



POLSKI
INSTYTUT
TRANSPORTU
DROGOWEGO

Automatyzacja i robotyzacja w logistyce kontraktowej.

Trendy i zastosowanie
konkretnych technologii.



Lipiec 2024



**Autorzy:**

Anna Majowicz | Polski Instytut Transportu Drogowego

Artur Lysionok | Niezależny ekspert

Kamil Zajęc | Polski Instytut Transportu Drogowego

Sylwia Jagódka | Magazyny123

Redakcja:

Anna Majowicz | Polski Instytut Transportu Drogowego

Kamil Zajęc | Polski Instytut Transportu Drogowego

Oprawa graficzna:

Tomasz Michalik

Kontakt:

tel.: 789 454 599

email: instytut@pitd.org.pl

ul. Raclawicka 2-4

53-146 Wrocław

Automatyzacja i robotyzacja w logistyce kontraktowej.

Trendy i zastosowanie
konkretnych technologii.

Lipiec 2024

Wydawca: _____ Partner wydania: _____



Raben

FM LOGISTIC

kardex

Partroni medialni: _____



TSLBIZNES



AUTOMATYKA



trans.i**INFO**

Partner merytoryczny: _____



Spis treści

1. Wstęp	5
2. Poziom cyfryzacji magazynów w Polsce	7
2.1. Opis rynku magazynowego w Polsce	7
2.2. Kluczowe czynniki automatyzacji magazynów	9
2.3. Technologie zastosowane w FM Logistic	10
3. Wdrożenie nowoczesnych technologii w gospodarce magazynowej	12
3.1. Transformacja struktury logistycznej	12
3.2. Ewolucja technologii	13
3.3. Funkcjonowanie i usprawnienia magazynów	17
3.4. Strefa załadunku i rozładunku	19
3.4.1. Systemy i aplikacje	19
3.4.2. Systemy załadunku i rozładunku	22
3.4.3. Podajniki teleskopowe	23
3.4.4. Manipulatory	25
3.4.5. Roboty	27
3.4.6. Wózki widłowe	30
3.5. Strefa przyjęcia towaru	30
3.5.1. Systemy i aplikacje	31
3.5.2. Autonomiczne wózki AGV	33
3.5.3. Roboty mobilne AMR	34
3.5.4. Układnice i przenośniki	37
3.5.5. Systemy sortowania	39
3.5.6. Technologie skanujące	39
3.6. Strefa składowania	42
3.6.1. Systemy i aplikacje	42
3.6.2. Systemy magazynowania	43
3.6.3. Roboty	51
3.7. Strefa kompletacji i sortowania	58
3.7.1. Systemy i aplikacje	58
3.7.2. Systemy sortowania	60
3.7.3. Układnice i przenośniki	61
3.7.4. Roboty	63
3.8. Strefa pakowania i wysyłek	73
3.9. Systemy i aplikacje	73
3.10. Automatyzacja pakowania	75
4. Bariery i szanse w implementacji nowych technologii w magazynach	80
4.1. Bariery implementacji nowych technologii w magazynach	81
4.2. Szanse implementacji nowych technologii w magazynach	83
5. Automatyzacja magazynów zastosowana przez czołowych deweloperów	85
5.1. Działania podejmowane przez deweloperów w zakresie zużycia mediów	86
5.2. Techniczne rozwiązania z wykorzystaniem technologii w budynkach przemysłowych	89
6. Podsumowanie	92
7. Literatura	94



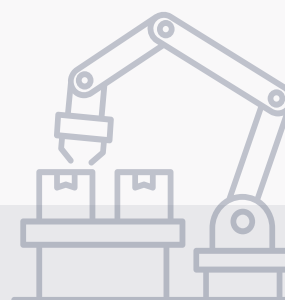
Wstęp

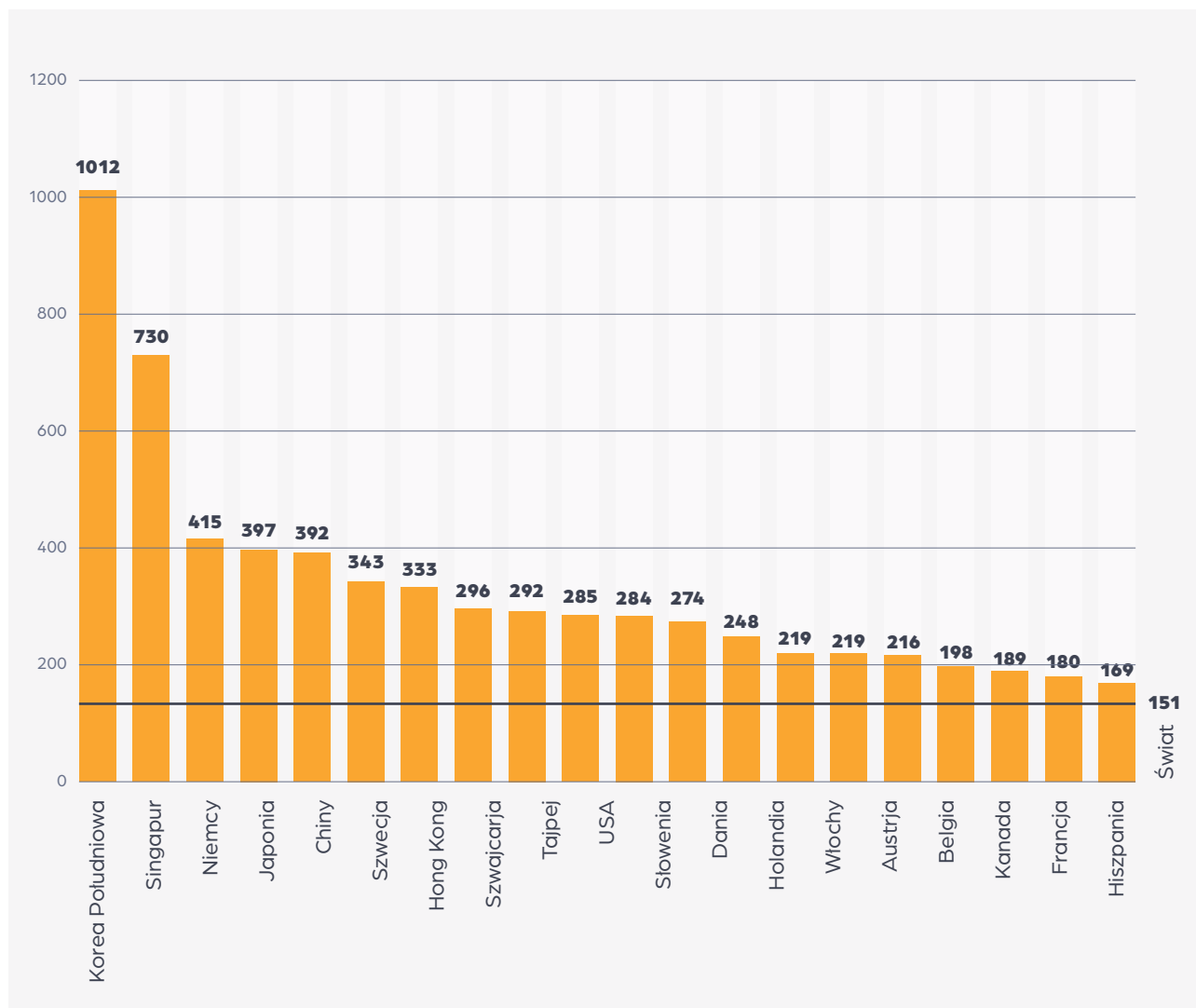
Rozwój technologii na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat doprowadził do znacznego wzrostu poziomu mechanizacji produkcji oraz automatyzacji przedsiębiorstw. Międzynarodowa Federacja Robotyki (IFR) wskazała w 2024 roku pięć trendów, w których będzie podążała globalna robotyzacja. Zaliczyła do nich: szerokie zastosowanie sztucznej inteligencji oraz uczenia maszynowego; rozszerzenia zakresu pracy kobotów; popularyzację manipulatorów mobilnych; cyfrowe bliźniaki, a także roboty humanoidalne. [76]

Cyfryzacja zwiększyła wydajność całego sektora biznesowego głównie na trzech płaszczyznach: w zakresie tworzenia wartości w nowych realiach biznesowych, w zakresie tworzenia wartości w procesach, które wykorzystują koncepcję zarządzania doświadczeniem klientów oraz w zakresie budowania fundamentalnych zdolności przedsiębiorstwa. [1]

Logistyka, ani tym bardziej magazynowanie, nie jest

w tej kwestii wyjątkiem. Nowe technologie mogą nie tylko pomóc w rozwoju działalności, funkcjonującej w obrębie danego obszaru ekonomicznego lub struktury logistycznej, ale również zmienić układ sił całego sektora.



Rys. 1.1. Liczba stosowanych robotów w przemyśle na 10 tys. pracowników na świecie w 2022 roku.

Źródło: [77]

Niestety Polska na tle wyścigu globalnej automatyzacji i robotyzacji jest daleko od czołówki. Według danych IFR, zawartych w raporcie „World Robotics 2023”, najwięcej zainstalowanych robotów na 10 tys. pracowników w 2022 roku miały Korea Południowa (1012), Singapur (730) oraz Niemcy (415). Nasz kraj nie znalazł się nawet w pierwszej dwudziestce zestawienia, w którym były Czechy z liczbą 189 robotów. Według tego samego zestawienia w Polsce pracowało 22 742 jednostek, co przełożyło się na zagęszczenie na poziomie 71 na 10 tys. pracowników. Stanowiło to około połowę europejskiej średniej. [77;79]

Co więcej, według portalu Statista, udział firm korzystających z automatyzacji pracy w Polsce w latach 2021–2023 wzrósł zaledwie z 4,6% w 2021 roku do 6% w 2023 roku. [78]

Oddajemy w państwa ręce niniejszy raport, aby opisać dokładnie stosowane już w praktyce technologie w logistyce kontraktowej, jako swoistą mapę dla branży TSL.

Poziom cyfryzacji magazynów w Polsce

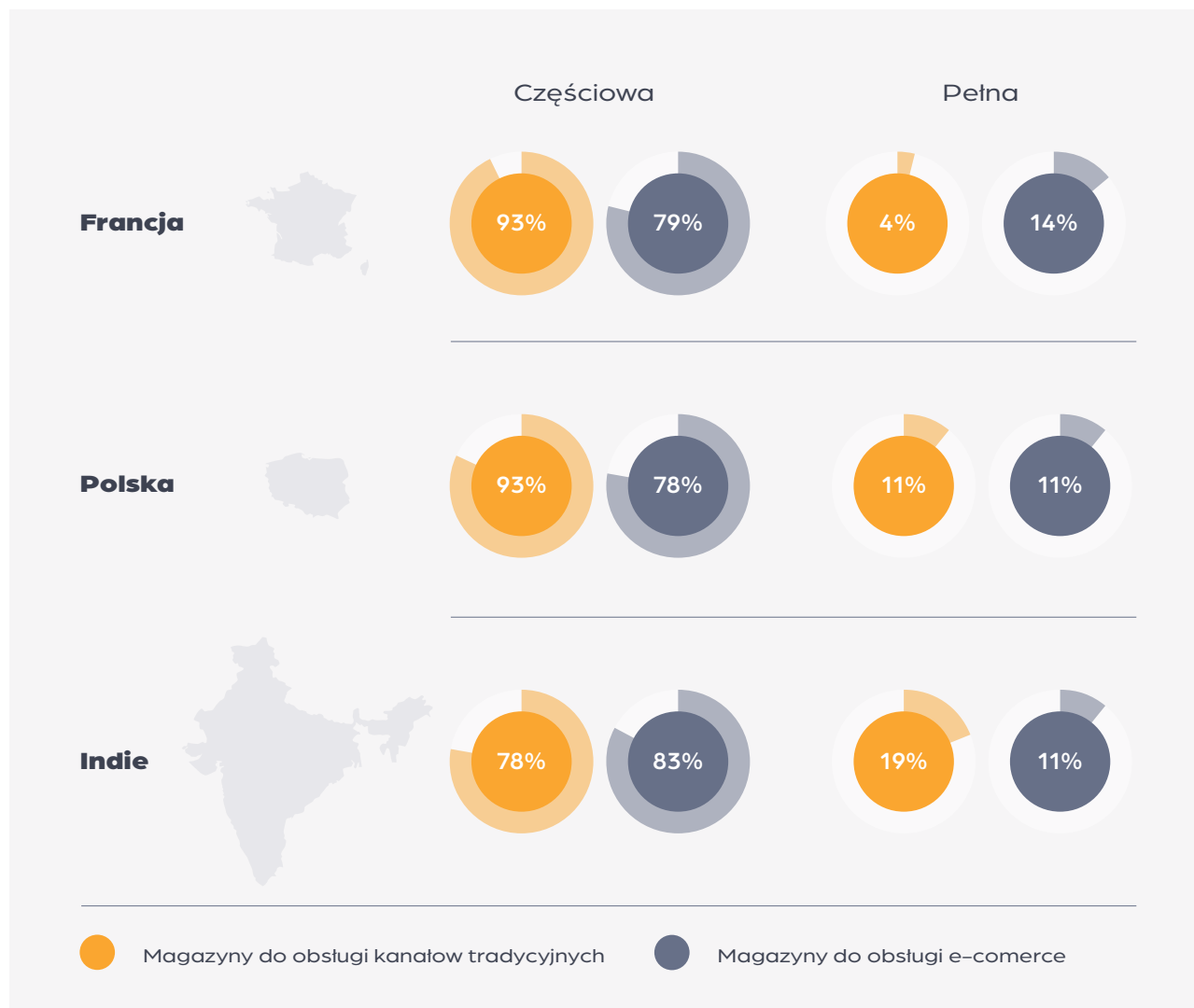
Cyfryzacja i automatyzacja nie są synonimami. Przez cyfryzację rozumieć należy wprowadzenie lub zwiększenie udziału zdigitalizowanych danych w procesie. Automatyzacja natomiast, to zastąpienie wykonywanej pracy człowieka przez maszynę. Mimo że cyfryzacja i automatyzacja to dwa odrębne zjawiska, najczęściej występują jednocześnie. Znaczna większość współczesnych systemów automatycznych, działa bowiem w oparciu o dane cyfrowe. Mówiąc więc o automatyzacji procesów magazynowych mamy też na myśli ich cyfryzację.

2.1. Opis rynku magazynowego w Polsce

Opublikowany w lutym 2023 r. przez FM Logistic raport „Automatyzacja magazynów: katalizator wydajności biznesu”, opracowany na podstawie ankiet, przeprowadzonych wśród specjalistów ds. logistyki w trzech sektorach: FMCG, retail oraz beauty & luxury – we Francji, Polsce i Indiach, pokazuje, że nawet 82% organizacji uważa przynajmniej częściową automatyzację za normę we

wszystkich typach magazynów. Co więcej, 76% firm posiadających obecnie częściowo zautomatyzowane magazyny do obsługi e-commerce oraz 45% dysponujących częściowo zautomatyzowanymi magazynami do obsługi kanałów tradycyjnych, zamierza w przyszłości dokonać ich pełnej automatyzacji.



Rys. 2.1. Stopień częściowej automatyzacji magazynów w trzech krajach: Francja, Polska, Indie

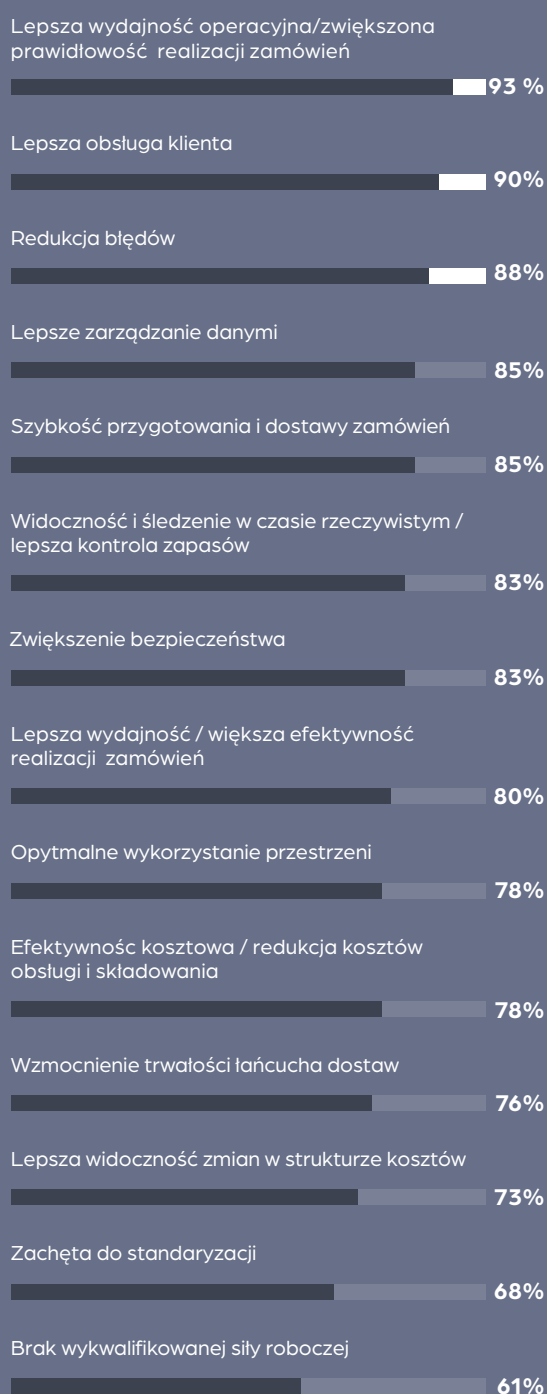
Źródło: FM Logistic

**Jean-Christophe,***Machet CEO, FM Logistic.*

Operacje magazynowe stają się nie tylko coraz bardziej złożone, ale jednocześnie rośnie ich znaczenie dla trwałych i zrównoważonych łańcuchów dostaw. Rozwój handlu elektronicznego, zakłócenia w dostawach i rosnące koszty pracy poniekąd wymuszają na organizacjach podjęcie działań mających na celu zwiększenie wydajności i sprawności magazynów. Jednym z takich działań jest niewątpliwie automatyzacja

2.2. Kluczowe czynniki automatyzacji magazynów

Kluczowe czynniki przemawiające za automatyzacją magazynów do obsługi e-commerce

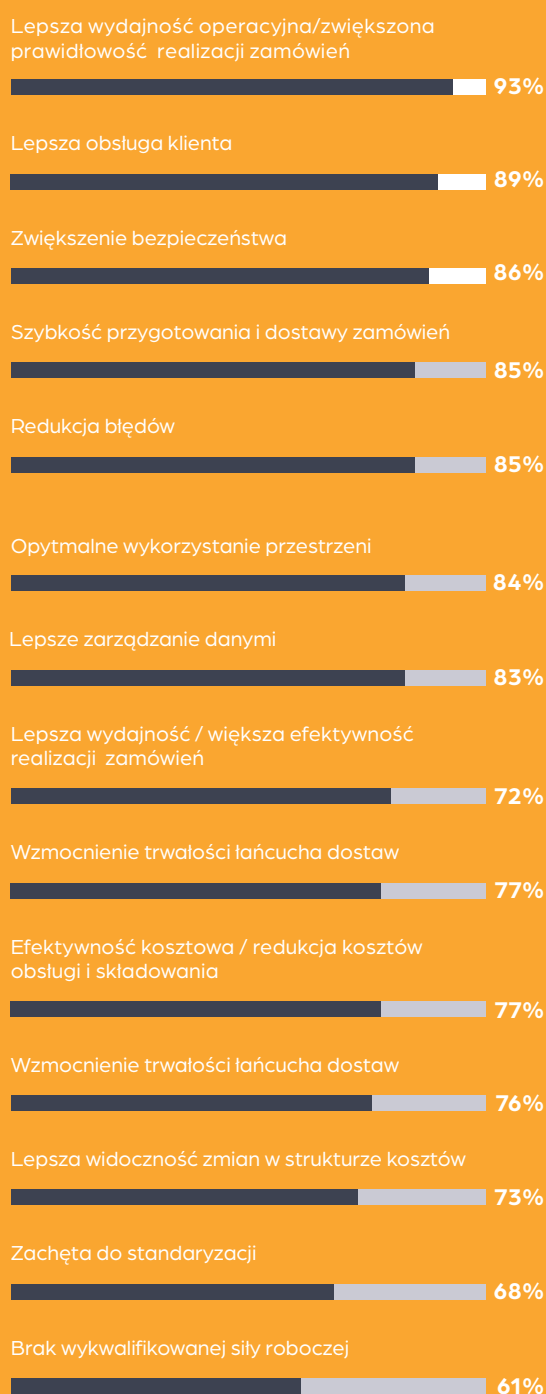


Pytanie: Jakiego znaczenia przypisuje się poszczególnym czynnikom przemawiającym za automatyzacją i innowacją w magazynach do obsługi kanałów tradycyjnych?

