pomysłem prasę, a mimo to, jeszcze przez kilka lat od tego pamiętnego lotu, wiele redakcji uważało ich loty za mrzonkę i „tanią sensację". W zasadzie dopiero w latach 1908–1910 świat bezapelacyjnie uznał ich sukces.



Rys. 1. Szczegóły czteroosobowej kabiny pasażerskiej samolotu Avro 547 z 1920 r. – uwagę zwracają dwie wygodne kanapy, zasłonki w oknach oraz oddzielne wejście do przedziału dla pasażerów

Źródło: (*Avro 547*, Wikipedia, 2024).

Konstrukcja Flyera braci Wright była bardzo prymitywna i trudno w jej przypadku mówić o jakiejś konkretnej architekturze jego „kabiny". Pilot po prostu leżał tam na skrzydle (w późniejszych wersjach wprowadzono proste fotele) i miał możliwość kontroli obrotów silnika. Kontrola położenia samolotu polegała na balansowaniu środkiem ciężkości za pomocą zmiany położenia ciała pilota – podobnie jak we współczesnych lotniach. Pierwsze samoloty braci Wright były bardzo trudne w sterowaniu i niezwykle podatne na warunki atmosferyczne. Potrafiły wykonywać jedynie krótkie skoki o długości do 160 m. Dopiero kolejne modyfikacje sprawiły, że samoloty te uznano za całkowicie sterowne.

Warto zaznaczyć, że pierwsze projekty z zakresu architektury wnętrz statków powietrznych powstawały już wcześniej. Przykładowo w 1842 r. dwaj Brytyjczycy –

William Samuel Henson (1812–1888) i John Stringfellow (1799–1883) – otrzymali brytyjski patent 9478 na samolot z zamkniętą kabiną, który nazwali Aerial Steam Carriage (powietrzny pojazd parowy), znany jako Ariel.

Ariel miał być jednopłatem o rozpiętości skrzydeł 150 stóp (46 m), wadze 3000 funtów (1400 kg) i miał być napędzany przez specjalnie dla niego zaprojektowany lekki silnik parowy o mocy 50 KM (37 kW). Powierzchnia skrzydeł miała wynosić 4500 stóp^2 (420 m^2), a usterzenia poziomego – 1500 stóp^2, co dałoby bardzo niskie obciążenie powierzchni nośnej. Zapewne konstruktorzy zakładali, że środek ciężkości samolotu będzie się znajdował blisko krawędzi natarcia skrzydeł, co umożliwi zastosowanie układu aerodynamicznego, w którym ogon będzie produkował siłę nośną skierowaną do góry (zastosowano to w samolotach Bleriot oraz RBWZ Ilia Muromiec). W normalnym układzie statecznik poziomy umieszczony z tyłu kadłuba produkuje siłę nośną skierowaną w dół, aby przeciwdziałać momentowi pochylającemu pochodzącemu od ciężaru dzioba samolotu.

Wynalazcy mieli nadzieję, że Ariel osiągnie prędkość 50 mil na godzinę i przewiezie 10–12 pasażerów na odległość do 1000 mil (1600 km). Plan zakładał start z pochyłej rampy, gdyż moc silnika była zbyt słaba, by oderwać samolot od ziemi, lecz wystarczająca, by utrzymać lot, gdy samolot będzie już w powietrzu (tak samo robili początkowo bracia Wright). Podwozie miało konstrukcję trzykołową. Według patentu planowano „przenosić listy, towary i pasażerów z miejsca na miejsce drogą powietrzną".

William Samuel Henson, John Stringfellow i Frederick Marriott założyli firmę „Aerial Transit Company" w 1843 r. w Anglii, z zamiarem zebrania pieniędzy na budowę maszyny latającej. W pewnym sensie możemy ją uznać za pierwszą linię lotniczą na świecie. Henson zbudował model w skali, który wykonał jeden próbny „skok" napędzany parą. Testowano także większe modele, o rozpiętości skrzydeł 6,1 m w latach 1844–1847, ale bez powodzenia. Próbując zdobyć inwestorów i poparcie w Parlamencie, firma zaangażowała się w dużą kampanię reklamową wykorzystującą zdjęcia Ariela w egzotycznych lokalizacjach, ale firmie nie udało się uzyskać potrzebnej kwoty. W prasie pojawiły się spekulacje na temat tego, czy Ariel był mistyfikacją i oszustwem służącym do wyłudzenia pieniędzy od inwestorów i z budżetu państwa.

Trzeba zwrócić uwagę, iż konstrukcja Ariela była bardzo przemyślana. Posiadał on wszystkie podstawowe elementy, które otrzymały samoloty w XX w., oraz całkiem wygodną zamkniętą kabinę na 10–12 osób. Jej planowany wygląd możemy oszacować na podstawie dostępnych rysunków samolotu, w tym rysunku z patentu, który przedstawia sam kadłub (rysunek nr MEV-10610412 znajdujący się w zbiorach The Royal Aeronautical Society w Wielkiej Brytanii).

W pierwszych dekadach XX w. technika lotnicza rozwijała się bardzo dynamicznie. Kolejne generacje samolotów wymieniały się co kilka lat (obecnie co kilkadziesiąt). Początkowo architektura ich kabin była dość prosta. Z reguły samoloty z pierwszych 20-30 lat XX w. miały jedno- lub kilkuosobowe otwarte kabiny o niewielkich rozmiarach, które zapewniały minimum wygody lub choćby warunków potrzebnych

Fot. 1. Rosyjski RBWZ Ilia Muromiec Igora Sikorskiego z 1913 r. oraz fragmenty jego wnętrza w standardzie pasażerskim – uwagę zwracają wiklinowe fotele oraz relatywnie przestronna kabina zapewniająca minimum komfortu

Źródło: (*Igor Sikorsky*, Wikipedia, 2024; *Ilya Muromiets*, Wikipedia, 2024).

do przeżycia lotu. W pionierskim okresie awiacji pojawiały się jednak niekiedy projekty, w których dostrzegano potrzebę zapewnienia pasażerom (a z czasem także załodze) minimum luksusu. Przykładowo w 1911 r. słynny Luis Bleriot zbudował kabinową odmianę swojego samolotu, określoną jako Aerobus, zaś w 1912 r. opracowano prototypy Etrich Taube Luftlimusine (Niemcy) oraz Avro Type F (Wielka Brytania), które miały całkowicie zakryte kabiny dla 1–2 osób. Tutaj możemy mówić już o architekturze ich wnętrza. Kabiny te bowiem musiały zapewniać minimalną wygodę i spełniać choćby podstawowe zasady ergonomii.

Krokiem milowym w zakresie architektury wnętrz samolotów były pierwsze konstrukcje rosyjskiego inżyniera Igora Sikorskiego, który już przed I wojną światową zbudował dwa przełomowe samoloty: RBWZ Grand (S-21) oraz Ilia Muromiec, które swymi wymiarami przewyższały wszelkie inne światowe konstrukcje oraz zapewniały pasażerom i załodze relatywnie dużą wygodę w zamkniętej i obszernej (jak na tamte czasy) kabinie. Sikorski wpadł na pomysł S-21 w 1911 r., kiedy większość światowych specjalistów od awiacji nie wierzyła, że samolot o takich gabarytach i masie będzie mógł oderwać się od ziemi. Najcięższe samoloty tamtych czasów podnosiły maksymalnie 600 kg, zaś maksymalna masa startowa Granda wyniosła potem aż 4940 kg (w tym masa własna: 2700 kg). Jego długość wynosiła 20 m, a rozpiętość skrzydeł − 28 m. Jak na tamte czasy, były to parametry niewyobrażalne. Grand miał zasięg 70 km oraz rozwijał prędkość do 90 km/h (Bączkowski, 1986, s. 13; *Igor Sikorsky*, Wikipedia, 2024).

S-21 był pierwszym czterosilnikowym samolotem na świecie. Marzeniem Sikorskiego było uruchomienie systemu transportu ludzi i towarów za pomocą tych samolotów. Późniejsze wydarzenia historyczne sprawiły jednak, że Grand pozostał tylko prototypem, zaś Muromiec został użyty w wielkiej wojnie jako ciężki bombowiec (Bączkowski, 1986, s. 14).

Wnętrze kabiny Granda składało się z przedziału pilotów z kolumną sterową, dwóch miejsc pasażerskich i magazynu na części zamienne. Podczas pierwszych

Fot. 2. Szczegóły architektury wnętrza samolotu Junkers F.13 z 1919 r.

Źródło: (*Junkers F13*, Wikipedia, 2024).

Fot. 3. Samolot pasażerski Douglas DC-3 Dakota z 1935 r. oraz jego kabina pasażerska

Źródło: (*Douglas DC-3*, Wikipedia, 2024).

lotów między 10 a 27 maja 1913 r. okazało się, że pasażerowie mogą przemieszczać się po kabinie, nie powodując problemów ze stabilnością. Przed kabiną pilotów

znajdował się też otwarty pokład wyposażony w reflektor lub karabin maszynowy, co także stanowiło element jego architektury. 23 czerwca 1913 r. jedyny prototyp S-21 został zniszczony, gdy spadł na niego silnik z innego lecącego samolotu. Sikorski postanowił nie odbudowywać Granda i skupił się na jeszcze większym Muromcu.

Pierwszy prototyp gigantycznego, jak na tamte czasy, samolotu RBWZ Ilia Muromiec (później oznaczonego także jako G-36) został ukończony 11 października 1913 r. W grudniu wykonano nim pierwsze loty, w tym lot z 10 pasażerami i 400 kg ładunku. W lutym 1914 r. Muromiec zabrał na pokład 14, a następnie 16 pasażerów. W lipcu 1914 r. samolot z numerem bocznym G-36 i wojskowym 182 zabrał 10 pasażerów na wysokość 2000 m. Wykorzystano go też do przelotu na trasie Petersburg–Kijów, którą samolot pokonał w ciągu 13 godzin. Produkcja Muromców została uruchomiona w Russko-Bałtijskim Wagonnym Zawodzie (zakłady RBWZ) w Petersburgu, gdzie wykonano około 80 egzemplarzy. Masa własna Muromca wynosiła 3150 kg, rozpiętość skrzydeł – 30 m, a długość kadłuba – 17,5 m. Samolot osiągał prędkość 110 km/h i był używany do 1924 r. (Bączkowski, 1986, s. 15).

Próby z zastosowaniem luksusowych wnętrz prowadzono też w innych krajach. Przykładowo w 1920 r. opracowano brytyjski samolot pasażerski Avro 547 w układzie trójpłatowca, który był przystosowany do przewozu czterech pasażerów na dwóch wygodnych kanapach. Pilot siedział w oddzielnej kabinie. Należy zaznaczyć, że według dzisiejszych standardów samoloty przewożące zaledwie kilka osób nie są uważane za pasażerskie, ale za dyspozycyjne lub sportowe. Dzisiejsze samoloty pasażerskie zabierają od kilkunastu do teoretycznie około 800 osób (Airbus A380).

Za pierwszy produkowany seryjnie samolot pasażerski uważa się niemieckiego Junkersa F.13 z 1919 r. Był to też pierwszy samolot komunikacyjny konstrukcji całkowicie metalowej (Mikulski i Glass, 1980, s. 25). Prototyp oblatany został 25 czerwca 1919 r. na lotnisku Dessau, a jego konstruktor Hugo Junkers utrzymywał przyjazne relacje z władzami szkoły artystyczno-architektonicznej Bauhaus znajdującej się w tym samym mieście. Znane na całym świecie zdjęcia lotnicze budynku Bauhausu zostały wykonane właśnie z pokładów samolotów Junkers (głównie typu F.13). Bliskie relacje przyjacielskie z Hugo Junkersem utrzymywał m.in. Walter Gropious. Łącznie zbudowano około 330 Junkersów F.13, z czego około 110 było używanych w Niemczech, a kilkanaście sztuk – w Wolnym Mieście Gdańsk i w Polsce. Był to jeden z pierwszych typów samolotów eksploatowanych przez Polskie Linie Lotnicze LOT.

Z przodu kadłuba znajdowała się kabina dla dwóch pilotów jedynie częściowo zakryta i wyposażona w przeszklone wiatrochrony. Za kabiną pilotów umieszczono zamkniętą, przeszkloną i ogrzewaną kabinę dla czterech pasażerów, co w tamtych czasach stanowiło najwyższy poziom techniki. Przedział pasażerski był luksusowy: wyposażony w wygodne kanapy, miękkie obicie ścian i sufitu oraz ozdoby w postaci zasłon, kwiatów w wazonach itp. Kabina pilotów od kabiny pasażerskiej była oddzielona ścianą, w której znajdowało się małe okno lub niewielkie wąskie drzwi. Junkers F.13 posiadał maksymalną masę startową 2400 kg, zasięg do 800 km oraz rozwijał prędkość do 195 km/h (Mikulski i Glass, 1980, s. 27).

4. Rozwój wnętrza samolotów od „złotej ery lotnictwa" (lata 30.–40.) do czasów współczesnych

Ogromnym przełomem w konstrukcji samolotów komunikacyjnych był amerykański Douglas DC-3 Dakota z 1935 r. Opinia kierownictwa American Airlines głosiła, że był to pierwszy samolot zarabiający pieniądze na przewozie pasażerów, bez dotacji rządowych. Utrzymywanie połączeń lotniczych dotowanych przez władze było bardzo popularne w XX w., a dziś także jest stosowane na niektórych trasach. W zasadzie dopiero od lat 70. XX w. panuje zasada, że linie lotnicze powinny na siebie zarabiać. Wcześniej w wielu krajach wychodzono z założenia, że są one służbą państwową, którą rząd musi utrzymywać w celu zabezpieczenia transportu i prestiżu pastwa.

Wspomniane samoloty posiadały kabiny dla 21−28 pasażerów na miejscach siedzących lub dla 14 na miejscach leżących (tzw. konfiguracja nocna – DST Douglas Sleeper Transport). DC-3 oferował pasażerom standard porównywalny ze współczesnymi samolotami komunikacyjnymi, włącznie z toaletą oraz kuchnią. Dakota była także pierwszym samolotem, na pokładzie którego na stałe wprowadzono stewardessy. Zbudowano aż 17 276 egzemplarzy tego samolotu, a także kilkaset na licencji w ZSRR (Li-2) oraz w Japonii.

W okresie powojennym nastąpił kolejny etap rozwoju architektury wnętrz samolotów komunikacyjnych. Samoloty stawały się coraz większe, a producenci zaczęli je oferować w coraz większej liczbie konfiguracji, włącznie z możliwością indywidualnego konfigurowania samolotów przez danego klienta. Pojawiło się projektowanie architektury wnętrza samolotu na podstawie tzw. floor planu udostępnianego przez producentów lotniczych biurom architektonicznym.

W 1969 r. wszedł do służby samolot Boeing B747 Jumbo Jet, który w największej wersji zabierał do 660 pasażerów, czym zrewolucjonizował branżę przewozów lotniczych. Samoloty poprzednio użytkowane na liniach transatlantyckich (np. Boeing B707) zabierały tylko ok. 100 osób, co miało wpływ na bardzo wysokie ceny biletów. Dzięki B747 koszt biletu lotniczego z Europy do USA, Azji czy Afryki spadł do poziomu akceptowalnego przez przeciętnego obywatela. Spowodowało to upadek większości morskich linii pasażerskich – ludzie zaczęli bowiem podróżować na duże odległości niemal wyłącznie samolotami. B747 jest uważany za kamień milowy także w zakresie designu środków transportu. Jest on produkowany do dziś (Głowacki i Sobczak, 2002 s. 50).

Kolejnym przełomem był samolot Airbus A380 produkowany w latach 2003−2021, który może zabierać od 560 (trzy klasy) do 853 (wyłącznie klasa ekonomiczna) pasażerów. Na wersję dla ponad 800 ludzi jednak nikt się nie zdecydował. Prawdopodobnie było to spowodowane tym, że A380 są używane na bardzo dalekich trasach, ma których lot trwa nawet kilkanaście godzin, co byłoby bardzo niewygodne w konfiguracji zapewniającej bardzo mało przestrzeni na pasażera. A380 wzbudził bardzo duże zainteresowanie mediów i środowiska lotniczego, lecz nie sprzedawał się zbyt dobrze. Wyprodukowano tylko ok. 240 egzemplarzy tego

Fot. 4. Wnętrze samolotu Gulfstream G550 zaprojektowane przez firmę O&O Design z Warszawy

Źródło: (O&O, 2025).

samolotu. Dla porównania, wspomnianych B747 wyprodukowano ponad 1500. Co ciekawe, zbudowano dwa A380 w luksusowej konfiguracji VIP dla prywatnych odbiorców. Są one znane jako „latające pałace". Saudyjski miliarder, książę Alwaleed bin Talal, był pierwszym prywatnym nabywcą, ogłoszonym w listopadzie 2007 r. Drugi nabywca jest obecnie anonimowy, ale media spekulują, że może nim być rosyjski miliarder Roman Abramowicz. Luksusowy A380 oferuje ok. 551 m^2 powierzchni do wykorzystania w roli „pałacu". Wyposażeniem prawdopodobnie zajmie się firma Lufthansa Technik, która specjalizuje się w modyfikowaniu kabin samolotów. „Samoloty dla osób prywatnych przylatują »zielone«" (bez kabiny) do naszych hangarów, aby uzyskać specjalnie zaprojektowane wnętrze kabiny VIP" – powiedziała rzecznik Lufthansa Technik, Julia Michaelis. Projekt luksusowego wnętrza stworzyło biuro architektoniczne EdeseDoret Industrial Design. Samolot ten jest wart około 500 mln dolarów. Na pokładzie znajduje się między innymi: 25 sypialni (w tym 5 dla księcia), garaż na dwa samochody, stajnia dla koni i wielbłądów oraz sala modlitewna, która się obraca, by być zawsze zwrócona w stronę Mekki.

Interesującą opcją we współczesnej architekturze wnętrz statków powietrznych jest możliwość ich blokowej konfiguracji. Oznacza ona, że wnętrze samolotu można konfigurować, wybierając poszczególne elementy z puli oferowanej przez producentów. W ten sposób można dobierać odpowiednią dla danego użytkownika liczbę miejsc siedzących, leżących, ustawienie kuchni, łazienki oraz innych elementów wnętrza. Meble i wyposażenie dopuszczone do użytkowania na pokładzie samolotu

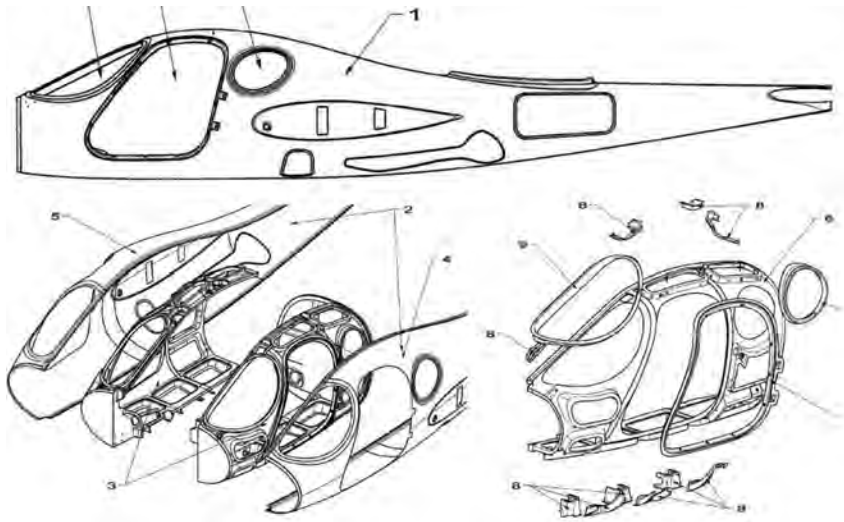
musi spełniać szczególne standardy. Musi być nie tylko najlepszej jakości, ale także mieć taką formę, by można było je eksploatować w warunkach drgań oraz zmian położenia kadłuba. Edytor takiej konfiguracji znajduje się m.in. na stronie wydziału lotniczego firmy Bombardier.

Na Zachodzie projektowanie architektury wnętrz statków powietrznych jest typową gałęzią branży wnętrzarskiej. Dział ten ma własne czasopisma oraz organizuje własne konferencje. W Polsce prawdopodobnie tematyką tą zajmuje się tylko jedno biuro architektoniczne – O&O z Warszawy, mające w swym dorobku kilka ciekawych projektów wnętrz samolotów i współpracujące z firmami lotniczymi RUAG, Jet Aviation oraz fabrykami, takim jak Gulfstream, Cessna, Bombardier, Boeing, Agusta Westland, Sikorsky i inne (O&O, 2025). Firma O&O, oprócz wnętrz, projektuje także zewnętrzne schematy malowania statków powietrznych oraz zajmuje się architekturą budowlaną. Ze względu na bardzo ograniczony krąg odbiorców takich usług w Polsce firma wykonuje swoje projekty głównie dla klientów zagranicznych, zwłaszcza z krajów byłego ZSRR. Polska flota prywatnych odrzutowców dyspozycyjnych liczy bowiem zaledwie kilkanaście sztuk, co jest wartością bardzo małą. Nawet w takich krajach, jak Portugalia czy Argentyna, jest ich ponad 100.

5. Polski odrzutowy samolot dyspozycyjny Flaris LAR

Jest to jednosilnikowy dyspozycyjny odrzutowiec polskiej konstrukcji. Producent (firma Metal Master z Jeleniej Góry) podaje, iż należy on do nowej klasy *High Speed Personal Jet* – HPJ® i jest w stanie operować także z krótkich, słabo przygotowanych lądowisk trawiastych. Klasę HPJ można określić jako lokalną odmianę klasy VLJ (*Very Light Jet*), czyli lekkich samolotów odrzutowych użytku osobistego. Oferuje lot z prędkością 770 km/h na wysokości do 7600 m. Planowany zasięg samolotu wynosi ponad 3000 km.

Koncepcję i design samolotu opracowali Sylwia i Rafał Ładzińscy, zaś głównym konstruktorem samolotu jest inż. Andrzej Frydrychewicz, znany m.in. jako główny konstruktor słynnego samolotu szkolnego PZL-130 Orlik. Projekt został zrealizowany przy współpracy z Instytutem Lotnictwa, Instytutem Technicznym Wojsk Lotniczych, Politechniką Warszawską oraz Politechniką Wrocławską. W konstrukcji samolotu zastosowano preimpregnaty węglowe, które zapewniają lekką, a jednocześnie wytrzymałą konstrukcję. Kabina samolotu mieści jednego pilota i czterech pasażerów. W 2013 r. Flaris LAR-01 został pokazany na Międzynarodowym Salonie Lotniczym w Paryżu, natomiast pierwszy oblot prototypu odbył się 5 kwietnia 2019 r. na lotnisku Babimost w Zielonej Górze. Opis jego konstrukcji zawarto w patencie nr PL 229237 *Kadłub konstrukcji lotniczej* z 2015 r. oraz w patencie nr PL 229236 *Samolot z napędem odrzutowym* też z 2015 r. Przedstawiono tam m.in. konstrukcję kadłuba wraz z kabiną znajdującą się w zamkniętej konstrukcji skorupowej zdolnej do przenoszenia obciążeń. W jej wnętrzu znajduje się kabina dla pilota i pasażerów (Bączkowski, 1986; *Junkers F13*, Wikipedia, 2024).



Rys. 2. Konstrukcja kabiny polskiego samolotu Flaris LAR opisana w dokumentacji patentowej nr PL 229237 oraz PL 229236 z 2015 r.

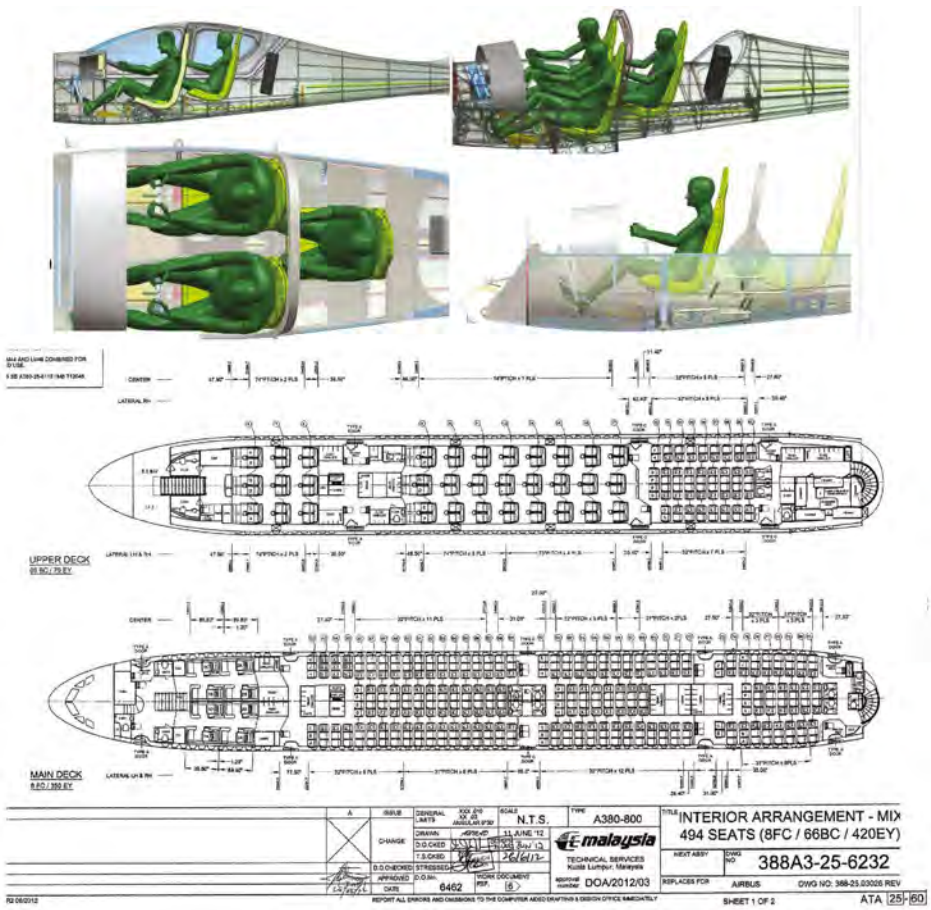
Źródło: **(**Ładzińska i in. 2015a, 2025b).

Producent ujawnił też przewidywany design architektury wnętrza tego samolotu. Ma się on składać z futurystycznych foteli o opływowych kształtach kojarzących się ze statkami kosmicznymi przyszłości – całość zaprojektowano na najwyższym światowym poziomie. Przewiduje się różne warianty wyposażenia, a samoloty seryjne mają się różnić pod tym względem od prototypu (Flaris, 2025).

6. Polski samolot sportowo-szkolny Antoniewski AT-P AVIATION Sp. z o.o. AT-5

Projekt samolotu AT-5 został opracowany przez Tomasza Antoniewskiego w 2019 r. Konstruktor wykorzystał w nim doświadczenia zdobyte przy budowie poprzednich swoich konstrukcji, zwłaszcza Aero AT-3 i AT-4. Antoniewski założył, iż miał to być dwumiejscowy ekonomiczny samolot szkolny, charakteryzujący się niewielkim zużyciem paliwa oraz niską emisją hałasu (Kurek, 2019). Przewidziano także trzecie miejsce dla pasażera w osi symetrii kadłuba. Wprawdzie przy pełnym zatankowaniu w wersji samolotu z chowanym podwoziem i systemem BRS (*Ballistic Recovery System* – system ratowania całego samolotu na spadochronie) masa pasażera jest ograniczona do zaledwie 70 kg, ale w przypadku załogi dwuosobowej miejsce to pozwala na przewóz bagażu o tej masie bez przeciążania konstrukcji. Fotele mają otrzymać pasy bezpieczeństwa i być wyposażone w poduszki powietrzne (*air bags*). Rozważana była też czteromiejscowa konfiguracja wnętrza kabiny, umożliwiająca szkolenie

do licencji zawodowej na typie samolotu określanym jako *Complex*. W pracach badawczych uczestniczyli naukowcy z Wydziału Mechanicznego, Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej, Instytutu Lotnictwa i Wojskowej Akademii Technicznej. Pierwszy prototyp AT-5 odbywa obecnie próby techniczne (Kurek, 2019).



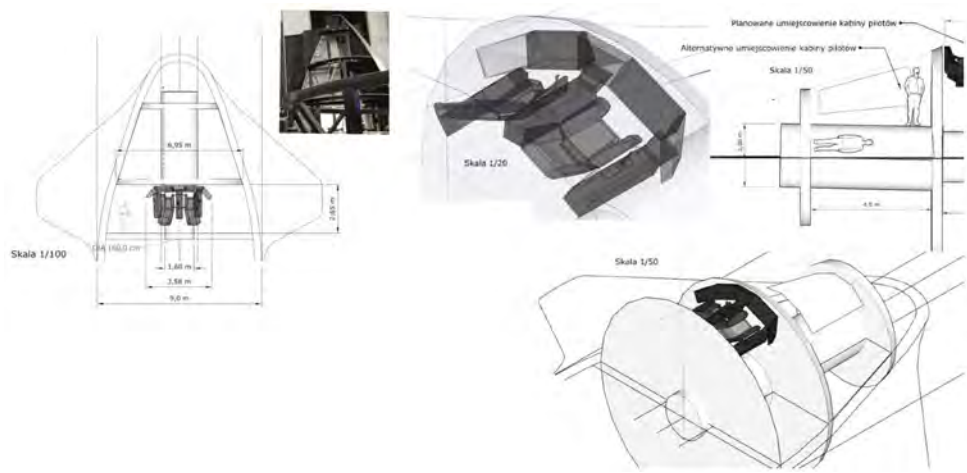
Rys. 3. Projekt architektury wnętrza lekkiego polskiego samolotu sportowego AT-5 (u góry) oraz przykładowy rozkład aranżacji wnętrza (tzw. *floor plan*) samolotu pasażerskiego – w tym przypadku Airbus A380-800 linii Malaysia

Źródło: (ATP-P Aviation, 2025; Kurek, 2019, s. 2–4).

W projektowaniu samolotu AT-5 zastosowano zaawansowane metody numeryczne (programy komputerowe), zarówno w projektowaniu struktury płatowca (w tym architektury wnętrza kabiny), jak i w obliczeniach aerodynamicznych. Duży nacisk położono na opracowanie jak najlepszej ergonomii optymalnej na potrzeby podstawowego szkolenia lotniczego (ATP-P Aviation, 2025; Kurek, 2019, s. 2–4).

7. Statek kosmiczny SpaceX Starship

Ostatnim z przytoczonych w rozdziale przykładów jest koncepcja wnętrza statku kosmicznego Starship firmy SpaceX, który wykonał swój pierwszy lot w kosmos 14 marca 2024 r. Jest to najcięższy obiekt latający, jaki kiedykolwiek zbudowano (Zwierzchlejski, 2003). Jego maksymalna masa startowa wynosi aż 5000 t. Dla porównania maksymalna masa startowa rakiety księżycowej Saturn V ze statkiem Apollo z 1969 r. wynosiła 2965 t w najcięższej konfiguracji (Zwierzchlejski, 2003, s. 66−71; SpaceX, 2024).



Rys. 4. Koncepcja konfiguracji foteli pilotów statku kosmicznego SpaceX Starship

Źródło: opracowanie własne.

Na razie wszystkie loty testowe statku Starship wykonano w wersji bezzałogowej, a rozwój tej konstrukcji potrwa jeszcze wiele lat. Jednak już teraz powstają koncepcje zagospodarowania jego wnętrza w różnych konfiguracjach. Jedną z nich, zakładającą konfigurację z kilkuosobową załogą do lotu na Marsa, opracowała polska grupa „Space is More" wywodząca się z Politechniki Wrocławskiej (głównie z Wydziału Architektury) (Space is More, 2025). Autorem rysunków w tej koncepcji jest mgr inż. arch. Wojciech Fikus (Artstation, 2025). Wstępna koncepcja składanych foteli pilotów zawarta w tym projekcie pochodzi z pracy pt. *Architektura wnętrz statków powietrznych* autorstwa Jakuba Marszałkiewicza, którą jej autor obronił w 2021 r. na zakończenie studiów podyplomowych „architektura wnętrz" na Wydziale Architektury Politechniki Wrocławskiej.

Koncepcja ta dotyczy foteli pilotów. Podczas startu mogą być one rozkładane do pozycji poziomej, w której człowiek lepiej znosi przeciążenia, natomiast podczas lotu w kosmosie fotele są przemieszczane do pozycji umożliwiającej pilotowanie statku.

8. Podsumowanie

Zaprezentowane przykłady architektury wnętrz statków powietrznych wskazują na stały rozwój tej dziedziny wiedzy w ostatnich około 100 latach. W opinii autora rozdziału opracowania o takiej tematyce są potrzebne, by propagować w naszym kraju wiedzę o architekturze wnętrz środków transportu, z naciskiem na transport lotniczy. Literatury na ten temat jest bowiem w Polsce bardzo mało.

Autor niniejszego tekstu pragnie także zarekomendować, by przedmioty związane z architekturą wnętrz środków transportu (w tym transportu lotniczego) oraz powiązanej z nimi infrastruktury były wdrażane na wydziałach architektury i designu polskich uczelni, podobnie jak ma to miejsce w innych krajach. Architekt bowiem to nie tylko specjalista od projektowania budowli, ale też człowiek wszechstronnie wykształcony, otwarty na potrzeby cywilizacji. Możliwie szeroka interdyscyplinarna współpraca z takimi dziedzinami, jak transport, logistyka czy lotnictwo i kosmonautyka, jest więc w architekturze jak najbardziej wskazana.

