

**Anna Kravets**

II rok Logistyka inżynierska

Wydział Ekonomii, Finansów i Zarządzania, Uniwersytet Szczeciński

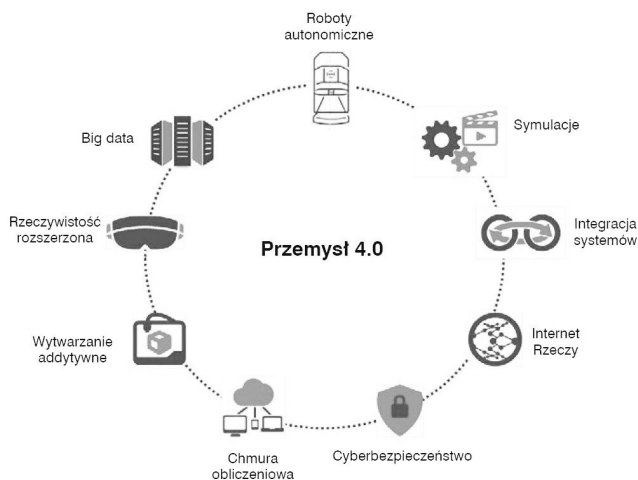
## **AUTOMATYZACJA PROCESÓW MAGAZYNOWANIA Z UWZGLĘDNIENIEM SPECYFIKI MAŁYCH I ŚREDNICH PRZEDSIĘBIORSTW Z BRANŻY SPOŻYWCZO-HURTOWEJ**

### **Wstęp**

W ostatnich latach zaobserwowano znaczący postęp w rozwoju systemów elektronicznego kodowania, automatyzacji oraz cyfryzacji w logistyce. Systemy kodowania elektronicznego, umożliwiają automatyczną identyfikację towarów za pomocą fal radiowych oraz wyspecjalizowanych czytników. Automatyczna identyfikacja towaru stanowi istotne narzędzie w optymalizacji procesów logistycznych, co podkreśla potrzebę zaprezentowania możliwości wdrożenia tych systemów w małych i średnich przedsiębiorstwach przy jednoczesnym uwzględnieniu ograniczeń finansowych i organizacyjnych. Automatyzacja w odniesieniu do procesów kompletacji, paletyzacji i depaletyzacji a także autonomizacji transportu wewnętrznego wydaje się być równie ważnym zagadnieniem umożliwiającym redukcję obowiązków personelu pracowniczego. Transformacja cyfrowa ma znaczenie wówczas, kiedy w przedsiębiorstwie znajduje się odpowiednia infrastruktura techniczna oraz informatyczna a przepływ informacji i materiału stanowi ważny aspekt realizacji procesów zachodzących w przedsiębiorstwie i wpływa na jego wyniki finansowe. Celem artykułu jest przeprowadzenie wstępnej analizy przydatności automatyzacji procesów magazynowania dla małych i średnich przedsiębiorstw z branży spożywczo hurtowej zlokalizowanej na wybrzeżu środkowym. W artykule wstępnie przeanalizowano zakres stosowania wybranych narzędzi przemysłu 4.0, które mogą w następnych etapach być wdrażane jako pochodna automatyzacji i robotyzacji dla przedsiębiorstw hurtowniczych i przynieść korzyści w realizacji procesów magazynowania dla małych i średnich przedsiębiorstw.

## 1. Automatyzacja procesów logistycznych

Nowoczesna gospodarka charakteryzuje się ścisłą integracją wszystkich rodzajów infrastruktury logistycznej, co jest typową cechą czwartej rewolucji przemysłowej. Główną zaletą występujących w przemyśle zmian jest zapewnienie wysokiego poziomu obsługi klienta ze względu na możliwości szybkiego dostosowania się do fluktuacji popytu<sup>1</sup>.



Rysunek 1. Elementy czwartej rewolucji przemysłowej

Źródło: Portal branżowy Automatyka B2B, <https://automatykab2b.pl/temat-miesiaca/47534-przemysl-4-0-technologie-przyszlosci> (dostęp 28.02.2024).