95%

Wzrost wydajności operacyjnej / zwiększenie prawidłowości realizacyjnej zamówień

Kluczowe czynniki przemawiające za automatyzacją magazynów do obsługi kanałów tradycyjnych



Przebadani na potrzeby raportu przedsiębiorcy wskazywali, że główną przyczyną (94%) automatyzacji w ich organizacjach jest poprawa wydajności, dokładności operacji oraz obsługi klienta. Obsługujący magazyny dla e-commerce wyraźnie wskazują (90%) też, że istotnym czynnikiem przemawiającym za automatyzacją jest redukcja błędów w procesach. Wiąże się to bezpośrednio z rozwojem handlu elektronicznego, który narzuca operatorom logistycznym coraz wyższe oczekiwania w zakresie czasu i jakości obsługi. Dla operatorów magazynów dla tradycyjnych kanałów dystrybucji ważniejsze okazało się być (84%) zwiększenie bezpieczeństwa.

Mimo że wszyscy operatorzy magazynowi widzą wartość w automatyzacji procesów, gro z nich (80%) deklaruje, że poważną barierą dla automatyzacji jest wysoki koszt inwestycji oraz długi okres zwrotu. Respondenci podnoszą też kwestię strony odpowiedzialnej za przeprowadzenie i sfinansowanie procesu. Ponad 50% uważa, że obowiązek zapewnienia początkowych nakładów inwestycyjnych spoczywa na barkach przedsiębiorstw. W przypadku operatorów 3PL, którzy jednak zdecydowali się ponieść koszty inwestycji, preferowanym rozwiązaniem jest dodawanie nakładów inwestycyjnych do opłaty z tytułu projektu i obciążenie nimi spółki przez cały okres obowiązywania umowy. Warto podkreślić, że większość firm planuje choćby niewielkie inwestycje w automatyzację lub innowacje, a około dwóch trzecich z nich posiada wydzielony na ten cel budżet. W ogromnej większości przypadków mieści się on w przedziale do 19% ich łącznych nakładów inwestycyjnych.

Ponad trzy czwarte operatorów 3PL uważa, że automatyzacja obniża koszty operacyjne. Jednocześnie oczekiwany okres osiągnięcia progu rentowności inwestycji wynosi od 2 do 4 lat. Podobnie jak zakładany okres zwrotu z inwestycji, ma on kluczowe znaczenie dla podejmowanych decyzji o automatyzacji.

Doświadczenie ostatnich lat pokazuje, że cyfryzacja i automatyzacja magazynów to trend, którego nie można zatrzymać. Jest ona niezbędna do optymalizacji

procesów, wykorzystania przestrzeni i najbardziej efektywnego zarządzania zasobami. Największe firmy przekonały się już, że po przekroczeniu pewnej skali, bez automatyzacji nie można skutecznie zarządzać operacjami. Potwierdzają to badania FM Logistic, według których 43% dużych przedsiębiorstw w przypadku obsługi e-commerce oraz 30% dużych firm do obsługi kanałów tradycyjnych, dysponuje obecnie co najmniej jednym lub kilkoma w pełni zautomatyzowanymi magazynami.

2.3. Technologie zastosowane w FM Logistic

Firma FM Logistic wdrożyła także dla swoich klientów technologie pozwalające zoptymalizować najbardziej newralgiczny etap, czyli kompletację zamówień. Jedną z nich są roboty Locus, wspomagające kompletację zamówień. Najnowsze wdrożenie to technologia Auto-Store do zautomatyzowanego przechowywania i kompletacji zamówień. Wykorzystuje roboty magazynowe, które poruszają się po szynach – po powierzchni obszaru magazynowego, pobierają pojemniki i dostarczają je do stanowiska operatora, gdzie odbywa się proces kompletacji. Dzięki tym technologiom odciążono pracowników, a równocześnie wzrosła dokładność i poprawność kompletacji. Innowacyjne technologie zastosowano też w procesie pakowania. Automat do składania kartonów – idealnie na wymiar zawartości oraz maszyna do przy-



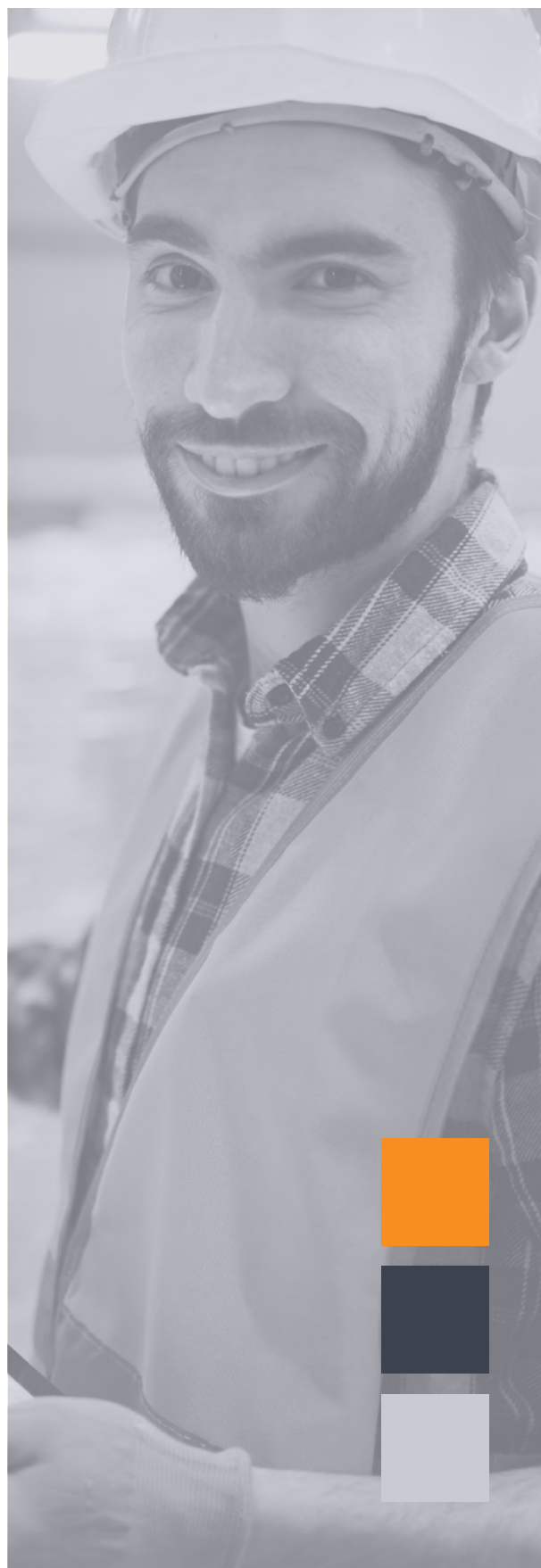
cinania wysokości pudełek, pozwoliły zwiększyć współczynnik wypełnienia samochodów o 30%. Wreszcie zastosowano cyfrowe systemy do oceny stanowisk pracy pod kątem ergonomii, w celu uwzględnienia kryteriów ergonomii przy projektowaniu kolejnych systemów automatyzacji.

**Yannick Buisson,**

dyrektor zarządzający FM Logistic na Francję, Hiszpanię oraz Europę Centralną.

Wprowadzamy innowacje i automatyzację dla wymiernych efektów. Dążymy do automatyzacji magazynów wszędzie tam, gdzie jest to korzystne z punktu widzenia operacyjnego i kosztowego, podejmując jednocześnie działania mające na celu podnoszenie świadomości rosnącego znaczenia automatyzacji. Pełna automatyzacja wszystkich procesów magazynowych – od przyjęcia produktu do jego wysyłki – nie jest jeszcze naszym celem

Przykład FM Logistic pokazuje, że nawet mniejsze, ale mądrze wprowadzane zmiany mają ogromny wpływ na jakość procesów magazynowych i dają ogromną przewagę konkurencyjną. Nie sztuką jest bowiem zrealizowanie ogromnej inwestycji w automatyzację, ale analiza i optymalne wdrożenie systemów, które faktycznie przyczynią się do poprawy jakości pracy i wydajności magazynu.



Wdrożenie nowoczesnych technologii w gospodarce magazynowej

Podczas gdy międzynarodowe łańcuchy dostaw wciąż dochodzą do siebie po pandemii COVID-19, która przyniosła jak dotąd największe szkody w historii Unii Europejskiej (na plan odbudowy i ożywienie gospodarki Bruksela przeznaczyła ponad 2 biliony euro), recesja gospodarcza spowodowana konfliktem zbrojnym w Europie Wschodniej i na Bliskim Wschodzie oraz cele w zakresie zrównoważonego rozwoju logistyki przynoszą nowe wyzwania. [2] Wiele wskazuje na to, że zakłócenia sieci logistycznych są nową normą w gospodarce magazynowej. Chcąc zapobiec destabilizacji łańcuchów dostaw i charakteryzować się elastycznością oraz zdolnością szybkiego dostrzegania możliwości biznesowych, sektor logistyczny sięga po rozwiązania wspierające transformację branży dostawczej.

3.1. Transformacja struktury logistycznej

Do zjawisk najbardziej wpływających na transformację struktury logistycznej należą zjawiska dwóch obszarów: te związane z rozwojem gospodarczym, a zatem globalizacją i internacjonalizacją działalności, a także te wynikające z rewolucji technologicznej, czyli cyfryzacji szeroko pojętych poziomów współdziałania przedsiębiorstw i sterowania procesami w sieci dystrybucji. Do najważniejszych zjawisk, które warto nadmienić, należą:

- stosowanie technologii informacyjno-telekomunikacyjnej (ICT), w tym satelitarnych i radiowych systemów identyfikacji, pozwalających na koordynację przepływów produktów i informacji w czasie i przestrzeni,
- standaryzacja i automatyzacja procesów gospodarczych, ich indywidualizacja wymaga zwiększenia

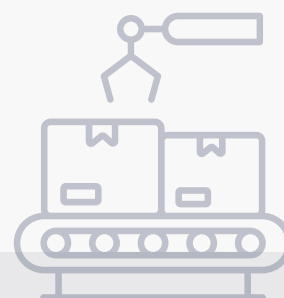
dyscypliny dostaw oraz ciągłości procesów optymalizacji zapasów

- kustomizacja produktów (odejście od produkcji masowej na rzecz produkcji spersonalizowanej), co wymaga wzrostu ich liczby w obrocie, zwiększenia możliwości wyboru, akceleracji jakości, wygody zakupu dla konsumentów, co implikuje elastyczność produkcji, zgodnie z sygnałami rynkowymi, a także poszukiwanie i rozwój kanałów dystrybucji,
- rosnąca liczba sklepów wielkopowierzchniowych utrzymujących mniejsze zapasy i wymagających lepszej obsługi przez dostawców,
- transformacja procesów dystrybucji, które wymagają zbierania i analizowania danych, poszerzenia łańcucha zasobów informacyjnych, integrujących dane pochodzące od zewnętrznych kooperantów, dostawców czy klientów w czasie rzeczywistym,
- poszerzające się formy kooperacji przedsiębiorstw i wdrażanie nowych modeli biznesowych, co przekłada się na wzrost tendencji do outsourcingu usług logistycznych,
- skracający się cykl życia rynkowego produktów, które nakłada dyscyplinę czasową w procesie produkcji i dystrybucji wdrażania nowego produktu, ponieważ konsumenci nie chcą długo oczekiwać na nowości czy wprowadzanie ulepszeń.

Oznacza to, że wyzwania stawiane przed współczesnym sektorem logistycznym nie dotyczą bynajmniej tylko dostaw towarów czy składowania ładunków, ale również procesów zarządzania i koordynowania współdziałania firm w czasie rzeczywistym jako reakcji na szybko zmieniający się popyt. Chcąc sprostać tym oczekiwaniom, przedsiębiorstwa logistyczne skupiają się na poprawieniu obsługi procesów poprzez lepsze wykorzystanie istniejących zasobów firmy i wdrożenie nowych rozwiązań.

3.2. Ewolucja technologii

W sektorze, który opiera się na wiedzy i danych, kluczową rolę w zarządzaniu procesami pełnią technologie informatyczne. Świadomość o przełomowości tych technologii, które w budują przewagę konkurencyjną oraz zapewniają nowe możliwości rozwoju organizacji, daje zachętę do zmiany przyjętego sposobu prowadzenia działalności transportowo-logistycznej. Do głównych założeń należą międzynarodowe sieci łączące zakłady produkcyjne, maszyny i systemy zarządzania obiektami logistycznymi, autonomiczną wymianę informacji w ramach jednolitych systemów, integrujących urządzenia i bazy danych czy inteligentne, identyfikowalne produkty, które posiadają wiedzę na temat możliwości i ścieżek dotarcia do miejsca docelowego. Takie podejście zapewnia korzyści w zakresie usprawnienia procesów produkcji i dystrybucji towarów. Nowe technologie oddziałują zatem na logistykę nieustannie, zmuszając sektor do ewolucji i implikując kolejne wyzwania (Tab. 3.1).



Tab. 3.1. Ewolucja i wyzwania w logistyce

Obszar odniesienia	Stan przeszły	Stan obecny	Stan przyszły
System komunikacji	Analogowy	Analogowo-cyfrowy, Internet i Intranet	Cyfrowy, Internet Rzeczy, chmura cyfrowa/technologiczna
Koncepcja	Neo Tayloryzm	Lean Management, Lean Production	Smart Factory, wirtualne organizacje, cyfrowe łań- cuchy dostaw
Rozwiązanie	Mechanizacja i automaty- zacja	Automatyzacja i informa- tyzacja	Wirtualizacja i integracja systemów, robotyzacja, sztuczna inteligencja, sys- tem cyber-fizyczny (CPS)

Źródło: [1]

Istotne znaczenie ma świadomość mechanizmów zachodzących na rynku nowych technologii. Rewolucja a trend, to pojęcia skrajnie różne i koncentrując się tylko na najbardziej popularnych technologiach, łatwo przegapić znaczący potencjał rozwiązań, które mogą mieć kluczowy wpływ na transformację przemysłową. Przedsiębiorstwa dążące do długoterminowego wzrostu powinny skupić się na inwestycjach w trendy technologiczne najważniejsze dla ich działalności.

Analitycy McKinsey Global Institute co roku wyróżniają kilkanaście technologii, które mają największy potencjał do zmiany struktur biznesowych. W tabeli 3.2. podano wyniki badań McKinsey z 2013 [4] roku w porównaniu do 2023. [5] Zestawienie podkreśla, jak bardzo zmieniła się lista technologii, które mają największy potencjał do zmiany sfery biznesowej i społecznej. W tabeli podano również wyniki badań Deloitte, [6] które dotyczą najpopularniejszych technologii wykorzystywanych w branży logistycznej w 2024 roku.



Tab. 3.2. Lista technologii z największym potencjałem w 2013 i 2023 roku oraz największy potencjał technologii w logistyce w 2024 roku

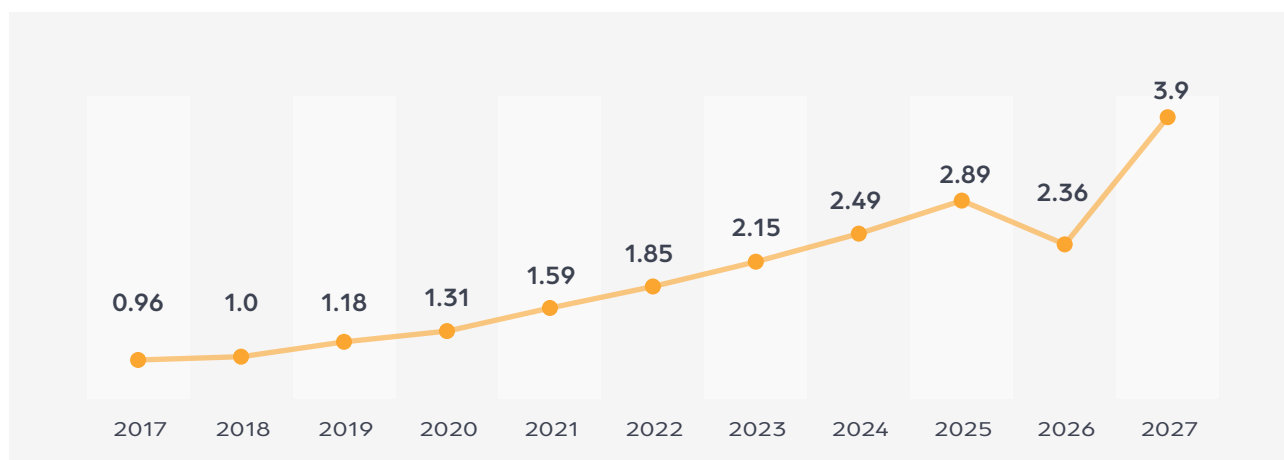
2013	2023	2024
Internet mobilny	Sztuczna inteligencja	Sztuczna Inteligencja
Automatyzacja pracy opartej na wiedzy	Industrializacja uczenia maszynowego	Blockchain
Internet Rzeczy	Generatywna sztuczna inteligencja	Chmura obliczeniowa i przechowywanie danych
Chmura technologiczna	Tworzenie oprogramowania nowej generacji	Pojazdy autonomiczne i drony
Zaawansowana robotyka	Architektury zaufania i tożsamość cyfrowa	Internet Rzeczy (IoT)
Technologie autonomiczne (środki transportu)	Web3	Optymalizacja zapasów i sieci
Genomika	Zaawansowana łączność	Analityka predykcyjna
Magazynowanie energii	Przetwarzanie w chmurze i brzegowe	Robotyka i automatyzacja
Druk 3D	Elektryfikacja i odnawialne źródła energii	Sensory i automatyczna identyfikacja
Zaawansowane materiały	Technologie mobilności	Technologia noszona i mobilna
Energia odnawialna	Technologie klimatyczne wykraczające poza elektryfikację i odnawialne źródła energii	Druk 3D

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych McKinsey i Deloitte

O postępie i rozwoju nowych technologii świadczą wydatki na usługi transformacji cyfrowej. Szacuje się, że do 2027 r. światowe wydatki na transformację cyfrową osiągną 3,9 bln dol. (Rys. 3.1). Rynek generatywnej sztucznej inteligencji, której możliwości zastosowania

rosną coraz szybciej, może wzrosnąć z 40 mld dol. w 2022 roku do 1,3 bln dol. w 2032 roku. [7] Z kolei branża robotyki może wzrosnąć z 62,7 mld dol. w 2022 r. do 218 mld dol. w 2030 roku, [8] a przetwarzanie w chmurze – z 676,2 mld dol. w 2024 r. do 218 mld dol. w 2030 roku. [9]

Rys. 3.1. Wydatki na technologie i usługi transformacji cyfrowej na całym świecie w latach 2017–2027 (bln dol.)