Bibliografia

Artstation. (2025, 18 lutego). https://www.artstation.com/artwork/XnyqaY
ATP-P Aviation. (2025, 18 lutego). *AT-P AVIATION Sp. z o.o.* http://www.atp-aviation.com/
Avro 547, Wikipedia. (2024, 1 kwietnia). https://pl.wikipedia.org/wiki/avro_547
Bączkowski W. (1986). *Samoloty bombowe pierwszej wojny światowej*. Wydawnictwo WKŁ.
Douglas DC-3, Wikipedia. (2024, 1 kwietnia). https://en.wikipedia.org/wiki/Douglas_DC-3
Flaris. (2025, 18 lutego). *Flaris*. https://flaris.pl/pl/
Gierczak, J. (1994). *Fenomen auta w przestrzeni*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.
Głowacki, B., Sobczak, G. (2002). *Współczesne samoloty pasażerskie*. Wydawnictwo Lampart.
Igor Sikorsky, Wikipedia. (2024, 1 kwietnia). https://en.wikipedia.org/wiki/Igor_Sikorsky
Ilya Muromiets, Wikipedia. (2025, 18 lutego). https://en.wikipedia.org/wiki/Sikorsky_Ilya_Muromets
Junkers F13, Wikipedia. (2024, 1 kwietnia). https://en.wikipedia.org/wiki/Junkers_F_13
Kurek, A. (2019). *Do szkolenia i turystyki*. Przegląd Lotniczy Aviation Revue, (4).
Ładzińska, S., Frydrychewicz, A., Jonas, M., Ładziski, R. (2015a). *Patent nr PL 229237. Kadłub konstrukcji lotniczej*.
Ładzińska S., Frydrychewicz A., Jonas M., Ładziski, R. (2015b). *Patent nr PL 229236. Samolot z napędem odrzutowym*.
Łuczak, W. (2019). *W laboratorium lotniczego luksusu*. Skrzydlata Polska, (12), 38–41.
Mikulski, M., Glass, A. (1980). *Polski transport lotniczy 1918-1978*. Wydawnictwo WKŁ.
O&O. (2025, 18 lutego). *O&O Olko Architektura Wnętrz.* https://oo-design.pl/awiacja/
Space is More. (2025, 18 lutego). https://www.spaceismore.com/projects
SpaceX (2024, 18 lutego). https://www.spacex.com/vehicles/starship/
Zwierzchlejski, W. (2003). *Nadchodzi Starship*. Lotnictwo Aviation International, (3), 66–71.25.

Development of the Aircraft Interior Architecture over the Years

Abstract

Object and purpose of the work: This article discusses the rarely chosen topic of aircraft interiors as an element of architecture. The work describes the development of aircraft interior architecture from the pioneering times at the turn of the 19th and 20th centuries (and even earlier) to the latest solutions from the 21st century. Everywhere where people have worked, are working and will work with their ergonomics, possibilities and limitations. It can therefore be hypothesized that the basic problems that designers encounter there, are almost the same as in traditional interior design. The aim of the study is to present issues related to the design of aircraft interiors to the readers. Examples of patents related to aircraft interiors include technical solutions related to the Flaris LAR aircraft submitted by the Metal Master company from Jelenia Góra.

Materials and methods: While working on this study, research methods such as analogy and comparison were used. The review of aviation industry literature and an interview with an architect Marek Olko, who is the co-owner of the only Polish architectural studio specializing in, among others, in aircraft interior design (O&O Design from Warsaw) were included. In addition to the analysis of professional aviation literature, selected technical patents were also taken into account. Examples of patents related to aircraft interiors include technical solutions related to the Flaris LAR aircraft submitted by the Metal Master company from Jelenia Góra.

Conclusions: The examples presented here indicate the constant dynamic development of aircraft interior architecture over the decades. In highly developed countries, aircraft interior design is a casual branch of the interior architecture industry. Unfortunately, this market is still developing in Poland. The author managed to find only one Polish company that is constantly engaged in designing aircraft interiors. However, this industry has a promising future ahead of it.

Keywords: interior design, aircraft, spacecraft, ergonomics, means of transport

Katarzyna Szwedziak

Akademia Nauk Stosowanych Angelusa Silesiusa
e-mail: kszwedziak@ans.edu.pl

ORCID: 0000-0003-1104-5143

Beata Detyna

Akademia Nauk Stosowanych Angelusa Silesiusa
e-mail: bdetyna@ans.edu.pl

ORCID: 0000-0002-4854-8433

Adam Busławski

Uniwersytet WSB Merito w Opolu
e-mail: adam.buslawski@opole.merito.pl

ORCID: 0000-0002-6329-278X

Marcin Pieczyński

Uniwersytet WSB Merito we Wrocławiu
e-mail: marcin.pieczynski@wsb.wroclaw.pl

ORCID: 0009-0007-8745-0133

DOI: 10.71433/2025.87.1.03
JEL: C10

ZARZĄDZANIE JAKOŚCIĄ ZIARNA MAGAZYNOWANEGO W ZAKŁADACH ROLNYCH – WYKORZYSTANIE SZTUCZNYCH SIECI NEURONOWYCH I AKWIZYCJI OBRAZU

© 2025 Katarzyna Szwedziak, Beata Detyna, Adam Busławski, Marcin Pieczyński
Praca opublikowana na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa 4.0 Międzynarodowe (CC BY 4.0).
Skrócona treść licencji na https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Cytuj jako: Szwedziak, K., Detyna, B., Busławski, A., Pieczyński, M. (2025). Zarządzanie jakością ziarna magazynowanego w zakładach rolnych – wykorzystanie sztucznych sieci neuronowych i akwizycji obrazu. W: B. Detyna (red.), *Branża TSL. Strategie – trendy – perspektywy. Seria: Logistyka. Współczesne Wyzwania, t. 15* (s. 31–47). Wydawnictwo Naukowe Akademii Nauk Stosowanych Angelusa Silesiusa.

Streszczenie

Przedmiot i cel pracy: Przemysł zbożowo-młynarski jest jedną z ważniejszych gałęzi polskiej gospodarki. Kluczową operacją w kontekście zagwarantowania jakości ziarna jest zarządzanie magazynami, do czego niezbędne jest systemowe podejście do procesów zachodzących w zakładach rolnych. Celem

rozdziału jest zaprezentowane roli i zadań magazynów zbożowych oraz wyników badań empirycznych, dotyczących procesów technologicznych w elewatorze „Opole − Port". Ocenie poddano stan zanieczyszczenia ziarna pszenicy w badanym elewatorze.

Materiały i metody: W ramach badań dokonano analizy procesów technologicznych, takich jak: ważenie i pobieranie próbek, ocena jakości przyjmowanego zboża, wyładunek i transport, suszenie, aspiracja i separacja zanieczyszczeń, konserwacja, magazynowanie, a także redystrybucja. Przeprowadzony eksperyment dotyczył stanu zanieczyszczenia ziarna pszenicy w badanym elewatorze z wykorzystaniem komputerowej analizy obrazu oraz aplikacji komputerowej „Leaf". Otrzymane wyniki porównano z danymi uzyskanymi w laboratorium elewatora „Opole − Port" metodą mikroskopową.

Wyniki: Zaprezentowane wyniki dotyczą przykładowego elewatora, a wszystkie opisywane etapy w procesach technologicznych odnoszą się do potrzeby zapewnienia jak najlepszego poziomu jakości ziarna pszenicy w czasie jej magazynowania. W ramach wniosków opracowano rekomendacje do praktycznego zastosowania.

Wnioski: Wprowadzenie do zarządzania jakością w magazynach zbożowych innowacyjnych rozwiązań, takich jak wykorzystywanie sztucznych sieci neuronowych i akwizycji obrazu, to realizacja nowoczesnego modelu zarządzania, który może być z powodzeniem wykorzystywany w procesach zarządzania magazynami zbożowymi.

Słowa kluczowe: zarządzanie magazynem, zarządzanie jakością, sztuczne sieci neuronowe

1. Wprowadzenie

Magazynowanie ziarna to ważna operacja technologiczna w kontekście zarządzania jakością ziarna w czasie przechowywania. Celem zarządzania jakością ziarna w czasie magazynowania jest opracowanie technologii jak najkorzystniejszych warunków przechowywania, aby uzyskać odpowiednią jakość i przydatność ziarna do dalszego przetwarzania. Jednym z procesów życiowych ziarna mających wpływ na jakość jest oddychanie, ponieważ jest ono związane z procesami biochemicznymi zachodzącymi w ziarnie. Przemiany biochemiczne w ziarnie zależą od wilgotności i temperatury. Niekorzystna wilgotność i nieodpowiednia temperatura w czasie przechowywania mogą doprowadzić do rozwoju grzybów i pleśni, co znacząco obniży jakość przechowywanego ziarna, a nawet − do ogromnych strat. W czasie przechowywania jednym z elementów zarządzania magazynem powinien być cykliczny pomiar temperatury i wilgotności, aby utrzymać żądane parametry (Abdullah i in., 2004). Ziarno może być przechowywane w silosach lub w magazynach podłogowych z przepływem powietrza. Przechowywane ziarno powinno charakteryzować się jak najniższą wilgotnością i temperaturą, aby nie powstały ogniska zapalne grzybów i pleśni (Alexandratos i Bruinsma, 2012). Jeżeli zostaną zapewnione odpowiednie temperatura i wilgotność, nie będzie konieczności stosowania zabiegów konserwacyjnych, jak np. przerzucania zboża czy ponownego wietrzenia. W celu ograniczenia strat w czasie magazynowania uprzednio należy poddać ziarno suszeniu i aktywnemu wietrzeniu. W czasie magazynowania ważnymi czynnikami są: długość czasu składowania, ilość składowanego ziarna, czas składowania, cel magazynowania. Bardzo istotnym

czynnikiem jest również przestrzeganie zasad i warunków przechowywania (Banasiak i Detyna, 2016).

Przechowywanie ziarna zbóż jest kluczową operacją technologiczną, mającą na celu zapewnienie człowiekowi przetrwania. Magazyny przeznaczone są nie tylko do magazynowania, ale również do uszlachetniania (czyszczenie, konserwacja, dosuszanie, segregacja) ziarna zbóż oraz w zakresie niewymagającym maszyn specjalistycznych nasion roślin oleistych i motylkowych. Do magazynu dostarczane są nasiona przeznaczone na konsumpcję oraz reprodukcję (do siewu). Muszą być zatem spełnione odpowiednie warunki do wykonywania zabiegów odpowiadających wymaganiom ziarna konsumpcyjnego i siewnego z zachowaniem odrębności gatunkowej i odmianowej (Broda i Grajek, 2009).

Poszczególne elewatory stanowią aktualnie zaplecze magazynowe dla plonów pochodzących z areałów odpowiadających powierzchnią powiatom, na których zostały ulokowane (Szwedziak, 2019a). Dodatkowym wsparciem tej dziedziny przemysłu rolno-spożywczego jest wspomaganie informatyczne, które w coraz większym stopniu towarzyszy dziś wielu innym technologiom w rolnictwie (Du i Sun, 2005; Li i in., 2005, 2007; Maldenov i Dejanov, 2004; Qian i in., 2017).

W tym kontekście celem rozdziału jest zaprezentowane roli i zadań magazynów zbożowych oraz wyników badań empirycznych, dotyczących procesów technologicznych na przykładzie elewatora „Opole – Port". Przeprowadzona analiza dotyczyła takich procesów, jak: ważenie i pobieranie próbek, ocena jakości przyjmowanego zboża, wyładunek i transport, suszenie, aspiracja i separacja zanieczyszczeń, konserwacja, magazynowanie, a także redystrybucja. W ramach badań przeprowadzono eksperyment dotyczący stanu zanieczyszczenia ziarna pszenicy w elewatorze, z wykorzystaniem komputerowej analizy obrazu oraz aplikacji komputerowej „Leaf". Otrzymane wyniki porównano następnie z danymi uzyskanymi w laboratorium elewatora „Opole – Port" metodą mikroskopową. Wyniki badań stanowią jednoznaczną rekomendację, aby do zarządzania jakością w magazynach zbożowych wprowadzać innowacyjne rozwiązania, tj. wykorzystywanie sztucznych sieci neuronowych czy akwizycję obrazu. Model zarządzania oparty na innowacyjnych metodach i narzędziach może korzystnie wpłynąć na procesy zarządzania magazynami zbożowymi, a w konsekwencji − na jakość przechowywanego ziarna (Manickavasagab i in., 2008; Sanchez i in., 2008).

2. Elewator „Opole – Port" – charakterystyka procesów technologicznych

Elewator „Opole – Port" jako magazyn składa się z 36 komór o pojemności 230 ton oraz 22 komór o pojemności 200 ton. Teoretycznie jednorazowo może być w nim zmagazynowane 12 680 ton ziarna pszenicy. Na terenie elewatora usytuowane są laboratoria, w których prowadzi się oznaczenia laboratoryjne ziarna zarówno

Fot. 1. Widok zewnętrzny elewatora PZZ „Opole – Port"

Źródło: ze zbiorów autorów.

przyjmowanego, jak i przechowywanego. Magazyn ma także piece, dwie suszarnie węglowe, sterownię, pomieszczenie sterujące wagą. Podstawowe zadania elewatora stanowią: skup, magazynowanie, konserwacja, redystrybucja zboża (Szwedziak, 2019b). Elewator PZZ „Opole – Port" (fot. 1) realizuje swoje zadania z wykorzystaniem konkretnych procesów technologicznych, które można podzielić według kolejności na poszczególne etapy, takie jak: ważenie, pobór prób, ocena składu oraz jakości, wyładunek, transport wewnątrzelewatorowy, suszenie (w suszarni i przewiewie), aspiracja, separacja i odbiór zanieczyszczeń, magazynowanie i konserwacja, redystrybucja. Każdej operacji przyporządkowane są odpowiednie czynności wynikające z charakteru zastosowanej technologii. Różnice między operacjami są istotne ze względu na zarówno czas ich wykonania, jak i zakres wykonywanych zadań. Tylko właściwe wykonanie wszystkich zadań we wszystkich etapach procesu technologicznego gwarantuje prawidłowe funkcjonowanie elewatora jako całości.

Ważenie i pobieranie próbek

Ważenie dostarczanego zboża stanowi początek pracy elewatora. Odbywa się ono przy użyciu wagi towarowej, której stosowanie jest powszechne w przemyśle rol-

no-spożywczym (fot. 2a). Równocześnie z ważeniem odbywa się pobór prób zboża z przyczepy. W tym celu stosuje się pneumatyczną sondę pomiarową, której króciec poboru znajduje się bezpośrednio nad przyczepą. Ruchome ranię sondy pozwala na pobór prób z kilku jej miejsc ładunku (fot. 2b).

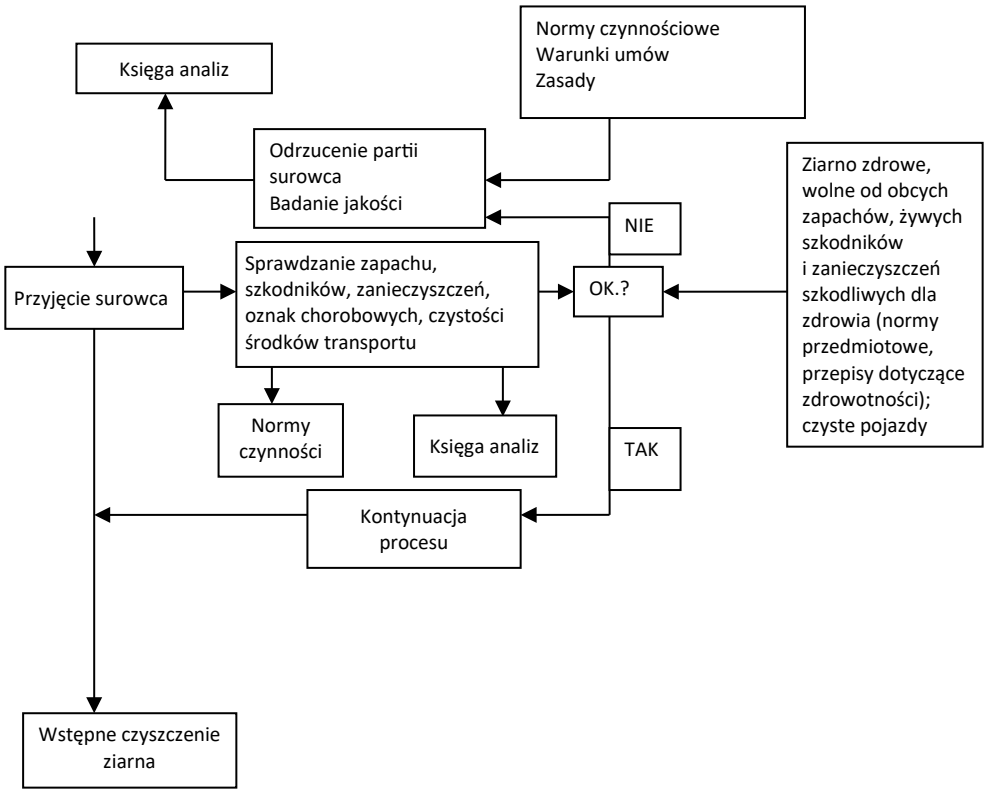
a) b)

Fot. 2. Początkowe czynności elewatora: a) waga towarowa do ważenia dostarczanego zboża; b) sonda pneumatyczna do oceny jakości przyjmowanego zboża

Źródło: ze zbiorów autorów.

Ocena jakości przyjmowanego zboża

Pobrany przez sondę materiał jest transportowany za pomocą instalacji pneumatycznej do laboratorium pomiarowego. W laboratorium zlokalizowanym na terenie elewatora „Opole – Port", oprócz badań określających gęstość nasypową, dystrybuanty rozkładu średnich wymiarów ziaren, wilgotności, liczby opadania cząstek zmielonej wstępnie mąki, zawartość białka i glutenu, określa się także występowanie szkodników. Szkodniki polne nie stanowią niebezpieczeństwa dla elewatora, ponieważ najczęściej giną w czasie transportu wewnątrzelewatorowego. Wystąpienie nawet jednego szkodnika polnego w próbie dyskwalifikuje całą partię ziarna dostarczonego do elewatora. Zboże zarażone szkodnikami magazynowymi jest niebezpieczne dla całego elewatora. Warto wspomnieć, że najniebezpieczniejsze z punktu widzenia porażenia szkodnikami są dostawy prosto z pola. Nawet chwilowe magazynowanie zboża w nieodpowiednich warunkach może doprowadzić do porażenia. Z tego względu ważne jest na samym początku wyeliminowanie partii ziarna porażonego. W elewatorze „Opole – Port" kontrola jakości ziarna określana jest za pomocą tzw. pętli kontroli jakości – CCP1, która przedstawiona jest na rys. 1, na którym zaprezentowano sterowanie procesem produkcji podczas przyjęcia surowca do magazynu.



Rys. 1. Pętla zarządzania kontrolą jakości – CCP 1 – schemat sterowania procesem produkcji: przyjęcie surowca

Źródło: opracowanie własne.

Oceny badanych parametrów jakości dokonuje się na podstawie norm przy wykorzystaniu konwencjonalnych i nowoczesnych metod analizy. I tak po odebraniu pobranej próby (fot. 3a) gęstość nasypowa określana jest za pomocą naczynia mosiężnego o określonej objętości, do którego nasypywane jest nieutrzęsione zboże (fot. 3b), dystrybuantę średnich rozkładów ziaren wyznacza się za pomocą stosu sit (fot. 4a). Oceny zawartości glutenu oraz białka dokonuje się za pomocą nowoczesnego urządzenia spektrometrycznego (fot. 4c), czas opadania określany jest po uprzednim przemieleniu zboża przez młynek laboratoryjny (fot. 5a), natomiast o rodzaju występujących szkodników mączno-zbożowych powinna przypominać specjalnie umieszczona tablica (fot. 5b). Spośród występujących szkodników magazynowych najbardziej znane są: wołek, rozkruszek, rozpłaszczyk i trojszyk.

a) b)

Fot. 3. Podstawowe wyposażenie i czynności w laboratorium badawczym: a) odbiór próby; b) badania gęstości nasypowej

Źródło: ze zbiorów autorów.

a) b)

Fot. 4. Podstawowe wyposażenie i czynności w laboratorium badawczym: a) sita do oceny dystrybuanty rozkładu wymiarów ziaren; b) spektrometr do oceny wilgotności oraz określenia ilości glutenu i białka

Źródło: ze zbiorów autorów.

a) b)

Fot. 5. Podstawowe wyposażenie i czynności w laboratorium badawczym: a) zestaw do oznaczania czasu opadania cząstek zmielonego ziarna; b) tablica rodzajów szkodników mączno-zbożowych

Źródło: ze zbiorów autorów.

Wyładunek i transport

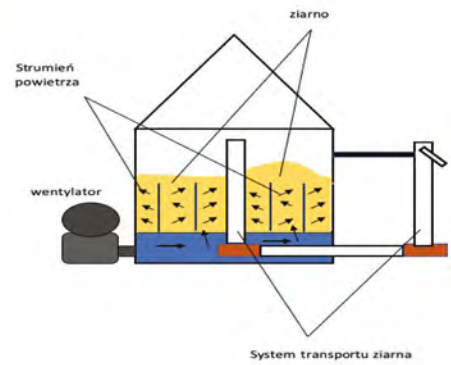
Wyładunek zboża następuje po zakwalifikowaniu dostawy do przyjęcia do elewatora. Warto dodać, że dostawca zgadza się na zaproponowaną cenę, jeżeli jego intencją była sprzedaż zboża, a nie potrzeba jego przechowania. Później dostawa jest transportowana do najbliższego sąsiedztwa komór silosów, gdzie następuje wyładunek do kosza wysypowego. Krata nad koszem stanowi oczywiste zabezpieczenie przed kontaktem z nim, jak również zapobiega przedostaniu się ewentualnych zgrubnych zanieczyszczeń. Umieszczone nad kratą odciągi pozwalają na odprowadzanie pyłu towarzyszącego wysypowi. Z dna kosza zboże jest przenoszone za pomocą przenośnika łańcuchowego do przenośnika kubełkowego, którego zadaniem jest transport materiału do góry komory silosu.

Suszenie

Po załadunku zboża do komory silosu najczęściej jest ono od razu kierowane do suszarni kaskadowej o działaniu ciągłym (fot. 6). W suszarni tej następuje obniżenie wilgotności o ok. 5% w każdym kolejnym cyklu suszenia. Przeciętna wydajność takiej suszarni to *Qs* = 40 t/h. Zadaniem suszarni jest obniżenie wilgotności zbóż do ok. 14,5%, zatem czasami niezbędne są dodatkowe cykle suszenia.

Suszenie jest bardzo ważną operacją technologiczną w prawidłowym działaniu elewatora. Duża ilość wilgoci może zarówno pogorszyć jakość zboża, jego właściwości fizyczno-chemiczne (Szwedziak, 2019a), jak i stanowić zagrożenie dla bezpieczeństwa komory silosu. Wilgoć powoduje bowiem rozwój różnych form życia biologicznego

a)



b)

Fot. 6. Suszarnia zbóż: a) suszarnia kaskadowa; b) schemat suszenia zbóż

Źródło: ze zbiorów autorów.

w zbożu, co z kolei podnosi temperaturę ładunku i może doprowadzić do niekontrolowanych procesów samozapłonu (Godfray i Garnett, 2014). Dlatego w osi silosu w odstępie co 4 m umieszczone są czujniki pomiaru temperatury, kontrolujące jej rozkład w wybranych miejscach silosu. U dołu komór zamontowane są wentylatory pozwalające na okresowe suszenie w przewiewie. Suszenie w przewiewie jest szczególnie wydajne, gdy powietrze na zewnątrz elewatora jest suche i chłodne, na przykład podczas słonecznych zimowych dni, kiedy wektor przepływu wilgoci skierowany jest na zewnątrz komory silosu. Instalacja przewiewowa zapewnia dodatkowo chłodzenie ładunku. W sprzyjających warunkach atmosferycznych (długiej i suchej zimy) udaje się schłodzić ładunek do ok. 2 °C, jednocześnie nawet bardzo gorące lato nie jest w stanie spowodować wzrostu temperatury do więcej niż 5 °C. Suszenie w przewiewie prowadzi się przez ok. 8 godzin w ciągu dwóch kolejnych dni. Maksymalna krytyczna temperatura we wnętrzu komory nie może przekroczyć 27 °C (Chai, 2016).

Aspiracja i separacja zanieczyszczeń

Powstawanie i unoszenie się zawiesiny pylisto-powietrznej towarzyszy każdemu przemieszczeniu ładunku zboża. Przemieszczanie takie na skutek transportu wewnątrzelewatorowego jest z kolei operacją częstą i bardzo oczywistą w procesach technologicznych elewatora (Mohan i in., 2004). Istotne jest zatem, aby w każdej sytuacji związanej z transportem zboża zapewnić aspirację zanieczyszczeń przy użyciu odpowiednich odciągów (aspiratorów). Aspiratory umieszczane są we wszystkich miejscach związanych z wyładunkiem i przerzutem zboża.

Konserwacja i magazynowanie

Magazynowanie, obok pielęgnacji, stanowi podstawowe zadanie elewatora. Materiał składowany w komorach silosów oczekuje średnio ok. 18 miesięcy do czasu przerobu na mąkę, śrutę itp. W elewatorze przechowuje się wszystkie gatunki zbóż, zapewniając im stałą jakość. Dopuszczalne ubytki dla ziaren podstawowych zbóż wynoszą masowo do 0,15%, natomiast dla nasion kukurydzy − do 0,45%. W tych wartościach zawiera się także ubytek biologiczny szacowany na 0,01% masy ładunku. Składowany materiał poddawany jest wszystkim wymienionym w poprzednich podrozdziałach procesom technologicznym. Sieć połączeń między poszczególnymi komorami pozwala na przerzut ziarna na dowolną odległość, z dowolnej komory.

Redystrybucja

Redystrybucja ziaren zbóż ma miejsce, gdy kończy się czas magazynowania materiału. Jest to okres, kiedy zboża powinny zostać poddane kolejnym operacjom technologicznym związanym z ich przeróbką (już poza terenem elewatora). Zgłaszają się wówczas poszczególni nabywcy (kupujący) lub właściciele (przechowujący). Załadunek jest oczywiście w pełni zautomatyzowany. W jego trakcie następuje szybkie ważenie w wadze zasypowej o dużej wydajności. W zależności od tego, czy odbiór zboża odbywa się przy wykorzystaniu transportu samochodowo-ciągnikowego, czy też rzecznego, materiał kierowany jest bądź do przyczep u podnóża elewatora bądź do portu rzecznego.

3. Ocena jakości ziarna pszenicy w czasie magazynowania

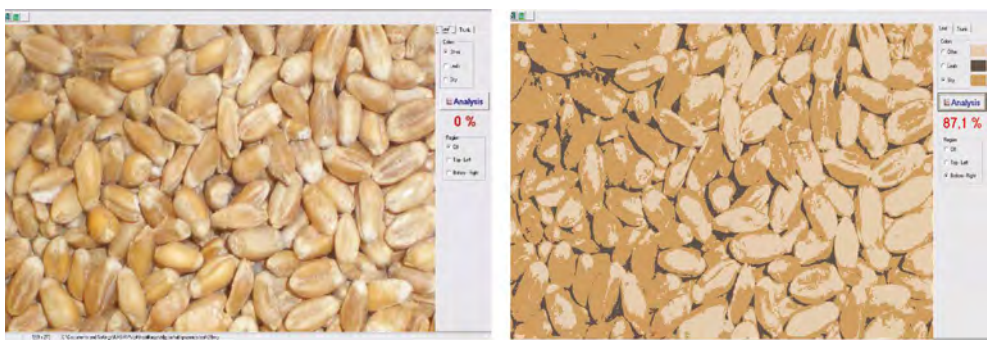
Na podstawie przeprowadzonego eksperymentu dotyczącego stanu zanieczyszczenia ziarna pszenicy w elewatorze „Opole – Port" w czasie magazynowania, za pomocą komputerowej analizy obrazu z wykorzystaniem aplikacji komputerowej „Leaf", uzyskano procentową zawartość zanieczyszczeń w nasionach pszenicy. Otrzymane dane empiryczne porównano z doświadczalnymi danymi uzyskanymi w laboratorium elewatora „Opole − Port" metodą mikroskopową. Na fotografiach 7-9 przedstawiono wybrane losowo próby i ich wyniki. Za pomocą aplikacji do akwizycji obrazu „Leaf" pokazano rozpoznawanie barw odpowiadających zanieczyszczeniom nasion pszenicy.

Wykorzystując uzyskane wyniki, sporządzono wykres procentowego udziału zanieczyszczeń w masie nasion pszenicy na podstawie zweryfikowanych danych uzyskanych za pomocą metody komputerowej analizy obrazu (rys. 2).

Dodatkowo wykonano analizę sitowo-wagową zanieczyszczeń w masie nasion pszenicy, której wyniki porównano z wynikami uzyskanymi za pomocą komputerowej analizy obrazu. Na rysunku 3 przedstawiono porównanie rezultatów obu metod.

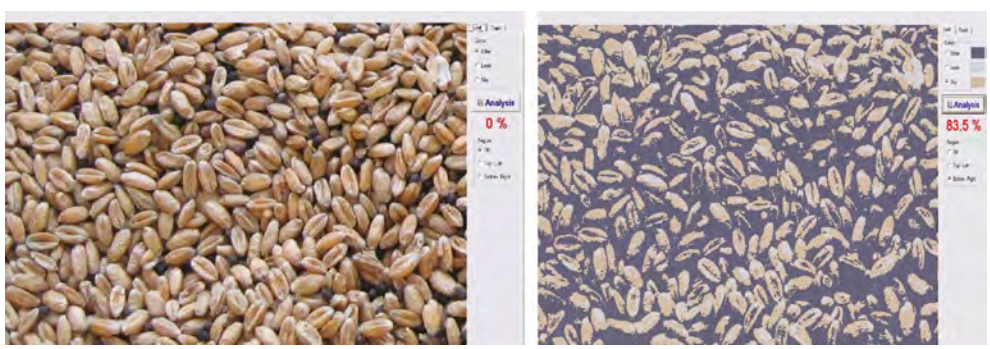
Fot. 7. Analiza obrazu cyfrowego zanieczyszczeń nasion pszenicy dla próby 2 o wilgotności 14,5% i czystości nasion na poziomie 99,3%

Źródło: opracowanie własne.



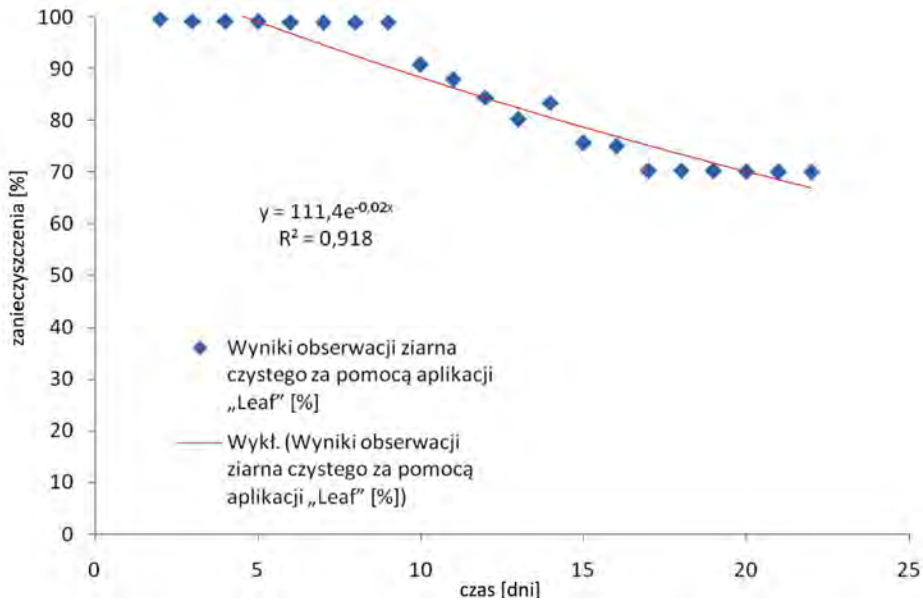
Fot. 8. Analiza obrazu cyfrowego zanieczyszczeń nasion pszenicy dla próby 17 o wilgotności ziarna 15,5% i czystości ziarna na poziomie 87,1%

Źródło: opracowanie własne.