Gospodarka magazynowa przemysłu 4.0 dzięki automatyzacji oraz zdecentralizowanej kontroli procesów magazynowych będzie bardziej autonomiczna, to jednak nadzór nad procesami logistycznymi musi być zapewniany przez systemy informatyczne<sup>2</sup>.

Jednym z narzędzi decentralizacji procesów są technologie, które zapewniają efektywny przepływ informacji oraz integrację łańcucha dostaw poprzez takie systemy jak EPC (ang. *Electronic Product Code*). System wykorzystuje fale

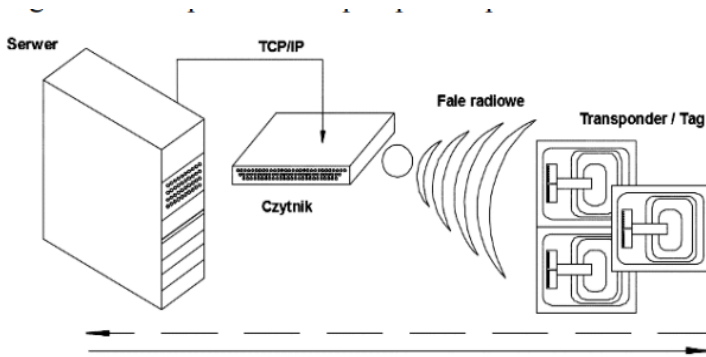
1 K. Trzyniec, S. Kurpaska, M. Gliniak, E. Popardowski, *Zastosowanie nowoczesnych technik i narzędzi informatycznych w zarządzaniu procesami logistycznymi*, *Autobusy*, nr 12, 2019.

2 A. Kattapur, *Workflow composition and analysis in Industry 4.0 warehouse automation*, *TCS Research and Innovation*, Bangalore, India, 2019, s. 79-80.

radiowe do odczytu danych z wielu chipów elektronicznych równolegle (RFID (ang. *RadioFrequency Identification*))<sup>3</sup>.

Najbardziej popularnym rodzajem chipów są znaczniki pasywne ze względu na ich niski koszt. Zasada ich działania polega na odbiciu fali emitowanych przez czytnik<sup>4</sup>.

Dla funkcjonowania systemu RFID niezbędne są także urządzenia przekazujące dane do nadzorującego systemu<sup>5</sup>. Na rysunku 2 przedstawiono sposób działania systemu RFID.



**Rysunek 2. Budowa systemu RFID**

Źródło: T. Neumann, *Koncepcja zastosowania technologii RFID w transporcie drogowym*, Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni, nr 102, 2017, s. 46.

Kod EPC daje nowe możliwości w zarządzaniu łańcuchem dostaw począwszy od podstawowych procesów i składowych do elementów wspomagających przepływy w logistyce<sup>6</sup>.

Zastosowanie autonomicznych robotów mobilnych umożliwia uelastyczenie procesów logistycznych zarówno w obszarze gospodarki magazynowej jak i w sferze realizacji procesów produkcyjnych. Dotyczy to również robotów o kinematyce szeregowej przegubowej, czyli manipulatorów o 4 i więcej osiach roboczych w tym w układzie SCARA, które świetnie nadają się do realizacji

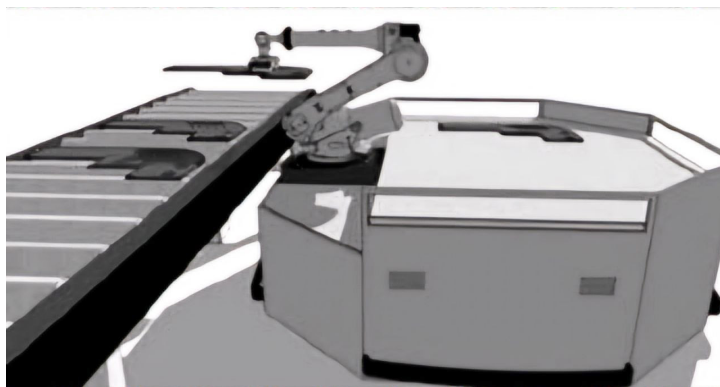
3 I. Fechner, *Zarządzanie łańcuchem dostaw*, Wyższa Szkoła Logistyki, Poznań 2017, s. 127.