Źródło: [33]

W przypadku branży logistycznej do kluczowych rozwiązań od wielu lat należą zintegrowane, kompleksowe systemy informatyczne, współdziałające ze sobą na rzecz realizacji ustalonych zadań w obrębie całego kompleksu logistycznego i konsolidujące proces komunikacji między poszczególnymi działami w przedsiębiorstwach. Ważną rolę w procesie zarządzania procesami w łańcuchu dostaw pełnią systemy ERP (Enterprise Resource Planning), opierające się na koncepcji zintegrowanego zarządzania firmą jako jednolitej struktury w zakresie racjonalnego i wydajnego wykorzystania dostępnego potencjału.

W większości przedsiębiorstw produkcyjnych i logistycznych szeroko stosowanym narzędziem wspierającym proces zarządzania magazynem są systemy WMS (Warehouse Management System), które mogą być programem niezależnym od ERP, oraz programy, w których poszczególne moduły są odpowiedzialne za gospodarkę magazynową. Systemy zarządzania magazynami

obsługują technologię RFID (radio frequency identification technology), służącą do identyfikacji obiektów przy użyciu częstotliwości radiowej, "pick-to-light", "pick-to-voice" czy "pick-to-belt", które są przydatne przede wszystkim w procesie kompletacji zamówień (wpływają na wzrost produktywności, zwiększają dokładność i efektywność kompletacji).

Z kolei systemy WCS (Warehouse Control System) to zaawansowane oprogramowanie służące do kontroli i zarządzania procesami i urządzeniami automatycznymi w magazynie, takimi jak przenośniki, sortowniki, systemy ASRS, roboty magazynowe i inne zautomatyzowane systemy transportowe. WCS pełni funkcję pośrednika między wyższym poziomem zarządzania magazynem (WMS), a fizycznymi urządzeniami operującymi na poziomie magazynu. Do głównych funkcji systemu należą: zarządzanie ruchem i trasowaniem, integracja urządzeń automatycznych, monitorowanie i kontrola operacji i szeroko pojęta optymalizacja składowania towarów.

Przyszłościowym kierunkiem inwestycji w modernizację magazynów i współczesnych rozwiązań wykorzystywanych w procesie składowania towarów pozostaje automatyzacja, autonomizacja, mechanizacja i robotyka, uwzględniająca wsparcie sztucznej inteligencji. Tego typu rozwiązania coraz częściej stanowią podstawę dla takich obszarów, jak przyjęcie towarów, przechowywanie towarów, realizacja zamówień, sortowanie, cross-docking, kompletacja, wysyłka czy transport wewnętrzny i mają szerokie zastosowanie w poszczególnych strefach w magazynach. [10]

3.3. Funkcjonowanie i usprawnienia magazynów

Według badania przeprowadzonego przez Material Handling Institute wdrożenie nowej technologii w magazynach prowadzi do wzrostu produktywności o 50% i zmniejszenia kosztów operacyjnych o 25% [11]. Wraz z rosnącym zapotrzebowaniem na szybkie i wydajne operacje w łańcuchu dostaw oczekuje się, że rola technologii w magazynach będzie nadal zyskiwać na znaczeniu. Do najbardziej wpływowych wydarzeń, które w ostatnich latach miały zarówno pozytywny, jak i negatywny wpływ na wdrożenie inteligentnych technologii magazynowych, należały:

- globalne ocieplenie, które spowodowało ekstremalne warunki pogodowe, zakłócające dostawy towarów (powódzie, fale upałów) i które doprowadziło także do wzrostu cen energii,
- pandemia COVID-19, która zmusiła firmy do tymczasowego zminimalizowania pracy ludzkiej, ze względu na konieczność zachowania dystansu społecznego, ale zaraz po tym napędziła rozwój zautomatyzowanych systemów logistycznych,
- postęp globalizacji, który wbrew założeniom, że może wkrótce ulec zmianom na rzecz regionalizacji produkcji, wzrósł za sprawą rozwoju platform e-commerce i potrzeby automatyzacji procesów z tym związanych. [12]

Przedsiębiorstwa stanęły przed dwoma wyzwaniami: po pierwsze, zaspokojenie rosnącego popytu konsumentskiego, po drugie – utrzymanie przewagi konkurencyjnej. Automatyzacja centrów dystrybucyjnych – poprzez poprawę wydajności każdego obszaru przepływu w magazynach od przyjęcia towaru do dotarcia do miejsca docelowego – stała się zatem dla większości firm priorytetowym zadaniem.

Wybór i wdrożenie technologii w magazynie to proces, wymagający podejmowania kluczowych decyzji. W literaturze przedmiotu mówi się o następujących czynnikach, które bezpośrednio oddziałują na powodzenie implementacji nowoczesnych rozwiązań. Dzielą się one na następujące grupy:

- biznesowe, związane z definicją procesów logistycznych w przedsiębiorstwie. Jeśli firma korzysta z aplikacji ERP, w tym punkcie określa się sposób wymiany informacji między systemem do zarządzania magazynem a aplikacją nadrzędną,
- techniczne, dotyczące infrastruktury sprzętowej (np. wyboru serwera aplikacji, terminali radiowych, skanerów i drukarek kodów kreskowych). W przypadku braku przygotowania infrastruktury sieciowej, ważnym czynnikiem w drodze do realizacji przedsięwzięcia powinno być rozplanowanie całej sieci bezprzewodowej,
- organizacyjne, czyli uporządkowane działania, mające na celu wdrożenie projektu w oparciu o ustalone zasady (np. szkolenia dla pracowników, stworzenie grup roboczych, zespołów wdrożeniowych, wyznaczenie liderów, odpowiedzialnych za poszczególne obszary),
- eksploatacyjne, czyli ustalenie zasad, których należy przestrzegać podczas codziennego użytkowania systemów. [10]

Ważne jest również wyznaczenie możliwych do osią-

gnięcia celów, których stopień realizacji będzie świadczyć o korzyściach uzyskanych w wyniku użytkowania nowych rozwiązań. Są one ważnym punktem odniesienia dla analizy późniejszych efektów wdrożenia oraz decyzji modernizacyjnych infrastruktury magazynowej. W literaturze faktu wyodrębnia się następujące cele strategiczne i szczegółowe, które można stosować w ocenie systemów wdrożonych w logistyce: poprawa jakości usług logistycznych, poprawa jakości obsługi klienta, skrócenie czasu realizacji zamówień, skrócenie czasu przepływu towarów w magazynie oraz redukcja kosztów. W kontekście systemów stosowanych w obiektach magazynowych należy jeszcze uwzględnić lepsze wykorzystanie powierzchni, poprawę bezpieczeństwa czy obniżenie liczby błędów. [10]

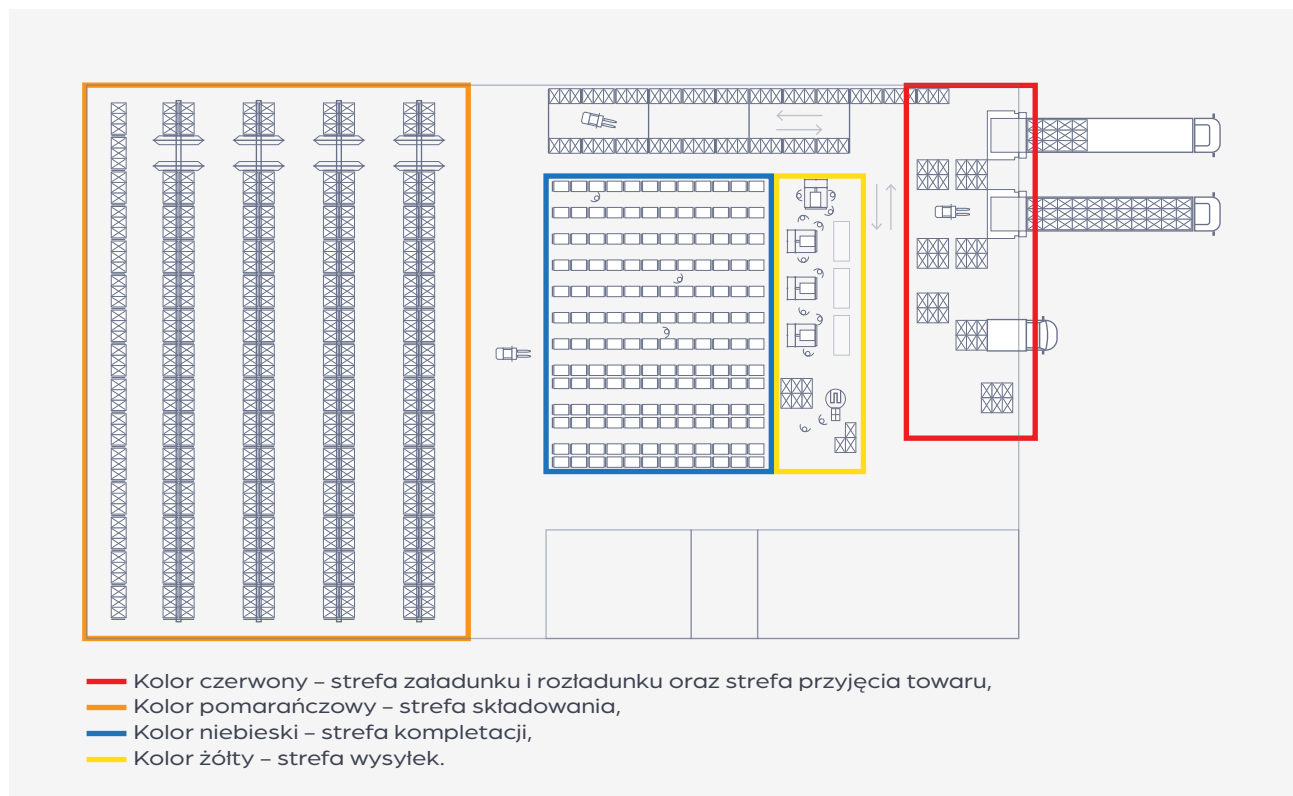
Ze względu na przebieg operacji i potrzebę tworzenia spójnego procesu, magazyny są podzielone na kilka

głównych stref (Rys. 3.2). Na potrzeby niniejszego opracowania przyjęto najbardziej powszechną strukturę z podziałem na strefy:

- **strefę rozładunku i załadunku,**
- **strefę przyjęć towarów,**
- **strefę składowania,**
- **strefę kompletacji i sortowania,**
- **strefę wydań i wysyłek.**

Strefy to fizycznie lub logicznie wydzielone obszary w magazynach, zdefiniowane ze względu na rodzaj przechowywanych w nich towarów, a także podział sprzętu i personelu, zajmującego się składowaniem, przenoszeniem lub kompletacją. W zależności od roli magazynów i potrzeb, magazyny mogą posiadać jeszcze strefy zwrotów, utrzymania ruchu, przepakowywania, kwarantanny czy reklamacji.

Rys. 3.2. Najważniejsze strefy w magazynach



Istnieją dwa rodzaje automatyzacji tego typu obiektów i obszarów znajdujących się na ich terenie:

1. Automatyzacja fizyczna. Ten rodzaj przewiduje zastąpienie ciężkiej, fizycznej pracy pracowników w pełni lub częściowo zautomatyzowanymi i autonomicznymi urządzeniami.
2. Automatyzacja cyfrowa, która skupia się na zastąpieniu ręcznych operacji w zarządzaniu magazynem. W tym przypadku przedsiębiorstwa wdrażają oprogramowanie do śledzenia zapasów, raportowania i gromadzenia danych. [12]

Układ technologiczny magazynu definiuje powiązanie stref, przepływu towarów oraz wykorzystanie posiadanej przestrzeni do składowania jednostek oraz funkcjonowania personelu i sprzętu. Błędy operacyjne, powodujące niepoprawne funkcjonowanie poszczególnego obszaru, człowieka lub urządzenia powodują zakłócenie procesu, co może doprowadzić do jego zatrzymania. [14] Optymalnie wykonany i przede wszystkim zmodernizowany obiekt jest efektywny, wydajny i bezpieczny.

W dalszej części raportu przedstawiono wykorzystywane w polskich i europejskich magazynach technologie dwojakiego rodzaju – rozwiązań z zakresu automatyzacji fizycznej oraz cyfrowej. Zostały one podzielone zgodnie z miejscem wykorzystywania na terenie magazynów oraz realizowanymi operacjami.

3.4. Strefa załadunku i rozładunku

W strefie załadunku i rozładunku, która najczęściej znajduje się na zewnątrz centrum dystrybucyjnego przy dokach przeładunkowych, odbywa się przyjmowanie i wydawanie towarów. Do strefy mają bezpośredni dostęp pojazdy ciężarowe lub inne środki transportu, wykorzystywane do przewozu i dystrybucji towarów.

W dobrze zorganizowanym magazynie, obszary przeznaczone na załadunek i rozładunek towarów znajdują

się po bokach obiektu magazynowego, dzięki czemu układanie i zbieranie jednostek ładunkowych odbywa się bez konieczności przemieszczania się do innych pomieszczeń. Są to tzw. strefy zintegrowane w magazynie. Ich zaletą jest szybkość przeładunku – samochody ciężarowe mogą się ustawić przy dokach, które można połączyć z budynkiem. [15]

Strefa ramp przeładunkowych to niezbędny element każdego magazynu. Im więcej doków znajduje się w budynku, tym większą liczbę pojazdów ciężarowych centrum może obsłużyć, zwiększając tym samym tempo przepływu towarów. Ręczny rozładunek środka transportu zajmuje – w zależności od rodzaju i wagi ładunku – około 30 minut, załadunek – od 40 minut do 1,5 godziny. Automatyzacja tego procesu skraca czas rozładunku do około 10 minut. Proces załadunku i rozładunku jest kluczowy dla funkcjonowania magazynu ze względu na poziom krytyczności tego obszaru (środki transportu nie mogą blokować magazynu).

3.4.1. Systemy i aplikacje

Obecnie na rynku istnieje wiele innowacyjnych rozwiązań, które mogą poprawić wydajność procesów zachodzących w strefie załadunku i rozładunku. W przypadku rozwiązań cyfrowych można to zrobić za pomocą programu YMS (Yard Management System). Oprogramowanie automatyzuje komunikację między magazynem a firmami spedycyjnymi, koordynuje ruch pojazdów na terenie centrum dystrybucyjnego (na przykład na placu manewrowym, rampach, parkingach czy w punktach kontroli dostępu do magazynu) i zapewnia bezbłędny załadunek i rozładunek pojazdów ciężarowych. Rozwiązania cyfrowe na rampach przeładunkowych przynoszą następujące korzyści:

- realizują szybciej procesy, ponieważ dynamizują pobieranie i umieszczanie na pojazdach ładunków;
- ograniczają czas trwania czynności logistycznych poprzez skrócenie czasu transportu, usprawnienia

przepływów ładunków w kierunku systemów magazynowych oraz wzrostu tempa wysyłki zamówień;

- wpływają na wzrost bezpieczeństwa załadunku, ponieważ wykluczają ryzyko błędu oraz niskiej wydajności procesu;
- oszczędzają powierzchnię w magazynie poprzez wydajne wykonywanie procesów i ograniczenie przestrzeni przeznaczonej na pole odkładcze;
- optymalizują pracę magazynierów poprzez ograniczenie ich udziału w procesie i stworzenie możliwości skierowania ich do innych zadań;
- ulepszają komunikację magazynu z innymi uczestnikami łańcucha dostaw (producentami, dostawcami i klientami); [16]

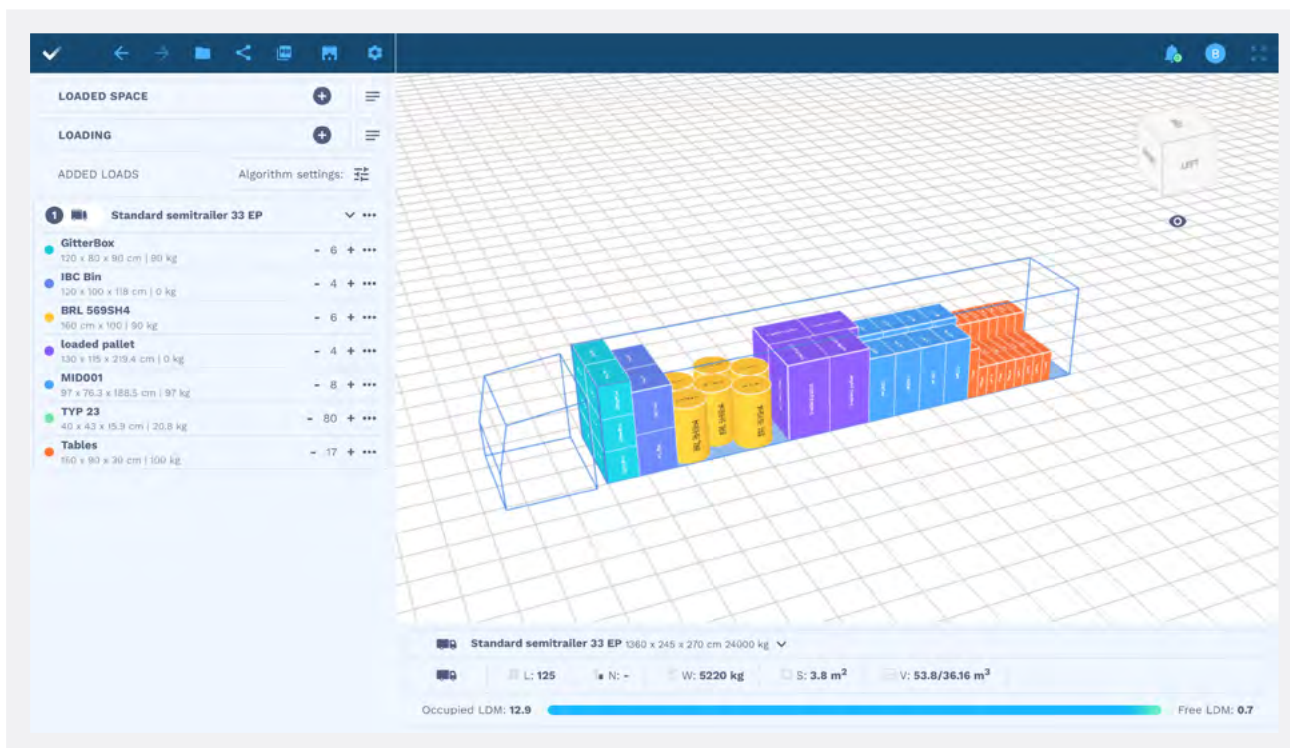
Zoptymalizować proces załadunku i rozładunku pojazdów ciężarowych w strefie można również za pomocą oprogramowania typu WMS. System zwiększa wydajność czynności związanych z przyjęciem towarów do centrum dystrybucyjnego. Oprogramowanie:

- usprawnia odczyt kodów i kontrolę jednostek ładunkowych poprzez wprowadzanie ich do systemu i przypisywanie im lokalizacji;
- usprawnia planowanie przepływu towarów poprzez analizę dokumentu ASN (Advanced Shipping Notice);
- przyspiesza weryfikację i sporządzanie dokumentacji zamówień;
- dzięki możliwości połączeniu z programami dla spedycji – usprawnia tączenie poszczególnych przesyłek. [16]

Na zwiększenie efektywności pracy przy dokach pozwalają również aplikacje mobilne do zarządzania zała-

dunkiem. Goodloading to platforma, która na wizualizacji 3D wskazuje najbardziej optymalne rozmieszczenie palet na naczepie lub kontenerze (Rys. 3.3). Po dodaniu listy ładunków i wybraniu odpowiedniej przestrzeni program układa ładunki z maksymalnym wykorzystaniem dostępnej przestrzeni.