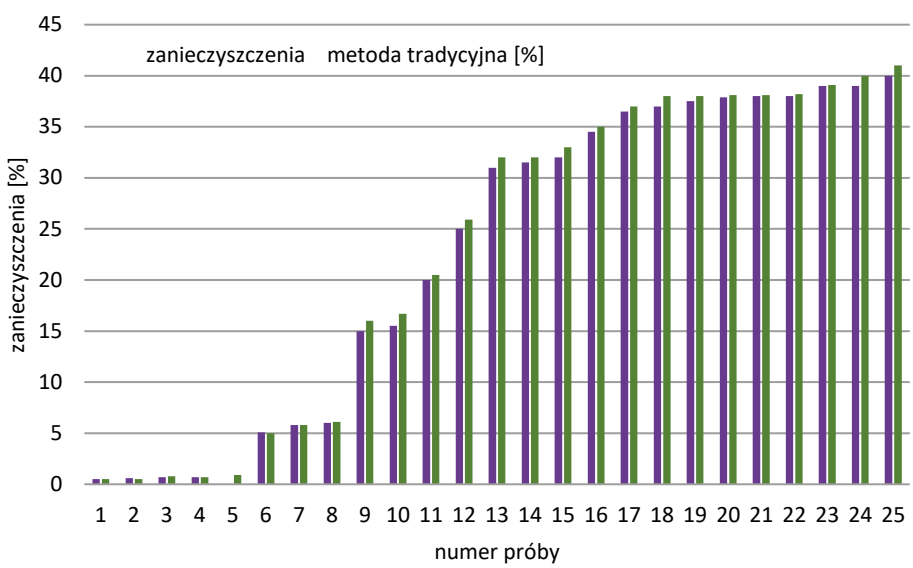
Fot. 9. Analiza obrazu cyfrowego zanieczyszczeń nasion pszenicy dla próby 13 o wilgotności 15,1% i czystości ziarna na poziomie 83,5%

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 2. Graficzne przedstawienie wyników uzyskanych za pomocą komputerowej analizy obrazu

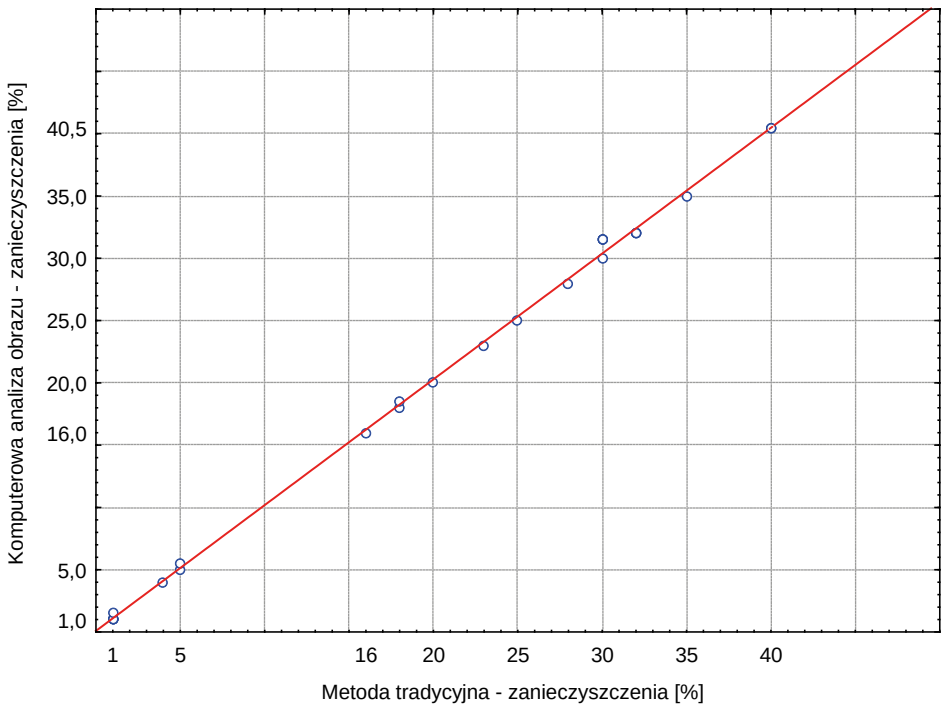
Źródło: opracowanie własne.



Rys. 3. Graficzne przedstawienie wyników uzyskanych za pomocą komputerowej analizy obrazu oraz metodą wagowo-sitową dla poszczególnych prób zanieczyszczenia nasion pszenicy

Źródło: opracowanie własne.

Dodatkowo na podstawie uzyskanych danych empirycznych dokonano dla obu metod określenia procentowej ilości zanieczyszczeń wykres dopasowania (rys. 4). Wykres ten sporządzono, wykorzystując funkcję o ogólnej postaci: $y = a + bx$, R^2 wynosił 0,9999 (Gonzales-Barron i Butler, 2006).



Rys. 4. Wykres dopasowania danych empirycznych procentowego udziału zanieczyszczeń nasion pszenicy uzyskanych za pomocą analizy obrazu do danych empirycznych uzyskanych metodą tradycyjną (wagowo-sitową)

Źródło: opracowanie własne.

Dodatkowo do analizy wykorzystano sieci neuronowe (Iqbal i in., 2010; Kręcidło i Krzyśko-Łupicka, 2015). Modele wygenerowano za pomocą Automatycznego Projektanta, przyjmując następujące założenia:

- zmienna wejściowa: ilość zanieczyszczeń określona w procentach za pomocą metody tradycyjnej (wagowo-sitowej), dla 25 prób,
- zmienna wyjściowa: ilość zanieczyszczeń określona w procentach za pomocą komputerowej analizy obrazu, dla 25 prób,
- projektowane modele: sieć liniowa, perceptron trójwarstwowy, perceptron czterowarstwowy,
- funkcja aktywacji: liniowa.

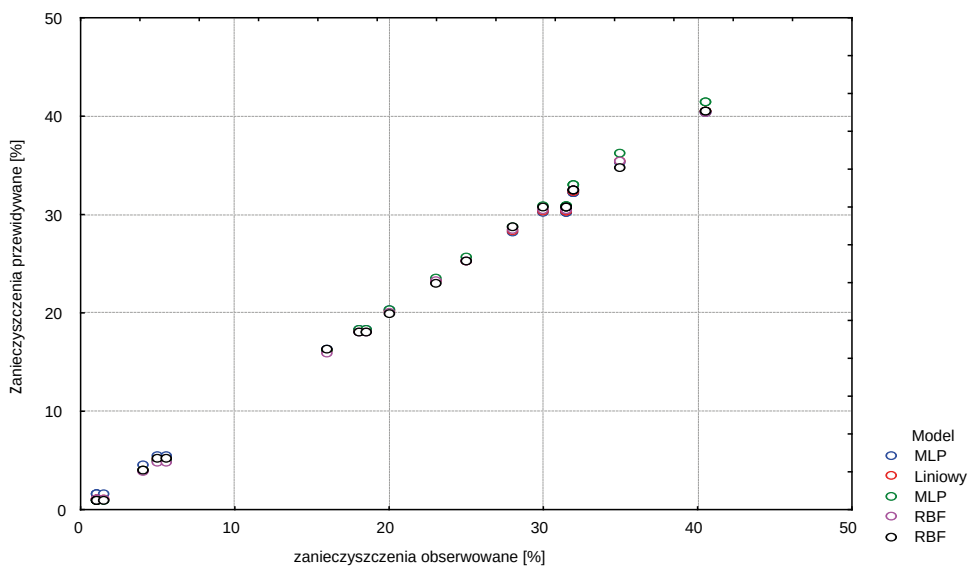
Spośród dziesięciu modeli sieci wygenerowano pięć modeli spełniających najlepsze kryteria doboru. Wybrano jeden model sieci typu liniowego, dwa modele sieci typu RBF, dwa modele sieci typu MLP (tab. 1).

Tabela 1. Charakterystyki pięciu wybranych modeli sieci neuronowych dla wariantu zanieczyszczeń w masie nasion pszenicy

Typ sieci	Schemat sieci	Jakość uczenia	Jakość walidacji	Jakość testowania	Błąd uczenia	Błąd walidacji	Błąd testowania	Liczba wejść	Liczba warstw ukrytych
RBF	1:5-1-1:1	0,017	0,033	0,032	0,0007	0,0007	0,00074	1	8
RBF	1:1-7-1:1	0,020	0,040	0,023	0,0008	0,0010	0,00053	1	0
MLP	1:1-8-1:1	0,032	0,042	0,033	0,0079	0,0053	0,0049	1	3
MLP	1:1-3-1:1	0,029	0,048	0,015	0,0066	0,0060	0,0041	1	5
Liniowa	1:1-1:1	0,021	0,038	0,022	0,0048	0,0053	0,0027	1	7

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie charakterystyk modeli sieci neuronowych wygenerowano wykres dopasowania modelu, biorąc pod uwagę średnie przewidywane (rys. 5).



Rys. 5. Dopasowanie modeli sieci neuronowych do danych przewidywanych

Źródło: opracowanie własne.

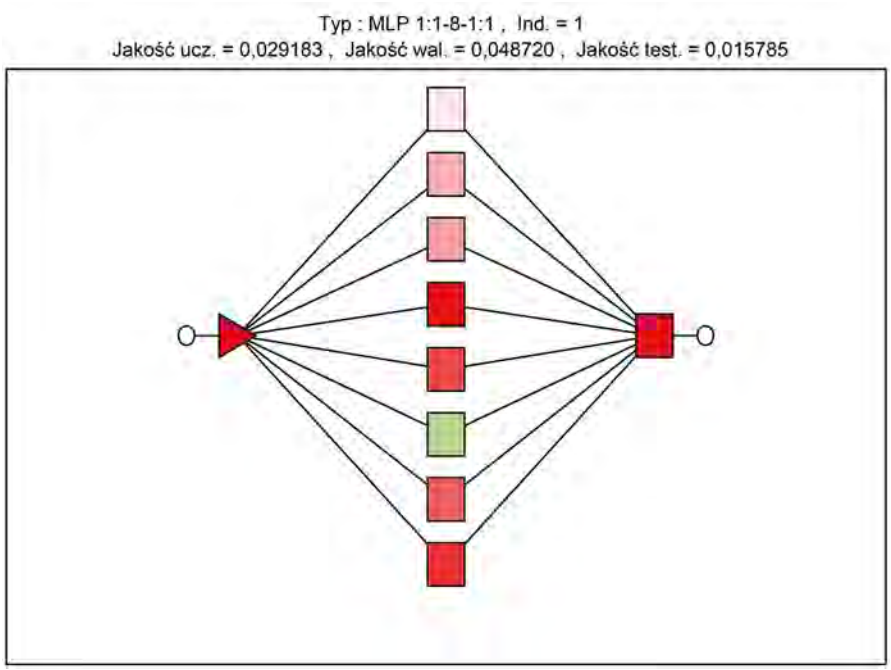
W tabeli 2 przedstawiono wartości współczynnika korelacji dla poszczególnych typów sieci neuronowych i ich dopasowania. Na podstawie uzyskanych danych statystycznych można stwierdzić, że wszystkie analizowane typy sieci neuronowych są

dobrze dopasowane do analizy procentowej zawartości zanieczyszczeń w masie nasion pszenicy. Wszystkie przypadki uzyskały wysoki współczynnik korelacji.

Tabela 2. Współczynniki korelacji dla poszczególnych typów wygenerowanych sieci neuronowych

Typ modelu	RBF	RBF*	MLP	MLP	Liniowy
Współczynnik korelacji	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 6. Architektura modelu sieci neuronowej typu MLP

Źródło: opracowanie własne.

Na rysunku 6 przedstawiono architekturę przykładowego modelu sieci neuronowej.

4. Wnioski

Przeprowadzone badania skłaniają do następujących wniosków i rekomendacji:

1. Wytworzone i sprawdzone logicznie i doświadczalnie modele neuronowe do oceny jakości pod względem zanieczyszczeń pszenicy potwierdziły, że celowe jest jego zastosowanie w oparciu o cechy barwy uzyskane na podstawie wytworzonego oprogramowania do analizy obrazu.

2. Zastosowanie komputerowej analizy obrazu pozwoliło na znaczne przyspieszenie oceny jakości badanego materiału względem metod tradycyjnych. Szczególne znaczenie metoda ta ma w odniesieniu do badania stanu okrywy owocowo-nasiennej pszenicy pochodzącej z elewatora. Metoda ta umożliwiła dokładne i szybkie oszacowanie zmian, a tym samym szybką interwencję i wykonanie zabiegu konserwującego, jakim był przesyp do drugiej komory.
3. Wygenerowane modele charakteryzowały się dobrymi parametrami i wysoką jakością, uzyskując wysoki współczynnik R^2 – na poziomie 0,999.
4. Aplikacja komputerowa „Leaf", bazująca na modelu RGB, rozpoznaje barwy występujące w masie ziarna i na okrywie owocowo-nasiennej.
5. Aplikacja proponowanych rozwiązań pozwoli na usprawnienie zarządzania procesami w magazynie zbożowym.

Bibliografia

Abdullah, M. Z., Guan, L. C., Lim, K. C., Karim, A. A. (2004). The applications of computer vision system and tomographic radar imaging for assessing physical properties of food. *Journal of Food Engineering, 61*(1), 125−135, https://doi.org/10.1016/S0260-8774(03)00194-8

Alexandratos, N., Bruinsma, J. (2012). *World agriculture towards 2030/2050: The 2012 revision*. ESA Working Paper Rome, FAO.

Banasiak, J., Detyna, J., Detyna, B. (2016). Chosen problems in agro logistics – a proposals to the use of selected indicators. *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA), 6*(9) (part III).

Broda, M., Grajek, W. (2009). Mikroflora ziaren zbóż i metody redukcji skażenia mikrobiologicznego. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, *61*(2), 19−30.

Chai, T. (2016). Industrial process control systems: Research status and development direction. *Scientia Sincia Informations*, *46*(8), 1003−1015.

Du, C. J., Sun, D. W. (2005). Correlating shrinkage with yield, water content and texture of pork ham by computer vision. *Journal of Food Process Engineering*, (28), 219−232.

Godfray, H. C. J., Garnett, T. (2014). Food security and sustainable intensification. *Philosophical Transactions of The Royal Society/Biol. Sci*., *369*(1639), 2012−2073, https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0273

Gonzales-Barron, U., Butler, F. (2006). Statistical and spectral texture analysis methods for discrimination of bread crumb images. *IUFoST World Congres of Food Science and Technology*, 164−164, https://doi.org/10.1051/IUFoST:20060164

Iqbal, A., Valous, N. A., Mendoza, F., Sun D. -W., Allen, P. (2010). Classification of pre-sliced pork and Turkey ham qualities based on image color and textural features and their relationships with consumer responses. *Meat Science*, (84), 455−465.

Kręcidło, Ł., Krzyśko-Łupicka, T. (2015). Sensitivity of molds isolated from warehouses of food production facility on selected essential oils. *Inżynieria Ekologiczna*, (43), 100−108.

Liu, Z., Cheng, F., Ying, Y., Rao, X. (2005). Identification of rice seed varieties using neural network. *Journal of Zhejiang University Science*, *6B*(11), 1095−1100.

Li, J., Liao, G., Ou, Z., Jin, J. (2007). Rapeseed seeds classification by machine vision. *Intelligent Information Technology Application, Conference 2007*, 222−226, https://doi.org/10.1109/IITA.2007.56

Manickavasagab, A., Sathya, G., Jayas, D. S., White, N. D. G. (2008). Wheat class identification using monochrome images. *Journal of Cereak Science*, (47), 518−527.

Mladenov, M., Dejanov, M. (2004). Analysis of the possibilities for separator color and texture features. *Proceedings of International Conference Bulgaria*, 17−1.8

Mohan, A. L., Jayas, D. S., White, N. D. G., Karunakaran, C. (2004). Classification of bulk oilseeds, specialty seeds and pulses using their reflectance characteristics. *International Quality Grains Conference Proceedings, Indiana USA*, 19−22.

Qian, F., Zhong, W., Du, W. (2017). Fundamental theories and key technologies for smart and optimal manufacturing in the process industry. *Elsevier Engineering*, *3*(2), 154−160, https://doi.org/10.1016/J.ENG.2017.02.011

Sànchez, A. J., Albarracin, W., Grau, R., Ricolfe, C., Barat, J. M. (2008). Control of ham salting by using image segmentation. *Food Control*, (19), 135−142.

Szwedziak, K.(2019a). Artifical neutral networks and computer image analysis of selected quality parameters of pea seeds. *E3S Web of Conference*, *132*(01027), 1−7.

Szwedziak, K. (2019b). The use of vision techniques for the evaluation of selected quality parameters of maize grain during storage. *E3S Web of Conference*, *132*(01028), 1−8.

Managing the Quality of Grain Stored in Agricultural Plants – the Use of Artificial Neural Networks and Image Acquisition

Abstract

Object and purpose of the work: The grain and milling industry is one of the most important branches of the Polish economy. One of the key operations in the context of grain quality is warehouse management. In this context, a systematic approach to the processes taking place in agricultural plants is necessary. The aim of the chapter is to present the role and tasks of grain warehouses and the results of empirical research on technological processes in the "Opole − Port" elevator. The contamination status of wheat grain in the elevator was assessed.

Materials and methods: The research included an analysis of technological processes such as: weighing and sampling, quality assessment of the received grain, unloading and transport, drying, aspiration and separation of impurities, preservation, storage, and redistribution. The experiment concerned the state of contamination of wheat grain in the tested elevator, using computer image analysis and the "Leaf" computer application. The obtained results were compared with data obtained in the "Opole − Port" elevator laboratory using the microscopic method.

Results: The research results presented in the chapter concern an example elevator, and all described stages in technological processes refer to the need to ensure the best possible level of wheat grain quality during storage. As part of the conclusions, recommendations for practical application were developed.

Conclusions: The introduction of innovative solutions to quality management in grain storage facilities, such as the use of artificial neural networks and image acquisition, is the implementation of a modern management model. This model can be successfully used in grain storage management processes.

Keywords: warehouse management, quality management, artificial neural networks

Nina Orzech

Akademia Wojsk Lądowych imienia generała Tadeusza Kościuszki

ORCID: 0000-0001-7363-7764

Tomasz Orzech

Akademia Nauk Stosowanych Angelusa Silesiusa
e-mail: torzech@ans.edu.pl

ORCID: 0000-0002-3225-5185

DOI: 10.71433/2025.87.1.04
JEL: O3

LOGISTYKA WOJNY – WOJNA LOGISTYKI. SYSTEMY BEZPIECZEŃSTWA INFORMACJI W SYTUACJACH KRYZYSOWYCH

© 2025 Nina Orzech, Tomasz Orzech
Praca opublikowana na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa 4.0 Międzynarodowe (CC BY 4.0).
Skrócona treść licencji na https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Cytuj jako: Orzech, N. i Orzech, T. (2025). Logistyka wojny – wojna logistyki. Systemy bezpieczeństwa informacji w sytuacjach kryzysowych. W: B. Detyna (red.), *Branża TSL. Strategie – trendy – perspektywy. Seria: Logistyka. Współczesne Wyzwania, t. 15* (s. 48–58). Wydawnictwo Naukowe Akademii Nauk Stosowanych Angelusa Silesiusa.

Streszczenie

Przedmiot i cel pracy: Celem rozdziału jest przedstawienie ewolucji sposobów zabezpieczenia danych, od starożytności do epoki współczesnej. W tekście zaprezentowano wybrane, aktualne systemy zabezpieczeń, wykorzystywane obecnie w różnych dziedzinach.

Materiały i metody badawcze: W badaniach wykorzystano analizę literatury przedmiotu oraz dokumentacji technicznej urządzeń kodujących. Badania umożliwiły usystematyzowanie wiedzy o rozwoju zarówno techniki, jak i logistyki informacji.

Wyniki: Przedstawiono systemy bezpieczeństwa łączności na przestrzeni wieków. Ewolucja kodowania ograniczyła dostęp do wiedzy zarówno przekazywanej, jak i archiwizowanej osobom nieuprawnionym. Powstaniu szyfrów towarzyszył jednoczesny rozwój metod ich złamania zwany kryptoanalizą.

Wnioski: Każdy podmiot organizacyjny, bez względu na formę prowadzonej działalności, stara się chronić swoje dane przed nieuprawnionym dostępem. Zarówno podmioty gospodarcze, jak i gospodarstwa domowe mają swoje tajemnice.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo informacji, logistyka informacji

1. Wprowadzenie

Informacja zaliczana jest do kluczowych elementów rozwoju społeczeństw i zbiorowości. Jej powstawanie, przetwarzanie oraz przesył na duże odległości wykorzystywany jest przez większość gatunków zamieszkujących Ziemię. Przepływ informacji jest dla każdej formy życia podstawowym elementem przetrwania zbiorowości. To dzięki różnego typu wiadomościom poszczególne osobniki dowiadują się o zagrożeniach, pożywieniu, schronieniu oraz rozmnażaniu.

Do powiadamiania poszczególnych osobników każdej zbiorowości organizmy wykorzystują różne materiały oraz metody. Wśród ludzi transfer informacji pomiędzy poszczególnymi osobami nazywany jest komunikacją. Komunikacja jest procesem określonych znaków między nadawcą a odbiorcą. Przekaz informacji może przybierać postać zarówno werbalną, obejmującą teksty pisane oraz mówione, jak i niewerbalną, w skład której wchodzą umowne symbole, dźwięki, światła, mimika, gesty i intonacja.

2. Cel pracy i metodyka badawcza

Ludzkość od wieków chroniła informację. Bezpieczeństwo treści było istotne dla rozwoju państwowości. Celem rozdziału jest przedstawienie ewolucji ochrony najbardziej wrażliwych danych. Zmiany chronologiczne w zakresie kodowania informacji wpłynęły na rozwój komunikacji. Raz opracowane techniki kodowania informacji nigdy nie zostały wycofane z użytkowania, a celem uzupełniającym jest przedstawienie wybranych technik, które są używane do dziś.

Badanie ma na celu poznanie i zrozumienie rzeczywistości, która zapewni rozwój danej dyscypliny naukowej. Analiza może przybierać postać kumulatywną, czyli mającą formę doskonalenia, poszerzenia wiedzy, lub eliminacyjną, czyli mającą formę weryfikacji dotychczasowych osiągnięć i pozyskiwania nowych danych. Ze względu na tempo postępujących zmian osiągnięcia mogą mieć charakter ewolucyjny lub rewolucyjny (Niemczyk, 2020, s. 18).

Każde badanie powinno podlegać odpowiednim rygorom, które zalicza się do podstawowych wymogów. To rygory pozwalają na wprowadzanie do nauki różnych dowodów w postaci wyników badań, wyjaśnienia odchyleń. Aby mówić o rygorach należy uwzględnić ich podstawowe elementy. Do pierwszych należy trafność, czyli poprawność rozumowania oparta na ściśle określonych argumentach oraz algorytmach. Dzięki trafności można ustalić związki przyczynowo-skutkowe, które opierać się będą na posiadanej wiedzy. Kolejną częścią rygoru jest rzetelność, która bazuje na powtarzalności badań, z zachowaniem jednakowych technik. Badania mogą być przeprowadzone na różnych obiektach, a wyniki będą poddawane dalszej analizie z wykorzystaniem określonego wcześniej kryterium.

Jedną z najważniejszych metod badawczych jest analiza literatury. Dzięki tej technice można zdefiniować obecny stan wiedzy w danym zakresie oraz określić punkt wyjścia. Istotnym elementem analizy literatury jest postępujący rozwój informacyjny społeczeństwa. Cyfryzacja i usieciowienie wiedzy znacznie obniżają koszty pozyskania wiedzy (Czakon, 2020, s. 123).

3. Elementy systemów transferu informacji

Informacja zawsze była istotna dla ludzkości. Dzięki możliwości wykorzystania posiadanej wiedzy stała się cennym i pożądanym towarem. We współczesnym świecie nie tylko organizacje, ale również pojedyncze osoby nie są w stanie funkcjonować bez dostępu do aktualnych danych. Wszystkie informacje wynikają z procesu przetwarzania danych. Często efekt końcowy jest otrzymany dzięki operacjom logicznym i arytmetycznym, którym poddane są dane wejściowe. Zasoby te są różnorodne zarówno jakościowo, jak i ilościowo. W skład informacji niewerbalnych wchodzą różne elementy, które można odczytać za pomocą zmysłów, obrazy, dźwięk, zapach, temperatura, smak. Inną formą łączności jest komunikacja werbalna, a do niej zaliczymy mowę, filmy. Istotnymi narzędziami w procesie przetwarzania informacji jest moc obliczeniowa komputerów oraz możliwość łączenia tych urządzeń w sieć (Wrzosek, 2010, s. 99). Układ taki nie tylko zwiększa efektywność w zakresie dzielenia się wiedzą, ale również następuje wzrost liczby uczestników systemu komunikacyjnego.

Bezpieczeństwo informacji nabiera szczególnego znaczenia w przypadku wystąpienia konfliktu zbrojnego lub sytuacji kryzysowej. Logistyka wojny obejmuje zagadnienia związane z dostarczeniem danych wyłącznie adresatowi. Tylko on może rozkodować zaszyfrowaną treść. Wojna logistyki przedstawia sposoby odczytywania zakodowanych dokumentów, a skuteczność pracy służby wywiadowczej ułatwia podjęcie decyzji, czego efektem było zwycięstwo Polaków w sierpniu 1920 r. (Tłumaczenie szyfrogramu…). W rozdziale pominięto techniki zakłócania przesyłu informacji przez kontrwywiady, które również można zaliczyć do wojny logistyki.

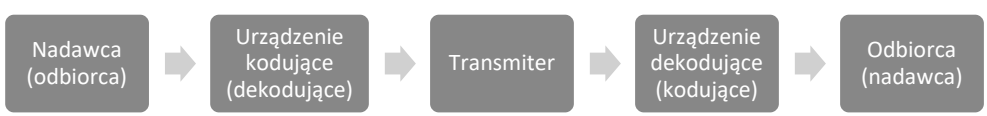
Każdy element danych, bez względu na jego źródło i rodzaj, poddawany jest odpowiedniej obróbce. Efektem przetwarzania danych wejściowych w trakcie odpowiednich zabiegów jest uzyskanie nowej wiedzy, która może być przydatna w dalszym procesie. W przypadku braku możliwości jej wykorzystania w danej procedurze nie staje się całkowicie bezużyteczna, gdyż może być użyta w innych systemach. Informacja podlega ocenie, a jej jakość jest określana według cech, takich jak:

- Pełność – określenie stopnia komplementarności wiedzy w danym zakresie. Nie uwzględnia się danych nieprzydatnych w określonym procesie, dlatego powinny być przynajmniej w znacznym stopniu zgodne z problemem. Kolejnym elementem wchodzącym w skład pełności jest czytelność danych. Muszą one być zrozumiałe dla końcowego adresata, w sposób uniemożliwiający błędną interpretację.

- Prawdziwość – informacja oparta na faktach, badaniach naukowych. Źródło wiedzy musi być wiarygodne. Musi istnieć możliwość weryfikacji danych. Do informacji zaliczamy wiedzę normatywną, opartą na przepisach oraz procedurach. Ważnym elementem jest możliwość oceny posiadanej wiedzy, przyporządkowania jej właściwych cech przydatności.
- Aktualność informacji – z uwzględnieniem upływającego czasu. Dane retrospektywne, dotyczące minionych okresów, mogą służyć do oceny minionych procesów. Bieżące dotyczą aktualnego przedziału czasowego, zaś perspektywiczne służą do oceny przyszłych stanów.
- Właściwość adresata – każda informacja powinna dotrzeć do osoby lub instytucji, która jest upoważniona do jej odbioru. Adresat nie tylko jest uprawniony do otrzymania określonej wiadomości, ale również może ją spożytkować we właściwy sposób. Niedoręczenie informacji odpowiedniej osobie prawdopodobnie zagrozi prawidłowemu przebiegowi procesu. Pozyskanie wiedzy przez osoby nieuprawnione może skutkować utratą efektu końcowego.

Ze względu na rodzaj przekazu wyróżniamy dwa podstawowe systemy – informatyczne i informacyjne. Systemy informatyczne nie zawierają człowieka. Systemy informacyjne to zbiór połączonych ze sobą elementów, zbierających i gromadzących dane, przetwarzania informacji, emisji wiedzy i zapewnienia sprzężeń zwrotnych (Keysy, 2011, s. 210).

Każdy system transferu informacji, bez względu na jego technologiczne zaawansowanie, posiada kilka podstawowych elementów, które przedstawione są na rys. 1 (prezentującym jednokierunkowy przepływ informacji). Prawie wszystkie układy umożliwiają sprzężenia zwrotne i dwukierunkowy przepływ danych, które mogą powodować powstanie relacji pomiędzy uczestnikami układu.



Rys. 1. Jednokierunkowy przepływ informacji

Źródło: opracowanie własne.

Nadawca to osoba, która tworzy informację. Wiadomość musi być wykonana w sposób zwięzły i zrozumiały dla odbiorcy. Treść przekazu powinna wykluczyć niewłaściwą interpretację. Nadawca dobiera system kodowania oraz technologię transmisyjną, chociaż często ten element jest ograniczony prawnie, technicznie oraz finansowo. Ważnym elementem jest rodzaj informacji, jaka ma zostać przekazana do odbiorcy. To nadawca określa jej treść, formę zapisu oraz sposób kodowania, jeżeli jest to wymagane pod względem prawnym, w tym bezpieczeństwa, lub technicznym.

Urządzenie kodujące i dekodujące to system zapisu oraz odczytu informacji za pomocą szyfrów. Kodowanie treści od wieków miało istotne znaczenie w systemach bezpieczeństwa oraz administrowania krajami. Kodowanie jest metodą, która powinna zapewnić bezpieczną eksploatację danych przed niepowołanym dostępem. Szyfry nie ograniczają dostępu do informacji, ale powodują, że jest ona nieczytelna dla osób nieuprawnionych.

Transmiter, zgodnie z definicją „Słownika języka polskiego PWN", to urządzenie służące do transmisji dźwięku, obrazu lub innych sygnałów za pomocą fal elektromagnetycznych (Słownik języka polskiego, b.d.). Wcześniej rolę transmitera przejmowali kurierzy i gońcy, zwierzęta, urządzenia sygnałowe, systemy pocztowe. W transporcie informacja jest najbardziej narażona na przechwycenie przez osoby niepowołane – można zobaczyć sygnały świetlne przesyłane np. za pomocą błysków, umówione obrazy – dymy, układy flag, chorągiewek, semafory, usłyszeć sygnały dźwiękowe, krzyki, mowę, przechwycić kurierów oraz zwierzęta czy sygnały radiowe.

4. Systemy szyfrowania i kodowania informacji

Każda informacja ma swoją ważność. Wraz ze wzrostem wartości przesyłanej wiadomości podnoszony jest poziom jej ochrony. Aby mieć pewność skutecznego i bezpiecznego dostarczenia danych, używa się wyrafinowanych metod szyfrowania, których podstawowe idee sięgają czasów starożytnych (Naskręcki, 2023 s. 18–19). Kodowanie informacji opiera się na zbiorach technik utrudniających ich odczyt, przez co zapewnia się odpowiedni poziom poufności. Posiadanie klucza deszyfrującego umożliwia szybkie odczytanie danych.

Techniki kryptograficzne związane z utajnianiem treści wykorzystywane są już od czasów antycznych. Samo pojęcie ,,kryptografia" pochodzi z języka greckiego, w którym *kryptos* oznacza ukryty, a *graphein* – pisanie. Starsze, egipskie formy ukrywania tekstu miały raczej znaczenie symboliczne, gdyż miały zmieniać sens treści zapisanej na grobowcach faraonów. Początki kryptografii używanej w celach politycznych miały miejsce w starożytnych Indiach (Karbowski, 2014, s. 21). Wiedza zawarta w tekście jawnym jest dostępna posiadaczowi informacji w momencie jej pozyskania. Taki dokument nazywamy jawnym (Sołtysik-Piorunkiewicz i Niklewicz, 2019 s. 127). Żeby uniemożliwić pozyskanie wiedzy, stosuje się techniki kodowania z użyciem kluczy, czyli zbiorów wartości, znaków oraz tekstów. Utajniony tekst zapisany za pomocą odpowiedniego klucza nazwany zostaje kryptogramem. Aby odtajnić ukrytą informację, należy poddać ją zabiegowi deszyfrowania (Stachowiak, 2022 , s. 18).

Wyróżnia się dwie podstawowe techniki ukrywania wiadomości w przekazie. Pierwszym jest technika symetryczna, polegająca na użyciu tego samego klucza zarówno do kodowania, jak i rozkodowania informacji. Technika ta była popularna do połowy XX wieku i charakteryzowała się prostotą użytkowania. W przypadku roz-

kodowania informacji przez osoby niepowołane istnieje możliwość wykorzystania zdobytej przez nich wiedzy, a nawet możliwość stworzenia własnej, fałszywej wiadomości. Metoda asymetryczna wykorzystuje dwa różne klucze. Pierwszy, zwany publicznym, służy do tworzenia kryptogramu. Drugi klucz, dostępny wyłącznie dla odbiorcy, nazywany jest również kluczem prywatnym (OVHcloud, b.d.).

Od starożytności popularne były dwie techniki kodowania informacji – przestawna i podstawna. System przestawny powstał w starożytnej Grecji, gdyż Spartanie do utajniania informacji używali skytale. Urządzenie to składało się z dwóch identycznie wielokątnie obrobionych podłużnie kawałków drewna z nawijanym wąskim paskiem pergaminu. Na pergaminie tworzono zapis, wykorzystując fragment powierzchni paska pergaminu o kwadratowej powierzchni, która przylegała do jednego boku drewna, jako miejsce na jedną literę. Na owiniętym pergaminie nie pozostawiano wolnych przestrzeni. Na pergaminie, mimo wykorzystania otwartego tekstu, po rozwinięciu ukazywał się chaotyczny ciąg liter. Dopiero ponowne nawinięcie pergaminu na drugi kawałek drewna dawało możliwość odczytu informacji. Ewolucja metody opracowanej przez starożytnych Spartan dziś jest wykorzystywana w informatyce (Menon i in., 2020, s. 153).

Pierwszy właściwy szyfr został stworzony na potrzeby Juliusza Cezara i od jego nazwiska przyjęto nazwę. Metoda kodowania oparta była na podstawieniu liter jawnego alfabetu inną literą. Sama technika polegała na przestawieniu litery o określoną liczbę w alfabecie. Inna technika została wykorzystana w kodzie hebrajskim Atkbasch, w którym zamianie podlegały pierwsza i ostatnia litera, druga i przedostatnia itd.

Wraz z powstawaniem szyfrów powstała dziedzina nauki zwaną kryptoanalizą, zajmująca się łamaniem szyfrów. Nauka ta rozwinęła się w VIII wieku na terenach krajów arabskich. Zgodnie z zasadą Al-Kindiego podczas ataku kryptoanalitycznego w pierwszej kolejności należy ustalić język nadawania. Następnie należy z tekstu o objętości minimum jednej strony ustalić, jak licznie występują poszczególne litery. Najczęściej występująca głoska będzie pierwszą, kolejna drugą itd. Tak opracowany alfabet nakłada się na tekst do rozszyfrowania (Singh, 2001 s. 31). Dzięki temu opracowaniu szyfry monoalfabetyczne są łatwe do złamania.