4 R. Kozłowski, A. Sikorski, *Nowoczesne rozwiązania w logistyce*, Wolters Kluwer Polska Sp. z o.o., Kraków 2013, s. 101.

5 J. Szymshal, J. Furman, G. Kaczmarczyk, *Analiza możliwości wykorzystania systemu RFID w usprawnieniu zarządzania wybranym magazynem przemysłowym*, Politechnika Śląska, Katowice 2013, s. 1034.

6 I. Fechner, op.cit, s. 127.

procesów paletyzacji i depaletyzacji. W tym przypadku należy również wyróżnić hybrydowe rozwiązania, które w sposób synergiczny łączą funkcję manipulacyjne i transportowe.



**Rysunek 3. Hybrydowe roboty mobilne z funkcją manipulacji**

Źródło: W. Musiał, J. Knap, P. Sutowski, *Projekt autonomicznego robota transportowego wykonany z wykorzystaniem systemu CAD*, *Mechanik*, nr 5-6, 2016, s. 481.

Zastosowanie automatyzacji w realizacji procesów logistycznych w dobie przemysłu 4.0 najczęściej sprowadza się do stosowania inteligentnych robotów przemysłowych, których układy sterowania pozwalają na pełną integrację z pozostałą infrastrukturą techniczną i systemami wspomagającymi zarówno procesy zarządzania operacyjnego, strategicznego i technicznego<sup>7</sup>. Niebagatelną rolę w tym przypadku odgrywają systemy sztucznej inteligencji. Transformacja cyfrowa pozwala na wdrażanie nowych systemów informatycznych odpowiedzialnych za realizację przepływu informacji między wszystkimi elementami systemu. Dzięki transformacji cyfrowej możliwe jest przeorganizowanie funkcjonowania przedsiębiorstw i wdrożenie rozwiązań pozwalających na automatyzowanie przepływu informacji materiału i energii. Możliwe jest wprowadzanie robotyzacji także w kontekście współpracy z człowiekiem<sup>8</sup>.

<sup>7</sup> W. Musiał, J. Witek, *Proposal for an expert system to aid decision-making in the design and management of flexible manufacturing systems*, *Scientific Papers Of Silesian University Of Technology Organization And Management Series no. 186*, Silesian University of Technology Publishing House, 2023, s. 478-481.

<sup>8</sup> W. Musiał, D. Skalski, B. Wankiewicz, *Koncepcja zrobotyzowanego gniazda produkcyjnego do współpracy z osobami z niepełnosprawnością kompensującego dysfunkcje manualne pracownika z wykorzystaniem robotów typu Yumi*, *Zarządzanie Przedsiębiorstwem. Enterprise Management*, Vol. 23, No 4, 2020, s. 19-24.

## 2. Charakterystyka przedsiębiorstwa

### 2.1. Obszar funkcjonowania przedsiębiorstwa

Automatyzacja i robotyzacja są najczęściej kojarzone z przedsiębiorstwami realizującymi procesy produkcyjne na dużą skalę. Rzadziej rozważana jest możliwość wdrażania systemów zautomatyzowanych w małych i średnich przedsiębiorstwach produkcyjnych i usługowych. Największym ograniczeniem automatyzacji i robotyzacji są koszty jej zakupu, wdrożenia oraz eksploatacji. W przypadku małych przedsiębiorstw, które zlokalizowane są poza dużymi centrami gospodarczymi dochodzi ograniczenie w postaci niskiego potencjału gospodarczego otoczenia, w którym funkcjonują. W przypadku przedsiębiorstwa zlokalizowanego na Wybrzeżu Środkowym, którego zadaniem jest obsługa dużej liczby stosunkowo małych podmiotów jakimi są pensjonaty, domy wczasowe, hotele, piekarnie oraz cukiernie, a także smażalnie i pozostałe małe punkty gastronomiczne, które często funkcjonują tylko w okresie szczytu urlopowego, specyfika funkcjonowania przedsiębiorstwa obsługującego wymienione podmioty, musi być dostosowana do rytmu ich funkcjonowania.