Rys. 3.3. Program Goodloading [17]

Źródło: [17]

Rozwiązanie oparte na sztucznej inteligencji do rejestrowania dostępnej przestrzeni ładunkowej w ciężarówkach, naczepach i przyczepach opracował również producent opon Continental (Rys. 3.4). Po zabezpiecze-

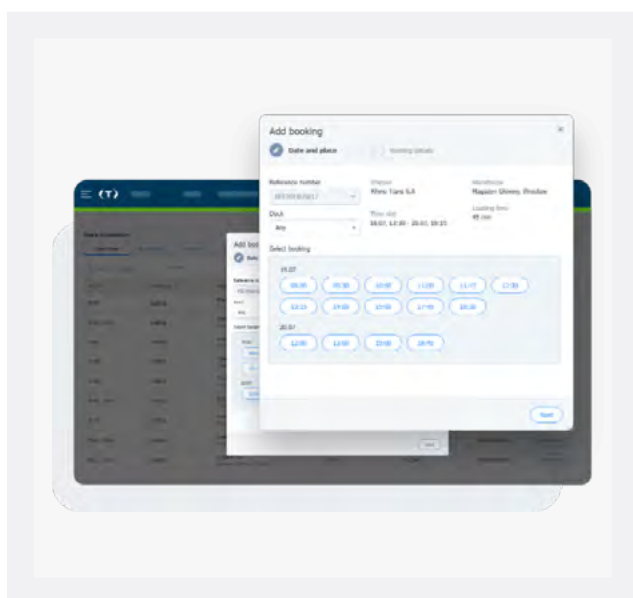
niu ładunku, kierowca za pomocą smartfona powinien zrobić zdjęcie obszarowi załadunku. Obraz wgrzywa się do chmury, gdzie sztuczna inteligencja oblicza dostępną przestrzeń.

Rys. 3.4. Program Trailer Capacity Assessment

Źródło: [18]

Zminimalizować czas oczekiwania na załadunek pozwala specjalistyczne oprogramowanie do zarządzania oknami czasowymi. Systemy tego typu zwiększają przepustowość magazynu i planowanie zasobów z wyprzedzeniem, a także wspierają cyfrową komunikację pomiędzy działem logistyki, magazynem i firmami transportowymi (Rys. 3.5). System pozwala przewoźnikom rezerwować sloty i zmieniać statusy awizacji. Dzięki oprogramowaniu do zarządzania oknami czasowymi czas oczekiwania na załadunek może się skrócić o 70%, a wydajność magazynu – wzrosnąć o 25%.

Rys. 3.5. Program do awizacji dostaw Dock Scheduler



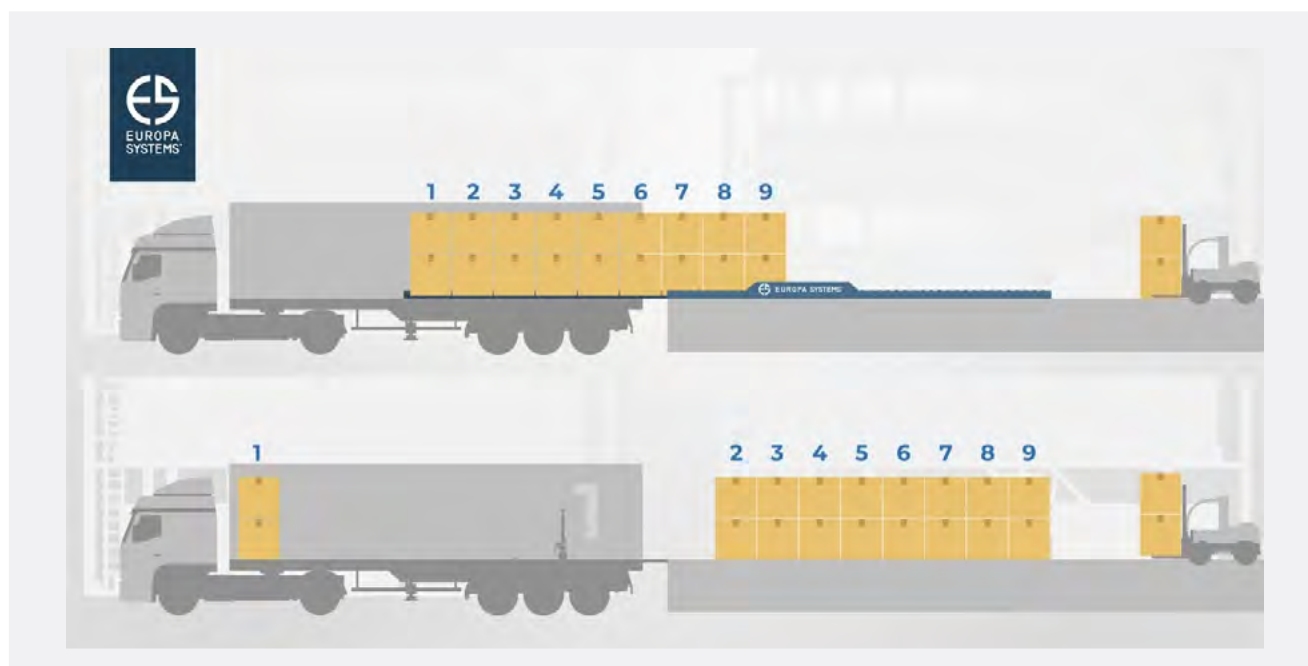
Źródło: [19]

Z badania platformy logistycznej Trans.eu wynika, że tylko 30% użytkowników zna rozwiązania służące do zarządzania oknami czasowymi, a jedynie 14% z nich deklaruje, że aktywnie korzysta z tych narzędzi. Analiza Cargoon, dostawcy narzędzia Dock Scheduler, wykazała, że po implementacji narzędzia do zarządzania oknami czasowymi w firmie realizującej około 60 załadunków dziennie, odsetek dostaw podjętych poza platformą wyniósł 8% [20]

3.4.2. Systemy załadunku i rozładunku

Na optymalizację procesów zachodzących przy dokach pozwala ATLS (Automatic Truck Loading System) – automatyczny system załadunku i rozładunku ładunków. System robotyzuje układanie i pobieranie palet oraz minimalizuje udział operatorów w tym procesie (Rys. 3.6). Automatyczne doki przeładunkowe oferują wiele korzyści:

- zwiększając wydajność: pełną ciężarówkę (33 palety) można załadować lub rozładować w kilka minut,
- pozwalając efektywnie wykorzystać przestrzeń: przyspieszenie rozładunku skraca czas realizacji tzw. dock to stock (czasu między przybyciem towaru do doku, a jego umieszczeniem w odpowiedniej lokalizacji magazynowej),
- zabezpieczając ładunek: podczas procesu przeładunku system redukuje gwałtowne ruchy i tym samym ogranicza szkody,
- optymalizuje siłę roboczą: system ogranicza liczbę niezbędnych operatorów w jednej z najbardziej uczęszczanej strefie w centrum dystrybucyjnym,
- chroni operatorów: automatyczne doki przeładunkowe eliminują ewentualne wypadki poprzez ograniczenie ruchów i zwiększeniu poziomu bezpieczeństwa podczas wykonywania prac przy dokach,
- redukując koszty operacyjne: system pozwala zwiększyć liczbę wydań i przyjęć towaru, używać mniejszej liczby wózków widłowych, zmniejszyć fizyczną powierzchnię roboczą potrzebną do operacji itp. [21]

Rys. 3.6. Załadunek za pomocą ATLS

Źródło: [18]

Rynek systemów ATLS doświadczył ogromnej ekspansji i wzrostu w ciągu ostatniej dekady ze względu na zmieniające się wymagania branży logistycznej i transportowej. Firma analityczna Global Industry Analysts szacuje, że światowy rynek zautomatyzowanych systemów ładowania ciężarówek wzrośnie z ponad 2 mld dol. w 2022 r. do 3,8 mld dol. w 2030 roku. [22] Ten wzrost popytu można przypisać różnym czynnikom, w tym rozwojowi technologicznemu, dążeniu do wydajności operacyjnej i zapotrzebowaniu na bezpieczniejsze warunki pracy.

Światowy rynek systemów ATLS zdominowała Europa, zwłaszcza takie kraje, jak Niemcy, Wielka Brytania, Francja i Włochy. Dzięki szeroko zakrojonej implementacji technologii w branży logistycznej, udział Starego Kontynentu w rynku wynosi 43,8% (dane za 2022 r.). Jeśli chodzi o poszczególne sektory, największy udział w rynku systemów ATLS ma branża FMCG (38,2%). Głównym powodem tego stanu jest rosnąca popularność platform e-commerce w sektorze towarów szybko zbywalnych, które wymagają szybkich dostaw. [13]

3.4.3. Podajniki teleskopowe

Podajniki teleskopowe (Rys. 3.7) pomagają zwiększyć bezpieczeństwo, ergonomię oraz skrócić czas rozładunku i załadunku samochodów ciężarowych. Ponadto zwiększają wydajność zgodnie z filozofią Lean Manufacturing (większa sprawność przy użyciu mniejszej ilości zasobów) i redukują liczbę przejazdów wózkami widłowymi. Podajniki (przenośniki) są stosowane np. do naczep o długości m.in. do 13 m i są wykorzystywane do transportu kartonów, skrzynek, pojemników, małych palet. Długość podajników teleskopowych można regulować, dzięki czemu można dobierać punkty załadunku i zrzutu.

Rys. 3.7. Podajniki teleskopowe wykorzystywane w magazynach firmy GXO Logistics

Źródło: [3]

Istnieje kilka rodzajów podajników. Teleskopowy przenośnik taśmowy (Rys. 3.8) jest przeznaczony przede wszystkim do obsługi załadunku i rozładunku paczek, gdzie transport realizowany jest przez pas gumowy na taśmie. Transportery mogą być wydłużane dwu- lub trzykrotnie. Przesuwać punkty zrzutu i odbioru pozwala również przenośnik rolkowy. Istnieje możliwość zamontowania przenośnika w pozycji stałej, dedykowanej dla jednego doku, lub wersji z napędem, która jest elastyczna.

Rys. 3.8. Teleskopowy przenośnik taśmowy firmy Europa Systems [23]

Źródło: [24]

Na potrzeby elastycznego załadunku i rozładunku istnieje wersja mobilnego przenośnika (Rys. 3.9.). Maszynę można transportować między dokami lub strefami. Mobilna wersja urządzenia pozwala na manewrowanie przenośnikiem jedną ręką. Przenośnik można przygotować do rozładunku nowego doku w ciągu kilku minut.

Rys. 3.9. Mobilny przenośnik taśmowy firmy Europa Systems [24]

Źródło: [24]

Dostęp do trudno osiągalnych punktów załadunku i rozładunku ułatwia przenośnik teleskopowy z koszem (Rys. 3.10). Kosz jest dostosowywany do wymaganej wysokości, aby personel mógł bezpiecznie realizować rozładunek lub załadunek towarów.

Rys. 3.10. Przenośnik teleskopowy z koszem firmy Europa Systems [25]



Źródło: [25]

3.4.4. Manipulatory

Manipulatory przemysłowe wspomagają pracowników podczas wykonywania czynności manipulacyjnych w procesie produkcyjnym. W zakładach produkcyjnych są sterowane ręcznie lub automatycznie. Manipulatory w magazynach (Rys. 3.11) są umieszczone na końcu podajników teleskopowych lub mogą być umiejscowione niezależnie. Rozwiązanie to jest proste do wdrożenia i możliwe do użytku przez każdego.

Manipulatory w magazynach można wykorzystywać nie tylko do rozładunku i załadunku pojazdów, ale także w pracach związanych z kompletacją – optymalizując one czynności składowania, paletyzacji, depaletyzacji oraz przemieszczania ładunków, czyli wszędzie tam, gdzie pracownik musi przenosić ciężkie przedmioty.

Urządzenia przede wszystkim zwiększają poziom bezpieczeństwa pracy, skracają czas wyżej wspomnianych procesów oraz minimalizują potrzebę stosowania przez pracowników dodatkowych przedmiotów, jak pasy do podnoszenia przedmiotów, czy wózki. Efektywność działań zwiększa minimalizacja czasu postoju w związku z brakiem urazów pracowników oraz możliwość zaangażowania do tych czynności osoby w różnym wieku i różnej płci.

Rys. 3.11. Manipulatory wykorzystywane w magazynach GXO Logistics



Źródło: [3]



**Łukasz Lewicki,**

Head of Sales Contract Logistics
w Rohlig SUUS Logistics

W naszym magazynie w Tarnowie Podgórnym, aby usprawnić rozładunek kontenerów morskich czy kolejowych, w których często przewożonych jest wiele różnych artykułów, takich jak np. sprzęt RTV i AGD czy odzież, wdrożyliśmy nowoczesny taśmociąg dedykowany do tego procesu. Na czym to polega w praktyce? Pracownik pobiera towar z palety i umieszcza go na taśmie, która wyprowadza produkty z kontenera. Następnie artykuły odbierane są przez kolejną osobę, która znajduje się na drugim końcu maszyny. Co więcej, w trakcie rozładunku przenośnik automatycznie rozciąga się i wsuwa do kontenera. Dzięki temu usprawnieniu proces stał się znacznie bardziej efektywny, wymaga mniejszej liczby pracowników, a także jest mniej obciążający fizycznie.



3.4.5. Roboty

Jeszcze do niedawna pełna automatyzacja czynności rozładunku i załadunku pojazdów nie była możliwa. Zmieniło się to w 2023 roku wraz z komercyjnym wprowadzeniem na rynek ramion robotycznych. Roboty o wieloprzegubowej strukturze mogą być używane do podnoszenia i umieszczania towarów na naczepach lub rozładowywania pojazdów. Zastosowanie tych robotów jest bardzo szerokie – od kompletacji zamówień, pakowania, magazynowania i układanie na paletach po załadunek i rozładunek różnorodnych towarów, w tym palet, pudeł i pojedynczych przedmiotów.

Z podobnych rozwiązań zaczynają już korzystać potencjaci rynku przesyłek. Amerykańskie przedsiębiorstwo FedEx, które obsługuje dziennie ponad 15 milionów paczek, wdrożyło w magazynach robota DexR (Rys. 3.12), należącego do startupu Dexterity z siedzibą w Kalifornii, który specjalizuje się w tworzeniu zrobotyzowanych systemów do różnych zadań magazynowych. Celem nowego robota jest wykorzystanie sztucznej inteligencji m.in. do układania rzędów przesyłek o różnej wielkości w ciężarówce. Paczki mają różne rozmiary, kształty i gramatury, dlatego maszyna wykorzystuje kamery i czujniki lidarowe do analizowania paczek, żeby następnie zaplanować załadunek.

Jeszcze kilka lat temu sztuczna inteligencja nie była na tyle inteligentna, aby poradzić sobie z tego rodzaju złożonym procesem. Wiele narzędzi jest zaprojektowanych do wykonywania powtarzalnych zadań, co prawda z niezwykłą precyzją, ale bez samodzielnego uczenia się i bez możliwości podejmowania własnych decyzji na podstawie analizy sytuacji. Mimo to robotyka robi duże postępy. Coraz większa liczba maszyn wykorzystuje sztuczną inteligencję do rozpoznawania obiektów lub określania, jak je uchwycić, gdzie załadować, jak zrobić to tak, by opakowanie nie zostało naruszone i jak taki towar zabezpieczyć w naczepie.

Rys. 3.12. Robot DexR wykorzystywany w magazynie FedEx



Źródło: [3]

Roboty wykorzystywane do załadunku lub rozładunku mogą stanowić rozwiązanie problemu niedoboru pracowników. Przykładem tego może być Sagawa Express, dostawca usług logistycznych i dostawczych w Japonii, który ze względu na brak siły roboczej wdraża maszyny Dexterity do pracy w swoich magazynach. Firma na początku br. oznajmiła, że rozpocznie ten proces od nauczania platformy sztucznej inteligencji o jej operacjach logistycznych, żeby dopasować dwuramienny DexR do istniejącej infrastruktury logistycznej japońskiego przedsiębiorstwa. Do 2026 roku operator planuje wdrożenie do pracy 1,5 tys. takich robotów.

Podobne roboty wykorzystuje również DHL Supply Chain. Operator logistyczny rozpoczął współpracę z Boston Dynamics, firmą projektową zajmującą się inżynierią i robotyką z Waltham w Massachusetts, kilka lat wcześniej i jak dotąd zainwestował 15 mln dol. w technologię, mającą na celu automatyzację procesu rozładunku i załadunku pojazdów ciężarowych.

Zwieńczeniem tej współpracy jest robot Stretch, składający się z ramienia, uchwytu przyssawkowego i ruchomej podstawy (Rys. 3.13). Za pomocą chwytaka przyssawkowego roboty pobierają paczki z przyczepy, chwytają je od góry lub z boku i umieszczają na przenośniku w celu dostarczenia do budynku. Następnie pudełka są skanowane i umieszczane w magazynie zgodnie z procesami obsługi materiałów obowiązującymi w danym zakładzie. Roboty zasilane akumulatorowo pracują przez całą zmianę na jednym ładowaniu, rozładując do 500 pudeł na godzinę. Robot jest kierowany przez sztuczną inteligencję w połączeniu z czujnikami, kamerami i innymi elementami sterującymi. Zgodnie z szacunkami DHL, po dwóch miesiącach realizacji projektu rozwiązanie przyniosło około 40% wzrost wydajności w zakładzie w Carhartt, a rozładunek odbywał się znacznie szybciej niż w przypadku operacji ręcznych.

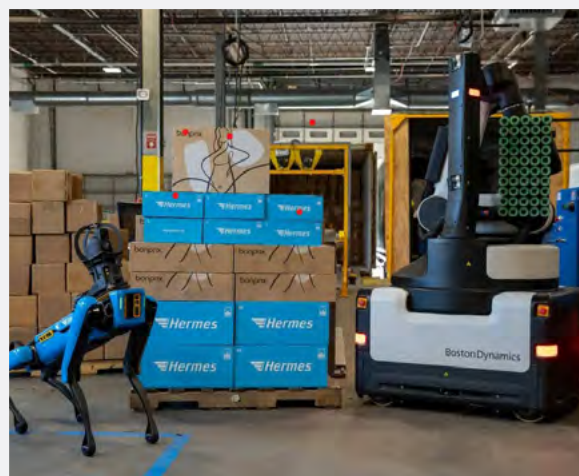
Rys. 3.13. Robot Stretch wyprodukowany przez Boston Dynamics dla DHL Supply Chain



Źródło: [27]

Powyższe rozwiązanie amerykańskiego producenta nie jest jedyne, oferowane przedsiębiorstwom logistycznym. Boston Dynamics do 2025 roku wdroży dziesiątki swoich robotów magazynowych w europejskich centrach dystrybucyjnych w ramach umowy z niemieckim potentatem e-commerce Otto Group, która sprzedaje rocznie towary z zakresu handlu elektronicznego o wartości 17 mld dol. w ponad 20 krajach. Czworonożne roboty Spot (Rys. 3.14) są wykorzystywane do rozładunku pojazdów w ponad 20 obiektach niemieckiej firmy.

Rys. 3.14. Robot Spot producenta Boston Dynamics



Źródło: [28]

Nieco innym, ale o takim samym przeznaczeniu, jest TruckBot firmy Mujin założonej w Japonii, która obecnie ma swoją siedzibę również w Holandii. TruckBot (Rys. 3.15) to autonomiczny robot, który może rozładowywać zarówno przyczepy samochodowe, jak i kontenery morskie z szybkością do 1 tys. jednostek ładunkowych na godzinę. Maszyna jest zaprojektowana tak, aby można ją było podłączyć do standardowych przenośników. Robot sięga na głębokość do 15 metrów do przyczepy ciężarówki lub kontenera. W przeciwieństwie do robotów wykorzystujących ramię, TruckBot łączy chwytaki, czujniki, oprogramowanie i kontroler z czymś, co można znaleźć w wielu dokach przeładunkowych: podajnikiem teleskopowym.