Kolejne wieki przyniosły stagnację w zakresie kryptologii (nauka o szyfrach), kryptografii (nauka o konstruowaniu i stosowaniu szyfrów) oraz kryptoanalizy. Jedynie zakony w ograniczonym zakresie stosowały zmodyfikowane szyfry Cezara. Do rozwoju szyfrów doprowadziły dopiero prace niemieckiego zakonnika Johannesa Trithemiusa (Holden, 2017, s. 56-57), który rozszerzył szyfr Cezara poprzez zastosowanie dodatkowe − nie tylko o inny alfabet, ale również o przesunięcie o kolejną literę w nowym alfabecie. W ten sposób Trithemius stworzył jeden z pierwszych szyfrów polialfabetycznych.

Ważnym elementem rozwoju kryptologii jest modyfikacja szyfru Trithemiusa wykonana przez Giovana Bellaso w XVI wieku. Jeszcze za jego życia Blaise de Vigenère zmodyfikował system kodowania wiadomości, w której jedynie wybrane wiersze utajnia się za pomocą z tablicy *tabula recta*. Wersy wybrane do szyfrowania

określone są słowem kluczem, a litery tego słowa wskazują kolejne zakodowane linijki. Szyfr Viegenère'a przez długi czas był niezłamany. Dopiero w XIX stuleciu dokonał tego Charles Babbage (Sobański, 2021, s. 5).

Inną metodą utajniania informacji jest korzystanie z książek kodowych. W przeciwieństwie do szyfrów, które za pomocą odpowiedniej techniki utajniają poszczególne litery, kody mogą ukrywać nie tylko słowa, ale również całe zdania. W przypadku połączenia książki kodowej z szyfrem powstaje wielokrotne szyfrowanie, co bardzo utrudnia kryptoanalizę. Do wad kodu należą trudności związane z zabezpieczeniem książek kodowych. Powtarzalność sygnałów oraz ograniczenie liczby symboli powodują, że przy dużej częstotliwości korzystania z tego systemu za pomocą metod statystycznych istnieje łatwa możliwość odczytania tekstu.

Innym systemem ochrony są kody jednorazowe. Układy te są tak zaprojektowane, aby w sposób oficjalny przesłać określoną treść do adresata. Może nią być zwykła rozmowa, tekst, melodia lub obraz rozpowszechniony za pomocą masowych środków przekazu. Jedynie nadawca i odbiorca znają znaczenie informacji. Bardziej rozwiniętym systemem jest kod idioty, w którym za pomocą odpowiednich otwartych tekstów przekazywane są ukryte wiadomości. W Polsce podczas walk obronnych już 3 września 1939 roku szyfry wojskowe zostały zdobyte przez Niemców. Naczelne dowództwo wydało rozkaz posługiwania się niezrozumiałym żargonem do momentu otrzymania nowego szyfru (Markowski i Miarzyński, 2007, s. 72).

Do najskuteczniejszych technik szyfrowania jednorazowego należą metody oparte na generowaniu liczb. Już w roku 1917 Gilbert Wernan opatentował szyfr bazujący na technologii dalekopisu (Zgłoszenie patentowe nr: patent USA 1,310,719…). Każda cyfra, litera czy znak interpunkcyjny posiadały elektroniczne połączenie z papierową perforowaną taśmą, dzięki czemu powstał jednorazowy system taśmowy. Dodatkowo, aby utrudnić kryptoanalizę, każdy znak zamieniany był na losowy ciąg cyfr. W połączeniu z książką kodową tak zaszyfrowana informacja jest niemożliwa do odkodowania. Do wad systemu zalicza się generowanie oraz transport fizyczny szyfrów i kodów. Utrata lub ich skopiowanie powodują, że system jest bezwartościowy.

Najsłynniejszym, a zarazem najskuteczniejszym użyciem kodu idioty było wykorzystanie języka plemienia indiańskiego Nawaho przez marynarkę Stanów Zjednoczonych. U.S. Navy podczas walk na Pacyfiku z Japonią zmobilizowało 400 Indian, którzy mówiąc w swoim rzadko spotykanym, ojczystym języku przekazywali informacje otwartym tekstem (Dahl, 2016, s. 73–74). Japońscy kryptoanalitycy nigdy nie złamali amerykańskiego kodu. Nie ustalili języka tekstu, co zgodnie z pierwszą zasadą Al-Kindiego jest podstawowym elementem kryptoanalizy.

Obecnie do szyfrowania wiadomości stosuje się różnego rodzaju oprogramowania komputerowe. W tym celu powstały algorytmy szyfrujące. Popularnym algorytmem służącym do asymetrycznego szyfrowania danych jest RSA (algorytm Rona Rivesta, Adi Shamira, Leonarda Adlemana), który do szyfrowania wykorzystuje klucze

publiczny i prywatny, obliczane na podstawie danych liczb pierwszych (Chrzęszczyk, 2010, s. 154).

Kolejnym ważnym kryptosystemem jest algorytm DES, uważany za szyfr symetryczny. DES jest szyfrem blokowym. Wykorzystuje wielowarstwową sieć podstawieniowo-przestawieniową. Posiada 64-bitowe bloki wiadomości jawnej i szyfrogramu oraz 56-bitowy klucz z ośmioma bitami parzystości (Nikodem, 2008, s. 18–19).

Pod koniec lat 80. w ETH (Szwajcaria) powstał system IDEA (International Data Encryption Algorithm). Jest to szyfr blokowy, iteracyjny. Jego układ został oparty na kilku kolejnych operacjach arytmetycznych. Typowy rozmiar bloku wynosi 128 bitów, a w jego skład wchodzą dwa 64 bitowe bloki – zaszyfrowany i otwarty.

5. Wybrane maszyny szyfrujące

Od wieków ludzkość starała się przyspieszyć i zautomatyzować proces utajnienia oraz dekodowania informacji. W średniowieczu w 1447 roku Leon Alberti stworzył dysk szyfrujący, który obsługiwał opracowany przez niego szyfr polialfabetyczny, ale wynalazek został przypisany autorstwu Blaise'a de Vigenère. Urządzenie to było zbudowane z dwóch koncentrycznie ułożonych dysków. Na zewnętrznej części litery były ułożone alfabetycznie, a na mniejszej, wewnętrznej, ułożenie liter było dowolne. Zewnętrzny dysk był dyskiem stałym i reprezentował tekst jawny, obrotowy środkowy służył do szyfrowania. Zmodernizowane wersje tego rządzenia były wykorzystywane przez różne wojska aż do wojny wietnamskiej.

Pierwsze udane mechaniczne urządzenie do kodowania stworzył późniejszy prezydent Stanów Zjednoczonych, jednocześnie sygnatariusz deklaracji niepodległości – Thomas Jefferson (Pastusiak, 1999, s. 86–93). Jego rozwiązanie opierało się na 20-elementowym cylindrze Étienne'a Bazeriesa. Po modyfikacji układ Jeffersona składał się z 36 dysków, a na każdym zapisany był alfabet w innej kolejności. Urządzenie to, pod nazwą M-94, było używane przez U.S. Army nawet podczas drugiej wojny światowej.

Innym przełomowym urządzeniem był prosty przyrząd szyfrujący Franca Baldwina z 1877 roku, składający się z trzech obrotowych tarcz na jednym dysku. Dwie zewnętrzne tarcze były zapisane literami alfabetu, z czego jedna – zgodnie z tarczą zegara, a wewnętrzna – cyframi od 0 do 25 (Zgłoszenie patentowe nr: patent US197199…).

Mocno rozwiniętym systemem kodującym była stworzona w 1917 roku przez Hugo Kocha i Arthura Scherbiusa maszyna kodująca Enigma. Urządzenie to na początku używane było przez instytucje cywilne wielu krajów. Początkowa uboga wersja maszyny była przeznaczona dla kodowania informacji przez urzędy pocztowe, a do jej użytkowników należały takie kraje, jak Polska, Stany Zjednoczone, Szwecja, Holandia, Japonia. Niektóre urządzenia pocztowe wyposażone były w specjalistyczne maszyny do pisania.

Enigma zbudowana była z kilku wirników, a ich liczba, w zależności o wersji, wynosiła od trzech do ośmiu rotorów. W ułożeniu szeregowym przypominały cylinder Jeffersona. W przeciwieństwie do wynalazku prezydenta USA każdy wirnik Enigmy w zasadzie działania przypominał dysk Baldwina. Do podobieństw należy zaliczyć 26 pól na obwodzie rotoru, a do różnic system połączeń – zamianę mechaniczno-wizualną na styki elektryczne z możliwością wydruku lub zapisu maszynowego. Połączenie pewnej liczby cylindrów oraz regulowanego dysku znacznie zwiększyło liczbę kombinacji. Podobnie działającym urządzeniem była polska Lacida z 1930 roku, której rozwiązania wykorzystano w Enigmie typu C i D, jako w protoplastach Enigmy I (Kapera, 2022, s. 33). Podobnie do Enigmy działały brytyjska maszyna Lorenza z 1940 roku, japońska Purple i amerykańska Sigaba.

Na doświadczeniach użytkowania Enigmy polskie Biuro Szyfrów podległe Ministerstwu Spraw Wewnętrznych w latach 60. XX wieku opracowało Dalekopisowe Urządzenie do Elektronicznego Kodowania. Z pierwszych liter maszyny powstał akronim DUDEK, poprzedzony skrótem rozwojowym. TgS-1 oznaczał wersję podstawową stacjonarną, a TgS-3 oparty był na systemach scalonych. Urządzenie DUDEK miało istotny wpływ na jego wojskowego odpowiednika BOCIAN-M, przy którego konstruowaniu wykorzystano doświadczenia funkcjonariuszy MSW (Malczeski i in., 2018, s. 59). Polskie systemy były pierwszą generacją urządzeń elektromechanicznych z maszyną do kodowania i dekodowania za pomocą szyfru Vernama oraz książek kodowych. Informacja była zapisywana ręcznie za pomocą klawiatury dalekopisu bądź dzięki czytnikowi rolkowemu. Z TgS DUDEK korzystały wszystkie państwa bloku wschodniego. Maszyny były rozpowszechnione na całym świecie, a w Polsce zostały wycofane dopiero w 2011 roku.

Obecnie wszystkie kraje używają z cyfrowych urządzeń kodujących i transmisyjnych. W przypadku wykorzystania polskiej techniki klucze przekazywane są fizycznie w postaci nośników elektronicznych – zmieniła się technologia, ale nie system kodujący. Wysokie koszty użytkowania powodują, że z tej techniki korzysta się bardzo rzadko, a zarazem systematycznie. W celu przekazania kluczowej informacji szyfry w rzeczywistości używane są jeden raz. W praktyce często wielokrotnie stosuje się jeden szyfr. Stan taki powoduje wykorzystanie posiadanych urządzeń, jednocześnie za pomocą słowa klucza umożliwia przekazanie informacji odbiorcy, że następna wiadomość będzie inaczej kodowana.

6. Podsumowanie

W rozdziale opisano rozwój systemów bezpieczeństwa łączności oraz informatyki na przestrzeni wieków. Ewolucja systemów kodowania spowodowała wzrost bezpieczeństwa wiedzy zarówno przekazywanej, jak i archiwizowanej. Powstaniu szyfrów towarzyszył jednoczesny rozwój metod ich złamania, zwany kryptoanalizą. Na początku budowano proste szyfry przestawieniowe, a do ich złamania służyły

techniki statystyczno-matematyczne. Wraz z rozwojem matematyki i mechaniki nie tylko przyspieszał proces kodowania informacji, ale również powstały układy trudniejsze do odczytania. Przełomem w bezpieczeństwie danych była słynna Enigma, która wykorzystała dostępne wówczas techniczne rozwiązania w zakresie szybkości kodowania. W urządzeniu zastosowano prostą technikę przestawieniową, ale liczba składowych urządzenia komplikowała odzyskiwanie danych. Dopiero maszyna obliczeniowa Turinga, wykorzystując system binarny, pozwoliła skutecznie łamać niemieckie szyfry. Obecnie cyfrowe układy rozwojowe Enigmy służą do ochrony informacji bankowej oraz podmiotów państwowych o mniejszym znaczeniu.

Kolejną innowacją jest polskie urządzenie TsG DUDEK, które wykorzystuje jednorazowy szyfr Vernama oraz książki kodowe. Mimo zmian technologicznych system ten jest stosowany do utajniania najważniejszych informacji o znaczeniu strategicznym.

Bibliografia

Chrzęszczyk, A. (2010). *Algorytmy teorii liczb i kryptografii w przykładach*. Wydawnictwo BTC.

Czakon, W. (2020). Metodyka systematycznego przeglądu literatury. W: W. Czakon (red.), *Podstawy metodologii badań w naukach o zarządzaniu*. Wydawnictwo Nieoczywiste.

Dahl, A. (2016). *The Navajo code talkers of World War II: The long journey towards recognition, Historical perspectives* (Series II, Volume XXI). Santa Clara University.

Holden, J. (2017). *The mathematics of secrets: Cryptography from Caesar Ciphers to digital encryption*. Princeton University Press.

Kapera, Z. (2022). Marian Rojewski a Enigma 1932-1939. W: W. Giermaziak (red.), *Marian Rojewski w służbie polskiej kryptologii.* Wydawnictwo Agencji Bezpieczeństwa Wewnętrznego.

Karbowski, M. (2014). *Podstawy kryptografii, wydanie III.* Wydawnictwo Helion.

Keysy, M. (2011). Informacja i systemy informacyjne w działalności gospodarczej. *Dydaktyka Informatyki*, (6), 205−221.

Malczewski, M., Michniak, J. Oszywa, W., Pakuła, M., Lenert, M., Kosobucki, Z., Rudnicki L., Kałamaga, R., Gulina, J., Jakóbczak, M., Marecki, J., Gronowski, L., Turek, M. (2019). *70 lat z historii i dorobku Wojsk Łączności i Informatyki Wojska Polskiego.* Wydawnictwo ŚZPŻŁ. https://szpzl-zegrze.waw.pl/szpzl/pdf/70_lat_historii.pdf

Markowski, S., Miarzyński, Z. (red.). (2007). *Studium łączności w kampanii polskiej 1939 roku. Przegląd Łączności i Informatyki*, (3). https://szpzl-zegrze.waw.pl/szpzl/pdf/przeglad_4.pdf

Menon, U., Hudlikar, A., Panda, D. (2020). *Scytale – an evolutionary cryptosystem V.8.* Akanksha Building, Mumbai Highway.

Naskręcki, B. (2023). Czym jest szyfrowanie. *Magazyn Polskiej Akademii Nauk,* (4/76). https://www.researchgate.net/publication/376666046_Czym_jest_szyfrowanie

Niemczyk, J. (2020). *Metodologia nauk o zarządzaniu.* W: W. Czakon (red.). *Podstawy metodologii badań w naukach o zarządzaniu*. Wydawnictwo NieOczywiste.

Nikodem, M. (2008). *Metody ochrony przed kryptoanalizą z uszkodzeniami* [niepublikowana rozprawa doktorska]. Politechnika Wrocławska. https://www.dbc.wroc.pl/dlibra/publication/2245/edition/2297?language=pl

OVHcloud. (b.d.). Pobrano 12 maja 2024 z https://www.ovhcloud.com

Pastusiak, L. (1999). *Prezydenci Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej.* Iskry.

Singh, S. (2001). *Księga szyfrów.* Albatros.
Słownik języka polskiego. (b.d.). *Transmiter*. Pobrane 18 marca 2024 z https://sjp.pwn.pl/sjp
Sobański, K. (2021). Od Cezara przez Sanatorium do Sobieskiego, czyli odkrywanie metody i klucza szyfrowania w protokołach akcji „Iskra-Dog". *Z Archiwum Instytutu Zachodniego*, (30). https://www.iz.poznan.pl/archiwum/2021/05/21/iskra-dog_szyfry-nr-30-2021/
Sołtysik-Piorunkiewicz, A., Niklewicz, P. (2019). Metody kryptograficzne we współczesnej kryptoanalizie – założenia, wyzwania, problemy. *Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, „Informatyka i Ekonometria", 15*(390). http://bazekon.icm.edu.pl/bazekon/element/bwmeta1.element.ekon-element-000171595197?q=bwmeta1.element.ekon-element-19ce24ac-3d04-31ed-ba8f-a5b167eccc64;8&qt=CHILDREN-STATELESS
Stachowiak, S. (2022). *SAT – kryptoanaliza wybranych algorytmów kryptografii Symetrycznej*. Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego.
Tłumaczenie szyfrogramu: od Szt. 3 Korp. Kaw. Do IV Armji przejęty 9/8 odczytano 10/8 nr 370 [pisownia oryginalna].
Wrzosek, M. (2010). Wiedza w zarządzaniu organizacją wojskową. *Organizacja i Zarządzanie,* (12). https://cejsh.icm.edu.pl/cejsh/element/bwmeta1.element.baztech-article-BSL2-0025-0036
Zgłoszenie patentowe nr: patent USA 1,310,719 z 1919 roku.
Zgłoszenie patentowe nr: patent US197199 z 1877 roku.

War Logistics – Logistics of War. Information Security Systems in Crisis Situations

Abstract

Subject and purpose of the study: The purpose of the research is to present the evolution of data protection methods, from ancient times to the modern era. Selected current security systems used in various fields are also presented.

Materials and research methods: The research utilized an analysis of literature on the subject as well as technical documentation of encoding devices. This study enabled the systematization of knowledge concerning both technological development as well as logistics of information.

Results: The study presents communication security systems throughout history. The evolution of encryption has restricted access to both transmitted and archived knowledge from unauthorized individuals. The development of ciphers was accompanied by the simultaneous evolution of methods to break them, known as cryptanalysis.

Conclusions: Every organizational entity, regardless of the form of its operations, seeks to protect its data from unauthorized access. Both businesses and households have their secrets.

Keywords: information security, information logistics

Część II

Aspekty prawne, organizacyjno-zarządcze i społeczne w branży TSL

Małgorzata Florczak-Strama

Akademia Nauk Stosowanych Angelusa Silesiusa
e-mail: mflorczak-strama@ans.edu.pl

ORCID: 0009-0000-8709-9979

DOI: 10.71433/2025.87.1.05
JEL: D24, D22

ZASTOSOWANIE METODY *KANBAN* W LOGISTYCE PRODUKCJI NA PRZYKŁADZIE BRANŻY SPAWALNICZEJ

© 2025 Małgorzata Florczak-Strama
Praca opublikowana na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa 4.0 Międzynarodowe (CC BY 4.0).
Skrócona treść licencji na https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Cytuj jako: Florczak-Strama, M. (2025). Zastosowanie metody *Kanban* w logistyce produkcji na przykładzie branży spawalniczej. W: B. Detyna (red.), *Branża TSL. Strategie – trendy – perspektywy. Seria: Logistyka. Współczesne Wyzwania, t. 15* (s. 60–76). Wydawnictwo Naukowe Akademii Nauk Stosowanych Angelusa Silesiusa.

Streszczenie

Cel pracy: Artykuł ma na celu analizę zastosowania systemu *Kanban* w branży spawalniczej, wskazanie korzyści wynikających z jego wdrożenia oraz omówienie najlepszych praktyk w optymalizacji tego systemu w przedsiębiorstwie spawalniczym.

Materiały i metody: *Kanban* jest narzędziem do wizualizacji procesów produkcyjnych i zapasów wykorzystującym tablice *Kanban*, karty oraz pojemniki. Jego główne cele to redukcja zapasów, eliminacja marnotrawstwa i zwiększenie elastyczności produkcji. W analizowanym przypadku zastosowano metodę obserwacji oraz cykl PDCA, koncentrując się na śledzeniu drogi kart *Kanban* od produkcji do wysyłki. Zidentyfikowano ryzykowne punkty, w których karty mogą zostać zagubione lub uszkodzone.

Wyniki: Optymalizacja procesu pokazała, że nawet niewielkie potknięcie w zarządzaniu kartami *Kanban* może prowadzić do dużych strat finansowych. Wczesne wykrywanie błędów pozwala na poprawę efektywności oraz generowanie oszczędności. Konieczne jest ciągłe monitorowanie i doskonalenie systemu, aby utrzymać wysoką jakość procesów i zapewnić konkurencyjność firmy.

Wnioski: Zastosowanie systemu *Kanban* w branży spawalniczej prowadzi do znaczącej optymalizacji procesów produkcyjnych, umożliwiając m.in. redukcję zapasów, eliminację marnotrawstwa oraz zwiększenie elastyczności produkcji. Wdrożenie tego systemu pozwala na szybsze wykrywanie i eliminowanie błędów w procesie, co przekłada się na poprawę efektywności i generowanie oszczędności. Kluczowym elementem skutecznego funkcjonowania systemu *Kanban* jest ciągłe monitorowanie i doskonalenie procesów, co pozwala utrzymać wysoką jakość produkcji i zwiększyć konkurencyjność przedsiębiorstwa na rynku. Regularne identyfikowanie ryzykownych punktów, w których mogą występować problemy, umożliwia szybsze reagowanie i zapobieganie potencjalnym stratom finansowym.

Słowa kluczowe: logistyka produkcji, system *Kanban*, branża spawalnicza

1. Wprowadzenie

Branża spawalnicza, obejmująca produkcję maszyn i urządzeń spawalniczych oraz świadczenie usług spawalniczych, odgrywa kluczową rolę w wielu sektorach gospodarki, takich jak motoryzacja, budownictwo, przemysł energetyczny, morski i lotniczy. Współczesne przedsiębiorstwa spawalnicze muszą stawić czoła wyzwaniom związanym z rosnącymi wymaganiami efektywności produkcji, jakości wyrobów oraz elastyczności w dostosowywaniu się do zmieniających się potrzeb rynku. Skuteczne zarządzanie procesami w zakresie logistyki produkcji, w tym zarządzanie zapasami materiałów, jest kluczowe dla utrzymania konkurencyjności i zyskowności w tej branży. Z tego powodu przedsiębiorstwa spawalnicze często sięgają po zaawansowane narzędzia zarządzania produkcją, takie jak system *Kanban* (Hammarberg i Sunden, 2014).

System *Kanban*, wywodzący się z japońskiej produkcji, jest kluczowym narzędziem w zarządzaniu przepływem materiałów i optymalizacji procesów produkcyjnych, pozwalając na redukcję zapasów oraz zwiększenie efektywności produkcji (Rychlewski, 2022). Jego wykorzystanie w ramach metodologii *Lean* pozwala na dynamiczne dostosowanie procesu produkcji do aktualnych potrzeb, co przekłada się na elastyczność oraz skrócenie cykli produkcyjnych (Hammarberg i Sunden, 2021). Dzięki *Kanban* przedsiębiorstwa spawalnicze mogą znacząco poprawić efektywność, zredukować koszty operacyjne oraz zwiększyć jakość produktów (Anderson, 2010).

Cele niniejszego artykułu stanowią szczegółowa analiza zastosowania systemu *Kanban* w branży spawalniczej, wskazanie korzyści wynikających z jego wdrożenia oraz omówienie najlepszych praktyk w zakresie optymalizacji tego systemu w firmie spawalniczej.

2. Teoretyczne podstawy metody *Kanban*

2.1. Definicja metody *Kanban*

Kanban to japoński system zarządzania produkcją, który początkowo powstał w ramach Toyota Production System (TPS) w latach 50. XX wieku (Liker, 2004; Monden, 1993).

W języku japońskim słowo *Kanban* oznacza tablicę lub kartę, co odnosi się do narzędzi wizualnych, które były wykorzystywane do sygnalizowania zapotrzebowania na materiały w procesie produkcyjnym. Metoda ta opiera się na zasadzie *pull*, co oznacza, że produkcja i dostawa materiałów odbywają się na podstawie rzeczywistego zapotrzebowania, a nie prognoz.

System *Kanban* polega na wizualizacji procesów produkcyjnych i zapasów przy użyciu prostych narzędzi, takich jak tablice *Kanban*, karty *Kanban* oraz pojemniki (Ohno, 1988).

Każdy z tych komponentów pełni określoną rolę w zarządzaniu przepływem materiałów w organizacji. Głównym celem tej metody jest eliminowanie nadmiaru zapasów, minimalizowanie marnotrawstwa, zwiększenie elastyczności procesów produkcyjnych oraz poprawa jakości produktów.

2.2. Podstawowe zasady metody *Kanban*

Metoda *Kanban* opiera się na kilku kluczowych zasadach; są nimi:

- Wizualizacja procesów: *Kanban* wprowadza wizualną reprezentację wszystkich procesów produkcyjnych, co pozwala pracownikom na bieżąco śledzić postęp i identyfikować ewentualne problemy. Tablice *Kanban* przedstawiają różne etapy produkcji i zapotrzebowanie na materiały.
- Zasada *pull*: produkcja jest uruchamiana na podstawie rzeczywistego zapotrzebowania. W systemie *Kanban* materiały i komponenty są dostarczane do kolejnego etapu produkcji tylko wtedy, gdy są one niezbędne. Zasada ta pozwala uniknąć nadprodukcji i nadmiernego gromadzenia zapasów.
- Ograniczenie pracy w toku (WIP): system *Kanban* wprowadza limity liczby zadań lub produktów, które mogą być realizowane jednocześnie na każdym etapie produkcji. Dzięki temu unika się przeciążenia pracowników oraz sprzętu i zwiększa się efektywność procesów produkcyjnych.
- Ciągłe doskonalenie (*Kaizen*): *Kanban* jest częścią filozofii *Lean Manufacturing*, która kładzie nacisk na ciągłe doskonalenie procesów produkcyjnych. Regularne analizowanie procesów pozwala na eliminowanie marnotrawstwa, optymalizację działań i wprowadzanie usprawnień (Rother i Shook, 1999).

2.3. Komponenty systemu *Kanban*

Podstawowe komponenty systemu *Kanban* obejmują:

- Tablice *Kanban*: tablice te są wykorzystywane do wizualizacji procesów i zapasów. Zawierają kolumny reprezentujące różne etapy produkcji i karty *Kanban*, które sygnalizują zapotrzebowanie na materiały.
- Karty *Kanban*: karty stanowią centralny element systemu *Kanban*. Każda karta jest przypisana do konkretnego materiału lub produktu i zawiera informacje o zapotrzebowaniu na dany materiał w procesie produkcji. Kiedy zapas danego materiału osiąga minimalny poziom, karta jest przekazywana do działu zaopatrzenia.
- Pojemniki *Kanban*: pojemniki są wykorzystywane do przechowywania materiałów, które są dostępne w procesie produkcyjnym. Każdy pojemnik ma określoną ilość materiału, a jego opróżnienie sygnalizuje konieczność zamówienia nowej partii.
- Regały *Kanban*: regały w systemie *Kanban* są wykorzystywane do przechowywania materiałów w sposób umożliwiający łatwą kontrolę nad zapasami. Dzięki nim możliwe jest szybkie odnalezienie materiałów oraz bieżące monitorowanie ich stanu.

3. Wyzwania w branży spawalniczej i rola *Kanban* w ich rozwiązywaniu

3.1. Specyfika procesów produkcyjnych w branży spawalniczej

Produkcja w branży spawalniczej jest bardzo zróżnicowana, obejmując zarówno produkcję maszyn i urządzeń spawalniczych, jak i różnorodne usługi spawalnicze na zlecenie. Każdy etap produkcji, od przygotowania materiałów, przez spawanie, po montaż, wiąże się z innymi wymaganiami dotyczącymi zapasów i synchronizacji procesów. Branża ta charakteryzuje się dużą zmiennością zapotrzebowania na różne materiały spawalnicze (np. elektrody, druty, gaz spawalniczy) oraz różnymi rodzajami spawania, które mogą wymagać specjalistycznych narzędzi i komponentów.

Podstawowe wyzwania, z którymi borykają się przedsiębiorstwa spawalnicze, to:

- Zarządzanie zróżnicowanymi zapasami materiałów: przedsiębiorstwa spawalnicze muszą zarządzać różnorodnymi materiałami, takimi jak: druty spawalnicze, elektrody, materiały ochronne, narzędzia spawalnicze, gaz techniczny. Każdy z tych materiałów ma inną dynamikę zapotrzebowania i różne wymagania co do przechowywania i dostarczania na odpowiednich etapach produkcji.
- Zmienność zapotrzebowania: w branży spawalniczej zapotrzebowanie na materiały jest bardzo zmienne, zależne od zleceń, wielkości projektów czy cykli produkcyjnych. Firmy muszą więc być elastyczne i szybko reagować na zmieniające się potrzeby rynku.
- Wysoka wartość materiałów: niektóre materiały wykorzystywane w procesach spawalniczych, takie jak elektrody czy specjalistyczne spawarki, są drogie. Nadmierne gromadzenie zapasów tych materiałów prowadzi do wysokich kosztów przechowywania, a ich niewłaściwe zarządzanie może prowadzić do strat związanych z przestarzałymi materiałami.

3.2. Problemy w tradycyjnych systemach produkcyjnych

Tradycyjne metody zarządzania produkcją w branży spawalniczej mają swoje ograniczenia, które często prowadzą do różnych problemów, takich jak:

- Nadmierne zapasy: w tradycyjnych systemach produkcyjnych firmy niejednokrotnie polegają na prognozowaniu popytu i zamawiają materiały na zapas. Zbyt duża ilość materiałów przechowywanych w magazynach może prowadzić do wysokich kosztów magazynowania, a także do ryzyka przeterminowania materiałów (np. elektrody, które ulegają utlenieniu).
- Opóźnienia w produkcji: brak odpowiedniego zarządzania zapasami może prowadzić do sytuacji, w której brakuje niezbędnych materiałów do kontynuowania produkcji. W efekcie procesy produkcyjne są opóźnione, a czas realizacji zamówień wydłuża się.

- Marnotrawstwo i straty: niewłaściwe zarządzanie zapasami, nadmierna produkcja lub nieoptymalne wykorzystanie materiałów prowadzą do marnotrawstwa. Straty mogą występować w postaci niewykorzystanych surowców, niepotrzebnych przestojów czy wyrobów wadliwych (Womack i Jones, 1996).

3.3. Korzyści z wdrożenia systemu *Kanban* w branży spawalniczej

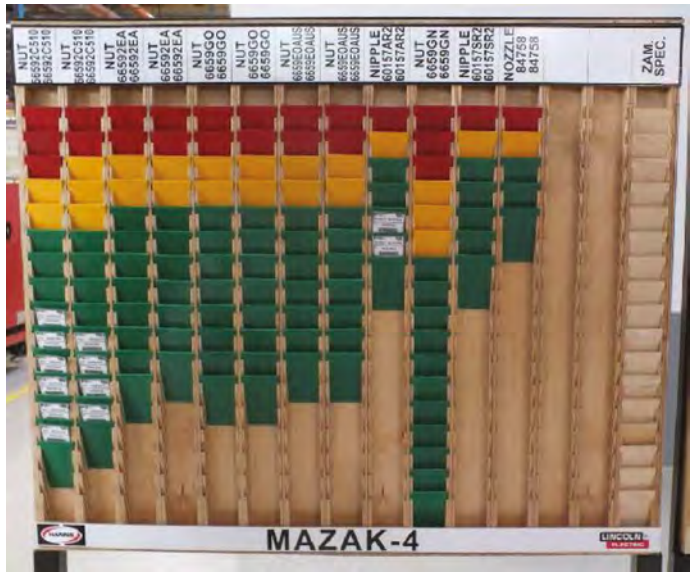
Wdrożenie systemu *Kanban* w branży spawalniczej pozwala na rozwiązanie wielu z powyższych problemów. Przykładowe korzyści to:

- Optymalizacja zapasów: system *Kanban* pozwala na utrzymanie minimalnego poziomu zapasów, dzięki czemu przedsiębiorstwa mogą uniknąć nadmiernego gromadzenia materiałów. W rezultacie koszty magazynowania są niższe, a materiały są wykorzystywane w sposób bardziej efektywny.
- Zwiększenie elastyczności produkcji: dzięki *Kanban* przedsiębiorstwa spawalnicze mogą szybciej reagować na zmieniające się zapotrzebowanie. System pozwala na elastyczne dostosowywanie poziomu zapasów do rzeczywistych potrzeb produkcji, co zwiększa zdolność do realizacji zleceń na czas.
- Skrócenie czasu realizacji zamówień: dzięki lepszemu zarządzaniu zapasami oraz synchronizacji procesów czas realizacji zamówień może zostać skrócony, co wpływa na szybsze dostarczenie produktów do klientów.

4. Studium przypadku – optymalizacja systemu *Kanban* w przedsiębiorstwie spawalniczym

4.1. Analiza procesów produkcyjnych

Pierwszym krokiem wdrożenia systemu *Kanban* w przedsiębiorstwie spawalniczym jest szczegółowa analiza procesów produkcyjnych. Firma musi określić wszystkie etapy produkcji, zidentyfikować krytyczne materiały i komponenty oraz opracować odpowiednie procedury. W przedsiębiorstwie spawalniczym procesy produkcyjne mogą obejmować cięcie, spawanie, montaż, malowanie i pakowanie, a na każdym z tych etapów wykorzystywane są różne materiały. Miejscem, gdzie przeprowadzone zostały badania, jest duża firma produkcyjna z branży spawalniczej działająca na terenie Dolnego Śląska. Obiektem badawczym był cały system *Kanban*, który znajduje się na terenie badanego przedsiębiorstwa. W skład całego systemu *Kanban* wchodzą: tablica *Kanban*, regały *Kanban* (supermarket), pojemniki *Kanban.*



Fot. 1. Tablica *Kanban*

Źródło: materiały własne przedsiębiorstwa.

Fot. 2. Regały *Kanban*

Źródło: materiały własne przedsiębiorstwa.