Stałymi odbiorcami dla funkcjonowania przedsiębiorstwa są ośrodki miejskie, których populacja mieszkańców na wybrzeżu środkowych wynosi około 250 tys. (uwzględniając miejscowości: Koszalin, Kołobrzeg, Białogard, Szczecinek, Darłowo) w promieniu oddziaływania nie przekraczającym 70 km. W okresie letnim potencjał ten wzrasta w przedziale 150-200 tys. osób przebywających dodatkowo każdego dnia w analizowanym obszarze. Cechą hipotetycznego przedsiębiorstwa zlokalizowanego na Wybrzeżu Środkowym, którego zadaniem jest obsługa turystyczna i całoroczna dla przedstawionego obszaru, jest więc zmienność obciążenia zleceniami a co za tym idzie okresowa konieczność wzrostu zatrudnienia.

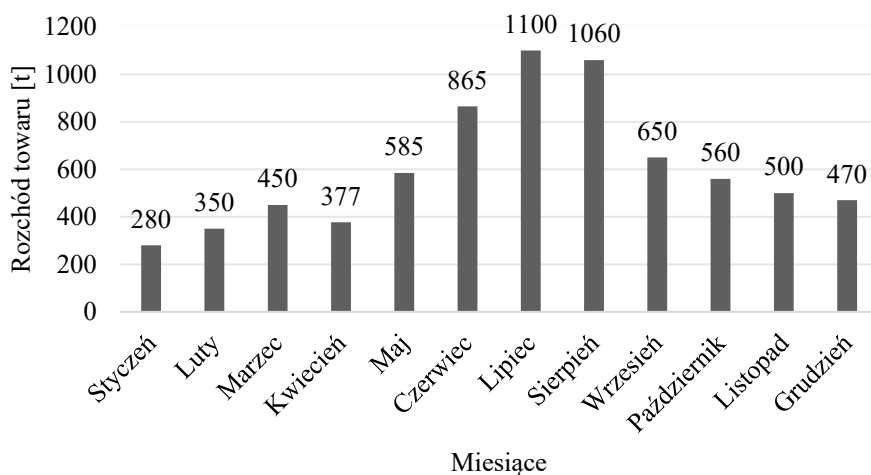
### 2.2. Asortyment produktów magazynowanych

Hipotetyczne analizowane przedsiębiorstwo zajmuje się zaopatrzeniem obiektów branży piekarsko-cukierniczej we wszystkie produkty niezbędne do realizacji zamówień takie jak np. cukier, mrożone i świeże owoce, lody, mieszanki do wypieków. Produkty te zamawiane są zwykle w większych jednostkach ładunkowych i dostarczane na paletach do przedsiębiorstwa, gdzie następuje ich magazynowanie a następnie kompletacja zamówień zgodnie ze specyfikacją danego klienta. W przedsiębiorstwie następuje proces przygotowania jednostek ładunkowych wykonanych zgodnie z zamówieniem.