Rys. 3.15. TruckBot firmy Mujin

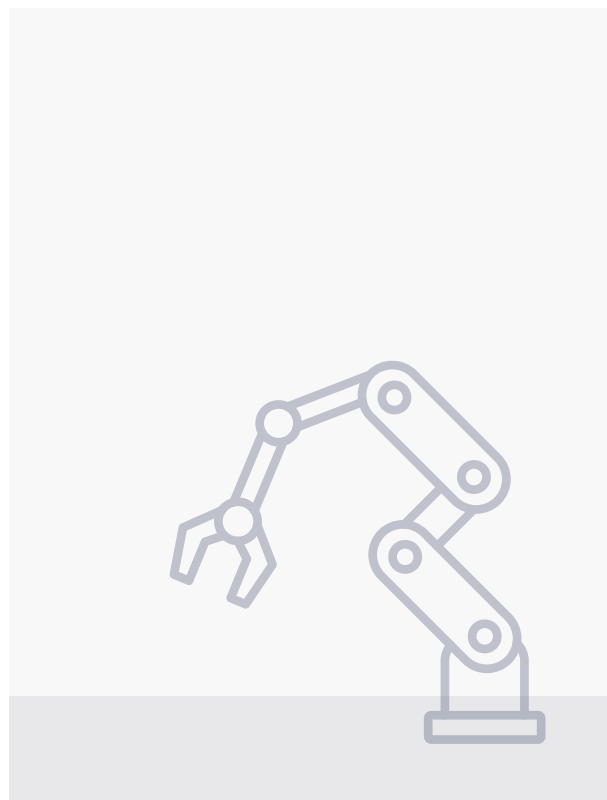
Źródło: [29]

Międzynarodowy producent i dostawca samochodów Tier 1 po wdrożeniu 9 autonomicznych SlipBotów (Rys. 3.16) amerykańskiej firmy Slip Robotics z Atlanty, wykorzystanych na trzy zmiany do rozładunku załadunku ciężarówek, skróciła czas tego procesu z ponad 40 do 3 minut. Firma zaobserwowała 4-krotny wzrost produktywności kierowców i przepustowości doków, o 90% skróciła czas przestoju samochodów ciężarowych i o 40% zredukowała liczbę uszkodzeń towarów. Zostały wyeliminowane także uszkodzenia drzwi doków i przyczep.[31]

Rys. 3.16. SlipBot producenta Slip Robotics [30]

Źródło: [30]

Innym rozwiązaniem zautomatyzowanego załadunku samochodów ciężarowych jest robot Ultra Blue (Rys. 3.17). Maszyna może samodzielnie wjeżdżać do drzwi doków i do przyczep pojazdów bez dodatkowej infrastruktury (np. szyn czy prowadnic). Robot transportuje, podnosi i umieszcza ładunki bezpośrednio w przyczepie. Może być zintegrowany z innymi urządzeniami, takimi jak przenośniki teleskopowe, skanery kodów kreskowych czy systemy sortowania. Ultra Blue może obsłużyć kilka doków załadunkowych jednocześnie.

Rys. 3.17. Robot Ultra Blue firmy Bastian Solutions

Źródło: [32]

3.4.6. Wózki widłowe

Do autonomicznych urządzeń, wspierających załadunek i rozładunek samochodów ciężarowych, należą też niektóre wózki widłowe (Rys. 3.18). Są one w stanie zaoszczędzić nawet do 80% czasu pracownika, poza tym zwiększają przepustowość i wydajność procesów. Są samodzielne, potrafią pracować w grupie ludzi.



Rys. 3.18. Autonomiczny wózek widłowy Trey start-upu Gideon Brothers [34]



Źródło: [34]

3.5. Strefa przyjęcia towaru

Podstawę efektywnego funkcjonowania obiektu logistycznego, takiego jak magazyn, stanowi właściwe dostosowanie przestrzeni magazynowej do realizowanych operacji i procedur. Strefa przyjęcia towarów pełni kluczową rolę w organizacji procesu przyjmowania ładunków – w tym obszarze dokonuje się działań takich, jak weryfikacja ilościowa i jakościowa zamówień, sortowa-

nie przyjętych towarów, etykietowanie produktów oraz wyznaczanie lokalizacji w obszarze składowania na terenie magazynu. Zazwyczaj ta strefa jest umiejscowiona z dala od miejsc składowania i obszarów załadunku czy rozładunku.

W odpowiednio zorganizowanym magazynie istnieje wypracowany system pozwalający na sprawne pozbywanie się opakowań i innych odpadów ze strefy przy-

jęcia towaru, a w przypadku potrzeby dekompletacji towaru – przestrzeń, która umożliwia na rozłożenie towarów z palet lub kontenerów. Kluczowym elementem zapobiegającym powstaniu wąskiego gardła w strefie przyjęć jest prawidłowe określenie ilości towarów, które mają zostać przyjęte w obiekcie, oraz odpowiednie planowanie tego procesu.

Proces planowania w strefie przyjęć jest ściśle skoordynowany z funkcjonowaniem całego łańcucha dostaw. Płynny przebieg procesu zapewnia dobrą komunikację pomiędzy wszystkimi uczestnikami sieci logistycznej (przewoźnikami, dostawcami, dystrybutorami i magazynami), zmniejsza ryzyko wystąpienia sytuacji nieprzewidzianych oraz pozwala dostarczać operatorom odpowiedzialnym za przyjęcie towaru wszystkich niezbędnych do pracy informacji jeszcze przed przyjazdem samochodów ciężarowych.

Rozładunek towarów odbywa się w dokach przeładunkowych, skąd trafiają one do strefy przyjęć, a następnie do obszaru konsolidacji lub bezpośrednio do strefy magazynowej obiektu. Przedtem jednak ładunki muszą przejść procedury kontrolne – wymagana jest weryfikacja list awizacyjnych z listami przewozowymi i stanem faktycznym dostaw. Niektóre towary wymagają dodatkowej kontroli.

W trakcie przyjęcia towaru do magazynu personel się upewnia, czy każdy ładunek jest odpowiednio oznaczony i zarejestrowany. Identyfikowalność składowanych produktów jest podstawowym elementem optymalnie funkcjonującego magazynu, dlatego ich etykietowanie powinno się odbywać zarówno w magazynach tradycyjnych, jak i tych, które są obsługiwane przez system WMS.

3.5.1. Systemy i aplikacje

Poziom ustandaryzowania procesu przyjęcia towaru wpływa na prawdopodobieństwo wystąpienia nieoczekiwanych sytuacji. System zarządzania magazynem

WMS minimalizuje to prawdopodobieństwo i eliminuje potrzebę posługiwania się papierową dokumentacją. W przypadku procesów związanych z etapem przyjęcia towaru, oprogramowanie WMS optymalizuje takie czynności, jak prognozowanie przyjmowanych towarów, rejestracja przybywających ładunków, etykietowanie czy też wyznaczanie miejsca składowania towarów. Funkcje WMS, przydatne podczas wykonywania czynności w strefie przyjęć towarów:

- zarządzanie przyjęciami: procesy przyjmowania, które mają na celu przyjmowanie ładunków z różnych źródeł, takich jak zakupy od dostawcy, transfer między magazynami, zlecenia produkcyjne i zwroty od klientów. W ramach tego procesu kontroluje się różnorodność towaru, jego ilość, cechy oraz stan lub jakość. Produkt wprowadzony do magazynu staje się częścią zapasów. Informacje zbierane w tym celu są porównywane z zamówieniem otrzymanym z systemu ERP (centralnego systemu zarządzania przedsiębiorstwem),
- zarządzanie lokalizacją: procesy związane z lokalizacją. Te procesy służą do zarządzania zleceniami umieszczenia towaru w magazynie i określają najlepszą lokalizację w zależności od rodzaju, cech, wymiarów towaru itp. Dokonuje się tego zgodnie z wcześniej określonymi regułami i strategiami,
- zarządzanie procesami wysyłki: procesy związane z przygotowywaniem zamówień wysyłanych do klientów, przenoszeniem do innych magazynów lub zwracaniem do dostawców. Ta funkcja dotyczy wydawania towaru i zmniejszania stanu magazynowego poprzez działania takie jak kompletacja, wydawanie pełnych pojemników, konsolidacja zamówień i przygotowanie do wysyłki pojazdów dostawczych. [35]

Bezpośrednia automatyzacja pracy w strefie przyjęcia towaru zależy od funkcjonalności konkretnego systemu ERP oraz od tego, jak jest on zintegrowany z innymi sys-

temami zarządzania magazynem (WMS) lub systemami zarządzania placem manewrowym (YMS). Systemy ERP mogą ułatwić pracę w strefie przyjęcia towaru poprzez:

- automatyzację procesu rejestrowania przyjęć towarów do systemu, co pozwala na szybką weryfikację dostaw i ułatwia procesy księgowe,
- śledzenie statusu zamówień i dostaw w czasie rzeczywistym, co ułatwia planowanie pracy magazynu i koordynację z działami zakupów oraz sprzedaży,
- integrację z systemami identyfikacji produktów, takimi jak skanery kodów kreskowych lub systemy RFID (Radio-Frequency Identification), co może przyspieszyć procesy sortowania i weryfikacji towarów,
- zarządzanie informacjami o dostawcach, zamówieniach i produktach, ułatwiając procesy decyzyjne i komunikację wewnętrzną,

- optymalizację zarządzania zapasami poprzez precyzyjne monitorowanie poziomów magazynowych i automatyczne generowanie zleceń zakupu, kiedy poziom zapasów spada poniżej ustalonego minimum.

Systemy YMS również mogą przyczynić się do optymalizacji pracy w strefie przyjęcia towaru, chociaż ich główny obszar działania koncentruje się na zarządzaniu dokami i operacjami zewnętrznymi magazynu. YMS może optymalizować pracę strefy przyjęcia towarów np. poprzez skrócenie czasu oczekiwania na rozładunek, lepszego wykorzystania doków załadunkowych czy zwiększenia przepustowości magazynu.

Ponadto pracę w strefie przyjęć optymalizują aplikacje do skanowania i identyfikacji (np. kodów kreskowych) oraz systemy RFID (Rys. 3.19). Pozwalają one na szybką i dokładną weryfikację przyjętych towarów oraz ich identyfikację i śledzenie w magazynie.

Rys. 3.19. Skanery firmy Zebra Technologies wykorzystywane przez Grupę Raja



3.5.2. Autonomiczne wózki AGV

Wózki AGV (Automated Guided Vehicle) mogą transportować różnego rodzaju ładunki bez udziału człowieka. Poruszają się one po jasno określonych trasach, które są zdefiniowane w przestrzeni magazynowej za pomocą odpowiednich oznaczeń (Rys. 3.20).

Rys. 3.20. Automatyczne wózki systemowe Jungheinrich – wózki przeznaczone do pracy w bardzo wąskich korytarzach regałów



Źródło: [37]

Maszyny mają rozbudowany system czujników, który monitoruje otoczenie w czasie rzeczywistym. Gdy wykryją przeszkodę – inną maszynę lub pieszego – wózki automatycznie zwalniają lub zatrzymują się, zapewniając bezpieczeństwo (Rys. 3.21). Niektóre modele skanują obszar wokół siebie, automatycznie dostosowując zakres skanowania do prędkości pojazdu. To oznacza, że w przypadku przyspieszenia pojazdu obszar skanowania również się zwiększa, co zapewnia szybką reakcję w przypadku napotkania przeszkody.

Rys. 3.21. Wózki AGV poruszają się po magazynie bez nadzoru



Źródło: [37]

Przewaga wózków AGV polega na ich możliwości do wykonywania różnorodnych zadań transportowych bez udziału człowieka, co przekłada się na liczne korzyści, np. zwiększoną efektywność operacyjną (AGV pozwalają na automatyzację zadań transportowych, co prowadzi do zwiększenia wydajności i szybkości operacji), poprawę bezpieczeństwa, co jest możliwe dzięki zaawansowanym systemom czujników, optymalizację przestrzeni magazynowej (AGV mogą być zaprogramowane do pracy w różnych układach magazynu) oraz redukcję kosztów operacyjnych, np. poprzez zmniejszenie kosztów pracy, minimalizację błędów ludzkich oraz optymalizację zużycia energii.

Warto również wspomnieć o integracji z systemami zarządzania. Pozwala ona na automatyczne przydzielanie zadań wózkowi na podstawie różnych kryteriów, takich jak priorytet, lokalizacja czy dostępność zasobów, monitorowanie wózków w czasie rzeczywistym, co umożliwia śledzenie statusu zadań, lokalizacji wózków i ich stanu technicznego, a także analizę danych i wykorzystywanie ich do optymalizacji różnych aspektów operacji logistycznych, np. analizy czasu realizacji zadań, zużycia energii czy wydajności tras.

Do wad pojazdów należą stosunkowo wysokie koszty inwestycyjne, związane z kosztami zakupu, adaptacji infrastruktury, integracji z istniejącymi systemami oraz szkolenia personelu, co może opóźnić osiągnięcie zwrotu z inwestycji, złożoność techniczna maszyn (zarządzanie i utrzymanie systemów AGV wymaga specjalistycznej wiedzy i umiejętności, co może generować dodatkowe koszty zatrudnienia wykwalifikowanego personelu technicznego oraz wydłużać czas wdrożenia), a także ograniczenia w zastosowaniach – wózki są najbardziej efektywne w rutynowych operacjach, natomiast ich skuteczność może być ograniczona w bardziej złożonych środowiskach.

Autonomiczne pojazdy AGV można podzielić na kilka kategorii ze względu na sposób naprowadzania pojazdów:

- naprowadzanie elektromagnetyczne: wózki poruszają się po trasach wyznaczonych przez przewody umieszczone pod posadzką magazynu. Jest to skuteczne rozwiązanie w przypadku stałych tras przewozu, ale każda zmiana wymaga czasochłonných prac budowlanych,
- rozpoznawanie obrazu: algorytmy sztucznej inteligencji odpowiedzialne są za dobór trasy, wykorzystując do tego obraz otoczenia z panoramicznych kamer,
- naprowadzanie optyczne: wózki przemieszczają się wzdłuż odblaskowej taśmy, która wyznacza trasę przejazdu. Głównym elementem systemu jest sensor rejestrujący światło odbite. W przeciwieństwie do naprowadzania elektromagnetycznego, nie wymaga to zmian architektonicznych w magazynie,
- naprowadzanie laserowe: wózki są wyposażone w skanery laserowe, które dokładnie określają położenie urządzenia w magazynie na podstawie mapy obiektu zapisanej w pamięci. Ten system nie wymaga montażu przewodów ani taśm,

- mapowanie 2D-3D: wózki naprowadzane tą metodą nie potrzebują zewnętrznych elementów wyposażenia. Mogą bezpiecznie poruszać się po obiekcie, korzystając z wirtualnej mapy stworzonej na podstawie informacji z kamer i czujników.

Istnieje wiele rodzajów wózków AGV. Do tych najbardziej spotykanych na rynku należą pojazdy do transportu pojedynczych ładunków (są przeznaczone do przemieszczania pojedynczych jednostek ładunkowych podczas każdego przejazdu, np. palet, szpul, kartonów), wózki widłowe, podobne do tradycyjnych, zaprojektowane do transportu jednej lub kilku palet jednocześnie, a także ciągniki, które służą do prowadzenia wózków bez własnego napędu, np. platform pociągu logistycznego.

Globalny rynek pojazdów sterowanych automatycznie został wyceniony na 4,79 mld dol. w 2023 roku, i przewiduje się, że w okresie od 2023 do 2030 roku będzie rósł w tempie 9,7% rocznie. [39] Analiza rynku wykazała, że do głównych czynników napędzających rozwój sektora AGV należy dynamiczny postęp technologiczny, szczególnie w obszarach sztucznej inteligencji, robotyki i automatyki. Wzrost zapotrzebowania na zautomatyzowane rozwiązania w sektorach takich jak logistyka, produkcja, magazynowanie i dystrybucja również przyspiesza rozwój tego typu urządzeń.

3.5.3. Roboty mobilne AMR

Autonomiczne roboty mobilne AMR (Autonomous Mobile Robot) są wykorzystywane do częściowego lub całkowitego zautomatyzowanego transportu towarów, co znacząco zwiększa efektywność magazynów oraz kluczowych punktów logistycznych (Rys. 3.22). Ich niewielka wysokość pozwala na swobodne poruszanie się pod stelażami i podnoszenie palet z regałów, a następnie samodzielnie przewozić je w określone miejsce. Roboty AMR korzystają z kodów QR umieszczonych na podłodze lub technologii laserowej geonawigacji i są wyposażone w systemy wykrywania i omijania przeszkód na trasie. Pojazdy podejmują decyzje dotyczące wyboru

optymalnej trasy oraz kolejności realizacji określonych zadań, co znacznie poprawia efektywność operacji logistycznych.

Rys. 3.22. Robot platformowy WDX i VersaBox



Źródło: [40]

Do najważniejszych obszarów funkcjonalnych autonomicznych robotów platformowych AMR należy:

- mapowanie otoczenia: roboty skanują całą halę produkcyjną lub magazynową, działają w oparciu o aktualną przestrzeń roboczą procesów wewnętrznych,
- projektowanie procesów oparte na danych: narzędzia umożliwiają wizualne projektowanie procesów i ocenę różnych ich wariantów,
- sterowanie procesem: system gromadzi w czasie

rzeczywistym dane, takie jak zlecenia transportowe, dane o lokalizacji i statusie prac robotów,

- zarządzanie zasobami procesu: menadżerowie floty robotów zarządzają konfiguracją systemu intralogistycznego oraz wspierają konserwację i zarządzanie zasobami.

Autonomiczne roboty mobilne, w zależności od modelu, mogą przemieszczać ładunki o masie do 1500 kg na jedną trasę transportową. Dzięki nowoczesnej technologii zabezpieczeń, transportery mogą być stosowane nawet w otoczeniu magazynowym o dużym natężeniu ruchu oraz intensywnie wykorzystywanych strefach załadunku. Różnego rodzaju czujniki stale monitorują otoczenie pojazdu, zapobiegając kolizjom i zapewniając bezpieczeństwo ruchu. Dzięki temu roboty mogą bezpiecznie współpracować zarówno z ludźmi, jak i innymi pojazdami, nawet w strefach o ograniczonej przestrzeni (Rys. 3.23).

Rys. 3.23. Roboty mobilne firmy Linde



Źródło: [41]

Dla przykładu, robot mobilny Arculee S firmy Jungheinrich umożliwia bezpieczną pracę w środowisku człowiek-maszyna za pomocą technologii czujników bezpieczeństwa 360 stopni. (Rys. 3.24). Koncepcja bezpieczeństwa 360 stopni pozwala na ciągle monitorowanie całego pojazdu, co umożliwia maszynie bezpieczne zatrzymanie się przed ludźmi lub przeszkodami.

Rys. 3.24. Robot mobilny firmy Jungheinrich



Źródło: [37]



Studium przypadku

W 2021 r. GXO Logistics zainicjowało partnerstwo z producentem artykułów spożywczych i napojów, aby usprawnić proces dystrybucji towarów w zaawansowanym technologicznie centrum w Nieuwegein, w Holandii. To centrum logistyczne z kontrolowaną temperaturą, działające 24 godziny na dobę, wymagało rozwiązania, które pozwoliłoby na umieszczenie zamówień w odpowiedniej kolejności, aby zostały załadowane na określone ciężarówki i umieszczone na nich w optymalnym układzie do rozładunku w miejscu przeznaczenia. Projekt pilotażowy trwał do 2023 roku. Implementacja autonomicznych robotów Lowpad (Rys. 3.25) w 16 punktach dystrybucji podniosła bezpieczeństwo, efektywność, jakość i rentowność operacji dla klienta. Roboty podniosły efektywność operacyjną o 60%.