Fot. 3. Pojemniki *Kanban*

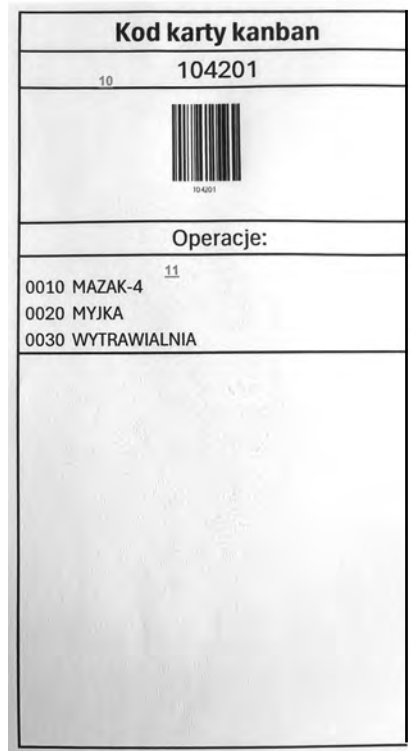
Źródło: materiały własne przedsiębiorstwa.

Fot. 4. Opis dwustronnej karty *Kanban* obowiązującej w badanym zakładzie produkcyjnym

Źródło: materiały własne przedsiębiorstwa.

Na fotografii 4 znajduje się przykładowa karta *Kanban* dla wybranego detalu produkcyjnego. I tak:

- W polu nr 1 widać nazwę detalu oraz logo firmy, w której dany detal jest produkowany.
- Pole nr 2 przedstawia numer SAP (*Systemanalyse Programmentwicklung*) oraz kod kreskowy dla czytników. System SAP to zintegrowany system informatyczny, który służy między innymi do komunikacji zakładowej oraz pozazakładowej. Dzięki niemu można wykonać wszystkie czynności: od zamówienia materiału do sprzedaży gotowego produktu, a także m.in. znaleźć nowych klientów czy dostawców. Dzięki swojej wszechstronności SAP jest wykorzystywany w praktycznie każdej dziedzinie.
- W polu nr 3 znajduje się uproszczony rysunek techniczny detalu – w celu szybkiej oceny, czy produkowany jest odpowiedni detal. Rysunek techniczny na karcie zmniejsza ryzyko pomyłki operatora przy ustawianiu maszyny na dany detal.
- W polu nr 4 znajduje się pełna nazwa detalu oraz numer szczegółowego rysunku technicznego. Jest to duże ułatwienie dla ustawiacza maszyny, ponieważ eliminuje ono czas szukania rysunku w komputerze lub katalogach z rysunkami technicznymi. Na dokładnym rysunku technicznym znajdują się wszystkie wymiary oraz tolerancje.
- W polu nr 5 widnieje maksymalna ilość, jaka może znajdować się w pojemniku. Wynika to z wymiarów detalu oraz problematyczności mycia danego detalu na myjkach chemicznych. W pudełkach kanbanowych może się znajdować nawet 250 sztuk.
- Pole nr 6 informuje o całkowitej masie sztuk razem z wagą pojemnika po obrobieniu przez maszynę CNC. Jest to bardzo ważna informacja dla operatora maszyny, ponieważ dzięki tej wartości może on obliczyć, jakie środki będą potrzebne do transportu detali na następny etap produkcji. Masę całkowitą wylicza się w następujący sposób: masa jednego detalu × liczba wykonanych sztuk + masa pojemnika = całkowita masa.
- W polu nr 7 są przedstawione docelowe miejsce składowania oraz numer regału. Dzięki tej informacji można szybko zlokalizować detal bez zbędnego szukania go w systemie magazynowym.
- Pole nr 8 pokazuje drogę detalu od momentu początku produkcji aż do końca procesu, czyli składowania. W tym wypadku produkt wykonany jest na maszynie o nazwie SHEPARD i po fazie produkcji detalu zostaje przetransportowany do magazynu, a z pola nr 7 wynika, że produkt trzeba odłożyć na regał 06-06F.
- W polu nr 9 znajduje się numer karty *Kanban* umożliwiający jej weryfikację.
- W polu nr 10 (tył karty) znajduje się kod karty *Kanban* umożliwiający jej szybką identyfikację.
- Pole nr 11 to schemat drogi produktu (w tym wypadku operację zaczyna się na mazaku numer 4 (tokarka CNC), po wytworzeniu wymaganej liczby detali, detal zostaje przetransportowany na myjkę w celu wyeliminowania zatłuszczeń od chłodziwa lub oleju. W ostatniej fazie przed odbiorem magazyniera detal trafia na wytrawialnię, gdzie przeprowadza się szereg operacji chemicznych (np. chromowanie, niklowanie) w celu poprawienia jego jakości oraz wyglądu.



Fot. 5. Badana karta *Kanban* – tył

Źródło: materiały własne przedsiębiorstwa.

Jeżeli detal przejdzie tę drogę, można ściągnąć kartę z tablicy i odłożyć produkt na regały *Kanban*. Karty *Kanban* mogą mieć różne rozmiary i kształty w zależności od potrzeb i specyfiki pracy: mogą mieć formę kartek, naklejek, magnesów, a nawet elektronicznych informacji wyświetlanych na ekranach komputerów.

4.2. Główny problem napotkany podczas badania systemu *Kanban*

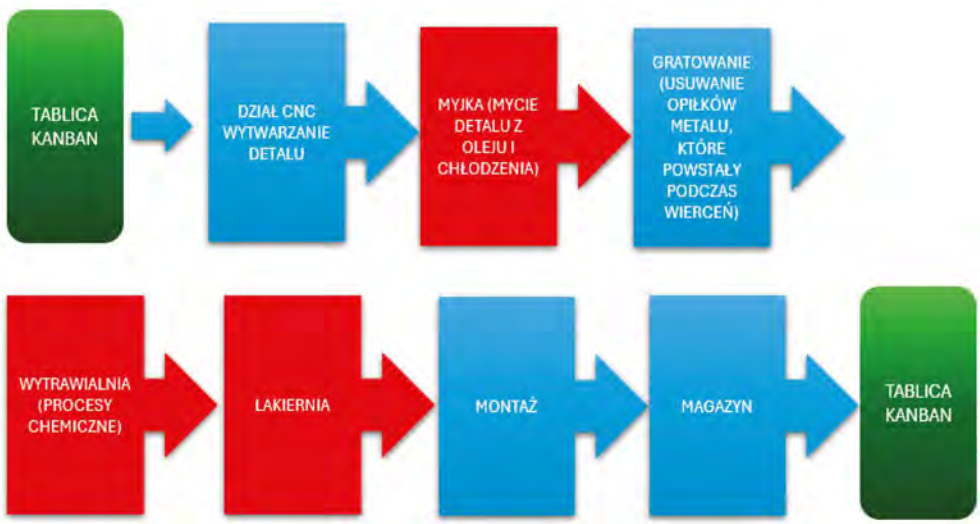
Podczas badań obiektu wystąpił problem w postaci nieścisłość pomiędzy systemem *Kanban* funkcjonującym w dziale produkcyjnym a działem montażu wyrobu. Zauważono różnicę w liczbie kart: liczba kart na tablicy *Kanban* nie zgadzała się z liczbą kart na dziale montażu. Dostrzeżono, że powoli zaczynało brakować detalu do montażu, a na dziale wytwórczym karty były w komplecie i na swoim odpowiednim miejscu. Skutkiem był brak reakcji działu wytwórczego na natychmiastową produkcję danego detalu, ponieważ wszystkie karty były umieszczone tak, że nie przekraczały koloru zielonego, tymczasem na montażu od kilku dni był kolor czerwony. Po pierwszym przeliczeniu kart zauważono, że na stanie brakuje aż 11 kart *Kanban*.

4.3. Metody badawcze

Metody, które zostaną zastosowane do rozwiązania głównego problemu opisanego w analizowanym przypadku, obejmują metodę obserwacji oraz cykl PDCA.

Pierwszym krokiem będzie dokładne prześledzenie całej drogi karty *Kanban*, począwszy od momentu wytworzenia detalu aż do przygotowania gotowego produktu do wysyłki.

Na rysunku 1 przedstawiono schemat drogi, jaką pokonuje pracownik zajmujący się kartami *Kanban,* oraz ryzykowne miejsca zaznaczone na czerwono, gdzie karty mogą ulec zniszczeniu oraz zagubieniu.



Rys. 1. Schemat drogi przepływu karty *Kanban* w badanym przedsiębiorstwie

Źródło: opracowanie własne.

W badanym przedsiębiorstwie zidentyfikowano kilka lokalizacji, w których może dojść do zagubienia kart *Kanban*. Rysunek 1 przedstawia schemat przepływu kart *Kanban* w analizowanej organizacji.

1. Myjka – podczas obserwacji zaobserwowano, że karty wpadają do środka myjki, gdzie ulegają całkowitemu zniszczeniu poprzez zamoczenie w oleju oraz środkach czyszczących, co wynikało z nieuwagi operatora myjki, a także osób przywożących detale na myjkę.
2. Wytrawialnia – podczas obserwacji zauważono, że karty również wpadają do środka zbiorników z substancjami chemicznymi i ulegają całkowitemu zniszczeniu poprzez zamoczenie. Spowodowane jest to przez nieuwagę operatorów oraz przez silny podmuch powietrza suszarki przemysłowej (miejsce składowania kart *Kanban* jest umieszczone za blisko suszarki).

3. Lakiernia – podczas obserwacji lakierni zauważono, że karty wpadają w maszyny służące do polerowania detalu i ulegają całkowitemu zniszczeniu poprzez zamoczenie w środkach polerujących. Spowodowane jest to przez nieuwagę osób pracujących na lakierni.
4. Dodatkowo zaobserwowano, że osoby, które mają styczność z kartami *Kanban*, bardzo często chowają karty w ubrania i zapominają o nich.

Metoda PDCA jest jedną z najbardziej kompleksowych metod, ponieważ w każdej fazie (*Plan*, *Do*, *Check*, *Act*) można zastosować różnorodne narzędzia i techniki, co umożliwia lepszą identyfikację problemów, ich skuteczne rozwiązanie oraz efektywniejsze planowanie kolejnych działań (Schaal, 2012).

Faza PLAN – w tej fazie użyto metody obserwacji w celu znalezienia problemu oraz wykrycia wszystkich możliwych rozwiązań, a także zaplanowania dalszych kroków. W metodzie obserwacji wykryto wspólne rozwiązania, które mogą pomóc w rozwiązaniu głównego problemu, takie jak:

- Uszkodzenia kart *Kanban*.
- Zmiana miejsca składowania kart *Kanban* w wytrawialni.
- Systematyczne audyty.
- Lepsza komunikacja w zespole.
- Odpowiedni pracownik zajmujący się kartami *Kanban*.

Następnym krokiem było zaplanowanie w odpowiedniej kolejności wymienionych rozwiązań problemu. W celu zniwelowania trudności zorganizowano naradę z technologami, żeby ustalić najważniejsze kwestie. Kolejne działania wiążą się z wdrożeniem działań naprawczych wynikających z obserwacji.

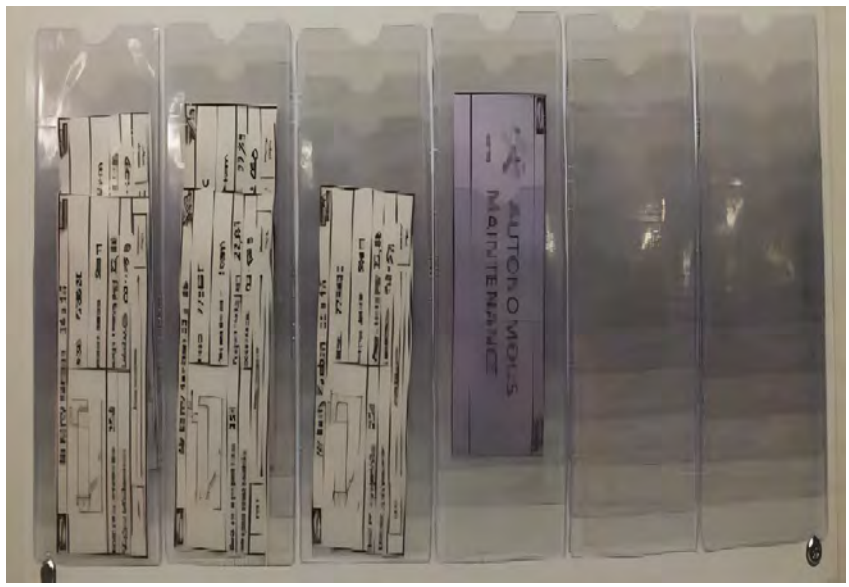
4.4. Działania naprawcze

Faza DO – w tej fazie wdraża się wszystkie zaplanowane kroki tak, aby zachować odpowiednią kolejność ustaloną na zebraniu. Najpierw wszystkie karty zostały zalaminowane, czyli zostały pokryte przeźroczystą warstwą folii, aby zwiększyć odporność na wodę i inne czynniki w postaci cieczy.

Fotografia 6 przedstawia umieszczenie kart *Kanban* na stanowisku przed wprowadzeniem zmiany w postaci laminacji.

Kolejnym krokiem będzie zmiana miejsca składowania kart *Kanban* w dziale wytrawialni. Miejsce składowania zostało całkowicie przeniesione z wytrawialni z powodu zbyt dużego kontaktu ze środkami chemicznymi oraz wodą. Na spotkaniu produkcyjnym ustalono, że najlepszym rozwiązaniem będzie stanowisko przy dziale CNC, gdzie karty *Kanban* nie mają styczności z wodą oraz ze środkami chemicznymi.

Kolejnym celem było usprawnienie komunikacji pomiędzy pracownikami zajmującymi się kartami *Kanban*. Problemem było zbieranie kart w różnych godzinach roboczych. Ustalono konkretne godziny zbierania kart *Kanban* z tego powodu, że pracownicy bardzo często wykładali karty na tablice 10 minut przed zakończeniem



Fot. 6. Karty *Kanban* przed laminacją

Źródło: materiały własne przedsiębiorstwa.

Fot. 7. Karta *Kanban* po laminacji

Źródło: materiały własne przedsiębiorstwa.

swojej pracy. Przez pośpiech źle umieszczali karty *Kanban* na tablicy. Dlatego uznano, że najlepiej wykonać te czynności godzinę po rozpoczęciu zmiany oraz godzinę przed jej zakończeniem (po zmianach nocnych zbierano karty o godzinie 7:00, a po zmianie dziennej − o godzinie 13:00). W razie dodatkowej popołudniowej zmiany zbierano karty razem z nocną zmianą o godzinie 7:00 (z powodu pracy magazynu oraz osób zajmujących się kartami do godziny 14.00).

Kolejnym i ostatnim krokiem po wszystkich wprowadzonych zmianach były systematyczne audyty kart *Kanban*. Ustalono, że kontrola będzie przeprowadzana przez pracowników zajmującymi się kartami *Kanban* oraz nadzorowana przez kierownictwo systematycznie co cztery miesiące. W razie pojawiających się problemów częstotliwość audytów zostanie zwiększona. W tym przypadku audyty będą przeprowadzane co dwa miesiące. Jeżeli problemy będą się nadal pojawiać lub wyniki nie będą zadowalające, należy zatrudnić dodatkową osobę zajmującą się wyłącznie kartami *Kanban*. Pierwszy audyt odbył się 28 kwietnia 2023 roku. Zaobserwowano dużą skuteczność wymienionych czynności, ponieważ po wprowadzeniu rozwiązania nie zgubiła się żadna karta *Kanban*, ponadto laminacja dała kartom dużą wytrzymałość oraz zwiększyła ich estetykę. Karty po laminacji nie reagują z wodą i z olejami lub środkami chemicznymi. Miesiąc później wykonano kolejny audyt, aby potwierdzić skuteczność dokonanych zmian. Następny audyt odbył się 31 lipca 2023 roku. Cykl będzie powtarzany co trzy miesiące, ponieważ wprowadzone zmiany przyniosły oczekiwany efekt i nie wymagają dodatkowych zmian w postaci zatrudnienia nowego pracownika.

Faza CHECK − w tym etapie omawiane są wyniki z fazy *DO*, w razie potrzeby następuje ich udoskonalanie tak, aby zwiększyć skuteczność wprowadzonych zmian. Aby upewnić się co do skuteczności, wykonano trzy audyty (dwa planowane i jeden testowy). Następnie audyty będą powtarzane co cztery miesiące. Pierwszy audyt po wprowadzeniu zmian przyniósł oczekiwane wyniki: zagubiła się tylko jedna karta, proces się ustabilizował, lecz ma małe błędy mieszczące się w granicach tolerancji. Jedną kartę trzeba było wydrukować i zalaminować. Wyniki audytu testowego okazały się zadowalające, ponieważ wszystkie karty były na stanie. Dowodzi to dużej skuteczności wprowadzonych przeobrażeń.

Faza ACT – w tej fazie monitoruje się oraz dokumentuje postępy związane z konkretnym problemem. W badanym przedsiębiorstwie faza *ACT* jest przedstawiana przed zarządem oraz kierownikami działów produkcyjnych. Podczas niej omawia się wyniki, zyski oraz czas potrzebny na udoskonalenie lub rozwiązanie jakiegoś problemu.

4.5. Skuteczność poprawy procesu

Przed poprawami

Po audycie wyliczono, że zniknęło 11 kart z 70, czyli proces był o 16% za mało efektywny od założonych celów (100%) i wynosił 84%.

Po poprawach

Po trzech audytach (dwóch planowanych i jednym testowym) zaobserwowano, że wdrożone naprawy systemu ustabilizowały proces, ponadto w trakcie pierwszego audytu po wprowadzeniu zmian zostało przeprowadzone szkolenie pracowników z transportowania i składowania kart *Kanban*. Następnie opracowano instrukcję, aby każdy pracownik wiedział, jak od momentu wprowadzenia zmian obsługiwać system *Kanban*. Umieszczono w niej ilustracje oraz polecenia wskazujące pracownikowi sposób posługiwania się całym systemem *Kanban* obowiązującym w zakładzie pracy tak, aby uniknąć problemu, który pojawił się na samym początku. Instrukcja została zatwierdzona przez zarząd zakładu pracy oraz kierownictwo działu produkcji, magazynu oraz maszyn CNC.

W dalszej części tekstu przedstawione zostały uzyskane wyniki podczas trzech audytów po wprowadzeniu zmian (dwóch planowanych oraz jednego testowego). Miesiąc po pierwszym audycie przeprowadzono audyt testowy, ponieważ brakowało jednej karty *Kanban*. Uzyskany wynik był następujący:

- kwiecień – 69 kart,
- maj – 70 kart,
- lipiec – 70 kart

(po pierwszym planowanym audycie przeprowadzono szkolenie pracowników). Dzięki temu można zaobserwować, że proces oscyluje blisko maksymalnej granicy (100%) i wynosi kolejno 98%, 100% oraz 100%, co daje łączny wynik 99,33%, a w zaokrągleniu uzyskujemy założony cel 100%.

4.6. Symulacja efektów finansowych

W dalszej części tekstu przedstawiono szacunkowe zyski z wprowadzonych zmian.

Tabela 1. Wizualizacja finansowa dla badanego przykładu

Koszt wykonania wszystkich sztuk	Cena całego zamówienia przygotowanego do wysyłki	Cena odkówki na całe zamówienie	Cena transportu
1 640,00 zł	19 250,00 zł	4 301,00 zł	1 250,00 zł
Jednorazowy zysk przedsiębiorstwa wygenerowany z poszczególnego zamówienia			
–	12 098,60 zł	–	–
Roczny zysk przedsiębiorstwa wygenerowany z całego zamówienia			
–	72 600,00 zł	–	–

Źródło: opracowanie własne.

- Podczas kwietniowego audytu stwierdzono brak 11 kart tego samego produktu o numerze 9009978, jest to detal o nazwie NUT 66592MO, kod odkuwki to 9009978.

- Liczba odkuwek analizowanego detalu przypisana jednej karcie *Kanban* to 70 szt. Odpowiada to jednemu zapełnionemu pojemnikowi.
- W badanej sytuacji zabrakło 11 kart *Kanban* – to znaczy, że 770 szt. tego detalu nie zostałoby wykonanych: 11 x 70 = 770.
- Szacunkowy koszy wykonania jednej sztuki na maszynie wynosi 2,13 zł.
- 2,13 x 770 = 1640 zł – koszt produkcji całego zamówienia.
- Szacunkowy koszt gotowego wyrobu przygotowanego wysyłki to 25 zł.
- 25 x 770 = 19 250 zł – zysk ze sprzedaży wyrobów (bez uwzględnienia transportu, ceny odkuwki).

Zysk całkowity po odjęciu niezbędnych czynników (transportu oraz kosztów wyprodukowania detalu, oraz ceny za odkuwkę):

- Koszty kilograma odkuwek tego wyrobu wynosi 17 zł.
- Jedna odkuwka waży 334 g, więc na kilogram wchodzą 3 odkuwki.
- 334 g x 3 szt. = 1002 g, czyli w przybliżeniu 1 kg.
- 70 szt. odkuwek waży około 23 kg, a ich łączny koszt to 391 zł.
- 3 szt. (1 kg) x 23kg = 391 zł (69 szt.).
- 23 kg x 17 zł = 391.

Zysk wynikający z wykonania produkcji z kompletną liczbą kart kanbanowych:

- 391 zł x 11 kart *Kanban* = 4301 zł.
- cena za transport (250 km).
- Cena za kilometr ładowny wynosi 5 zł.
- 5 x 250 = 1250 zł.

Zysk dla firmy:

- 19 250 zł– 1600,40 zł – 1250 zł – 4 301 = 12 098,60 zł → zysk po odjęciu kosztów.

W przypadku braku reakcji na problem zakład byłby stratny około 12,1 tys. zł. W przypadku utraty klienta zakład produkcyjny w ciągu roku straciłby około 72,600 tys. zł. Ponieważ klient zamawia dany detal minimum 6 razy w roku w tych samych ilościach, błąd w systemie kanbanowym przyniósłby badanemu przedsiębiorstwu ogromną stratę.

5. Podsumowanie

Wdrożenie systemu *Kanban* w branży spawalniczej stanowi istotny element optymalizacji procesów produkcyjnych, przyczyniając się do poprawy efektywności operacyjnej, redukcji zapasów oraz zwiększenia elastyczności produkcji. Tego typu podejście umożliwia przedsiębiorstwom spawalniczym reagowanie na zmieniające się wymagania rynku, poprawę jakości produktów oraz obniżenie kosztów operacyjnych. Implementacja systemu *Kanban*, wspierana przez nowoczesne technologie informatyczne, takie jak systemy ERP, pozwala firmom na osiąganie przewagi konkurencyjnej, a także stwarza podstawy do dalszego rozwoju organizacji.

W analizowanym przypadku rezultaty uzyskane w wyniku optymalizacji procesu wskazują na konieczność szybkiej reakcji na występujące problemy. Nawet pozornie niewielkie zlecenie, które może zostać pominięte w wyniku błędu w zarządzaniu tablicą *Kanban*, może prowadzić do znaczących strat i kosztów, jakie poniosłaby firma, gdyby problem nie został zidentyfikowany i rozwiązany. Przeprowadzenie szczegółowej analizy przyczyn błędów w procesie jest kluczowe, ponieważ im więcej nieprawidłowości uda się wykryć, tym wyższa będzie efektywność procesu, a tym samym większe będą oszczędności.

Konieczne są również ciągłe doskonalenie procesów oraz ich systematyczna analiza, aby utrzymać je na wysokim poziomie. Regularne monitorowanie i optymalizacja systemu *Kanban* sprzyjają uzyskiwaniu długofalowych korzyści w postaci zwiększonej rentowności i konkurencyjności przedsiębiorstwa na rynku.

Bibliografia

Anderson, D. J. (2010). *Kanban: Successful evolutionary change for your technology business*. Blue Hole Press.

Gross, J. M., McInnis, K. R. (2023). *Kanban made simple: Demystifying and applying toyota's legendary manufacturing proces*. Lean Academy.

Hammarberg, M., Sunden, J. (2014). *Kanban in action*. Manning Publications.

Hammarberg, M., Sunden, J. (2021). *Kanban: A guide for managers and engineers*. Lean Publishing.

Koch, M., Janssen, H. (2007). *SAP: A business and technical introduction*. SAP Press.

Liker, J. K. (2004). *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. McGraw-Hill Education.

Lister, M. S. (2015). *Kanban: A simple guide to lean*. CreateSpace Independent Publishing Platform.

Monden, Y. (1993).*Toyota production system: An integrated approach to Just-In-Time*. Engineering & Management Press.

Ohno, T. (1988). *The Toyota production system: Beyond large-scale production*. Productivity Press.

Rother, M., Shook, J. (1999). *Learning to see: Value stream mapping to add value and eliminate muda*. Lean Enterprise Institute.

Rychlewski, P. (2022). *Mapowanie procesów biznesowych. Produkcja – usługi – HR*. Primlean.

Schaal, D. (2012). *Continuous improvement with PDCA*. Lean Enterprise Institute.

Womack, J. P., Jones, D. T. (1996). *Lean thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, Free Press.

The Use of the Kanban Method in Logistics of Production: A Case Study of the Welding Industry

Abstract

Object and purpose of the work: The aim of this article is to analyze the implementation of the *Kanban* system in the welding industry, identify the benefits of its implementation, and discuss best practices for optimizing this system in a welding company.

Materials and methods: The *Kanban* system is a tool for visualizing production processes and inventory, using Kanban boards, cards, and containers. Its main goals are: to reduce inventory, to eliminate waste, and to increase production flexibility. In the analyzed case, observation and the PDCA cycle were applied, focusing on tracking the path of *Kanban* cards from production to shipment. Risk points were identified where cards could be lost or damaged.

Results: The optimization process revealed that even a small oversight in managing *Kanban* cards could lead to significant financial losses. Early detection of errors helps to improve efficiency and generate savings. Continuous monitoring and improvement of the system are essential to maintaining high-quality processes and ensuring the company's competitiveness.

Conclusions: The implementation of the *Kanban* system in the welding industry leads to significant optimization of production processes, including reducing inventory, eliminating waste, and increasing production flexibility. This system allows for faster detection and elimination of errors in the process, which results in improved efficiency and cost savings. A key element of the effective functioning of the *Kanban* system is continuous monitoring and process improvement, which helps maintain high production quality and increase the company's competitiveness in the market. Regular identification of risk points, where problems may occur, allows for quicker response and prevention of potential financial losses.

Keywords: production logistics, *Kanban* system, welding industry

Maciej Niedźwiecki

Akademia Nauk Stosowanych Angelusa Silesiusa
e-mail: mniedzwiecki@ans.edu.pl

ORCID: 0009-0006-6097-6429

DOI: 10.71433/2025.87.1.06
JEL: J8

CZYNNIKI BEZPIECZNEJ PRACY W MAGAZYNACH

© 2025 Maciej Niedźwiecki
Praca opublikowana na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa 4.0 Międzynarodowe (CC BY 4.0).
Skrócona treść licencji na https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Cytuj jako: Niedźwiecki, M. (2025). Czynniki bezpiecznej pracy w magazynach. W: B. Detyna (red.), *Branża TSL. Strategie – trendy – perspektywy. Seria: Logistyka. Współczesne Wyzwania, t. 15* (s. 77–87). Wydawnictwo Naukowe Akademii Nauk Stosowanych Angelusa Silesiusa.

Streszczenie

Przedmiot i cel pracy: Cele rozdziału to jest identyfikacja i analiza wybranych zagrożeń, które stanowią potencjalne źródło wypadków przy pracy w szczególności w magazynach i centrach logistycznych, próba zrozumienia charakteru tych zagrożeń (w oparciu o rozróżnienie trzech czynników: ludzkiego, technicznego i organizacyjnego) oraz wskazanie sposobów przeciwdziałania tym zagrożeniom.

Materiały i metody: W rozdziale zastosowano obserwację uczestniczącą oraz analizę dokumentacji powypadkowej dotyczącej zdarzeń, do jakich doszło w latach 2021-2024 w dużej, ogólnopolskiej sieci magazynów. Na podstawie obserwacji i analizy zidentyfikowano szereg obszarów zagrożeń przyczyniających się do wypadków przy pracy i konfrontowano je z danymi Głównego Urzędu Statystycznego.

Wyniki: Według danych Głównego Urzędu Statystycznego zdecydowanie dominującym czynnikiem przyczyniającym się do wypadków przy pracy w magazynach jest tak zwany czynnik ludzki. Dane te są jednak zbyt uproszczone, przez co nie uwzględniają całego spektrum przyczyn poszczególnych wypadków przy pracy, w szczególności o charakterze organizacyjnym i technicznym. W efekcie zniekształcają obraz okoliczności i warunków, w jakich dochodzi do wypadków. Zdaniem autora czynnik o charakterze organizacyjnym ma znacznie większy udział w wypadkach, niż to wynika z danych Głównego Urzędu Statystycznego.

Wnioski: Potrzebne jest zbudowanie warunków do skrupulatnego badania poszczególnych wypadków przez zespoły powypadkowe tak, aby zespoły te mogły w sposób pełny i obiektywny klasyfikować przyczyny poszczególnych wypadków do jakich dochodzi w zakładach pracy.

Słowa kluczowe: wypadek, magazyny, przyczyny wypadków, zagrożenia

1. Wprowadzenie

Polska jest jednym z największych rynków magazynowych w Europie. W 2023 r. w naszym kraju było dostępnych ponad 30 mln m² powierzchni magazynowej, czyli mniej więcej tyle, ile zajmuje średniej wielkości miasto (Biuro prasowe CBRE, 2023). Według danych Głównego Urzędu Statystycznego w 2022 r. sekcja sklasyfikowana jako „transport i gospodarka magazynowa" należała do jednej z pięciu najbardziej wypadkowych sekcji. Wypadkom uległo w niej ponad 8% wszystkich poszkodowanych w wypadkach przy pracy. W ramach tego rodzaju działalności zostało poszkodowanych ponad 6 osób na 1000 pracujących. Dla porównania średnia ogółem dla wszystkich sekcji wynosi 4,7 (Główny Urząd Statystyczny, 2023). W związku z tym warto przyjrzeć się bezpieczeństwu pracy w magazynach oraz postawić pytanie, z jakimi zagrożeniami mają do czynienia pracownicy magazynów i jak tym zagrożeniom przeciwdziałać.

2. Cel pracy i metodyka badawcza

Cele pracy to identyfikacja i analiza wybranych zagrożeń, które mogą stanowić potencjalne źródło przyczyn wypadków przy pracy w magazynach i centrach logistycznych, oraz wskazanie sposobów przeciwdziałania im. Dobór został dokonany na podstawie obserwacji uczestniczącej oraz analizy dokumentacji powypadkowej, jakie w latach 2021-2024 prowadził autor artykułu w dużej, ogólnopolskiej sieci magazynów.

Zagrożenia zostaną uporządkowane według trzech typów czynników. Po pierwsze zostaną zidentyfikowane wybrane obszary zagrożeń, których źródłem są czynności wykonywane przez jednostkowych pracowników (tak zwane czynniki ludzkie). Następnie identyfikacji i analizie zostaną poddane wybrane zagrożenia mające swe źródło w sposobie organizowania systemu i procesów pracy (tak zwane czynniki organizacyjne) oraz w rozwiązaniach technicznych, stanie maszyn i urządzeń wykorzystywanych w magazynach, służących do transportu i magazynowania (tak zwane czynniki techniczne).

Z danych Głównego Urzędu Statystycznego wynika, że zdecydowanie dominującym (72%) czynnikiem przyczyniającym się do wypadków przy pracy w sekcji „transport i gospodarka magazynowa" jest tak zwany czynnik ludzki (w głównej mierze określony w danych jako „nieprawidłowe zachowanie się pracownika" i „niewłaściwe samowolne zachowanie się pracownika"), a pozostałe czynniki: techniczny („niewłaściwy stan czynnika materialnego" lub posługiwanie się nim) i organizacyjny („niewłaściwa organizacja pracy" i „niewłaściwa organizacja stanowiska pracy"), przyczyniają się do wypadków w nieporównywalnie mniejszym stopniu (odpowiednio 14% i 7%) (Główny Urząd Statystyczny, 2023).

Stosowane przez Główny Urząd Statystyczny określenia „nieprawidłowe zachowanie się pracownika", a szczególnie „niewłaściwe samowolne zachowanie się pracownika" sugerują, że wypadek został spowodowany z winy pracownika, a co za tym idzie – na nim spoczywa odpowiedzialność za zdarzenie (a nie na pracodawcy czy na kadrze kierowniczej). Ponieważ organizacja pracy oraz stan techniczny maszyn leżą w kompetencjach kierownictwa, wypadek spowodowany złą organizacją pracy lub złym stanem technicznym maszyn i urządzeń mógłby obciążyć pracodawcę lub kierownictwo zakładu pracy. Dlatego istotne jest, by po każdym wypadku przy pracy dokonać skrupulatnej analizy przyczyn i dotrzeć do źródła takiego postępowania. Może magazynier był nieodpowiednio przeszkolony? Może instruktaż stanowiskowy był zbyt powierzchowny? A może nadzór nad sposobem wykonywania pracy przez poszkodowanego magazyniera był niewystarczający? Jeśli tak, pojawiłaby się mocna przesłanka do postawienia tezy, że źródłowa przyczyna wypadku ma charakter organizacyjny, a nie tak zwany „ludzki".

3. Czynniki ludzkie

Z danych Głównego Urzędu Statystycznego wynika, że w 2022 r. w ramach wspomnianej już sekcji „transport i gospodarka magazynowa": a) ponad połowa wydarzeń powodujących urazy dotyczyła „zderzeń z/uderzeń w nieruchomy obiekt" oraz „obciążeń fizycznych lub psychicznych" (odpowiednio 38% i 21% poszkodowanych w wypadkach przy pracy według wydarzeń powodujących urazy); b) najczęstszymi czynnościami wykonywanymi przez poszkodowanego w chwili wypadku były „poruszanie się" i „transport ręczny" (Główny Urząd Statystyczny, 2023).