### 3. Analiza funkcjonowania przedsiębiorstwa

#### 3.1. Analiza statystyczna

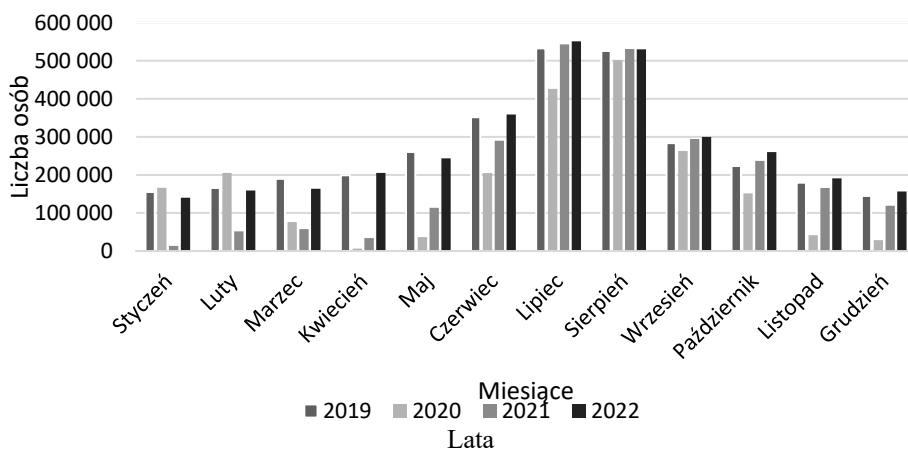
Głównym zadaniem analizowanego przedsiębiorstwa jest zaopatrywanie obiektów gastronomicznych. Popyt w tego rodzaju miejscach charakteryzuje się sezonowością, największy wzrost zapotrzebowania obserwuje się w okresie letnim, co wyraźnie przedstawia analiza wielkości obrotu magazynowego w przedsiębiorstwie, które stanowi referencje dla przeprowadzonej analizy.



Rysunek 4. Wielkość obrotu magazynowego w 2021 roku

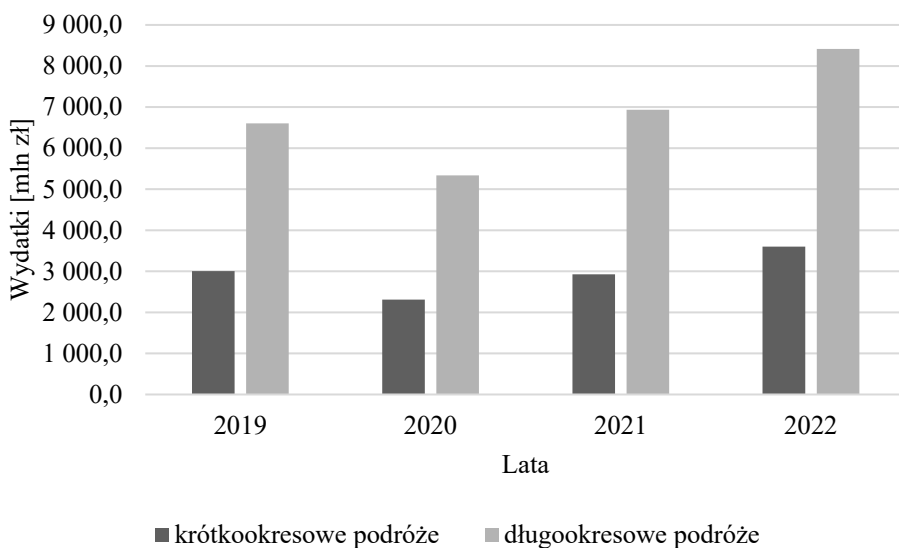
Źródło: Ł. Wiczorkowski, *Projekt automatyzacji procesu magazynowania ze szczególnym uwzględnieniem cyfryzacji przepływu informacji w procesie składowania i dystrybucji na przykładzie przedsiębiorstwa handlowego*, Koszalin 2022, s. 46.

Przeprowadzono analizę statystyczną dotyczącą liczby turystów korzystających z obiektów noclegowych według miesięcy, a także wydatków przeciętnego Polaka podczas podróży na wyżywienie w województwie zachodniopomorskim.



**Rysunek 5. Turyści korzystający z obiektów noclegowych wg miesięcy w województwie zachodniopomorskim.**

Źródło: Opracowanie własne na podstawie <https://stat.gov.pl/> (dostęp 28.02.2024).