Rys. 3.25. Autonomiczne roboty mobilne Lowpad GXO i firmy Lowpad



Źródło: [42]



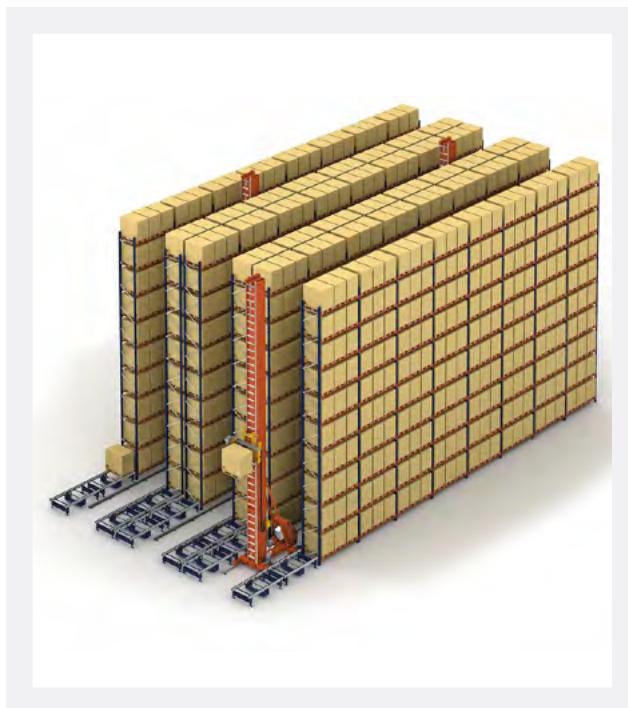
3.5.4. Układnice i przenośniki

W magazynach wyróżniamy dwa rodzaje transportu bliskiego: poziomy i pionowy. Ten pierwszy jest wykonywany ręcznie przez pracowników, korzystających z wózków widłowych lub innych maszyn. Natomiast transport pionowy jest nieco bardziej skomplikowany. Korzysta się z niego przede wszystkim w trakcie rozładunku i załadunku poszczególnych towarów. W tym przypadku konieczne jest podnoszenie lub opuszczanie towarów na duże wysokości, co może stanowić wyzwanie, szczególnie w przypadku ciężkich ładunków.

Urządzenia transportu bliskiego mogą być podzielone na trzy główne kategorie: ręczne (np. wózki paletowe), z napędem (np. wózki widłowe) oraz automatyczne (np. przenośniki paletowe lub pojemnikowe). Automatyczne działają pod kontrolą systemu WCS, który pełni kluczową rolę w kontrolowaniu i zarządzaniu wszystkimi zautomatyzowanymi urządzeniami w magazynie. System WCS sam w sobie nie poprawi wydajności magazynu. Wymaga on dodatkowego oprogramowania, które dostarczy mu odpowiednich danych oraz narzędzi do analizy i optymalizacji procesów logistycznych, np. WMS.

Do najpopularniejszych urządzeń tego typu należą układnice paletowe i pojemnikowe, charakteryzujące się znaczną szybkością załadunku i rozładunku regałów. Wśród podstawowych rodzajów układnic wyróżnia się układnice jednokolumnowe, dwukolumnowe oraz automatyczne układnice trójstronne (Rys. 3.26). Układnice trójstronne dobrze sprawdzają się w automatyzacji obiektów, gdzie operują trójstronne wózki systemowe obsługiwane przez operatorów.

Rys. 3.26. Układnice paletowe trójstronne firmy Mecalux



Źródło: [43]

Inną popularną grupą urządzeń stosowanych w magazynach są przenośniki rolkowe i łańcuchowe. Ich zadaniem jest wewnętrzny transport palet i pojemników między różnymi strefami magazynu lub hali produkcyjnej, a także pomiędzy magazynem a zakładem. W obiektach, gdzie istnieją ustalone trasy przepływu towarów, podobną funkcję mogą pełnić pojazdy AGV lub roboty AMR.

Kolejno można wyróżnić podnośniki palet, które doskonale sprawdzają się w pionowym transporcie towarów w magazynach posiadających kilka kondygnacji. W obiektach o ograniczonej intensywności przepływu towarów często wykorzystywane są manualne urządzenia. Natomiast w magazynach obsługujących duże wolumeny zamówień, konieczne są automatyczne systemy, które przyspieszają przemieszczanie ładunków. Rozwiązania takie jak podnośniki hydrauliczne (Rys. 3.27) lub przenośniki pionowe (Rys. 3.28) są integrowane z systemami przenośników paletowych, aby zwiększyć szybkość podnoszenia i opuszczania towarów na paletach oraz usprawnić przepływ ładunków.

Rys. 3.27. Podnośnik hydrauliczny firmy Mecalux



Źródło: [44]

Podnośniki hydrauliczne mogą być także wykorzystywane jako elementy systemów przenośników. Na podnośnikach montuje się przenośniki rolkowe lub tańcuchowe, które mają za zadanie pokonywać drobne nierówności. Podczas gdy podnośniki hydrauliczne podnoszą ładunek na wysokość od 100 mm do 2000 mm, to rozwiązanie ma również na celu optymalizację wydajności stanowiska kompletacji na paletach. Pozwala to podnieść jednostkę ładunkową na odpowiednią wysokość, aby operator mógł pracować w ergonomicznej i bezpiecznej pozycji, co z kolei umożliwia szybsze przygotowywanie zamówień.

Rys. 3.28. Przenośniki pionowe, nazywane również automatycznymi podnośnikami palet, firmy Mecalux



Źródło: [44]

Przenośniki pionowe są integralnym elementem systemu przenośników, służącym do przemieszczania palet na znaczne wysokości, często na inne kondygnacje magazynu. To rozwiązanie umożliwia załadunek jednej lub dwóch palet jednocześnie. Praca podnośnika automatycznego oraz przenośników jest synchronizowana poprzez oprogramowanie WCS, które jest sterowane przez WMS. To właśnie WMS decyduje o lokalizacji każdego ładunku oraz trasie, którą musi pokonać przed dotarciem do docelowego miejsca.

Należy również zwrócić uwagę na dwie bardziej zaawansowane technologie: wózki wahadłowe, które przemieszczają towary po określonej trasie, oraz automatyczny system Pallet Shuttle, który integruje systemy automatyczne w procesach składowania magazynowego (Rys. 3.29). W ramach tego rozwiązania wózki widłowe zostają zastąpione przez specjalistyczne przenośniki lub pojazdy nośne, które pełnią funkcję transportową dla urządzeń Pallet Shuttle oraz ładunku. Wózek wpro-

wadza się do kanałów magazynowych i umieszcza każdą paletę na najgłębszym dostępnym, wolnym miejscu. Wszystkie operacje poruszania się odbywają się w pełnej zgodności z instrukcjami WMS.

Rys. 3.29. Automatyczny Pallet Shuttle firmy Mecalux



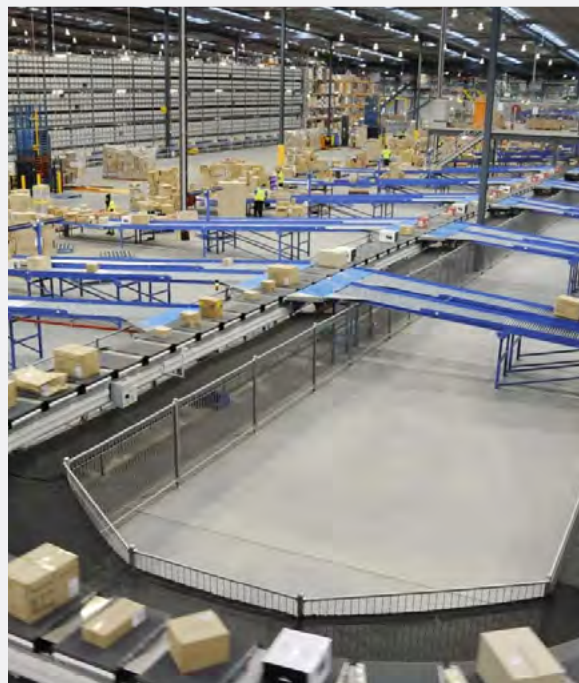
Źródło: [45]

3.5.5. Systemy sortowania

Systemy automatycznego sortowania (Rys. 3.30) stanowią kluczowy element w optymalizacji procesów zarządzania dużymi ilościami towarów w magazynach logistycznych. Te zaawansowane systemy wykorzystują roboty lub transportery automatyczne do identyfikacji, sortowania oraz kierowania produktów do ich docelowych lokalizacji. Dzięki temu, proces sortowania odbywa się znacznie szybciej. Urządzenia sortujące kierują przyjęte towary do odpowiednich miejsc w regałach.



Rys. 3.30. Zautomatyzowany system sortowania firmy Dematic



Źródło: [46]

Automatyczne systemy sortowania mogą przetwarzać tysiące jednostek na godzinę, znacznie przewyższając możliwości manualnego sortowania. Istnieje możliwość dostosowania systemów do sortowania różnych typów i rozmiarów towarów bez konieczności ręcznej interwencji. Zautomatyzowane systemy sortowania dobrze radzą sobie z wzrostem ilości przesyłek w okresach wzmożonej aktywności konsumentów i szczytów logistycznych.

3.5.6. Technologie skanujące

Zarządzanie przepływem produktów w magazynie wymaga zastosowania odpowiedniego systemu, który umożliwia efektywną kontrolę nad stanami magazynowymi oraz sprawną kompletację, przyjęcia i wysyłkę towarów. Kody kreskowe stanowią jedno z najskuteczniejszych i stosunkowo niedrogich narzędzi informacyjnych o produktach. Wykorzystanie bezprzewodowych czytników kodów kreskowych pozwala na bieżącą kon-

trolę stanów magazynowych oraz sprawną organizację operacji logistycznych (Rys. 3.31).

Rys. 3.31. Czytnik kodów kreskowych firmy Jungheinrich



Źródło: [47]

Bezprzewodowe czytniki kodów kreskowych wykorzystują różne technologie do odczytu kodów. Wśród najczęściej spotykanych są czytniki diodowe, które działają poprzez oświetlenie kodu wiązką światła i wykonując swego rodzaju „zdjęcie” kodu kreskowego. Ich zaletą jest stosunkowo niska cena i trwałość, jednak działają one wolniej i mniej precyzyjnie niż inne rodzaje czytników. Kolejnym popularnym rodzajem są czytniki laserowe, które wykorzystują wiązkę lasera do odczytu kodów kreskowych. Charakteryzują się większą odległością odczytu i wyższą jakością skanowania, jednak są bardziej podatne na uszkodzenia. Istnieją także skanery wizyjne 2D, które nadają się do skanowania różnych rodzajów kodów, w tym również kodów QR.

W magazynach czytniki kodów kreskowych są wykorzystywane przede wszystkim podczas inwentary-

zacji towarów, przyjęcia i kompletacji zamówień oraz w procesie wysyłki. Dzięki zastosowaniu odpowiedniego oprogramowania, informacje odczytane przez czytniki są przesyłane i przetwarzane w systemach zarządzania magazynem, co pozwala na skuteczną integrację procesów logistycznych.





Studium przypadku

Automatyzacja skanowania certyfikatów jakości za pomocą robota RPA

Jeden z klientów DHL stanął przed wyzwaniami w procesie skanowania certyfikatów jakości: proces skanowania certyfikatów był całkowicie ręczny. Pracownik skanował certyfikaty na skanerze, który nie miał dostępu do sieci, i ręcznie wprowadzał nazwę pliku, otrzymując numer z SAP. Po zeskanowaniu pliki były zapisywane na dysku USB. Pod koniec każdej zmiany dysk był przekazywany pracownikowi, który następnie ręcznie przenosił dane na serwer.

DHL Supply Chain wprowadziła rozwiązanie RPA (Robotic Process Automation), które przekształciło proces skanowania certyfikatów jakości (CofC). Podstawowe elementy tego rozwiązania obejmowały:

- Skanowanie zbiorcze: zamiast ręcznego skanowania przez pracownika, wszystkie CofC były skanowane zbiorczo raz dziennie, zwiększając wydajność procesu.
- RPA: do zarządzania procesem skanowania zaimplementowano bota RPA. Bot podzielił wszystkie strony CofC, nazwał je i zapisał w odpowiedniej lokalizacji na udostępnionym dysku, eliminując ręczne wprowadzanie danych i oszczędzając czas.
- Dostęp do sieci: rozwiązanie RPA obsługiwało sieć, zapewniając płynny transfer i udostępnianie danych w sieci firmy.



Zalety rozwiązania

Wydajność siły roboczej. Rozwiązanie RPA doprowadziło do uwolnienia jednego FTE, który mógł zostać przesunięty do zadań, które wpłynęły na wzrost wolumenu. Ten wzrost wydajności pozwolił klientowi zmaksymalizować wykorzystanie swoich kadr.

Dostępność aktualnych CofC. Zautomatyzowany proces zapewnił, że certyfikaty jakości są aktualne i łatwo dostępne do końcowej kontroli i wydania gotowych produktów. Poprawia to ogólną wydajność operacyjną i dokładność.



Wady rozwiązania

Inwestycja początkowa. Wdrożenie technologii RPA wymaga początkowej inwestycji, co może stanowić wyzwanie finansowe dla niektórych firm. Jednak długoterminowy wzrost wydajności często przewyższa koszty początkowe.

Szkolenia. Wprowadzenie nowej technologii do istniejącej operacji może wymagać dodatkowego szkolenia dla pracowników, aby zapewnić im maksymalizację korzyści płynących z rozwiązania.

3.6. Strefa składowania

Obszar składowania wyróżnia się na tle innych stref. To największa przestrzeń magazynu. Zadaniem tej strefy jest bezpieczne magazynowanie towarów do czasu ich dalszego przetwarzania lub wysyłki. Ważne jest odpowiednie zaplanowanie pojemności tego obszaru, gdyż ma to bezpośredni wpływ na efektywność całej gospodarki magazynowej.

Proces magazynowania rozpoczyna się od dostarczenia towarów do wyznaczonej strefy, gdzie produkty są wcześniej przygotowywane i zabezpieczane, tworząc jednostki ładunkowe. Następnie jednostki są składowane w wyznaczonych lokalizacjach. Proces składowania wymaga odpowiedniego rozmieszczenia towarów i systematycznego monitorowania zapasów, a także przygotowania towarów do dalszych etapów logistycznych.

W strefie składowania wykorzystuje się różnorodne urządzenia i narzędzia, takie jak środki transportu wewnętrznego – wózki widłowe, dźwignice, suwnice – oraz inne maszyny i technologie. Wiele z nich zostało opisane już w poprzednich częściach raportu. Strefa składowania towarów jest zazwyczaj zintegrowana ze strefą kompletacji, co pomaga usprawnić procesy logistyczne.

3.6.1. Systemy i aplikacje

Kluczową rolę w centrach dystrybucyjnych odgrywa informacja o lokalizacji przechowywania towarów. Znajomość dokładnej lokalizacji towaru umożliwia optymalizację procesów wydawania towarów, przyspiesza realizację zamówień i redukuje koszty operacyjne. W dużych obiektach magazynowych wykorzystuje się systemy ewidencyjne oparte na lokalizacji, co nie tylko ułatwia inwentaryzację, ale także precyzyjnie wskazuje, gdzie znajduje się dany towar. Podział powierzchni magazynowej na strefy i szczegółowe oznaczenie lokalizacji, np. regałów, przyczynia się do efektywniejszego zarządzania i szybszego dostępu do produktów.

Niektóre funkcje systemów WMS umożliwiają konfigurację dowolnej liczby stref składowania oraz lokalizacji w magazynie. Umożliwia to efektywne przypisanie towarów do konkretnych stref i lokalizacji, co ułatwia organizację procesu pakowania i przygotowywania list pakowania, optymalizując tym samym planowanie wydawania towarów z magazynu. Wykorzystanie funkcji lokalizacyjnych w magazynach umożliwia optymalne zarządzanie przestrzenią, skraca czas wyszukiwania i pobierania towarów, a także przyspiesza proces realizacji zamówień.

W strefie składowania można wyróżnić jeszcze technologię RFID, która pełni bardzo ważne role: umożliwia szybką identyfikację i śledzenie towarów, automatyzuje procesy inwentaryzacyjne, zwiększa dokładność zarządzania zapasami, a także poprawia efektywność lokalizowania produktów. Dzięki tej technologii pracownicy mogą łatwiej i szybciej odnajdywać towar w magazynie, co przyspiesza procesy kompletacji zamówień i minimalizuje błędy.

Oznakowanie opakowań za pomocą znaczników RFID, kodów kreskowych lub QR kodów umożliwia także odzyskanie pełnej kontroli nad jednostkami. Możliwość rejestrowania wydań i zwrotów, wraz z datą i kodem kontrahenta lub kierowcy, dostarcza precyzyjnych informacji o dostępnych pojemnikach zwrotnych oraz tych, które wymagają odzyskania. Dzięki systemom RFID możliwe jest śledzenie całej logistyki opakowań zwrotnych, monitorowanie ich obiegu, kontrolowanie czasu przebywania u kontrahenta i planowanie terminów powrotów do magazynu (Rys. 3.32). Systemy te dostarczają również precyzyjne dane, które mogą służyć jako podstawa do wystawiania faktur za wynajem opakowań, ich przechowywanie lub utylizację.

Rys. 3.32. Schemat pracy z systemem do ewidencji opakowań zwrotnych

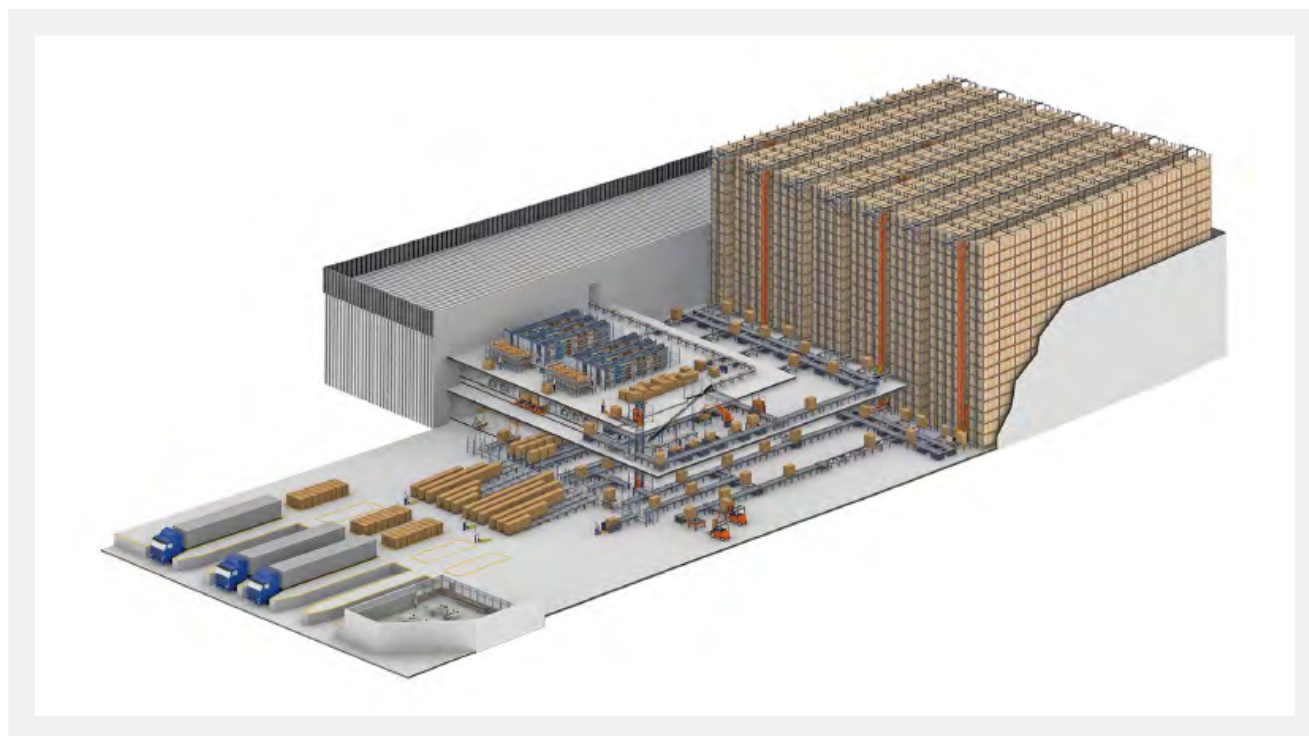
Źródło: [47]

Należy także wspomnieć o funkcjach ERP, które w strefie składowania obejmują zintegrowane zarządzanie zapasami, optymalizację procesów logistycznych oraz usprawnienie zarządzania zamówieniami i dostawami. Korzyści to m.in. lepsza widoczność stanów magazynowych czy też efektywniejsze planowanie zasobów. ERP umożliwia również lepszą analizę danych.