Co sprawia, że dochodzi do „nieprawidłowego zachowania się pracownika" i „uderzenia w nieruchomy obiekt"? Czy może jakiś element znalazł się w miejscu, w którym nie powinien się znaleźć? Jeśli tak, dlaczego tak się stało? Czy doszło do świadomego ignorowania przepisów, czy może nieprawidłowości były efektem niewiedzy spowodowanej brakiem szkolenia lub jego niskiej jakości? Jeśli przyczyną wypadku był brak wiedzy, to źródłowej przyczyny należałoby szukać znowu wśród czynników organizacyjnych, na przykład braku lub słabej jakości szkoleń lub braku nadzoru nad pracownikami.

Podobnie wygląda sytuacja ze wspomnianymi wyżej „obciążeniami fizycznymi lub psychicznymi" (21% poszkodowanych w wypadkach przy pracy według wydarzeń powodujących urazy, do jakich doszło w 2022 r. w ramach sekcji „transport i gospodarka materiałowa") (Główny Urząd Statystyczny, 2023). Jeśli pracownik podejmuje próbę transportu ręcznego w sposób niezgodny z zasadami ergonomii lub przepisami regulującymi transport ręczny i w efekcie ulega wypadkowi, to łatwo zinterpretować ten fakt jako „nieprawidłowe zachowanie się pracownika". Jednak taka interpretacja może zaciemnić pełen obraz przyczyn. Przyczyna może mieć charakter organizacyjny: może pracownik nie został odpowiednio przeszkolony z zakre-

su transportu ręcznego? Może do danej czynności powinny zostać oddelegowane przynajmniej dwie osoby? A może pracownik nie został wyposażony w odpowiednie oprzyrządowanie? Przyjrzyjmy się wybranym aspektom pracy w magazynie po to, aby zrozumieć, jakie zagrożenia mogą się z nimi wiązać.

Przeładowanie. Z przeprowadzonej przez autora artykułu analizy wypadków, do których doszło w latach 2021-2024 we wspomnianej sieci magazynów, wynika, że najwięcej wypadków zdarzyło się podczas wyjmowania towaru z półki. Zazwyczaj czynność ta związana jest z nagłym wysiłkiem fizycznym w trakcie wyjmowania, zwykle szarpnięciem, pociągnięciem lub podniesieniem. Jeśli towar jest magazynowany ciasno, jeden przy drugim, a składowane przedmioty stykają się ze sobą, to podczas wyjmowania pojawia się ryzyko zahaczenia o przedmiot znajdujący się obok, nad lub pod nim, co z kolei rodzi prawdopodobieństwo mimowolnego strącenia go z półki. Bezpośrednia styczność spoczywających obok siebie przedmiotów bierze się ze zbyt dużej ilości towaru względem powierzchni i przestrzeni magazynowej. Poniżej zostaną przedstawione skrótowe opisy wybranych wypadków:

1. Pracownik podejmuje próbę wyjęcia przedmiotu znajdującego się w opakowaniu kartonowym z półki zlokalizowanej na wysokości na ok. 1,5 m od podłogi. Pod tym opakowaniem znajduje się inne kartonowe opakowanie. Opakowanie dolne, w efekcie zahaczenia przez opakowanie górne, przesuwa się i spada na stopę pracownika.
2. Magazynier uzupełnia towar na półce regału znajdującej się na wysokości ok. 1,10 m od podłogi. Podczas próby przesunięcia ręką do wnętrza półki dwóch opakowań zbiorczych złożonych jeden na drugim górne opakowanie zahacza o opakowanie znajdujące się obok i spada na półkę regałową, przygniatając nadgarstek magazyniera.
3. Pracownik próbuje zebrać towary znajdujące się w kartonowym opakowaniu zbiorczym na półce na wysokości kolan. W tym celu przy półce zgina kolana i lekko pochyla się. W trakcie wyciągania opakowania pracownik ten nie widzi żadnych oznak jego uszkodzenia. Podczas wysuwania kartonowe opakowanie rozpada się, w efekcie czego towary wypadają i wyginają pracownikowi palce.

Zaprezentowane przykłady można interpretować jako wypadki spowodowane „nieprawidłowym zachowaniem się pracownika" i tak zostały sklasyfikowane przez zespoły powypadkowe na potrzeby statystyk Głównego Urzędu Statystycznego. Jednak po bliższym przyjrzeniu się można dojść do wniosku, że przyczyny tych wydarzeń tylko pozornie miały charakter „ludzki". W dużej mierze wynikały one z błędów w zarządzaniu magazynowaniem i przyczyniającej się do nich nadmiernej ilości towaru.

Opakowania tekturowe. Opakowania tekturowe są najpowszechniej stosowanym rodzajem opakowań zbiorczych. Z założenia są to wyroby jednorazowego użytku. Nierzadko jednak w magazynach praktykuje się przepakowywanie towaru i opakowania te, mimo że nominalnie są rozwiązaniem jednorazowym, pełnią swoją funkcję wielokrotnie. W ten sposób obniża się wytrzymałość opakowań zbiorczych. W trzecim spośród przytoczonych opisów wypadków do zdarzenia przyczyniło się

niskiej jakości, bo wielokrotnie używane, opakowanie tekturowe. Czyli za źródło zagrożenia należałoby uznać czynnik organizacyjny.

Zgłaszanie sytuacji niestandardowych. Istotną rolę w zapewnieniu bezpieczeństwa pracowników pełnią lub powinni pełnić sami magazynierzy. Pracownicy mają obowiązek zgłaszania wszelkich niestandardowych zdarzeń, na przykład uszkodzeń towaru lub regału czy potencjalnych wypadków, to znaczy zdarzeń, w których niewiele zabrakło, aby doszło do urazu, uszkodzenia maszyny lub urządzenia. Aby pracownicy byli skłonni zgłaszać tego typu zdarzenia, powinni mieć odpowiedni stopień motywacji. W praktyce jednak zbyt często obawiają się negatywnych konsekwencji związanych z sygnalizowaniem nieprawidłowości. Efektywny system motywacyjny (czyli ponownie mamy do czynienia z czynnikiem organizacyjnym) dotyczący zgłaszania nieprawidłowości jest jednym z bardziej skutecznych narzędzi umożliwiających przeciwdziałanie wypadkom.

Rola liderów. W zarządzaniu bezpieczeństwem pracy w magazynach szczególną rolę odgrywają liderzy zespołów, czyli pracownicy, którzy z jednej strony mają obowiązki magazynierów, a z drugiej pełnią funkcje kierownicze w stosunku do swojego zespołu. Spoczywa na nich odpowiedzialność za bieżący nadzór nad pracownikami, sposobem wykonywania przez nich czynności, na przykład wyjmowania towaru z półki, czy obowiązek egzekwowania przestrzegania przez pracowników przepisów i zasad bezpieczeństwa i higieny pracy, a w końcu zgłaszania kierownictwu niestandardowych sytuacji, uszkodzonych maszyn, w tym regałów i urządzeń.

4. Czynniki techniczne i organizacyjne

Zakres znaczeniowy pojęcia „czynniki organizacyjne" jest umowny i może obejmować organizację procesów pracy, organizację pomieszczeń, wyposażenia stanowiska roboczego, a także organizację systemu szkoleń pracowników, badań lekarskich, nadzoru czy uprawnień. Czynniki techniczne dotyczą rozwiązań technicznych oraz stanu maszyn i urządzeń.

W magazynach powszechnie stosowanym rozwiązaniem są regały. Na poziomie użytkowania (pomijając kwestie związane z projektem oraz ze sposobem ich zamontowania) podstawą zarządzania bezpieczeństwem regałów są ich okresowe przeglądy, poprawna eksploatacja, a w końcu dopasowanie pod względem ładowności i pojemności do składowanych elementów.

Ochrona regałów. Aby osiągnąć wskazane cele, regały powinny być poddawane okresowym przeglądom: a) bieżącym, realizowanym przez pracowników magazynu, których obowiązkiem jest zgłaszanie wszelkich niestandardowych sytuacji, w tym uszkodzeń; b) cotygodniowym, realizowanym przez kierownika magazynu lub osobę przez niego wyznaczoną; c) corocznym, eksperckim, realizowanym przez osobę mającą stosowne uprawnienia, najlepiej przez przedstawiciela producenta regału lub autoryzowany serwis.

Wszelkie ślady uszkodzeń regałów magazynowych (na przykład wygięte lub pęknięte wsporniki pionowe, belki poprzeczne w gniazdach regałowych, uszkodzone półki regałowe) najprawdopodobniej świadczą o uderzeniach przez wózek jezdniowy. Operator wózka jezdniowego, który spowodował lub zaobserwował uszkodzenie, powinien zgłosić je osobie przełożonej. Jeśli uszkodzenie dotyczy pionowych elementów nośnych może zostać naruszone bezpieczeństwo konstrukcji. W takim przypadku obiekt powinien zostać wyłączony z eksploatacji i skontrolowany przez pracowników producenta regału.

Przed uszkodzeniem regałów chronią, najczęściej metalowe, odbojniki, które stanowią podstawowy sposób zabezpieczenia tak słupa regałowego, jak i całej konstrukcji przed uszkodzeniem. Odbojniki powinny być zakotwione do podłoża i mieć kontrastową barwę – najczęściej żółtą lub pomarańczową – tak, aby mogły być łatwo identyfikowane przez operatorów wózków jezdniowych poruszających się po alejkach między regałami. Rozwiązaniem chroniącym towar są ograniczniki palet, których zadaniem jest blokowanie zbyt głębokiego ustawienia palety lub innych ładunków i wypchnięcia elementów znajdujących się z drugiej strony regału. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy „przy składowaniu materiałów należy (…) wywiesić czytelne informacje o dopuszczalnym obciążeniu podłóg, stropów i urządzeń przeznaczonych do składowania" (Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997). Każdy regał, antresola, półka powinny być wyposażone w informację o nośności udostępnioną w widocznym miejscu za pomocą tabliczki znamionowej.

Substancje chemiczne. Podstawą bezpiecznego magazynowania substancji chemicznych są szczelne, oryginalne opakowania i odpowiednia komunikacja na opakowaniach. Warunki, w jakich magazynowane są substancje chemiczne, powinny uwzględniać wszystkie właściwości określone w kartach charakterystyki danej substancji. Do uszkodzeń opakowań może dojść na przykład podczas transportu. Jeśli na półkach regałowych stwierdzono ślady substancji chemicznych, może to świadczyć nie tylko o uszkodzeniu opakowania, w którym substancja jest przechowywana, lecz także półki, na której to opakowanie jest składowane. Szczególnie jeśli jest ona wyrobem z materiału drewnopochodnego. Jeśli na półce widoczna jest plama, należy ocenić, czy opakowania substancji chemicznych lub mieszanin zostały uszkodzone, oraz czy półka nadaje się do dalszej eksploatacji.

Oznakowanie schodów. Zgodnie z przytoczonym rozporządzeniem „miejsca niebezpieczne na przejściach zagrażające potknięciem się, upadkiem lub uderzeniem powinny być pomalowane barwami bezpieczeństwa zgodnie z Polskimi Normami" (Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997). Do miejsc, które zagrażają potknięciem się, należy zaliczyć stopnie schodów, progi oraz wszelkie uszkodzenia nawierzchni (na przykład ubytki, nierówności). Szczególnie dotyczy to miejsc słabo oświetlonych. Wyzwaniem jest oznakowanie w sposób trwały, tak aby oznakowanie poziome, po którym się chodzi lub jeździ, nie ścierało

się nadmiernie i było zawsze widoczne. Często w takich miejscach bywa stosowana taśma. Jest to rozwiązanie najprostsze, ale najmniej efektywne, ponieważ taśmy szybko ulegają zdarciu. Bardziej trwałym rozwiązaniem bywa zastosowanie farby.

Antresole. Skrajne krawędzie antresol i podestów technologicznych powinny być zabezpieczone balustradą składającą się z: a) poręczy ochronnych umieszczonych na wysokości co najmniej 1,1 m; b) krawężników o wysokości co najmniej 0,15 m; c) poprzeczki (w połowie wysokości pomiędzy poręczą i krawężnikiem). Natomiast skrajne krawędzie regałów powinny być osłonięte siatką ochronną. Siatka ochronna ma uniemożliwiać ewentualne spadnięcie towaru lub innych przedmiotów z regału. Jeśli regał znajduje się na antresoli, ma chronić przed spadnięciem na niższy poziom. Także szyb w dźwignikach towarowych powinien być zabezpieczony siatką ochronną.

Drabiny. Nie każdy pracownik, stojąc na podłodze, jest w stanie sięgnąć po towar znajdujący się na najwyższej półce. Dlatego bywa, że magazynierzy, nie mając dostępu do drabin lub podestów, stają na półkach regału, żeby mieć możliwość włożenia lub wyjęcia towaru. Takie rozwiązanie może się jednak skończyć uszkodzeniem półki lub upadkiem. W miarę potrzeby pracownicy powinni mieć dostęp do podestów lub drabin. Powinno być ich tyle, aby pracownicy nie musieli pokonywać zbyt dużych odległości, aby je przynieść w potrzebne miejsce. Drabiny i podesty powinny być sprawne i wyposażone w kompletne stopki antypoślizgowe. Jeśli drabiny są stosowane na antresoli wyposażonej w podest typu kratownica, stopki drabin powinny być dostosowane do wielkości kratek.

Kontenery. W centrach logistycznych często stosowane są kontenery paletowe z tworzywa sztucznego zwane skrzynio-paletami. Służą one do transportowania wielkogabarytowych towarów. Dzięki sztaplowaniu, czyli układaniu ich w sposób warstwowy jeden na drugim, można maksymalnie wykorzystać przestrzeń magazynu. W celu zapewnienia stabilności sztaplowane kontenery powinny mieć sprawne wieka oraz garby sztaplujące. Popękane wieka kontenerów wykluczają spiętrzanie ich jeden na drugim i powinny być na bieżąco usuwane z eksploatacji.

Transportery rolkowe. W celu zwiększenia wydajności transportu wewnętrznego często stosowane są grawitacyjne lub napędzane systemy rolkowych przenośników magazynowych, za pomocą których transportowane są wystandaryzowane pojemniki (Galińska, 2016). Elementy transportowane za pomocą ślizgów rolkowych powinny być układane bezpiecznie w obrębie prowadnic. Podczas przemieszczania za pomocą transporterów rolkowych maksymalnie dwa puste kontenery mogą być ze sobą sztaplowane. W przeciwnym razie na łukach transporterów rolkowych powstanie ryzyko wypadnięcia kontenerów z prowadnic.

Ciągi komunikacyjne. Istotą funkcjonowania magazynów jest ciągłe przemieszczanie towarów (ręcznie lub za pomocą urządzeń mechanicznych, na przykład wspomnianych transporterów rolkowych, dźwignic, wózków jezdniowych bądź paletowych) i przemieszczanie się samych pracowników. Proces przemieszczania może sam w sobie stanowić źródło zagrożenia. Po pierwsze, pracownicy poruszający się

po ciągach komunikacyjnych są narażeni na ryzyko kolizji z elementem ruchomym. Aby transport wewnętrzny przebiegał w sposób bezpieczny, „pracodawca jest obowiązany zapewnić opracowanie zasad ruchu na drogach wewnątrzzakładowych, zgodnych z przepisami prawa o ruchu drogowym" (Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997). Oznacza to: a) wprowadzenie obowiązku noszenia kamizelek wysokiej widoczności; b) zapewnienie widoczności przez operatorów wózków jezdniowych; c) ograniczenie prędkości. Pracodawca ma obowiązek wyznaczenia ciągów komunikacyjnych dla pieszych i wózków oraz wprowadzenia wewnętrznych regulacji dotyczących ograniczenia prędkości. Oznakowanie poziomie może ulegać wytarciu, dlatego powinno być co jakiś czas odnawiane. Po drugie, wypadki mogą być spowodowane zbyt małą przestrzenią między poszczególnymi elementami znajdującymi się w magazynie (np. regałami, stosami) i zbyt wąskimi ciągami komunikacyjnymi. Aby uniknąć takiej sytuacji „drogi i przejścia powinny posiadać wymiary odpowiednie do liczby potencjalnych użytkowników oraz rodzajów i wielkości stosowanych urządzeń transportowych i przemieszczanych ładunków" (Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997). Oznacza to, że rozmieszczenie pasów wyznaczających ciągi komunikacyjne dla pieszych i pojazdów powinno uwzględniać niezbędną (bezpieczną) odległość między nimi. Jest to szczególnie istotne w strefie przyjęć i wydań, gdzie tymczasowo, najczęściej w określonych porach, gromadzone są palety lub kontenery z towarami. Alejki magazynowe oraz drogi ewakuacyjne i pozostałe ciągi komunikacyjne piesze powinny być drożne i nie mogą być zastawiane. Im mniejszą powierzchnię ma magazyn oraz im więcej towaru się w nim znajduje, tym większe prawdopodobieństwo zastawienia ciągów komunikacyjnych. Po trzecie, wszelkie uszkodzenia nawierzchni ciągów komunikacyjnych mogą powodować potknięcia pracowników, szczególnie przy słabym oświetleniu. Z kolei wszelkie wycieki lub zapylenia nawierzchni lub pyły to potencjalne przyczyny poślizgnięć. Cytowane rozporządzenie stanowi, że pracodawca jest nie tylko „obowiązany zapewnić na terenie zakładu pracy wykonane i oznakowane (…) drogi komunikacyjne i transportowe", ale także „utrzymywać je w stanie niestwarzającym zagrożeń dla użytkowników" (Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997).

Ochrona przeciwpożarowa. Częstą nieprawidłowością we wszelkiego rodzaju magazynach, zapleczach oraz innych pomieszczeniach służących do składowania towarów jest zastawianie dróg ewakuacyjnych, dostępu do wyjść ewakuacyjnych i sprzętu przeciwpożarowego. Dostęp do dróg, wyjść i sprzętu przeciwpożarowego jest regulowany prawnie. Na przykład szerokość poziomych dróg ewakuacyjnych powinna wynosić minimum 1,4 m. Reguluje to Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, które dopuszcza „zmniejszenie szerokości poziomej drogi ewakuacyjnej do 1,2 m, jeżeli jest ona przeznaczona do ewakuacji nie więcej niż 20 osób" (Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002). Z kolei inne rozporządzenie głosi, że „do gaśnic powinien być zapewniony

dostęp o szerokości co najmniej 1 m" (Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010). Istotne, aby zawsze była zapewniona możliwość otwarcia drzwi ewakuacyjnych. Jeśli są zamknięte na stałe, od wewnątrz powinien być udostępniony klucz. Służy temu proste rozwiązanie w postaci czerwonej skrzynki na klucz ewakuacyjny, która powinna się znajdować bezpośrednio przy wyjściu ewakuacyjnym.

Środki ochrony indywidualnej. W zależności od typu magazynu i typu magazynowanych towarów niezbędnymi środkami ochrony indywidualnej mogą być obuwie ochronne, hełmy ochronne czy kamizelki wysokiej widoczności (tam, gdzie używane są pojazdy). Obuwie ochronne powinno zapewniać ochronę (z podnoskami kompozytowymi chroniącymi przed urazami palców stóp), być dopasowane do indywidualnych warunków fizycznych użytkownika, a co za tym idzie – powinno być wygodne. W magazynach wyposażonych w regały wysokiego składowania w obszarze wysokiego składu bezwzględnie powinny być noszone hełmy ochronne, które minimalizują skutki ewentualnego spadnięcia przedmiotu z wysokości. Hełmy ochronne głowy powinny być noszone przez wszystkie osoby przebywające w strefie wysokiego składu (w tym magazynierów, operatorów wózków, kierownictwo, kontrolerów, dyspozytorów, gości). Powinny o tym przypominać stosowne piktogramy.

Składowanie towaru. Składowanie towaru na regałach powinno się odbywać zgodnie z zasadą: cięższy asortyment na dolnych poziomach, lżejszy na górnych. Towar powinien być tak składowany, aby nie wystawał poza regał, lecz całkowicie znajdował się w jego obrębie. Najczęstsze przyczyny wystawania towaru poza obrys regału to: a) niedostosowanie regału do towaru; b) niedbałość pracowników (często wynikająca z pośpiechu); c) niedostateczny nadzór kierownictwa. Niedostosowanie regału do rozmiarów towaru może skutkować spadnięciem elementu na podłogę lub stopę, szczególnie podczas wyjmowania towaru z półki. Jeśli nie ma innej możliwości, elementy ponadwymiarowe powinny być składowane na niższych kondygnacjach.

Stosy. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy reguluje sposób składowania w stosach. Układając stosy, należy zapewnić: a) ich stateczność; b) wysokość zależną od rodzaju, wymiarów materiałów oraz wytrzymałości opakowań; c) wiązanie między warstwami – dotyczy to wszelkiego ładunku, który jest transportowany za pomocą wózka jezdniowego i palet, np. beczek, towaru zawartego w mniejszych opakowaniach kartonowych (chodzi o to, żeby zachować stabilność przemieszczanego towaru); d) usytuowanie środka ciężkości stosów wewnątrz ich obrysu; e) na tyle dużą odległość między stosami, aby pracownik mógł bezpiecznie układać i transportować materiały. Ustawiając stosy w strefie przyjęć i wydań, należy unikać stawiania stosów na ciągach komunikacyjnych zarówno dla pieszych, jak i wózków jezdniowych. Trzeba też wziąć pod uwagę oznakowanie dróg ewakuacyjnych. Stosy powinny być tak stawiane, aby nie zasłaniały oznakowania ewakuacyjnego. Istotne, by wszystkie elementy tworzące stos były ustawione stabilnie. W tym celu powinny być związane za pomocą folii lub taśmy (Krzyśków, 2013). Także

beczki, na przykład zawierające oleje czy inne płyny, składowane na paletach na regałach wysokiego składowania powinny być zafoliowane, aby zapobiec ich spadnięciu z wysokości. Wspomniane rozporządzenie reguluje także sposób rozładunku stosów, który „powinien być prowadzony kolejno, począwszy od najwyższych warstw. Niedopuszczalne jest wyjmowanie materiałów ze środka stosów" (Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997).

5. Podsumowanie

Oficjalnie według statystyk spośród trzech rodzajów czynników wpływających na bezpieczeństwo w magazynach czynnikiem najczęściej przyczyniającym się do wypadków w magazynach jest czynnik ludzki, „skryty" w danych Głównego Urzędu Statystycznego pod określeniami „nieprawidłowe zachowanie się pracownika" czy „niewłaściwe samowolne zachowanie się pracownika". Należy jednak podkreślić, że zachowanie się jednostkowych pracowników w dużym stopniu jest determinowane przez czynniki organizacyjny i techniczny. Do błędów popełnianych przez jednostkowych pracowników często przyczyniają się błędy, zaniedbania i nieprawidłowości na poziomie organizacji pracy, organizacji pomieszczeń i stanowisk pracy oraz technicznego stanu maszyn, urządzeń i narzędzi. Skrupulatna analiza wypadków i zdarzeń potencjalnie wypadkowych umożliwia dotarcie do źródłowych przyczyn, które często mają charakter organizacyjny lub techniczny właśnie, a które nie są jawne w oficjalnych statystykach Głównego Urzędu Statystycznego. Ustalenie przyczyn źródłowych wymaga od zespołów powypadkowych dociekliwości i stawiania trudnych pytań. Są one niezbędne nie tylko w celu uzyskania pełnego obrazu przyczyn zdarzeń wypadkowych, ale także podejmowania odpowiedzialnych decyzji w zakresie zarządzania bezpieczeństwem w magazynie i profilaktycznego przeciwdziałania zdarzeniom wypadkowym. Szczególnej uwagi wymagają sytuacje niestandardowe. Wszelkie rozwiązania tymczasowe, „na chwilę", mają tendencję do wymykania się ustalonym w zakładzie procedurom mającym zapewnić bezpieczeństwo pracy. Najczęściej w takich właśnie okolicznościach dochodzi do wypadków. Dlatego najlepszym rozwiązaniem jest unikanie rozwiązań tymczasowych i ciągłe komunikowanie o podstawowych zasadach bezpieczeństwa skierowane zarówno do kadry kierowniczej, jak i pracowników, choćby w formie cyklicznych, krótkich spotkań z pracownikami. Tego typu spotkania, organizowane na przykład raz w miesiącu, mogą być wyśmienitą okazją do przyjrzenia się stosowanym praktykom, skorygowania ich w razie potrzeby i wdrożenia zasad bezpieczeństwa nie tylko o charakterze „ludzkim" („reaguj na nieprawidłowości"), lecz także technicznym („używaj tylko sprawnych narzędzi, urządzeń i maszyn") i organizacyjnym („organizuj pracę w sposób zapewniający bezpieczeństwo pracowników"). Opisane zasady bezpieczeństwa mają charakter uniwersalny. Dotyczą nie tylko miejsca i czasu pracy w magazynie. Mogą się przydać także w innych środowiskach pracy, w domu, a także miejscu publicznym.

Bibliografia

Biuro Prasowe CBRE. (2023). *Przestrzeń magazynowa urosła o 12 proc. w ciągu roku.* CBRE. Pobrano 30 czerwca 2024 z https://biuroprasowe.cbre.pl/273294-przestrzen-magazynowa-urosla-o-12-proc-w-ciagu-roku

Galińska, B. (2016). *Gospodarka magazynowa.* Difin.

Główny Urząd Statystyczny. (2023). *Informacje statystyczne. Wypadki przy pracy w 2022 r.* Główny Urząd Statystyczny. Pobrano 28 czerwca 2024 z https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rynek-pracy/warunki-pracy-wypadki-przy-pracy/wypadki-przy-pracy-w-2022-roku,4,16.html

Krzyśków, B. (2013). Podstawowe zasady bhp w magazynach – stan prawny. *Bezpieczeństwo Pracy – Nauka i Praktyka,* (1), s. 4–6. https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-article-BPC1-0014-0010

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690)

Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz.U. 1997 nr 129 poz. 844)

Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz.U. 2010 nr 109 poz. 719)

Safe Work Factors in Warehouses

Abstract

Object and purpose of the work: The aim of the work is to identify and analyse selected hazards that are a potential source of accidents at work, particularly in warehouses and logistics centres, to try to understand the nature of these hazards (based on a distinction between three factors: human, technical and organizational) and to identify ways of counteracting these hazards.

Materials and methods: Participatory observation and analysis of post-accident documentation of incidents occurring between 2021 and 2024 in a large, nationwide warehouse chain. Based on the observation and analysis, a number of risk areas contributing to occupational accidents were identified and confronted with the data from the Statistics Poland (Główny Urząd Statystyczny).

Results: According to the Statistics Poland, by far the dominant factor contributing to accidents at work in warehouses is the so-called human factor. However, these data are over-simplified and thus do not take into account the whole spectrum of causes of individual accidents at work, especially of an organisational and technical nature. As a result, they distort the picture of the circumstances and conditions under which accidents occur. In the opinion of the author of the article, the factor of an organisational nature has a much larger share in accidents than is apparent from the data of the Statistics Poland.

Conclusions: What is needed is to create the conditions for a meticulous investigation of individual accidents by post-accident teams so that these teams can fully and objectively classify the causes of individual accidents occurring in workplaces.

Keywords: accident, warehouses, causes of accidents, risks

Joanna Nowicka

Akademia Nauk Stosowanych Angelusa Silesiusa
e-mail: jnowicka@ans.edu.pl

ORCID: 0000-0002-2826-6244

DOI: 10.71433/2025.87.1.07
JEL: M1

LOGISTYKA INFORMACJI NA PRZYKŁADZIE SALONÓW FRYZJERSKICH

© 2025 Joanna Nowicka
Praca opublikowana na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa 4.0 Międzynarodowe (CC BY 4.0).
Skrócona treść licencji na https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Cytuj jako: Nowicka, J. (2025). Logistyka informacji na przykładzie salonów fryzjerskich. W: B. Detyna (red.), *Branża TSL. Strategie – trendy – perspektywy. Seria: Logistyka. Współczesne Wyzwania, t. 15* (s. 88–110). Wydawnictwo Naukowe Akademii Nauk Stosowanych Angelusa Silesiusa.

Streszczenie

Przedmiot i cel pracy: Przedmiotem badań była identyfikacja, analiza i ocena obszarów zadaniowych logistyki informacji w działalności fryzjerskiej oraz rekomendacja ich usprawnień dla sprawnej realizacji usług.

Materiały i metody: W rozdziale wykorzystano krytyczną analizę literatury i przeprowadzono badania ankietowe.

Wyniki: Autorka zidentyfikowała główne obszary logistyki informacji i zaproponowała model skutecznego działania, m.in. wprowadzenie cyfrowych rozwiązań logistyki informacji, które usprawni m.in. zarządzanie terminami wizyt, zamówieniami produktów oraz komunikację z klientami, co oznacza lepszą organizację pracy salonów fryzjerskich.

Wnioski: We fryzjerstwie, charakteryzującym się sporą odpornością na zawirowania rynkowe, przy jednoczesnym stałym wzroście wymagań klientów, rozwijają się nowe modele biznesowe skutecznej, efektywnej i terminowej komunikacji informacji. Logistyka informacji jest nieodzownym elementem adaptacji branży fryzjerskiej do nowych technologii, ekologicznych wymagań i rosnących oczekiwań klientów. Jej rola będzie rosła wraz z rozwojem i zaawansowaniem technologicznym fryzjerstwa, wspierając płynność operacyjną i konkurencyjność salonów. Wprowadzenie nowoczesnych narzędzi logistyki informacji (np. platform CRM, aplikacji mobilnych) przyspieszy adaptację fryzjerów do wymagań transformacji cyfrowej, powodując wzrost efektywności ich pracy poprzez redukcję manualnego zarządzania procesami logistycznymi.

Słowa kluczowe: informacja, fryzjer, logistyka, przepływy informacji, komunikacja

1. Wprowadzenie

Logistyka informacji stanowi obszar logistyki, który szczególnie w XX i XXI wieku zyskał na popularności. Informacja przenika każdą aktywność gospodarczą i społeczną. Zmiany w zakładach fryzjerskich na przestrzeni lat odzwierciedlają zarówno ewolucję stylów i technik fryzjerskich, jak i przeobrażenia społeczne, technologiczne i kulturowe. Fryzjerstwo ewoluowało od prostej usługi do formy sztuki i wyrazu osobowości, jednocześnie adaptując się do potrzeb klientów i trendów globalnych. Fryzjerzy, pracując w dynamicznych warunkach, w których niekiedy każda minuta ma znaczenie, dzięki wsparciu ze strony m.in. nowoczesnych technologii cyfrowych i rozwiązań logistyki informacji, wykorzystującej narzędzia AI, 3D, mogą uprościć i zautomatyzować procesy wspierające realizację usługi fryzjerskiej, takie jak zarządzanie rezerwacjami, zamówieniami czy preferencjami klientów.

Firmy usługowe, będące z bliskich relacjach z klientami, wygrywają budowaniem relacji – nie tylko w trakcie świadczenia usług, ale także w okresie przed- i posprzedażowym. Informacja musi być sprawna, terminowa i rzeczowa. Marta Robak, mistrzyni świata i trzykrotna mistrzyni Europy we fryzjerstwie artystycznym, wskazała, że nowoczesne technologie, takie jak rozszerzona rzeczywistość AR i sztuczna inteligencja, rewolucjonizują branżę. AR umożliwia wizualizację fryzur, a AI wspiera personalizację usług, proces analizy skóry głowy i włosy, a także rekomendację produktów. Zawód fryzjera będzie ewoluował, wspierany przez rozwój technologii, ale nie zostanie zastąpiony przez technologię dzięki artystycznemu i indywidualnemu podejściu. Fryzjerzy muszą być biegli w obsłudze technologii, systemów rezerwacji online i social mediów, ponieważ rośnie popularność rezerwacji przez aplikacje, ekologicznych salonów i usług na żądanie (np. wizyty domowe) (Robak, 2024).

Tradycyjnie zagadnienia logistyczne przypisywane były przedsiębiorstwom z branży TSL, jednak powszechność zadań logistycznych i ich usługowy charakter powodują, że autorka analizuje i dostrzega zależności i narzędzia typowe dla logistyki w branżach z nią niezwiązanych. Dodatkowo wraz z rozwojem technologii informacyjnej, social mediów, systemów zamawiania wizyt, systemów płatniczych logistyka informacji stała się niezbędnym narzędziem w przedsiębiorstwach usługowych. Chociaż badania naukowe dotyczące technik i rozwiązań logistyki informacji są szeroko stosowane w sektorach, takich jak handel, przemysł czy transport, branża usługowa, a tym bardziej fryzjerstwo, stanowi lukę badawczą.

Jak wskazuje R. Sasi (2003), zarządzanie logistyką jest kręgosłupem każdego biznesu, ponieważ dzięki niemu cały łańcuch dostaw działa wydajnie, a ulepszone procesy zarządzania logistyką organizacji przekładają się na jej zwiększoną produktywność operacyjną i wydajność.

2. Cel pracy i metodyka badawcza

Metody badawcze zastosowane w artykule stanowią krytyczna analiza literatury i badania empiryczne: ankiety badawcze przeprowadzono wśród 23 fryzjerów w okresie listopad–grudzień 2024. Badania pilotażowe miały na celu weryfikację i zasadność zastosowanego narzędzia, które będzie użyte w badanych właściwych. Ze względu na wielkość próby i rozległość rynku zostaną one przeprowadzone w dalszej kolejności.