**Rysunek 6. Wydatki mieszkańców Polski w wieku 15 lat lub więcej związane z podróżami w celach prywatnych**

Źródło: Opracowanie własne na podstawie <https://stat.gov.pl/> (dostęp 28.02.2024).

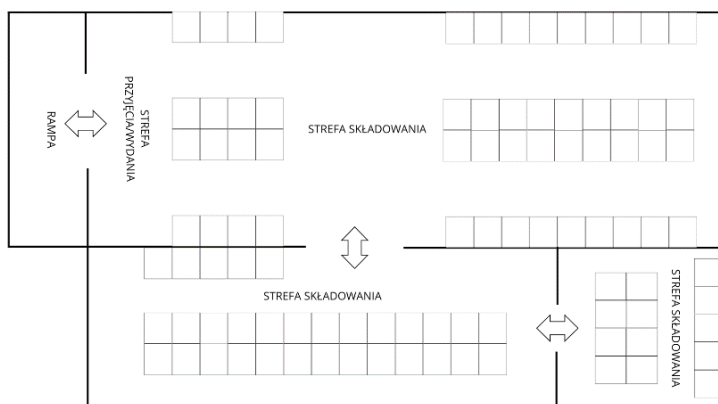
Analizując zestawienia, zaobserwowano wzrost liczby turystów w pasie nadmorskim z roku na rok i „rehabilitację” gospodarki po pandemii Covid-19.

Na podstawie wyników analizy można zaprognozować zwiększenie popytu na usługi magazynu referencyjnego. Ze względu na zwiększenie wydatków turystów na wyżywienie, obserwowane w ostatnich latach, zapotrzebowanie na funkcjonowanie przedsiębiorstwa prawdopodobnie się zwiększy, dlatego zaproponowane jest wprowadzenie technologii, umożliwiających intensyfikację wykonywania procesów magazynowych.

### 3.2. Zmiana struktury systemu magazynowania

Dla przedsiębiorstwa posiadającego tak wielu odbiorców konieczne jest wdrożenie systemu informatycznego, wspomagającego zarządzanie przedsiębiorstwem klasy ERP, który umożliwi automatyzację procesów w łańcuchu dostaw.

Założono, że firma posiada hale magazynową o powierzchni ok. 1000 m<sup>2</sup>, podzieloną na sekcję do przechowywania produktów sypkich, chłodnię i mroźnię. Schemat hali przedstawiono na rysunku 7.



Rysunek 7. Schemat hali magazynowej referencyjnej

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Ł. Wieczorkowski, op. cit., s. 35.

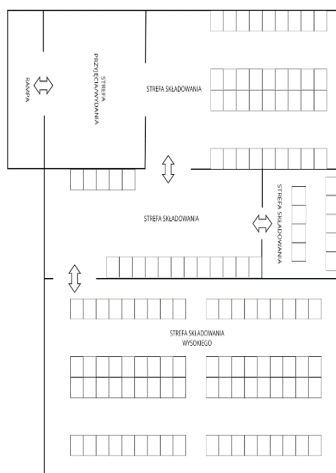
W związku z rozwojem przedsiębiorstwa i zwiększonym popytem na sprzedawane dobra można rozważyć podjęcie decyzji o zwiększeniu powierzchni magazynowej. Na rysunku 8 przedstawiono schemat hali magazynowej po wprowadzonych zmianach.

W celu zwiększenia efektywności procesów przewiduje się wprowadzenie systemu RFID, przeprowadzenie reorganizacji stref magazynowych w tym zwiększenie strefy przyjęcia i wydania, a także przestrzeni komunikacyjnej, co pozwoli na wprowadzenie nowych rozwiązań, które wyeliminują potrzebę



zatrudnienia niewykwalifikowanych pracowników w okresach zwiększonego popytu, dzięki zastosowaniu np. autonomicznego robota mobilnego współpracującego z systemami identyfikacji elektronicznej.