W strefie składowania wykorzystuje się także różne aplikacje mobilne, które wspierają optymalizację procesów składowania oraz zapewniają efektywną obsługę i zarządzanie zapasami. Należą do nich aplikacje do zarządzania zapasami, do skanowania kodów, śledzenia lokalizacji towarów czy też wspomagające prace magazynowe, wspomagające pracę magazynierów, poprzez wyznaczanie optymalnych tras przemieszczania się po magazynie, czy asystę przy kompletacji zamówień.

3.6.2. Systemy magazynowania

ASRS (Automated Storage And Retrieval Systems) to zautomatyzowane systemy magazynowania. Ich kluczową zaletą jest zdolność do maksymalizowania efektywności wykorzystania przestrzeni przez inteligentne zarządzanie dostępnymi pionami i poziomami

Rys. 3.33. Zautomatyzowany system magazynowania ASRS

Źródło: [48]

Systemy ASRS współpracują z systemami kontroli magazynu (WCS). Koszty związane z pracą stanowią znaczną część wydatków operacyjnych magazynu, ale automatyzacja ma potencjał do ich znacznego zmniejszenia. Ponadto, zoptymalizowany przepływ zamówień i poprawa ergonomii pracy przyczyniają się do zwiększenia bezpieczeństwa i komfortu pracowników fizycznych. Dostosowanie właściwego systemu ASRS może natychmiast podnieść wydajność operacyjną.

Dynamiczny wzrost branży e-commerce doprowadził do pojawienia się na rynku wielu technologii zautomatyzowanego składowania i wymagazynowywania, które różnią się dynamiką działania oraz zdolnością do obsługi różnorodnych rozmiarów i typów towarów.

Technologie ASRS można klasyfikować według metody dostarczania towarów do operatora, co pozwala na wyodrębnienie trzech głównych kategorii. Każda z tych metod ma swoje unikalne zalety i może być lepiej dostosowana do konkretnych potrzeb operacyjnych magazynu.



Technologie ASRS

- **kompletacja z półek (operator otrzymuje całą półkę lub tacę z produktami),**
- **kompletacja z pojemników (operator dostaje pojedyncze pojemniki zawierające określoną liczbę produktów),**
- **kompletacja przy użyciu robotów (roboty pobierają produkty i dostarczają je bezpośrednio do operatora).**

Proces magazynowania jest złożony i wymaga odpowiedniej infrastruktury oraz urządzeń, które zapewniają bezpieczne i efektywne przechowywanie towarów. Wśród najczęściej wykorzystywanych rozwiązań znajdują się regały magazynowe, które pozwalają na maksymalne wykorzystanie dostępnej przestrzeni oraz zapewniają łatwy dostęp do składowanych ładunków. Na potrzeby niniejszego opracowania przedstawiono kilka typów regałów magazynowych.

Regały statyczne

Są to konstrukcje nieruchome, które umożliwiają składowanie ładunków w sposób uporządkowany. Wyróżnia się regały paletowe, pozwalające na gęstą zabudowę, półkowe (niższe od paletowych, umożliwiające łatwy dostęp do mniejszych jednostek ładunkowych), wspornikowe (przeznaczone do składowania długich i nośników o nietypowych kształtach) oraz wjazdne, zapewniające wysoką gęstość składowania.

Regały dynamiczne

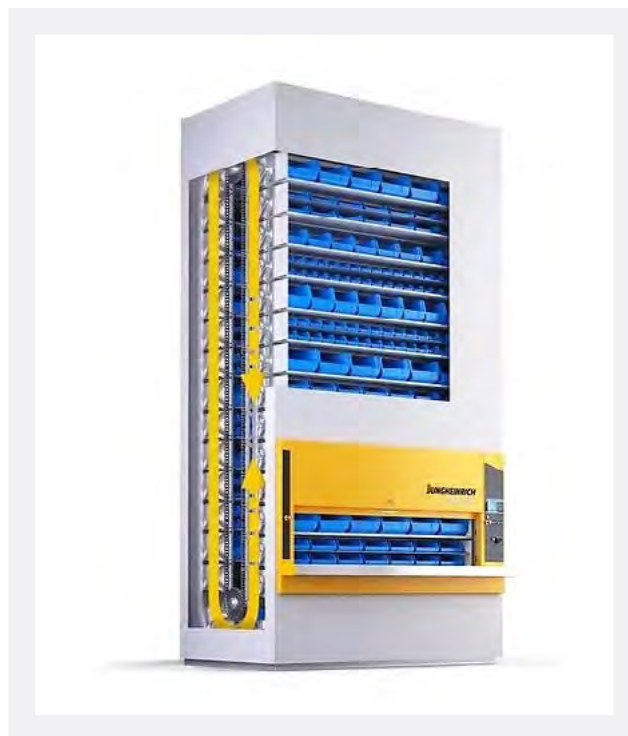
To systemy, które zmieniają swoje położenie, by skrócić czas dostępu do ładunków i usprawnić proces logistyczny. Do dynamicznych systemów składowania należą regały przesuwne zapewniające łatwy dostęp do jednostek, przepływowe, wykorzystujące siłę grawitacji do transportu ładunków, idealne do zastosowań, gdzie kluczowa jest zasada FIFO i satelitarne (Shuttle) oferujące maksymalne zagęszczenie, przeznaczone do obsługi szybko rotujących nośników.

Regały karuzelowe

Regały karuzelowe, dostępne w wariantach poziomych lub pionowych, wykorzystują system ruchomych półek, aby dostarczać pojemniki z towarami bezpośrednio do operatora (Rys. 3.33). Dzięki automatycznej rotacji na żądanie pracownika, umożliwiają wybór określonego produktu bez konieczności przemieszczania się. Są sprawdzonym i opłacalnym rozwiązaniem, choć ich wy-

dajność jest ograniczona do ilości produktów na jednej półce i nie oferują dużej pojemności. Rozszerzenie ich funkcjonalności wymaga dodania kolejnych urządzeń.

Rys. 3.33. Regał karuzelowy firmy Jungheinrich



Źródło: [49]

Inne znaczące korzyści tego rozwiązania obejmują wysoką efektywność kompletacji oraz szybkość procesów przeładunkowych, przy jednoczesnym zapewnieniu natychmiastowego dostępu do wszystkich artykułów. Zastosowanie regałów karuzelowych jest szczególnie uzasadnione w miejscach, gdzie tradycyjne, statyczne metody magazynowania są ograniczone przez brak przestrzeni.

Zastosowanie regałów karuzelowych pozwala na skrócenie czasu kompletacji o 40-70%. Przyjmując tradycyjny czas dostępu do towaru na poziomie 15 sekund i niższą wartość redukcji czasu o 40%, regały karuzelowe mogą zredukować ten czas kompletacji do 9 sekund na artykule.

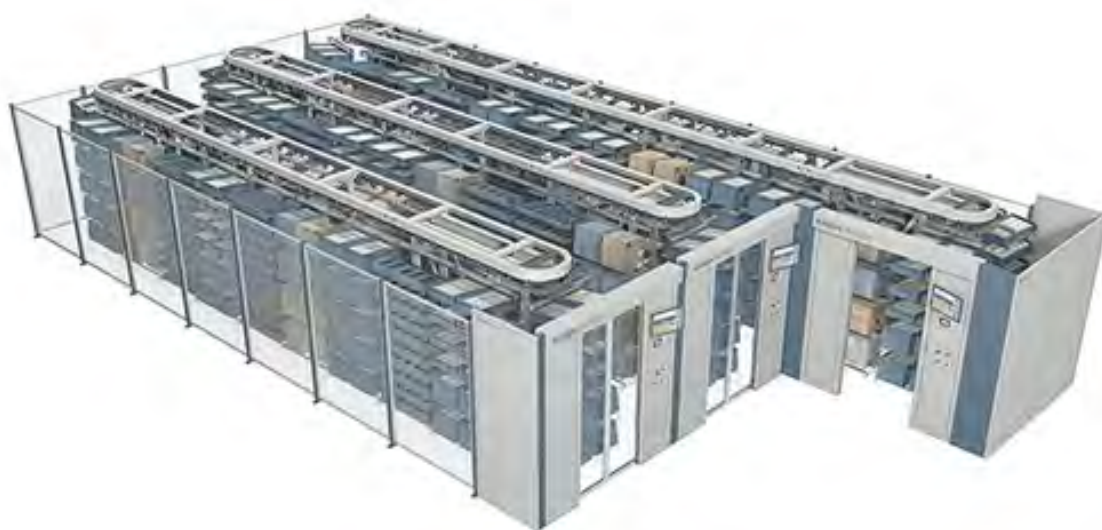
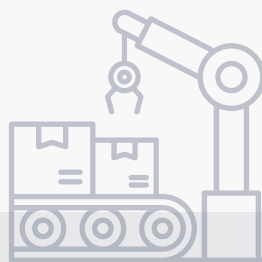
Są one dostępne zarówno jako systemy autonomiczne, jak i w pełni zintegrowane, a ich funkcjonalność może być wzbogacana o dodatkowe pakiety rozbudowy i modernizacji, co pozwala na elastyczne reagowanie na zmiany w procesach magazynowych.

Kluczową zaletą ASRS jest oszczędność miejsca, którą umożliwia poprzez maksymalne wykorzystanie przestrzeni pionowej, redukując zapotrzebowanie na powierzchnię magazynową. Systemy te łatwo integrują się z istniejącymi procesami magazynowymi, oferując bezpośrednie połączenie z systemami WMS.

Poziome moduły karuzelowe (Rys. 3.34.) to nowoczesne rozwiązania, które wykorzystują owalne prowadnice z zamontowanymi na nich pojemnikami o wysokiej gęstości przechowywania. Ich konstrukcja pozwala na obracanie się w poziomie, umożliwiając operatorom łatwy dostęp do produktów o niskiej i średniej rotacji.

Rys. 3.34. Poziome moduły karuzelowe firmy Kardex

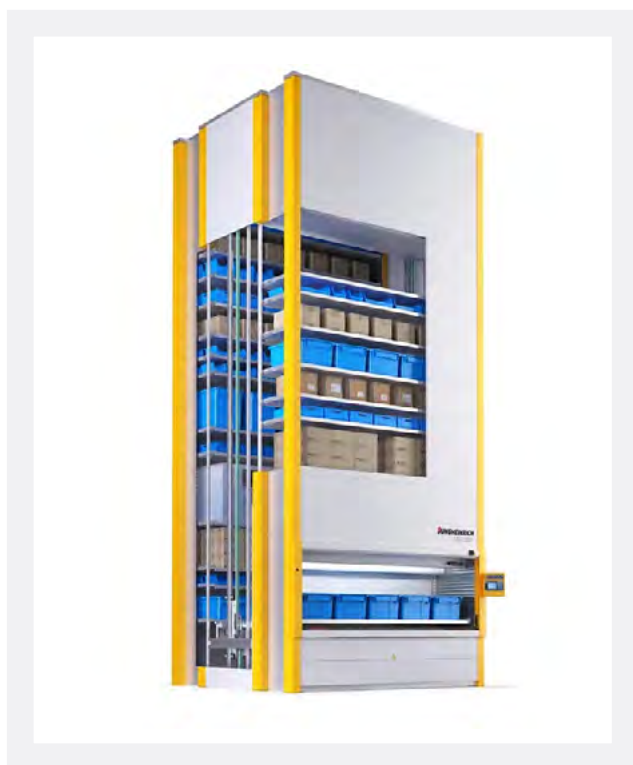
Dla optymalizacji procesu kompletacji i zwiększenia przepustowości, moduły te często grupuje się w zasobniki. Dzięki temu mechanizmowi operatorzy mogą skompletować zamówienia z jednej karuzeli, podczas gdy inne automatycznie ustawiają się w kolejce. Takie podejście umożliwia osiągnięcie przepustowości nawet do 600 linii kompletowanych na godzinę, co jest wspierane przez zastosowanie technologii kompletacji sterowanej światłem oraz stacji dozowania, pozwalających na jednoczesne przetwarzanie wielu zamówień.



Regały windowe

Regały windowe (VLM – Vertical Lift Module) to oszczędność przestrzeni dzięki pionowemu układaniu tac, które są dostarczane do operatora podobnie jak w windzie (Rys. 3.35). Idealnie sprawdzają się do przechowywania towarów o nietypowych wymiarach. System dynamicznie dostosowuje zwrot tac, co ułatwia zarządzanie zmianami w zapasach. Podobnie jak karuzele, VLM są mniej wydajne i pojemne, ale można to częściowo zrekomensować poprzez zwiększenie ich liczby i konsolidację zamówień.

Rys. 3.35. Regały windowe firmy Jungheinrich



Źródło: [51]

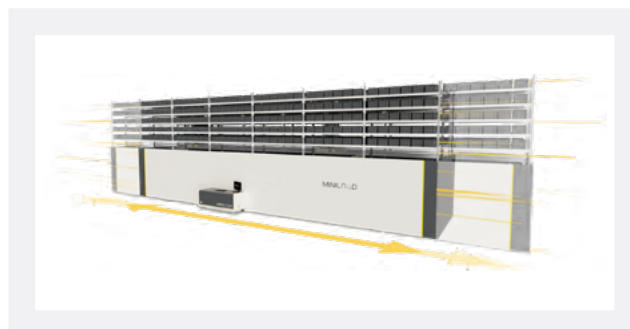
Regał windowy to rozwiązanie odpowiadające na potrzeby magazynów z często zmieniającym się asortymentem. Jako system zamknięty składa się z półek rozmieszczonych po obu stronach, ekstraktora oraz sterownika, który pozwala na dostarczenie wybranego towaru bezpośrednio do użytkownika przez otwór obsługowy umiejscowiony na ergonomicznej wysokości.

Dzięki temu, że ekstraktor może przygotowywać kolejną półkę do dostępu w trakcie kompletacji z obecnej, możliwe jest znaczące skrócenie czasu oczekiwania.

System miniload

Dane rozwiązanie to automatyczne systemy do składowania towarów małogabarytowych. Charakterystyczny dla systemu miniload jest chwytak na układnicy, który porusza się na szynach i obsługuje pełne pojemniki czy kartony (Rys. 3.36). Mimo że jest to rozwiązanie sprawdzone, jego technologia jest starsza i wolniejsza w porównaniu z nowocześniejszymi systemami, a awaria jednej układnicy może sparaliżować dostęp do całego korytarza.

Rys. 3.36. System miniload firmy LoopStore



Źródło: [52]

Układnica stanowi serce automatycznego magazynu pojemnikowego. Wykorzystuje ona przestrzeń wertykalną, umożliwiając instalację na wielu poziomach. To podejście nie tylko zwiększa wydajność kompletacji i deponowania, ale również, dzięki oprogramowaniu zarządzającemu, umożliwia prowadzenie inwentaryzacji w czasie rzeczywistym.

Konstrukcja regału zapewnia dużą pojemność magazynową, mimo stosunkowo niewielkich rozmiarów. Kluczową cechą jest jego wielopoziomowość, pozwalająca na jednoczesną aktywność układnic na różnych poziomach, co dodatkowo potęguje efektywność systemu.

Regał, pełniący również funkcję torowiska dla układnicy, nie wymaga specjalnych adaptacji posadzki, takich jak tworzenie centralnego korytarza, co ułatwia jego integrację z istniejącą infrastrukturą magazynową.

Regały przesuwne

Regały przesuwne (jezdne) to rozwiązanie, które oferuje duże zagęszczenie ładunków, pozwalając tym samym na znaczne zwiększenie pojemności składowania bez rezygnacji z bezpośredniego dostępu do poszczególnych palet (Rys. 3.37). Umieszczone na elektrycznie napędzanych platformach, które przemieszczają się po szynach, regały te zapewniają elastyczność i efektywność w zarządzaniu przestrzenią magazynową.

Rys. 3.37. Regały Movirack firmy Mecalux



Źródło: [53]

Regały przesuwne oferują szereg zalet, które przyczyniają się do wydajności pracy magazynowej. Dzięki możliwości podniesienia pojemności obiektu od 80% do 120% w porównaniu do standardowych regałów paletowych, stanowią one przydatne rozwiązanie dla optymalizacji przestrzeni. Regały przesuwne zapewniają łatwy dostęp do każdej palety, co ułatwia zarządzanie zapasami i usprawnia procesy logistyczne. Ich zastosowanie w chłodniach i mroźniach przekłada się na oszczędność energii dzięki lepszemu wykorzystaniu przestrzeni ma-

gazynowej i zmniejszeniu objętości chłodzonego powietrza. System umożliwiający otwieranie do trzech korytarzy roboczych jednocześnie ułatwia i przyspiesza proces kompletacji zamówień. Regały przesuwne są uniwersalne i mogą być dostosowane do różnych typów ładunków. Ponadto są one wyposażone w zaawansowane systemy zabezpieczeń, które chronią zarówno operatorów, jak i magazynowane towary. Są odporne na obciążenia – ich nośność pozwala na składowanie ładunków o masie do 600 ton na każdej platformie ruchomej.



Łukasz Lewicki,

Head of Sales Contract Logistics
w Rohlig SUUS Logistics

Instalacja tryskaczowa do składowania towarów łatwopalnych

W oddziale SUUS w Tarnowie Podgórnym, niedaleko Poznania, gdzie składowujemy łatwopalne towary, zdecydowaliśmy się zainstalować regały wyposażone w system tryskaczowy. Instalacja automatycznie uruchamia się w przypadku wykrycia zapłonu produktów, skutecznie gasząc ogień lub ograniczając jego rozprzestrzenianie do momentu przybycia straży pożarnej.