Autorka zadała następujące pytania badawcze: Jakie wyzwania i możliwości występują w zakresie logistyki informacji w salonie fryzjerskim? Jakie obszary przepływów informacji można zoptymalizować w celu poprawy ich efektywności operacyjnej oraz jakości obsługi klienta? Problem badawczy dotyczy błędów powstających w przepływach informacji, kosztujących przedsiębiorstwa usługowe, jakimi są salony fryzjerskie, nie tylko utratę wizerunku, ale także obecnych i przyszłych klientów. Celem badania była analiza, ocena i opracowanie rekomendacji w zakresie logistyki informacji w salonie fryzjerskim, służących lepszemu wykorzystaniu posiadanych zasobów i wzrostu jego sprawności operacyjnej.

W niniejszym rozdziale autorka najpierw przeprowadziła analizę teoretyczną logistyki informacji w sektorze usług, potem scharakteryzowała model biznesowy współczesnego fryzjerstwa, rolę i znaczenie przepływów materiałowych i informacyjnych oraz zadania logistyczne, a następnie zaprezentowała wyniki pilotażowych badań ankietowych wśród właścicieli salonów fryzjerskich, które dotyczyły obszarów zadaniowych logistyki informacji.

3. Logistyka informacji w usługach

Logistyka, będąc filozofią zarządzania, obejmuje podejście systemowe, którego celem jest optymalizacja przepływów zasobów – surowców, produktów, informacji czy nawet ludzi – w całym łańcuchu dostaw. W tym ujęciu logistyka znajduje zastosowanie w niemal każdym sektorze gospodarki: od przemysłu, przez handel, aż po usługi, zapewniając płynność operacyjną oraz poprawiając efektywność kosztową. Natomiast postrzegając ją jako funkcję organizacyjną lub specjalistyczny obszar działania, należy stwierdzić, że jej zadania koncentrują się na konkretnych operacjach, takich jak: transport i dystrybucja, gospodarka magazynowa, planowanie produkcji czy zarządzanie łańcuchem dostaw. Organizacje branżowe i naukowcy prezentują dualność podejścia, na przykład według CSCMP (Council of Supply Chain Managment Professionals) „logistyka to proces planowania, wdrażania i kontrolowania procedur wydajnego i skutecznego transportu i przechowywania towarów, w tym usług oraz powiązanych informacji, z punktu wydania do punktu konsumpcji w celu spełnienia wymagań klienta" (Vitasek, b.d., s. 116). Zarządzanie logistyczne według S. Krawczyka jest działalnością kreującą całościową koncepcję przedsięwzięć logistycznych,

uwzględniającą ich przebieg zarówno w przedsiębiorstwie, jak i u partnerów, oraz koordynację realizacji (w szerokim znaczeniu) tej koncepcji przez odpowiednie podporządkowane jednostki organizacyjnej z wykorzystaniem właściwych instrumentów kierowania i kontroli (Krawczyk 2001, s. 166) (za: Krawczyk, 2011).

To dwojakie spojrzenie na logistykę – zarówno jako metodę zarządzania, jak i specjalistyczny obszar zadań − odzwierciedla jej kluczową rolę we współczesnej gospodarce, w której optymalizacja procesów i koordynacja działań mają podstawowe znaczenie dla konkurencyjności przedsiębiorstw.

Logistyka zajmuje się efektywnym przepływem materiałów, towarów, a także informacji. W literaturze przedmiotu logistyka informacji definiowana jest w następujący sposób:

- Według R.H. Ballou to „proces planowania, wdrażania i kontrolowania przepływu informacji niezbędnej do efektywnego przepływu towarów, usług i związanych z nimi zasobów od punktu pochodzenia do punktu konsumpcji" (Ballou, 2024, s. 3).
- E.M. Knod Jr. i R.J. Schonberger wskazują, że logistyka „polega na zorganizowaniu procesu komunikacji w sposób, który wspiera przepływ towarów, zasobów i działań w łańcuchu dostaw, zapewniając niezbędną przejrzystość i dostępność danych" (Knod i Schonberger, 2001, s. 23).

Obie definicje wskazują na konieczność efektywnego zarządzania przepływem danych w kontekście operacji związanych z przepływem towarów i zasobów. Jak wskazują D. Weiland i P. Wierzbowski, pojęcie logistyki informacji jest stosunkowo nowe, a co za tym idzie, nie zostało jeszcze jednoznacznie zdefiniowane w literaturze z zakresu logistyki, ekonomii czy zarządzania. Mówienie o logistyce informacji nie zakłada powstawania „nowej logistyki" czy nowego jej typu, jednak charakteryzuje logistykę pod względem przedmiotu działań logistycznych (Weiland i Wierzbowski, 2020, s. 13).

Najważniejszymi elementami logistyki informacji są dane i informacje. Analizując formę informacji, stwierdza się, że może mieć ona charakter niematerialny (np. elektroniczne zapisy) lub materialny (np. fizyczne nośniki informacji, takie jak dokumenty papierowe, nośniki danych). Wśród licznych definicji informacji warto przywołać ujęcie J.O. Hicksa, który definiuje informacje jako „dane przetworzone tak, aby miały znaczenie dla decydenta w konkretnej sytuacji decyzyjnej" (Hicks, 1993, s. 675). Aby informacja była wartościowa, powinna być użyteczna, poprawna merytorycznie, spójna, kompletna i dostępna.

Jak wskazuje M. Christopher, logistyka informacji koncentruje się na pozyskiwaniu, przetwarzaniu i dostarczaniu danych, które umożliwiają podejmowanie trafnych decyzji logistycznych (Christopher, 2016, s. 145). Do podstawowych funkcji logistyki informacji należy zaliczyć:

- gromadzenie danych,
- przechowywanie i zarządzanie informacją,
- przetwarzanie informacji,
- monitorowanie i kontrolę przepływu informacji.

Z punktu widzenia zadań logistycznych warto zwrócić uwagę na dwa różne, już wspomniane w rozdziale, lecz wobec siebie komplementarne typy informacji: materialną i niematerialną. Informacja materialna ma fizyczną formę nośników, podczas gdy niematerialna istnieje w formie danych cyfrowych, sygnałów lub przekazu ustnego. Rysunek 1 prezentuje podstawowe różnice pomiędzy zadaniami logistycznymi w przypadku wskazanych dwóch kategorii informacji.

Informacja materialna jest niezbędna w środowiskach, w których tradycyjne dokumenty odgrywają kluczową rolę (np. urzędach lub logistyce produktów fizycznych), zaś informacja niematerialna dotyczy sfery cyfrowej, umożliwiając szybsze, tańsze i bardziej efektywne zarządzanie danymi, co jest kluczowe dla współczesnych systemów i zadań logistycznych. Logistyka informacji dotyczy zatem efektywnego zarządzania, przepływu zarówno informacji cyfrowych, jak i fizycznych, tak aby zapewnić ich dostępność, bezpieczeństwo i użyteczność dla organizacji oraz jej interesariuszy. W każdym przypadku ważne są: bezpieczeństwo, kontrola i optymalizacja. Informacje materialne w postaci dokumentów i danych w formie fizycznej, takie jak faktury, dokumenty lub etykiety, jak również informacje w postaci elektronicznych zapisów mogą napotkać wskazane na rysunku 1 problemy.

Informacja niematerialna	**Informacja materialna**
▪ Pliki cyfrowe ▪ Dane z systemów komputerowych, np. ERP, CRM ▪ Komunikacja elektroniczna (e-mail, komunikatory) ▪ Informacje ustne ▪ Dane przechowywane w chmurze	▪ Dokumenty drukowane (faktury, umowy, certyfikaty) ▪ Nośniki danych (płyty CD, dyski twarde) ▪ Dane z systemów komputerowych, np. ERP, CRM ▪ Fizyczne materiały szkoleniowe, instrukcje, broszury
Problemy związane z informacją	
▪ Problemy z integracją systemów ▪ Niestarczająca automatyzacja ▪ Niska jakość danych ▪ Cyberzagrożenia	▪ Brak standaryzacji dokumentów ▪ Opóźnienia, zagubienia dokumentacji ▪ Błędy manualne ▪ Koszty przechowywania
Rozwiązania logistyki informacji – przykłady	
▪ Automatyzacja procesów ▪ Centralizacja danych ▪ Bezpieczeństwo danych ▪ Efektywna komunikacja ▪ Optymalizacja dostępności informacji	▪ Przechowywanie i archiwizacja ▪ Transport i dystrybucja ▪ Kontrola i zabezpieczenie dostępu ▪ Ochrona przed uszkodzeniami

Rys. 1. Cele logistyki informacji niematerialnej i materialnej

Źródło: opracowanie własne na podstawie (Iron Mountain, b.d.; Jasiński, 2012; s. 11; Liberties, 2021).

W przedsiębiorstwie usługowym przepływy materialne są zwykle mniejsze w porównaniu z przedsiębiorstwami produkcyjnymi, a kluczową rolę odgrywa przepływ informacji. Informacja jest zasobem i narzędziem zarządzania. Informacja to podstawowy zasób, pozwalający na sprawną komunikację z klientem, a także koordynację działań związanych z realizacją usługi, np. zrządzanie zasobami ludzkimi, harmonogramami pracy oraz procesami operacyjnymi. Sektor usług jest dwukrotnie większy od sektorów przemysłowego i produkcyjnego, stanowiąc 63,6% światowej gospodarki. Generuje obecnie więcej miejsc pracy (50% udziału w zatrudnieniu na całym świecie) (The World Counts, b.d.). W ciągu ostatniego stulecia sektor usług szybko się rozrósł i stał się największym sektorem gospodarki w większości rozwiniętych krajów, zaś jego ekspansja jest wynikiem wzrostu wiedzy, szybkiego rozwoju technologicznego i rozwoju szybkich narzędzi i infrastruktur komunikacyjnych, co nastąpiło w ostatnich dekadach (UE, Access2Markets, b.d.).

Według P. Kotlera (2003, s. 470), światowej sławy profesora marketingu, usługa to działanie lub korzyść, którą jedna strona może zaoferować drugiej. Nie prowadzi do przeniesienia jakichkolwiek praw własności, a jej realizacja może być powiązana z produktem fizycznym lub odbywać się niezależnie od niego. Usługa według S. Krawczyka (2009, s. 297-305), profesora nauk ekonomicznych specjalizującego się w logistyce, to „każda czynność zawierająca w sobie element niematerialności, która podlega na oddziaływaniu na klienta lub przedmiot bądź na nieruchomość, znajdujące się w jego posiadaniu, a która nie powoduje przeniesienia praw własności". Cechy odróżniające usługi od produktów to m.in.: niematerialność, nierozdzielność, różnorodności, nietrwałość i brak możliwości nabycia prawa własności.

Logistyka usług zdaniem B. Rzeczyńskiego (2001, s. 16) to w istocie specyficzna logistyka dystrybucji, ze świadczeniem pracy różnymi systemami infrastruktury kulturowej (intelektualnej, infrastrukturalnej, technologicznej, transportowej i in.), chociaż logistyka dystrybucji stosowana jest najpierw i przede wszystkim w sferze produkcji. Autor wskazuje, że dystrybucja zorientowana na usługi oznacza konieczność koordynacji wszystkich czynności niematerialnych, które muszą zostać przeprowadzone w celu wykonania usługi w sposób efektywny pod względem kosztów i zgodny z wymaganiami klienta. Logistyka w przedsiębiorstwie usługowym wspiera przede wszystkim proces sprzedaży wysoce zindywidualizowany, „uszyty" na pojedynczego klienta – podobnie jak i usługi.

W przedsiębiorstwie usługowym zasoby informacyjne są wysoce zróżnicowane, ponieważ każda usługa „szyta na klienta" jest inna. Jak wskazują S. Chopra i P. Meindl (2016, s. 201), efektywność w logistyce usług jest kluczowa dla budowania relacji z klientami i zwiększania ich satysfakcji – każdy etap procesu powinien być przejrzysty i zorientowany na potrzeby odbiorcy.

Cele logistyki informacji w przedsiębiorstwie usługowym to najczęściej:

- zapewnienie płynności przepływu informacji,
- wsparcie procesów decyzyjnych,
- redukcja kosztów operacyjnych,
- poprawa jakości obsługi klienta.

D. Waters przypomina, że dobra logistyka usług jest nieodzownym elementem zarządzania w nowoczesnych przedsiębiorstwach, ponieważ pozwala na integrację różnych funkcji operacyjnych z myślą o klientach (Waters i Sweeney, 2021, s. 43).

Logistyka informacji i usług to dwa różne, chociaż ściśle ze sobą powiązane obszary logistyki, co potwierdzają m.in. badania, które przeprowadzili W. Hołubowicz i K. Samp (2008), D. Weiland (2019), T. Ciszewski i J. Wojciechowski (2012). Współcześnie usługi są mocno zależne od przepływu informacji.

Podsumowując, należy stwierdzić, że efektywne zarządzanie informacją jest kluczowe dla świadczenia wysokiej jakości usług, a integracja systemów informacyjnych z procesami logistycznymi pozwala na lepszą koordynację działań i zwiększa konkurencyjność przedsiębiorstw. Efektywne zarządzanie informacją umożliwia optymalizację kosztów, podniesienie jakości usług oraz zwiększenie konkurencyjności na rynku.

4. Logistyka w salonie fryzjerskim

Fryzjer według „Słownika języka polskiego PWN" (PWN, 2024) to „osoba zajmująca się zawodowo pielęgnacją, strzyżeniem i czesaniem włosów". Chociaż w prawie polskim brak precyzyjnego zdefiniowania zawodu fryzjera czy zakładu fryzjerskiego, to analizując Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 17 lutego 2004 r. w sprawie szczegółowych wymagań sanitarnych, jakim powinny odpowiadać zakłady fryzjerskie, kosmetyczne, tatuażu i odnowy biologicznej (Dz.U. 2004.31.273), zakład fryzjerski można zdefiniować jako zakład świadczący usługi w zakresie regeneracji, pielęgnacji i upiększania włosów oraz wyrobu peruk (SIP Lex, 2024). Fryzjer to zawód z grupy zawodów usługowych. Technik usług fryzjerskich według polskiego systemu kwalifikacji zawodowej obejmuje dwie kwalifikacje: FKR.01 – wykonywanie usług fryzjerskich, oraz kwalifikację FKR.03 – projektowanie i wykonywanie fryzur (ZSTW, 2024). Tytuł czeladnika w zawodzie fryzjera jest tytułem zawodowym, który fryzjer otrzymuje po egzaminie zdanym w izbie rzemieślniczej, podczas gdy mistrz fryzjerstwa ma najwyższe kwalifikacje zawodowe w rzemiośle, które uzyskuje się po spełnieniu szeregu warunków i egzaminie zdanym również w izbie rzemieślniczej (Pydzińska, 2024).

Jak wskazuje D. Frąk (2007, s. 51-55), fryzjerstwo sięga początków historii człowieka. Sztuka fryzjerska i mistrzostwo fryzjerskie odzwierciedlały przeobrażenia zarówno stylów i technik fryzjerskich, jak i zmiany społeczne, technologiczne i kulturowe. Dopiero na przełomie XIX i XX wieku fryzjerstwo zaczęło się rozwijać jako osobna dziedzina, a zakłady stały się bardziej wyspecjalizowane, zmieniając się od miejsc z jednym fotelem i podstawowym wyposażeniem po autoryzowane salony z indywidualnym podejściem do klienta. Diagnostyka skóry głowy, symulacja fryzur w 3D, a także usługi robotyki w prostowaniu i stylizacji włosów pokazują, jak fryzjerstwo ewoluowało od prostej usługi do formy sztuki i wyrazu osobowości, jednocześnie adaptując się do potrzeb klientów i trendów globalnych. Model biznesowy

salonu fryzjerskiego funkcjonującego w XXI wieku zgodnie z metodą *Business Model Canvas* prezentuje tabela 1. Istota tego modelu to zrozumienie działalności, identyfikacja głównych obszarów i dostosowanie do potrzeb rynku i klientów.

Tabela 1. Model biznesowy dla zakładu/salonu fryzjerskiego

<table>
<tr>
<td rowspan="2">Kluczowi partnerzy
▪ Dostawcy kosmetyków
▪ Szkoły fryzjerskie
▪ Organizatorzy wydarzeń
▪ Firmy technologiczne
▪ (dostawcy systemów rezerwacji, oprogramowania do zarządzania salonem)</td>
<td>Kluczowe działania
▪ Świadczenie usług fryzjerskich
▪ Promocja
▪ Zarządzanie relacjami z klientem</td>
<td rowspan="2">Propozycja wartości
▪ Indywidualne podeście
▪ Komfortowa atmosfera
▪ Wysoka jakość produktów
▪ Profesjonalizm</td>
<td>Relacje z klientami
▪ Programy lojalnościowe
▪ Ankiety satysfakcji
▪ Personalizacja usług</td>
<td rowspan="2">Segmenty klientów
▪ Klienci indywidulani – osoby poszukujące usług fryzjerskich
▪ Firmy organizujące sesje zdjęciowe, pokazy mody
▪ Specjalni klienci (młode pary)</td>
</tr>
<tr>
<td>Kluczowe zasoby
▪ Wykfalifikowani fryzjerzy
▪ Wyposażenie salonów
▪ Estetyczne i funkcjonalne wnętrze salonu
▪ Reputacja salonu</td>
<td>Kanały dystrybucji
▪ Lokalizacja salonu
▪ Strona internetowa
▪ Aplikacje mobilne</td>
</tr>
<tr>
<td colspan="3">Struktura kosztów
▪ Koszty stałe (wynajem lokalu, wynagrodzenia, opłaty za media)
▪ Koszty zmienne (zakup kosmetyków, materiałów eksploatacyjnych)
▪ Marketing</td>
<td colspan="2">Strumienie przychodów
▪ Przychody z podstawowych usług fryzjerskich
▪ Sprzedaż produktów
▪ Stylizacja na specjalne okazje</td>
</tr>
</table>

Źródło: opracowanie własne na podstawie (Grzmykiewicz, 2024; Jaremków, b.d.; Rabij, 2024; Robak 2024).

Jak można zauważyć, analizując treść modelu Canvas, dla współczesnego salonu fryzjerskiego jedną z najważniejszych kwestii jest logistyka w obszarach: „relacje z klientami" i „kanały dystrybucji". Zakład fryzjerski jako model organizacyjny obejmuje zarządzanie przepływem zasobów, usług i informacji, a także wpływ na efektywność, satysfakcję klientów oraz rentowność firmy.

Logistyka w zakładzie fryzjerskim obejmuje m.in. takie aspekty, jak:

- zarządzanie zapasami,
- planowanie grafiku pracy,
- planowanie i zarządzanie przestrzenią,
- rezerwacje i zarządzanie czasem,
- zarządzanie odpadami,
- logistyka zaopatrzenia,

- zarządzanie sprzętem,
- higiena i standardy sanitarne,
- logistyczna obsługa klienta.

Zaopatrzenie i zarządzanie zapasami to obszar zadań obejmujący przede wszystkim zakupy produktów kosmetycznych i materiałów, takich jak środki do stylizacji, w odpowiednich ilościach i na czas. Z zapasami wiąże się ich magazynowanie, kontrola stanu magazynowego, organizowanie przestrzeni magazynowej, aby produkty były łatwo dostępne i nie ulegały przeterminowaniu. Planowanie usług i zarządzanie harmonogramem to zadanie logistyczne związane z umiejętnym zaplanowaniem i rezerwacją wizyt w salonie, zarządzaniem czasem pracy fryzjerów i unikaniem przestojów. Planowanie pracy fryzjerów powinno przebiegać w sposób uwzględniający liczbę klientów i dostępność zasobów. Zarządzanie przepływem klientów obejmuje zarówno organizację przestrzeni, jak i redukcję czasu oczekiwania na usługę. Efektywne rozmieszczenie stanowisk fryzjerskich i recepcji, zapewniające płynny ruch klientów i pracowników, jest niezwykle ważnym zadaniem. Ekologistyka obejmuje przede wszystkim kwestie związane ze zrównoważonym rozwojem i z ekologią, a zatem zakupy ekologicznych produktów i ograniczenie zużycia plastiku oraz zarządzanie odpadami i recykling materiałów, takich jak opakowania produktów kosmetycznych. Logistyczna obsługa klienta obejmuje w zakładzie fryzjerskim przede wszystkim logistykę informacji – przekazywanie klientom jasnych informacji o usługach, cenach i dostępnych terminach jest bowiem kluczowe dla sprawnego funkcjonowania zakładu fryzjerskiego. Logistyczna obsługa klienta polega także na podejmowaniu działań na rzecz indywidualizacji i personalizacji usług.

Według P. Kotlera (2003, s. 470) usługa lub produkt mogą być analizowane w układzie pięciu poziomów, które są oparte na aspiracjach: psychologicznych oczekiwaniach, emocjonalnych kojarzeniach i percepcyjnych aspiracjach konsumenta. Model pięciu poziomów w usługach fryzjerskich zaprezentowany w tabeli 2 pokazuje, w jaki sposób działania logistyczne wspierają rozwój usług na ich różnych poziomach.

Tabela 2. Zadania logistyczne w modelu pięciu poziomów usług fryzjerskich

Poziom	Usługa fryzjerska	Zadanie logistyczne
1	2	3
Usługa podstawowa	odnosi się do podstawowej potrzeby, którą salon fryzjerski ma zaspokoić ▪ strzyżenie włosów	▪ zapewnienie stałego zaopatrzenia w podstawowe narzędzia, np. nożyczki, maszynki, grzebienie, ▪ organizacja dostaw podstawowych kosmetyków, np. szamponów, odżywek, ▪ planowanie harmonogramów pracy fryzjerów, aby unikać opóźnień
Usługa ogólna	dotyczy zapewnienia standardowych działań wspierających usługi ▪ koloryzacja włosów	▪ regularne zaopatrzenie w farby do włosów w różnych odcieniach, środki ochrony przed zniszczeniem włosów, ▪ kontrola stanu magazynowego

1	2	3
Usługa oczekiwana	skupia się na działaniach logistycznych wspierających cechy i standardy oczekiwane przez klientów ▪ stylizacja fryzury	▪ organizacja dostaw specjalistycznych produktów, np. żeli, pianek, wosku, ▪ zapewnienie czystości i sprawności sprzętu do stylizacji, np. prostownic, lokówek, ▪ zarządzanie rezerwacjami wizyt, aby uniknąć opóźnień i chaosu w salonie
Usługa rozszerzona	pielęgnacja włosów, np. ▪ keratynowe prostowanie	▪ organizacja dostaw ekologicznych i ekskluzywnych kosmetyków, ▪ wprowadzenie sytemu powiadomień sms lub e-mail dla klientów o dostępności nowych usług, ▪ współpraca z zaufanymi dostawcami, którzy oferują produkty premium
Usługa potencjalna	kompleksowa analiza włosów i skóry głowy przy użyciu nowoczesnych technologii	▪ wprowadzenie systemu automatyzacji zamówień produktów na podstawie analizy zużycia i popularności usług, ▪ zakup i obsługa urządzeń diagnostycznych, np. analizatorów struktury włosa, ▪ wdrażanie zrównoważonych praktyk logistycznych, np. minimalizacji śladu węglowego, ▪ organizacja szkoleń dla pracowników w zakresie obsługi nowoczesnych urządzeń oraz produktów

Źródło: opracowanie własne na podstawie (Grzmykiewicz, 2024; Jaremków, b.d.; Rabij, 2024; Robak 2024).

W zakładzie fryzjerskim zadania logistyczne realizowane są prawidłowo, gdy spełnione są podstawowe warunki efektywności obejmujące m.in.:

- Płynność operacji, oznaczającą, że wszystkie procesy – od rezerwacji wizyty po realizację usług – przebiegają bez zakłóceń – klienci nie czekają w długich kolejkach, a fryzjerzy mają wystarczającą ilość czasu na każdy zabieg, nie występuje chaos w harmonogramie pracy, przejawiający się zbyt dużą liczbą klientów zapisanych w jednym czasie lub pominięciem rezerwacji, a także niewłaściwym przedzieleniem zadań personelowi, co prowadzi do opóźnień i konfliktów.
- Optymalne wykorzystanie i zarządzanie zapasami, oznaczające pełną dostępność zapasów w odpowiednich ilościach, bez ryzyka braków lub przeterminowania, a także składanie zamówień regularnie i na czas. Zbyt duże zapasy generują dodatkowe koszty, a niekiedy ryzyko przeterminowania, natomiast brak zapasów oznacza niemożność wykonania usługi.

7W (*7 Rights*) to najważniejsza zasada zarządzania logistyką, która mówi o zapewnieniu odpowiednich elementów we właściwym czasie i miejscu. W kontekście zakładu fryzjerskiego można przełożyć to na aspekty zaprezentowane w tabeli 3.

Tabela 3. Zasada 7W (7R) dla usług fryzjerskich

Właściwy/-a/-e	Opis
Produkt (*right product*)	dostarczanie klientom odpowiednich kosmetyków i produktów, które spełniają ich potrzeby, takich jak np. farby do włosów, szampony, odzywki, a także używanie wysokiej jakości narzędzi, takich jak nożyczki, prostownice czy suszarki
Ilość (*right quantity*)	unikanie braków w zaopatrzeniu produktów, takich jak kosmetyki czy narzędzia, nieprzesadzanie z ilością zapasów, aby uniknąć ich przeterminowania lub marnotrawstwa
Czas (*right time*)	terminowe uzupełnianie zapasów produktów przed ich wyczerpaniem, punktualne obsługiwanie klientów zgodne z harmonogramem wizyt
Miejsce (*right place*)	odpowiednie rozmieszczenie produktów w magazynie lub przy stanowiskach pracy, aby były one łatwo dostępne, lokalizacja zakładu fryzjerskiego w miejscu dogodnym dla klientów, np. blisko osiedli mieszkaniowych lub centrów handlowych
Jakość (*right quality*)	korzystanie z produktów i narzędzi o najwyższej jakości, które zapewniają bezpieczeństwo i skuteczność, a także utrzymanie wysokiej jakości usług fryzjerskich zgodnie z oczekiwaniami klientów
Cena (*right cost*)	oferowanie usług i produktów w konkurencyjnych i jednocześnie opłacalnych dla salonu cenach, a także minimalizowanie kosztów operacyjnych bez obniżania jakości (np. negocjowanie lepszych warunków z dostawcami)
Klient (*right customer*)	dostosowanie oferty do grupy docelowej klientów, ale także rozpoznawanie potrzeb klientów i oferowanie im spersonalizowanych usług, np. pielęgnacji specjalistycznej

Źródło: opracowanie własne na podstawie (Grzmykiewicz, 2024; Piorunkowska- Kokoszko, 2020).

Przestrzeganie zasad 7W przekłada się na usprawnienie logistyki, pozytywny wizerunek salonu fryzjerskiego, zachowanie płynności operacyjnej, optymalne wykorzystanie zasobów, długofalową lojalność klientów, satysfakcję klienta i poprawę wyników finansowych. Dbanie o jakość usług fryzjerskich, profesjonalizm personelu i efektywne zarządzanie zasobami wymaga skutecznej logistyki informacji. Odpowiednie wykorzystanie danych i systemów zarządzania nie tylko pozwala spełniać oczekiwania klientów, ale także zapobiegać stratom i zwiększać efektywność działania zakładu fryzjerskiego. Tabela 4 prezentuje kluczowe obszary logistyki informacji w salonie fryzjerskim.

Logistyka informacji w salonie fryzjerskim pełni funkcję pomocniczą wobec działalności podstawowej, jaką jest świadczenie usług w zakresie fryzjerstwa. Jej zadaniem jest zapewnienie płynności procesów poprzez odpowiednie zarządzanie zasobami, takimi jak materiały, narzędzia oraz personel. Dzięki sprawnej logistyce salon może efektywnie realizować usługi, minimalizując opóźnienia i dbając o zadowolenie klientów. Wiąże się to m.in. z utrzymaniem porządku, kontrolą zapasów oraz organizacją harmonogramu pracy, co pozwala na efektywne funkcjonowanie całego salonu.

Tabela 4. Obszary zadaniowe logistyki informacji w salonie fryzjerskim

Obszar	Przykładowe zadania
Zarządzanie terminami i rezerwacjami	▪ wykorzystanie systemów elektronicznych do umawiania wizyt, ▪ synchronizacja grafiku pracy zespołu fryzjerów, ▪ automatyczne przypomnienia dla klientów (sms, email)
Komunikacja z klientami	▪ informowanie klientów o dostępnych usługach, promocjach, nowościach, ▪ obsługa zapytań poprzez media społecznościowe, telefon, email, ▪ tworzenie bazy danych klientów w celu personalizacji usług
Zarządzanie dostawcami i zapasami	▪ monitorowanie zużycia produktów (farb, szamponów, kosmetyków), ▪ planowanie zamówień u dostawców na podstawie aktualnych potrzeb i prognoz, ▪ śledzenie dat ważności produktów kosmetycznych
Zarzadzanie informacją wewnętrzną	▪ organizacja szkoleń dla personelu i przepływ informacji o nowych trendach między pracownikami, ▪ tworzenie harmonogramów pracy i dzielnie się nimi w zespole, ▪ zarządzanie dokumentacją, pracownikami i procedurami
Zarzadzanie sytuacjami kryzysowymi	▪ szybka reakcja na zmiany w harmonogramie, np. odwołanie wizyty, ▪ informowanie klientów o awariach, opóźnieniach lub zamknięciach salonu, ▪ opracowanie procedur na wypadek braku kluczowych zasobów

Źródło: opracowanie własne.

W działalności usługowej skuteczna logistyka informacji to klucz do zadowolenia klienta, świadczenia wysokiej jakości usług oraz efektywnego działania zakładu fryzjerskiego poprzez optymalne wykorzystanie zasobów, płynność procesów i dobrze zorganizowany zespół. Niewłaściwa logistyka prowadzi natomiast do chaosu, strat finansowych, niezadowolenia klientów i pracowników, co negatywne oddziałuje na wizerunek salonu i jego konkurencyjność.

5. Wyniki badania ankietowego

Badanie ankietowe zostało przeprowadzone wśród 23 salonów fryzjerskich na terenie Dolnego Śląska, w okresie listopad-grudzień 2024, a jego celem były identyfikacja i ocena stosowanych rozwiązań technik logistyki informacji realizowanych w badanych salonach fryzjerskich. Badania pilotażowe miały na celu weryfikację i zasadność zastosowanego narzędzia, które będzie wykorzystane w badanych właściwych, które ze względu na wielkość sektora i rozdrobnienie rynku zostaną przeprowadzone w badaniach właściwych.

Ankieta skierowana była do pracowników, menedżerów i właścicieli salonów fryzjerskich, co pozwoliło na uzyskanie kompleksowego obrazu funkcjonowania logistyki informacji. W badaniu udział wzięło 23 pracowników lub właścicieli różnych salonów, w tym 22 kobiety i 1 mężczyzna. Każdy z badanych miał staż wynoszący minimum 5 lat pracy w zawodzie fryzjera, a salony fryzjerskie dobrane do badania

funkcjonowały na rynku minimum 4 lata. Ankieta zawierała 10 pytań merytorycznych zamkniętych (jednokrotnego lub wielokrotnego wyboru) i otwartych, które pozwalały na wyrażanie uwag i komentarzy respondentów. Ankieta została podzielona na kilka obszarów tematycznych, obejmujących:

- typ dominującej informacji,
- zarządzanie terminami i rezerwacjami,
- komunikację z klientami,
- zarządzanie dostawami i zapasami,
- promocję i marketing cyfrowy,
- zarządzanie kryzysowe,
- technologie wspierające przepływ informacji.

Pierwsze z pytań miało na celu identyfikację dominującego typu informacji. Analizując wskazania respondentów, można zauważyć, że w badanych salonach dominowała informacja tzw. materialna (rysunek 2).

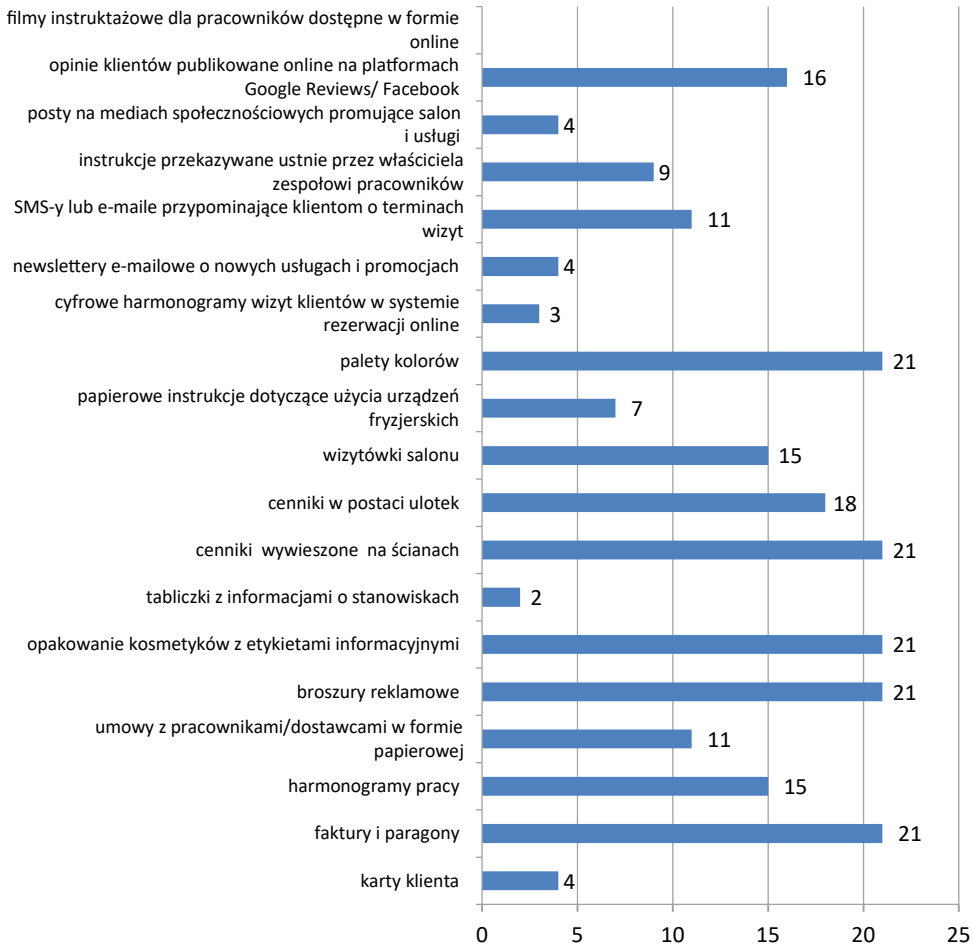
Pomimo jej trwałości fizycznej, szybkość reakcji i dynamika przepływów informacji niematerialnej są kluczowe. Informacja materialna (cenniki, wizytówki, kalendarz itp.) dominuje, a fryzjerzy nie wykorzystują efektywności i korzyści, jakie daje cyfryzacja. Logistyka informacji w badanych salonach fryzjerskich realizowana jest w sposób tradycyjny, zaś jeśli badani znają systemy, to w niewielkim stopniu je wykorzystują, wykazując zainteresowanie nimi w przyszłości.