Na rysunku 8 zaprezentowano projekt rozbudowy przedsiębiorstwa o dodatkową halę magazynową, która może być wyposażona w stanowiska również do składowania wysokiego. W celu usprawnienia realizacji procesu magazynowania zaproponowano powiększenie przestrzeni transportowej w taki sposób, aby możliwe było wdrożenie mobilnych autonomicznych systemów transportowych współpracujących z pracownikami i umożliwiających również tryb pracy ręcznej.



**Rysunek 8. Schemat hali magazynowej po wprowadzeniu usprawnień**

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Ł. Wieczorkowski, op. cit., s. 53.

Dodatkowo przewiduje się zastosowanie czytników RFID oraz anten umożliwiających identyfikację i rejestrację przepływu informacji w magazynie i dzięki temu automatyczne raportowanie danych we współpracy z systemami ERP, które również będzie można zaimplementować w przedsiębiorstwie. Ze względu na konieczność obsługi systemów zautomatyzowanych w tym umieszczania etykiet RFID przewiduje się, aby zwiększyć zatrudnienie w zakresie obsługi systemu. Stworzenie stanowiska operatora systemu RFID przy depaletyzacji materiału wprowadzanego do magazynu oraz stanowiska kompletacji zamówień zgodnie z harmonogramowaniem zleceń. Dzięki temu możliwe będzie efektywne funkcjonowanie magazynu i redukcja okresowego zatrudnienia dużej liczby pracowników sezonowych.

## Podsumowanie

Zastosowanie usprawnień organizacyjnych jak i wdrożenie odpowiedniej infrastruktury oraz oprogramowania pozwala na realizację w praktyce procesu cyfryzacji przedsiębiorstwa. Dzięki temu możliwe jest usprawnienie procesu przepływu informacji w tym przetwarzanie zleceń i realizacja zamówień. Zastosowane systemy pozwalają na usprawnienie pracy w magazynie. Przeprowadzona w artykule analiza wskazuje na wzrastające okresowo obciążenie przedsiębiorstwa ze względu na wzrastający popyt usług turystycznych szczególnie w miesiącach letnich nawet o kilkadziesiąt procent, co rodzi problemy z zatrudnieniem a w konsekwencji opóźnieniem realizacji zamówień. Wdrożenie zaproponowanych rozwiązań może kompensować zakłócenia w funkcjonowaniu przedsiębiorstwa i usprawnić jego działanie. Wdrożenie systemów zautomatyzowanych i zrobotyzowanych może podnieść kwalifikacje osób zatrudnionych w przedsiębiorstwie oraz zwiększyć wydajność pracy a dzięki temu w dalszej perspektywie stabilizować wynagrodzenie. Minusem zaproponowanych rozwiązań są stosunkowo wysokie koszty wdrożenia zaproponowanych systemów. Jednak racjonalne ich wprowadzanie podzielone na etapy wydaje się osiągalne nawet dla małych i średnich przedsiębiorstw tego typu. Należy się spodziewać, że wzrost wynagrodzeń oraz oczekiwania społeczne z tym związane będą wpływać na pojawiający się już obecnie deficyt pracowników do sezonowych prac magazynowych. Problem ten jest szczególnie istotny w ośrodkach o niewielkiej populacji, gdzie skokowe zapotrzebowanie na pracowników jest ograniczone. W pracach magazynowych powinni uczestniczyć pracownicy odpowiednio przeszkoleni. Częste rotacje nie sprzyjają efektywności pracy w magazynie i generują błędy wynikające z przeciążenia pracowników oraz braku wyszkolenia. Dlatego wprowadzanie rozwiązań usprawniających procesy magazynowania przy redukcji liczby pracowników w zaprezentowanym obszarze funkcjonowania przedsiębiorstwa wydają się racjonalne i potrzebne.