W badaniu dokonano analizy częstotliwości wizyt klientów w salonie jako głównego warunku planowania usług i konstruowania harmonogramu pracy w salonie. Rozkład odpowiedzi respondentów prezentuje rysunek 3. Większość klientów odwiedza salon raz lub kilka razy w miesiącu. Pogramy lojalnościowe, rabaty i promocje pozwalają na utrzymanie stałej grupy klientów, a dla klientów korzystających z usług salonu rzadziej warto rozważyć akcje promocyjne.

Fryzjerzy zapytani o analizę danych historycznych każdego klienta wskazywali najczęściej, że robią to w sposób intuicyjny, nie stosując wyszukanych metod i technik (rysunek 4).

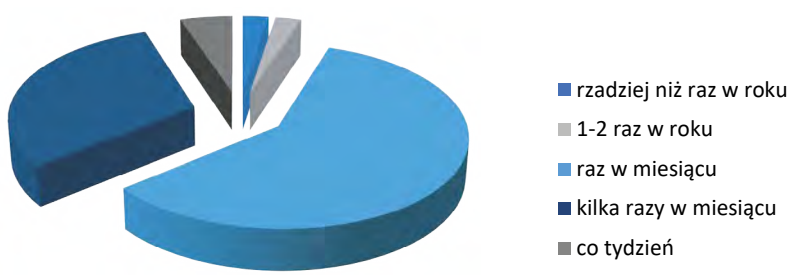
Prowadzenie analizy historycznej z obecnie dostępnymi narzędziami analitycznymi, niewymagającymi od użytkownika specjalnej wiedzy ze względu na ich intuicyjność, może nie tylko pomóc właścicielom salonów zaplanować działania, podnieść efektywność zarządzania harmonogramem, ale także dostarczyć dodatkowej wiedzy wynikającej z analizy danych. Do informacji o promocjach i nowych usługach respondenci najczęściej wykorzystują pocztę pantoflową, ale także SMS-y, media społecznościowe jako najefektywniejsze według badanych do tego celu źródła informacji (rysunek 5). W związku z tym warto ujednolicić działania promocyjne podejmowane w różnych kanałach informacyjnych.

Celem następnego pytania była ocena strategii zamawiania produktów w badanych salonach fryzjerskich. Analizując rozkład odpowiedzi, które prezentuje rysunek 6, można zauważyć brak dominującej strategii zarządzania zapasami i zamówieniami. W każdym uwzględnionym w badaniu salonie wybór zamawianych



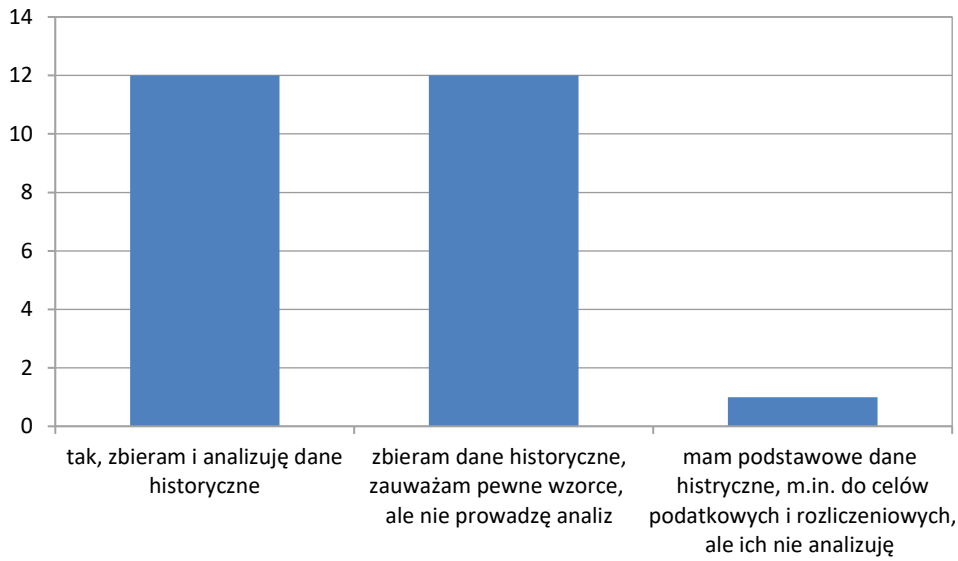
Rys. 2. Odpowiedzi respondentów na pytanie o źródła informacji w salonie – wybór wielokrotny

Źródło: opracowanie własne.



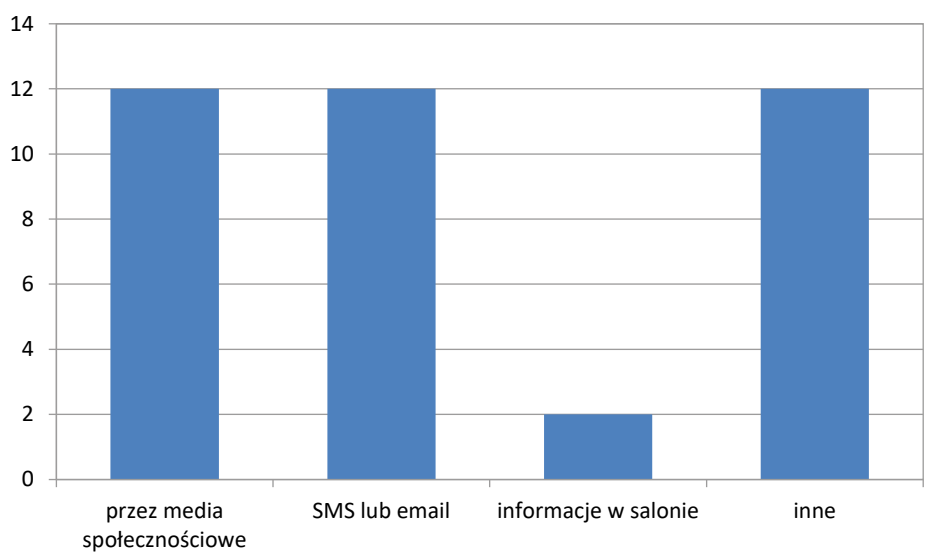
Rys. 3. Odpowiedzi respondentów na pytanie „Jaka jest największa grupa klientów ze względu na częstotliwość ich wizyt w salonie fryzjerskim?”

Źródło: opracowanie własne.



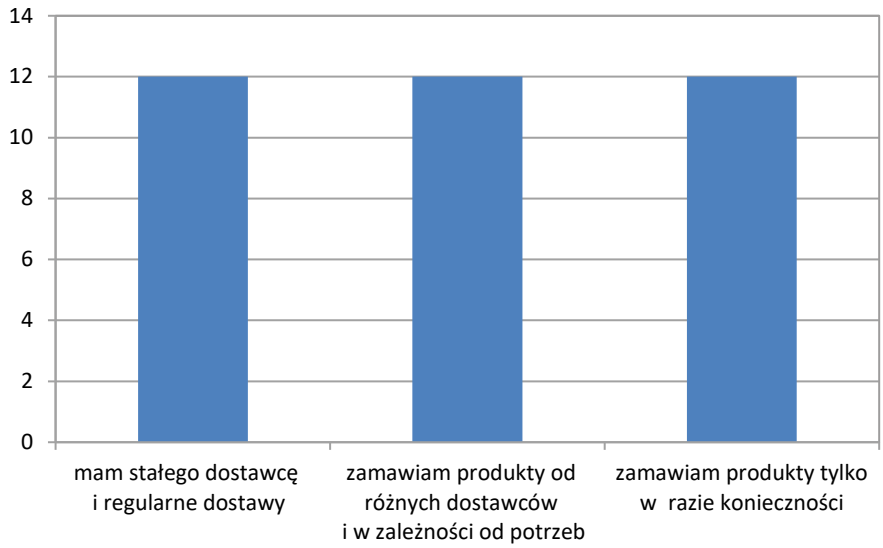
Rys. 4. Odpowiedzi respondentów na pytanie „Czy analizujesz i podejmujesz decyzje w oparciu o dane historyczne klientów?"

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 5. Odpowiedzi respondentów na pytanie „Jak informujesz klientów o dostępnych usługach i promocjach?"

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 6. Odpowiedzi respondentów na pytanie „Jak często współpracujesz z dostawcami produktów fryzjerskich?"

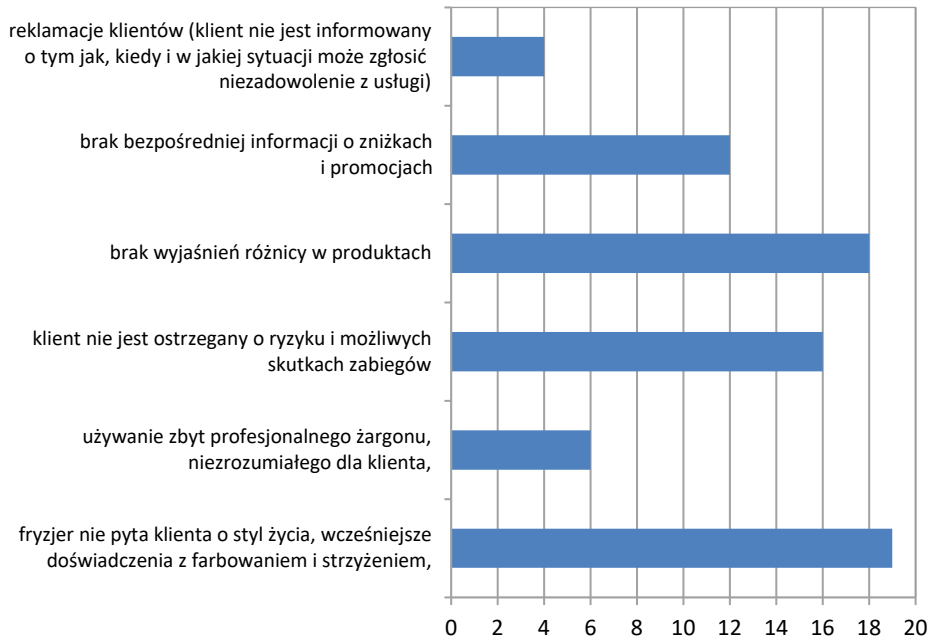
Źródło: opracowanie własne.

produktów odbywa się na podstawie ich największej częstotliwości zużycia, co wskazuje na świadomość w zarządzaniu zapasami, a w zakresie strategii badani wskazują na stałą i incydentalną „rezerwową"/„uzupełniającą" współpracę z dostawcami.

Analizując zaprezentowane na rysunku 7 odpowiedzi i wskazania respondentów dotyczące najczęstszych błędów w przepływach informacji, można zauważyć, że najczęściej fryzjerzy nie wyjaśniają różnicy między produktami, a także nie przeprowadzają pogłębionego wywiadu w klientami. Analiza danych dotyczących problemów w przepływach informacji pokazuje najczęstsze problemy w relacji między fryzjerem a klientem, co wskazuje na kluczowe obszary wymagające poprawy, takie jak brak konsultacji w klientem w celu pozyskania informacji o jego wcześniejszych doświadczeniach z fryzjerami lub informacji dotyczących produktów. Oba te obszary są kluczowe dla poprawy jakości obsługi.

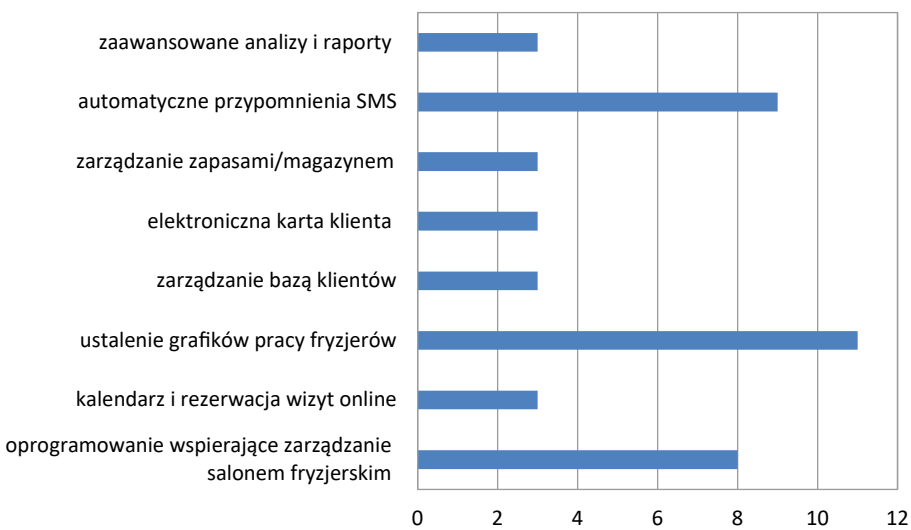
W ostatnim pytaniu ocenie respondentów poddano listę popularnych funkcjonalności narzędzi cyfrowych i aplikacji, które wspierają funkcjonowanie salonów fryzjerskich. Rysunek 8 prezentuje rozkład odpowiedzi ankietowanych.

Według badanych do podstawowych funkcjonalności, które są realizowane cyfrowo, należą: ustalanie grafików pracy fryzjerów, automatyczne przypomnienia SMS oraz zarządzanie salonem fryzjerskim. Inwestycja w bardziej zaawansowane technologie, takie jak zarządzanie bazą klientów czy analizy, mogą przynieść długoterminowe korzyści.



Rys. 7. Odpowiedzi respondentów na pytanie dotyczące najczęstszych błędów w przepływach informacji w salonie fryzjerskim

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 8. Odpowiedzi respondentów na pytanie „Jakich aplikacji, programów, platform cyfrowych, narzędzi używa salon fryzjerski/używają zatrudnieni fryzjerzy?”

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie przeprowadzonych badań można sformułowań następujące wnioski:

- w działalności usługowej badanych salonów fryzjerskich logistyka dostarcza rozwiązań optymalizacji działalności zakładu fryzjerskiego pod kątem planowania, organizacji i sposobu jego funkcjonowania,
- projektowanie usług fryzjerskich wiąże się z podjęciem decyzji o przepływach informacji, wykorzystaniu technologii i technik oraz doborze narzędzi cyfrowych w celu zwiększenia intensywności i efektywności działania, a logistyka informacji ma walory praktyczne do wykorzystania w kontaktach wewnętrznych (pomiędzy pracownikami) lub zewnętrznych (z klientami).

W oparciu o przeprowadzoną analizę autorka zaproponowała wprowadzenie następujących zasad logistyki informacji, które mają na celu zapewnienie płynności pracy i satysfakcji klientów:

- Używanie cyfrowych systemów rezerwacji pozwalających precyzyjnie planować czas wizyt i unikać nakładania się terminów.
- Potwierdzanie wizyt dobę wcześniej poprzez wysłanie SMS, wiadomości e-mail lub rozmowę telefoniczną, pozwalające zmniejszyć ryzyko nieobecności klienta.
- Ustalenie realistycznego czasu trwania usług, uwzględniając konsultację, przygotowanie stanowiska pracy i ewentualne opóźnienia klienta.
- Rezerwowanie kilku terminów na nagłe wizyty lub klientów, którzy chcą skorzystać z usług bez wcześniejszej rezerwacji.
- Ustalenie jasnej polityki odwołania terminów, np. zgłoszenie nieobecności później niż 24 godziny przed terminem skutkujące pełną opłatą za wizytę.
- Gromadzenie informacji o historii usług.
- Korzystanie z oprogramowania do zarządzania salonem, które integruje terminarze, historię usług i płatności w jednym miejscu, co redukuje błędy i oszczędza czas.

Logistyka informacji w salonach fryzjerskich ze względu na specyfikę świadczonych w nich usług wydaje się niezwykle istotna. Dobra informacja w przypadku zakładu fryzjerskiego musi być użyteczna, precyzyjna i dostarczona w odpowiednim czasie, kontekście i formie, aby wspierać proces podejmowania decyzji oraz realizację określonych celów. Informacja wpływa na jakość obsługi, satysfakcję klientów oraz efektywność zarządzania salonem. W branży fryzjerskiej jest ona ważna na każdym etapie świadczenia usługi i podczas interakcji z klientem, od zaplanowania wizyty po realizację usługi i budowanie długoterminowej relacji. Najczęściej informacja uznawana jest za dobrą, gdy spełnia warunki, takie jak: dokładność, aktualność, zrozumiałość, kompletność, przydatność. Logistyka nie jest działalnością jednorazową – wymaga analizy procesów, zaangażowania personelu i wsparcia technologicznego.

6. Podsumowanie

W XXI wieku to informacja stała się jednym z najważniejszych zasobów, kluczowych dla zarówno jednostek, jak i organizacji. Dzięki dynamicznemu rozwojowi technologii cyfrowych, globalizacji oraz społeczeństw opartych na wiedzy informacja stała się łatwo dostępna, a efektywne zarządzanie nią i jej wykorzystanie wymaga nowego podejścia, a niekiedy nowych umiejętności, takich jak krytyczne myślenie, kompetencje cyfrowe, zarządzanie informacją.

Nieodpowiednie zarządzanie logistyką powoduje potencjalne obszary problemowe. Co najważniejsze – oznacza niski poziom zadowolenia klienta, a jak wskazuje N. Leinbach (2020) z Retail Minden, zadowolony klient ciągle wraca. Tradycyjne obszary logistyki, takie jak magazynowanie i transport, uległy w ostatnich latach znaczącym przemianom i zostały wzbogacone o innowacje i nowe technologie, m.in. w zakresie zielonej logistyki, digitalizacji i automatyzacji. Logistyka informacji w ujęciu globalnym odgrywa kluczową rolę. Jak wskazuje Puls Biznesu (2024), w procesach logistycznych inwestycje w informatyzację, nowe technologie IT są fundamentem zwiększenia efektywności operacyjnej: „(…) dzisiaj AI coraz szerzej jest wykorzystywana przez małe przedsiębiorstwa, do automatyzacji zadań prognozowania rynkowych tendencji czy personalizacji oferty dla klientów. Dzięki zaawansowanym algorytmom organizacje mogą lepiej zrozumieć potrzeby swoich odbiorców, usprawniać operacje i przyspieszyć procesy decyzyjne, co jest nieocenionym elementem strategii rozwoju".

Logistyka informacji w branży fryzjerskiej to nowatorskie podejście, które wspiera rozwój tej branży poprzez poprawę zarządzania, cyfryzację procesów oraz personalizację usług. Badania w tym zakresie mogą przynieść rewolucyjną zmianę w sposobie, w jaki fryzjerzy zarządzają swoimi zasobami i relacjami z klientami, czyniąc ich usługi bardziej wydajnymi, zrównoważonymi i konkurencyjnymi. Zaawansowane systemy cyfrowe w salonach fryzjerskich mogą monitorować poziom zapasów i automatycznie zamawiać brakujące produkty, analizować dane zakupowe i tym samym optymalizować procesy dostaw i planowania zaopatrzenia. Także wzrost popularności usług „na żądanie" wymaga rozbudowanej logistyki wspierającej fryzjerów działających w systemie mobilnym.

M. Robak, mistrzyni fryzjerstwa, w 2024 roku wskazała, że technologia ma potencjał, by zrewolucjonizować branżę fryzjerską, oferując nowe możliwości i usprawniając istniejące procesy. W wielu salonach już są dostępne nowe technologie, np. rozszerzona rzeczywistość (AR), pozwalająca „przymierzyć" nową fryzurę, a także personalizacja za pomocą sztucznej inteligencji (AI), pomagająca w ułożeniu indywidualnych planów pielęgnacji dla klientów na podstawie typu włosów, stylu życia czy preferencji (Robak, 2024).

Logistyka informacji jest niezbędna do efektywnego funkcjonowania nowoczesnych salonów fryzjerskich. Odgrywa istotną rolę w zarządzaniu przepływem danych, wiedzy i komunikacją w tym sektorze. Ułatwia zarządzanie danymi, wspiera personalizację usług, automatyzuje procesy, umożliwia rozwój edukacji online fryzjerów

oraz promuje ekologiczne i etyczne podeście do biznesu. Dzięki niej branża fryzjerska może lepiej reagować na zmieniające się potrzeby klientów i dynamiczne trendy rynkowe.

W erze cyfrowej logistyka informacji rozwija się dynamicznie, stając się kluczowym elementem łączącym ludzi, dane i procesy. Postęp technologii cyfrowej i początek ery informacji sprawiły, że logistyka przeszła gruntowne zmiany. Opracowano systemy zarządzania magazynem i transportem, kody kreskowe oraz systemy identyfikacji za pomocą fal radiowych, a także system identyfikowalności i lokalizacji w czasie rzeczywistym (Mecalux, 2023).

Według firmy doradczej 3G prawidłowy przepływ informacji współcześnie jest integralną częścią obsługi klienta i pomaga zapewnić konsumentom staranne wykonane i szybkie usługi, zaś zarządzanie logistyką to koncepcja biznesowa (3G, 2022). Przy tym większość firm popełnia typowe błędy w krytycznych obszarach swojej działalności. Logistyka informacji to nauka obejmująca wdrażanie strategii opartych na technologii i cyfrowych narzędzi logistycznych w celu zapewnienia wydajnego przepływu i przechowywania informacji. Błędy w przepływach informacji mogą prowadzić do poważnych konsekwencji, zarówno finansowych i społecznych. Według badań wykonanych na Uniwersytecie Technicznym w Monachium wskaźnik błędów podczas kompletacji zamówień wynosi około 0,3% – chociaż ten odsetek wydaje się niewielki, skutki takich pomyłek mogą być poważne. Im później błąd ten zostanie wykryty, tym kosztuje on więcej. Jeśli zostanie zauważony dopiero przez klienta, może oznaczać zerwanie kontraktu czy utratę klienta (Trychomiak, 2014).

Przeprowadzona analiza logistyki informacji w zakładzie fryzjerskim może pomóc przedsiębiorcom w identyfikacji wąskich gardeł przepływów informacji, prowadząc do wzrostu efektywności salonów, np. lepszego zarządzania rezerwacjami lub zapasami. Można zidentyfikować obszary, w których technologia, np. system CRM czy rezerwacje online, może usprawnić działania. Zakład fryzjerski może być inspiracją dla pozostałych zakładów usługowych w usprawnianiu logistyki. Cyfryzacja „manualnego" zarządzania terminami, zamówieniami i zapasami, opartego na papierowym kalendarzu, oznacza wyższą jakość usług. Informacje o preferencjach klientów, historii usług oraz dostęp do odpowiednich produktów pozwalają na bardziej precyzyjne i satysfakcjonujące klientów świadczenie usług. Salony, które wdrażają nowoczesne systemy informatyczne, są postrzegane jako bardziej profesjonalne, co przyciąga nowych klientów.

Logistyka informacji jest nieodzownym elementem adaptacji branży fryzjerskiej do nowych technologii, ekologicznych wymagań i rosnących oczekiwań klientów. Bazując na raportach branżowych, można stwierdzić, że jej rola będzie rosła wraz z rozwojem technologicznym fryzjerstwa, wspierając płynność operacyjną i konkurencyjność salonów. Kolejnym krokiem badawczym związanym z realizacją badań właściwych prowadzonych na większej próbie respondentów będzie wykonanie badań nad zastosowaniem inteligentnych systemów do rekomendacji trendów fryzjerskich, zabiegów czy produktów dopasowanych do profilu klientów.

Bibliografia

3G. (2022). *7 common mistakes everyone makes in logistics management*. Pobrano 29 grudnia 2024 z https://go3g.com/blog/logistics-management/

Ballou, R. H. (2024). *Business logistics/supply chain management: Planning, organizing, and controlling the supply chain*. Upper Saddle River, N.J., Pearson/Prentice Hall.

Chopra, S., Meindl, P. (2016). *Supply chain management: Strategy, planning and operation*. Pearson Education Limited.

Christopher, M. (2016). *Logistics and supply chain management: Logistics & supply chain management* (5th edition). FT Publishing International.

Ciszewski, T., Wojciechowski, J. (2012). Logistyczne zastosowania systemów informacyjnych. *Logistyka* (3), 349–352.

Frąk. D. (2007). *Charakteryzowanie historii rzemiosła i sztuki fryzjerskiej*. *Poradnik dla ucznia*. Wydawnictwo Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy. https://zsm2krakow.pl/images/dokumenty/dydaktyka/f/fryzjer_514[01]_z2.02_u.pdf

Główny Inspektor Sanitarny. (2023). *Raport: Stan Sanitarny Kraju* 2023. Pobrano 29 grudnia 2024 z https://www.gov.pl/web/gis/raport-stan-sanitarny-kraju

Grzmykiewicz, M. (2024). *Wpływ zarządzania jakością na wizerunek salonów kosmetycznych, kosmetologicznych i fryzjerskich*. Pobrano 29 grudnia 2024 z https://www.kosmetologiaestetyczna.com/2024/wplyw-zarzadzania-jakoscia-na-wizerunek-salonow-kosmetycznych-kosmetologicznych-i-fryzjerskich

Hicks, J. O. (1993). *Management information systems: A user perspective* (3rd edition). West Publishing Minnerapolis, MN. Pobrano 29 grudnia 2024 z https://archive.org/details/managementinform0000hick

Hołubowicz, W., Samp K. (2008). *Informacja i informatyka w logistyce*. Polski Kongres Logistyczny Logistics Poznań. Pobrano 29 grudnia 2024 z https://www.logistyka.net.pl/images/articles/7688/Kongres2008-w3-ref-A-1.pdf

Iron Mountain. (b.d.). *Zarządzanie informacją w organizacji. Na czym polega?* Pobrano 29 grudnia 2024 z https://www.ironmountain.com/pl-pl/resources/blogs-and-articles/i/information-management-what-is-it Jaremków, M.(b.d.), *Badanie satysfakcji klientów sieci salonów fryzjerskich*. Pobrano 29 grudnia 2024 z https://www.statystyka.eu/zastosowania/badania-satysfakcji-klientow-statystyka/badanie-satysfakcji-klientow-sieci-salonow-fryzjerskich.php

Jasiński, K. P. (2012). Fazy procesu informacyjnego w zarządzaniu przedsiębiorstwem. *Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu*, (268). Pobrano 29 grudnia 2024 z https://www.dbc.wroc.pl/Content/30667/Jasinski_Fazy_Procesu_Informacyjnego_w_Zarzadzaniu_Przedsiebiorstwem_2012.pdf

Knod, E. M., Schonberger, R. J. (2001). *Operations management: Meeting customers'demands* (7th edition). McGraw-Hill Irwin.

Kotler, P. (2003). *Marketing*. Rebis.

Krawczyk, S. (2001). *Zarządzanie procesami logistycznymi*. PWE.

Krawczyk, S. (2009). Procesowe ujęcie usług logistycznych. Podejście procesowe w organizacjach. *Prace Naukowe Uniwersytetu Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, (52). Pobrano 29 grudnia 2024 z https://dbc.wroc.pl/Content/124695/Krawczyk_Procesowe_ujecie_uslug_logistycznych.pdf

Krawczyk, S. (red.). (2011). *Logistyka. Teoria i praktyka (t. 1).* Difin.

Leinbach, N. (2020). *5 ways poor logistics management can affect your business*. Pobrano 29 grudnia 2024 z https://retailminded.com/5-ways-poor-logistics-management-can-affect-your-business

Liberties. (2021). *Błędna informacja vs dezinformacja: definicje i przykłady*. Pobrano 29 grudnia 2024 z https://www.liberties.eu/pl/stories/bledna-informacja-vs-dezinformacja/43752

Mecalux. (2023). *Historia logistyki – kontekst, geneza i ewolucja.* Pobrano 29 grudnia 2024 z https://www.mecalux.pl/blog/historia-logistyki?

Piorunkowska-Kokoszko, J. (2020). Ocena jakości logistyki usług i jej egzemplifikacja. *Problemy Jakości,* (11). Pobrano 29 grudnia 2024 z https://sigma-not.pl/publikacja-129186-2020-11.html

Puls Biznesu. (2024). *Pięć sekretów logistyki wzrostu*. Pobrano 29 grudnia 2024 z https://www.pb.pl/piec-sekretow-logistyki-wzrostu-1211267

PWN. (2024). *Słownik języka polskiego*. Pobrano 29 grudnia 2024 z https://sjp.pwn.pl/sjp/fryzjer;2460273.html

Pydzińska, A. (2024). *Czeladnik/technik usług fryzjerskich/mistrz fryzjerstwa. Kto jaką władzę posiada?* Pobrano 29 grudnia 2024 z https://fryzjada.pl/czeladnik-technik-uslug-fryzjerskich-mistrz-fryzjerstwa-kto-jaka-wladze-posiada/

Rabij, M. (2024). *Polska fryzjerską potęgą. Na jeden zakład przypada 955 klientów, ale to nie powód do dumy.* Pobrano 29 grudnia 2024 z https://www.tygodnikpowszechny.pl/polska-fryzjerska-potega-na-jeden-zaklad-przypada-955-klientow-ale-nie-powod-do-dumy-187128

Robak, M. (2024). *Przyszłość branży fryzjerskiej*. Pobrano 29 grudnia 2024 z https://esteticapolska.pl/?p=24535

Rzeczyński, B. (2001). Logistyka usług: zarys obszarów współdziałania. *Logistyka*, (3), 16−18.

Sasi, R. (2023). *How poor logistics management can affect your business.* Pobrano 29 grudnia 2024 z https://www.zoho.com/creator/decode/how-poor-logistics-management-can-affect-your-business

Services. (2024). Pobrano 29 grudnia 2024 z https://www.statista.com/markets/406/services/

SIP Lex. (2024). *Szczegółowe wymagania sanitarne, jakim powinny odpowiadać zakłady fryzjerskie, kosmetyczne, tatuażu i odnowy biologicznej*. Pobrano 29 grudnia 2024 z https://sip.lex.pl/akty-prawne/dzu-dziennik-ustaw/szczegolowe-wymagania-sanitarne-jakim-powinny-odpowiadac-zaklady-17078976

The World Counts. (b.d.). *What is the service sector?.* Pobrano 29 grudnia 2024 z https://www.theworldcounts.com/economies/sectors/service-sector

Trychomiak, B. (2014). *Zła logistyka nie przynosi satysfakcji klientom, zła logistyka generuje wysokie koszty.* Pobrano 29 grudnia 2024 *z* https://www.logistyka.net.pl/aktualnosci/item/86112-zla-logistyka-nie-przynosi-satysfakcji-klientom-zla-logistyka-generuje-wysokie-koszty

UE, Access2Markets. (b.d.). *Services – statistics*. Pobrano 29 grudnia 2024 z https://trade.ec.europa.eu/access-to-markets/en/content/services-statistics

Vitasek, K. (b.d.). *SCM definitions and glossary of terms Definitions compiled*. Pobrano 29 grudnia 2024 z https://cscmp.org/CSCMP/cscmp/educate/scm_definitions_and_glossary_of_terms.aspx

Waters, D., Sweeney, E. (2021). *Global logistics: New directions in supply chain management*. Kogan Page.

Weiland, D. (2019). Logistyka informacji jako element wspierający innowacyjność w strategiach logistycznych produkcji i dystrybucji. *Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe UE w Katowicach*, (388), 45−58. Pobrano 29 grudnia 2024 z https://cejsh.icm.edu.pl/cejsh/element/bwmeta1.element.cejsh-4e9880e2-8fdb-4217-b5a2-a38ea15df8d5

Weiland, D., Wierzbowski, P. (2020). *Logistyka informacji w gospodarce 4.0*. Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.

ZSTW. (2024). *Charakterystyka zawodu − technik usług fryzjerskich.* Pobrano 29 grudnia 2024 z https://www.zstw.pl/node/214

Logistics of Information in Hairdressing Salons

Abstract

Object and purpose of the work: The object of the study was to identify, analyse and evaluate the task areas of logistics of information in the hairdressing business and recommendation of their improvements for efficient service delivery.

Materials and methods: Critical analysis of the literature, survey research.

Results: The author, as a result of the analysis and empirical research, identified the main areas of logistics of information, proposed a model for effective action, among the other things, the introduction of digital information logistics solutions will improve, among the other things, the management of appointments, product orders and communication with customers, which means better organisation of work of hairdressing salons.

Conclusions: In the hairdressing industry – characterised by a fair amount of resistance to market turbulence, while customer's demands continue to increase – new business models for effective, efficient and up to date information communication is developing. Information logistics is an indispensable part of the hairdressing industry's adaptation to new technologies, green requirements and growing customer's expectations. Its role, based on literature analysis and surveys, will grow as hairdressing develops and becomes more technologically advanced, supporting the operational fluency and competitiveness of salons. The introduction of modern information logistics tools (e.g. CRM platforms, mobile applications) will accelerate hairdressers' adaptation to the requirements of the digital transformation, resulting in an increase of the efficiency of their work by reducing manual management of logistical processes such as: appointments, orders, scheduling and resources.

Keywords: information, hairdresser, logistics, information flows, communication