## Bibliografia

- Fechner I., Zarządzanie łańcuchem dostaw, Wyższa Szkoła Logistyki, Poznań 2017.  
<https://automatykab2b.pl/temat-miesiaca/47534-przemysl-4-0-technologie-przyszlosci>  
<https://stat.gov.pl/>
- Kattepur A., Workflow composition and analysis in Industry 4.0 warehouse automation, TCS Research and Innovation, Bangalore, India, 2019.
- Kozłowski R., Sikorski A., Nowoczesne rozwiązania w logistyce, Wolters Kluwer Polska Sp. z o.o., Kraków 2009.
- Musiał W., Knap J., Sutowski P., Projekt autonomicznego robota transportowego wykonany z wykorzystaniem systemu CAD, Mechanik, nr 5-6, 2016.

- Musiał W., Skalski D., Wankiewicz B., Koncepcja zrobotyzowanego gniazda produkcyjnego do współpracy z osobami z niepełnosprawnością kompensującego dysfunkcje manualne pracownika z wykorzystaniem robotów typu Yumi, Zarządzanie Przedsiębiorstwem. Enterprise Management, Vol. 23, No 4, 2020.
- Musiał W., Witek J., Proposal for an expert system to aid decision-making in the design and management of flexible manufacturing systems, Scientific papers of silesian university of technology organization and management series no. 186, Silesian University of Technology Publishing House, 2023.
- Neumann T., Koncepcja zastosowania technologii RFID w transporcie drogowym, Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni, nr 102, 2017.
- Szmyszał J., Furman J., Kaczmarczyk G., Analiza możliwości wykorzystania systemu RFID w usprawnieniu zarządzania wybranym magazynem przemysłowym, Politechnika Śląska, Katowice 2013.
- Trzyniec K., Kurpaska S., Gliniak M., Popardowski E., Zastosowanie nowoczesnych technik i narzędzi informatycznych w zarządzaniu procesami logistycznymi, Autobusy, nr 12, 2019.
- Wieczorkowski Ł., Projekt automatyzacji procesu magazynowania ze szczególnym uwzględnieniem cyfryzacji przepływu informacji w procesie składowania i dystrybucji na przykładzie przedsiębiorstwa handlowego, Koszalin 2022.

## Streszczenie

W artykule przedstawiono analizę wykorzystania osiągnięć cyfryzacji oraz systemów automatyzacji i robotyzacji, które dynamicznie się rozwijają wywierając istotny wpływ na realizację procesów logistycznych, dla intensyfikacji prac związanych z magazynowaniem. Przeprowadzono wstępną analizę wzrostu popytu na usługi hipotetycznego przedsiębiorstwa, którego działalność wykazuje sezonowość, co jest obserwowalnym zjawiskiem charakteryzującym się cyklicznymi wzrostami i spadkami charakterystycznymi dla obszarów turystycznych. Celem opracowanego artykułu jest poszukiwanie odpowiedzi czy wdrażanie automatyzacji i robotyzacji dla małych i średnich przedsiębiorstw może być korzystne ze względu na ich funkcjonowanie.

**Słowa kluczowe:** automatyzacja, robotyzacja, kompletacja, magazynowanie.

## AUTOMATION OF WAREHOUSING PROCESSES CONSIDERING THE SPECIFICS OF SMALL AND MEDIUM- SIZED ENTERPRISES IN THE FOOD WHOLESALE INDUSTRY

### Summary

The article presents an analysis of the use of digitalization achievements and automation and robotics systems, which are dynamically developing and significantly impacting the implementation of logistics processes, for the intensification of storage-related tasks. A preliminary analysis was conducted on the increased demand for services of a hypothetical company whose operations exhibit seasonality, an observable phenom-

enon characterized by cyclical increases and decreases typical for tourist areas. The aim of the developed article is to seek answers as to whether the implementation of automation and robotics for small and medium-sized enterprises can be beneficial for their operation.

**Keywords:** automation, robotics, order fulfillment, warehousing.