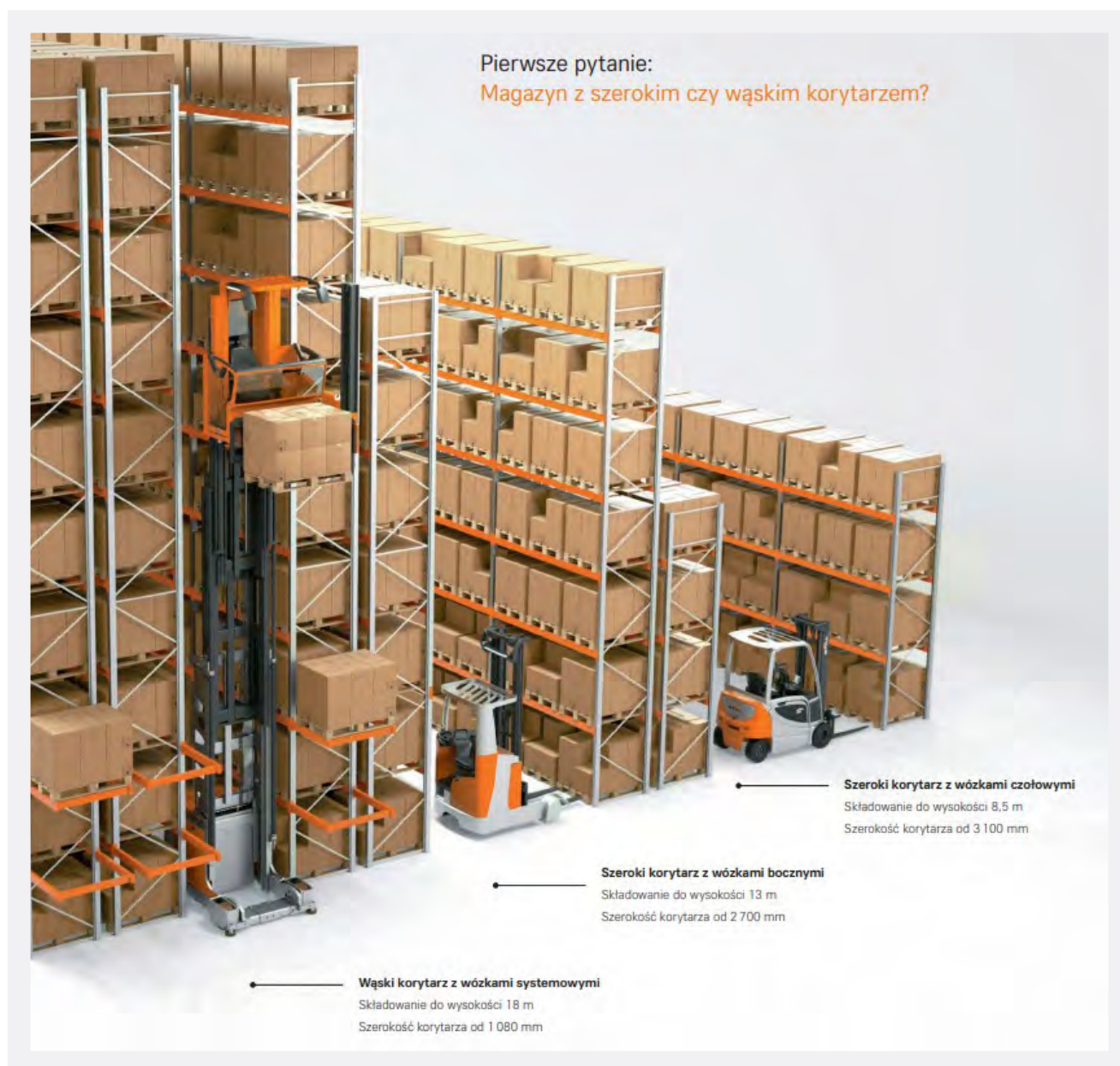
Podobny system zainstalowany jest w wyznaczonej strefie magazynu w Urzucie k. Warszawy dla produktów z branży meblowej, zawierających wysokopalne elementy konstrukcyjne i wypełnienia.

System składowania VNA

Magazyn wykorzystujący konfigurację VNA (Very Narrow Aisle), czyli system z bardzo wąskimi korytarzami roboczymi (Rys. 3.38.), wyróżnia się optymalnym wykorzystaniem przestrzeni (Rys. 3.39). Kluczowym elementem tego systemu jest półautomatyczny wózek widłowy z kabiną operatora umożliwiającą podnoszenie, który

zapewnia zarówno składowanie palet, jak i kompletację towarów. Efektywność i bezpieczeństwo pracy w magazynie VNA są dodatkowo zwiększone dzięki zastosowaniu pętli indukcyjnej, która eliminuje potrzebę stosowania tradycyjnych szyn prowadzących.

Rys. 3.38. System składowania VNA firmy Still



Wysokie regały magazynowe, rozdzielone bardzo wąskimi alejkami, stanowią jedno z najskuteczniejszych rozwiązań do maksymalizacji wykorzystania przestrzeni magazynowej. Porównując do tradycyjnych magazynów, umożliwiają redukcję szerokości korytarzy roboczych nawet o 65%.

Rys. 3.39. Magazyn w standardzie

VNA z wózkiem Crown firmy WDX



Źródło: [55]

Kluczowymi wyzwaniami przy pracy z wózkami systemowymi w wysokich regałach są drgania masztu na dużych wysokościach, które mogą być nasilone przez nierówności posadzki, oraz konieczność manewrowania w ograniczonych przestrzeniach. Nowoczesne systemy wsparcia jazdy minimalizują te problemy poprzez kompensację nierówności podłoża, co zapewnia stabilność masztu i bezpieczeństwo pracy. Dodatkowo, wózki mogą być wyposażone w automatyczne systemy prowadzenia, co pozwala na precyzyjne manewrowanie w wąskich alejkach, bez ryzyka kolizji, zwiększając tym samym bezpieczeństwo i efektywność pracy operatorów.



Paweł Michalak,

Contract Logistics CEE Director w Rohlig SUUS Logistics

W naszym szczecińskim oddziale przy składowaniu produktów z branży automotive, m.in. części zamiennych do samochodów, używamy regałów windowych wysokiego składowania. Zastosowanie tego rozwiązania usprawnia i przyspiesza proces kompletacji zamówień. W jaki sposób? Po zeskanowaniu zamówienia, półka z niezbędnym artykułom automatycznie opuszcza się, umożliwiając nam szybkie sięgnięcie po towar. Z czasem algorytm uczy się, jakie produkty są najczęściej wydawane razem, na jednym zamówieniu i sam sugeruje przeniesienie ich na tę samą półkę, po to, aby przyspieszyć czynności. Dla porównania, w przypadku składowania na tradycyjnym regale, mimo że położenie produktu wskazuje system WMS na skanerze, musimy podejść do każdej z półek i wziąć towar.



3.6.3. Roboty

Roboty magazynowe stanowią jedno z kluczowych rozwiązań dla pełnej automatyzacji procesów składowania. Dzięki nim możliwe jest automatyczne składowanie i pobieranie ładunków w wyznaczonych lokalizacjach, co znacząco ułatwia i przyspiesza pracę magazynu, jednocześnie obniżając koszty.

Układnice

Układnice magazynowe (Rys. 3.40) to specjalistyczne urządzenia, które automatycznie umieszczają i pobierają towar z regałów. Są wyposażone w mikroprocesor, który pozwala na odbieranie i przetwarzanie poleceń od systemu zarządzania magazynem (WMS).

Te urządzenia pracują w trzech trybach: automatycznym, półautomatycznym i ręcznym, dostosowując się do różnorodnych potrzeb magazynu. W trybie automatycznym, układnica działa niezależnie, odbierając polecenia za pośrednictwem mikroprocesora. W trybie półautomatycznym operator może wysyłać polecenia do układnicy, a w trybie ręcznym, układnica jest sterowana manualnie, głównie dla potrzeb konserwacji.



Rys. 3.40. Układnice firmy Mecalux



Źródło: [56]

Montaż układnicy magazynowej jest szczególnie rekomendowany w sytuacji, gdy firma dąży do zwiększenia wydajności, poprawy poziomu usług oraz zapewnienia większego bezpieczeństwa dla towarów i operatorów. Układnice idealnie sprawdzają się w magazynach o wysokiej różnorodności towarów i częstym obrocie, a także w chłodniach czy mroźniach, gdzie umożliwiają ograniczenie potrzebnej do chłodzenia przestrzeni (Rys. 3.41).

Rys. 3.41. Układnice w chłodniach firmy Mecalux

Źródło: [56]

Układnice magazynowe oferują szereg zalet, które sprawiają, że są one cenione w automatyzacji procesów magazynowych. Dzięki możliwości pracy na wysokościach do 45 m oraz znacznemu zwężeniu korytarzy do 1,5 m, układnice pozwalają na zagęszczenie magazynowania, zwiększając tym samym wykorzystanie zarówno powierzchni, jak i kubatury magazynu. Zapewniają przy tym łatwy dostęp do zgromadzonych towarów, umożliwiając efektywne procesy przyjmowania i wydawania palet. Poza tym układnice są wyposażone w regeneratory energii, co przyczynia się do oszczędności i promowania ekologicznych rozwiązań w logistyce.

Rozwiązanie posiada również pewne wady. Inwestycje w to rozwiązanie wymaga wyższych nakładów finansowych na początku, choć z czasem przynosi oszczędności i szybki zwrot z inwestycji. Poza tym dla optymalnej pracy w każdym korytarzu może operować tylko jedna układnica, co może generować dodatkowe koszty. Do pełnej efektywności układnice wymagają również zintegrowania z systemami transportowymi, takimi jak przenośniki, co może zwiększać złożoność systemu. [57]

System Shuttle

Dynamiczne rozwiązanie z wykorzystaniem zrobotyzowanych wózków (Shuttle), które przemieszczają się niezależnie na różnych poziomach, szybko dostarczając towar do operatora. Systemy te mogą być dostosowane do pracy na wielu poziomach, zwiększając przepustowość. Ich główną wadą jest złożoność mechaniczna, lecz ich szybkość i zdolność do szybkiego dostarczania produktów sprawiają, że są one wartościowym rozwiązaniem dla magazynów o wysokiej przepustowości.

Kluczową różnicą między wersją półautomatyczną a automatyczną systemu Pallet Shuttle jest sposób, w jaki wózek elektryczny jest umieszczany na regale. W przypadku wersji półautomatycznej, to operator wózka widłowego odpowiedzialny jest za umieszczenie wózka Pallet Shuttle na początku kanału magazynowego. Natomiast w wersji automatycznej, wózek przemieszczany jest między strefą załadunku a rozładunku, różnymi poziomami i kanałami magazynowymi przez układnicę, co eliminuje potrzebę angażowania pracowników. Ponad-

to, w zaawansowanym systemie APS (automatycznego przechowywania i składowania), układnice mogą operować w znacznie węższych korytarzach – o szerokości poniżej 1600 mm – oraz osiągać większe wysokości, przekraczając 40 m (Rys. 3.42).

Rys. 3.42. ASRS z systemem Pallet Shuttle w magazynie o wysokości ponad 40 m firmy Mecalux



Źródło: [56]

System Pallet Shuttle oferuje możliwość konfiguracji z dwoma typami urządzeń do transportu bliskiego: wózkami wahadłowymi lub układnicami, z wyborem zależnym od czynników takich jak częstotliwość operacji załadunku i rozładunku, ilość składowanych jednostek asortymentowych oraz dostępność palet. Przy dokonywaniu porównania obu rozwiązań okazuje się, że wózki wahadłowe są zdolne do obsługi większej liczby palet w porównaniu z układnicami, co może być decydującym czynnikiem przy wyborze odpowiedniego systemu dla danej aplikacji magazynowej. [59]

System ten jest szczególnie rekomendowany dla firm, które zarządzają dużą liczbą palet na jednostkę asortymentową. Jest dobrym rozwiązaniem w przypadku magazynowania produktów o wysokiej rotacji zapasów, takich jak towary szybko psujące się, gdzie automatyczne urządzenia umożliwiają ciągłe i niezależne operacje załadunku i rozładunku palet. System może również służyć jako bufor tymczasowy dla ładunków oczekujących na wykorzystanie w procesie produkcyjnym, logistycznym lub bezpośrednią wysyłkę do klientów.

Struktura cube-based

Struktury tego typu charakteryzują się gęsto upakowanymi pojemnikami tworzącymi sześciany, po których poruszają się roboty, sortując i dostarczając towary do stacji roboczej (Rys. 3.43.). Jest to najbardziej zaawansowane rozwiązanie oferujące najwyższą gęstość składowania, idealne dla miejsc o ograniczonej przestrzeni. Dzięki modułowej budowie, system jest elastyczny i łatwo skalowalny.

Rys. 3.43. Zrobotyzowany system ASRS oparty na kostkach firmy Kardex



Źródło: [50]

Dane rozwiązanie to system magazynowy, który wykorzystuje zaawansowaną technologię do automatyzacji procesów składowania i kompletacji towarów. Jego działanie opiera się na kilku kluczowych elementach, które wspólnie tworzą wysoce efektywny system magazynowy.

Sercem systemu jest aluminiowa rama, która tworzy siatkę obejmującą pojemniki i roboty. Jest ona projektowana na miarę, aby idealnie pasować do specyficznych wymagań przestrzennych danego magazynu. Dzięki tej modularności, system może być dostosowany do różnych konfiguracji i rozmiarów przestrzeni magazynowych. Roboty są zaprojektowane do pracy ciągłej, 24 godziny na dobę.

Roboty wykorzystują najbardziej optymalne trasy w sieci do pobierania i dostarczania towarów, bazując na obliczeniach dokonywanych przez kontroler. Towary składowane w systemie umieszczane są w trwałych pojemnikach, których zawartość jest dokładnie monitorowana przez systemową bazę danych. Pojemniki mogą być również podzielone na przegródki o różnej wielkości, co ułatwia organizację i segregację towarów.



Studium przypadku

Zwrot z inwestycji po dwóch latach

Bergfreunde to internetowy sprzedawca sprzętu outdoorowego w Europie. W sierpniu 2016 r. firma otworzyła nowe centrum logistyczne o powierzchni 10 000 m², w którym nacisk położono na zastosowanie systemu AutoStore. W centrum logistycznym w Rottenburg-Ergenzingen, 80 robotów zarządzało 94 tys. pojemnikami rozmieszczonymi na 16 poziomach. Dzięki temu, ponad 100 pracowników, pracujących w dwóch zmianach, jest w stanie obsłużyć do 200 tys. pozycji tygodniowo.

Zastosowanie systemu umożliwiło firmie zwiększenie wydajności kompletacji o ponad 400%. Wcześniej firma mogła wykonywać 45 pobrań na godzinę, podczas gdy po wdrożeniu AutoStore liczba ta wzrosła do 175. To pozwoliło na skrócenie czasu realizacji zamówień do niecałych 3 godzin. W dni szczytowe firma jest w stanie realizować ponad 15 tys. zamówień. Inwestycja zwróciła się w niecałe dwa lata. [60]

Rys. 3.44. System AutoStore firmy Element Logic



Autonomiczne pojazdy AGV i AMR

Efektywny system intralogistyczny w strefie składowania to nie tylko zaawansowane roboty mobilne, ale również zintegrowane i dobrze zaprojektowane rozwiązania transportu wewnętrznego, dostosowane do infrastruktury zakładu. Kluczowe jest tutaj zaplanowanie systemu w taki sposób, aby współpracował on z automatycznymi urządzeniami uzupełniającymi, takimi jak windy paletowe, przenośniki rolkowe czy stacje załadunkowe, zapewniając sprawny i bezpieczny przepływ materiałów.

Dobra organizacja przestrzeni magazynowej i efektywny projekt systemu transportu wewnętrznego, który uwzględnia obecne warunki oraz możliwości rozbudowy, to fundament dla skutecznej automatyzacji procesów logistycznych. Wykorzystanie robotów AGV i AMR różnych typów w strefie umożliwia nie tylko automatyzację transportu, ale również optymalizację wykorzystania dostępnej przestrzeni, przy jednoczesnym zachowaniu najwyższych standardów bezpieczeństwa pracy.

Więcej o robotach AGV i AMR jest napisane w innych częściach raportu.





Studium przypadku

Obniżenie wysokich kosztów i zwiększenie produktywności dzięki AGV

Klient DHL stanął przed kilkoma wyzwaniami:

- klient dążył do trwałej redukcji kosztów,
- trwający niedobór siły roboczej zwiększył złożoność operacji logistycznych,
- poprawa produktywności, będąca kluczowym celem,
- praca w złożonym i wysoce zmiennym środowisku magazynowym wymagała zdolności adaptacyjnych,
- znaczna ilość czasu, około 25 km dziennie, była tracona z powodu transportu palet w magazynie.

Firma DHL wprowadziła elastycznego robota zaprojektowanego do autonomicznego pobierania i transportu palet w magazynie. Rozwiązanie to zawierało kilka charakterystycznych cech:

rozwiązanie DHL mogło płynnie zintegrować się z istniejącą konfiguracją magazynu bez konieczności wprowadzania znaczących modyfikacji,

- rozwiązanie nie wymagało integracji WMS, co uprościło proces wdrażania.
- robot został zaprojektowany do bezpiecznej pracy obok ludzkich operatorów.

Rozwiązanie przyniosło kilka korzyści. Wprowadzenie robota przyniosło znaczne oszczędności pracy. Zaoszczędzono około 2 FTE, co przełożyło się na ponad 40 tys. euro rocznych oszczędności. Oprócz oszczędności w kosztach pracy, firma doświadczyła spadku kosztów związanych z leasingiem sprzętu do transportu ładunków (MHE), przyczyniając się do ogólnej redukcji kosztów. Rozwiązanie miało bezpośredni wpływ na zadowolenie pracowników, ponieważ zmniejszyło fizyczne obciążenie związane z ręcznym transportem palet. Poza tym roboty wyeliminowały potrzebę ręcznego transportu palet.

Rozwiązanie posiadało również wady. Wdrożenie autonomicznych robotów nadal wymaga znacznych inwestycji początkowych, w tym kosztów nabycia i wdrożenia floty robotów. Ponadto poleganie na technologii w krytycznych operacjach może wprowadzać luki w zabezpieczeniach. Problemy techniczne lub awarie mogą zakłócać operacje i wymagać stałej konserwacji i wsparcia.



Studium przypadku

Autonomiczny transport wewnątrz magazynowy

DHL wprowadziła wszechstronnego robota zaprojektowanego do autonomicznego pobierania i transportowania wózków w magazynie jednego ze swoich klientów. Robot został zaprojektowany tak, aby bezpiecznie współpracować z ludźmi, minimalizując obawy związane z bezpieczeństwem i zapewniając wspólne i harmonijne środowisko pracy. Pozwoliło to na poprawę bezpieczeństwa i jakości, które były kluczowe dla klienta.

- +** Wprowadzenie autonomicznych robotów zaowocowało znacznym wzrostem produktywności o około 40%. Ten wzrost można przypisać zdolności robota do ciągłej i wydajnej pracy, co czyni go cennym uzupełnieniem personelu.

Istotną zaletą rozwiązania była znaczna oszczędność czasu. Średnio każdy robot zaoszczędził 2,5 godziny czasu poświęcanego na transport podczas 8-godzinnej zmiany. Pozwoliło to pracownikom przeznaczyć swój czas i energię na zadania o większej wartości dodanej, poprawiając ogólną wydajność operacyjną.

Kolejną kluczową korzyścią było zminimalizowanie zmęczenia pracowników. W dynamicznym środowisku logistycznym zmniejszenie fizycznego obciążenia pracowników ma zasadnicze znaczenie dla utrzymania stałego poziomu wydajności. Zdolność autonomicznego robota do obsługi powtarzalnych, pracochłonnych zadań pomogła zmniejszyć zmęczenie pracowników.

Wprowadzenie robotów pozwoliło pracownikom skupić się na zadaniach o większej wartości dodanej. Ta zmiana w alokacji zasobów oznaczała, że pracownicy mogli angażować się w działania wymagające krytycznego myślenia, rozwiązywania problemów i podejmowania decyzji.

- Do wad wdrożenia rozwiązania należy inwestycja początkowa. Koszt opracowania, wdrożenia i utrzymania takiego rozwiązania może stanowić barierę dla niektórych firm. Zależność operacji od technologii oznacza, że wszelkie awarie techniczne lub zakłócenia mogą wstrzymać operacje magazynowe. Utrzymanie i rozwiązywanie problemów z flotą robotów ma istotne znaczenie dla uniknięcia nieoczekiwanych przestojów. Wprowadzenie robotów może wymagać zmiany zestawu umiejętności pracowników. Niektórzy pracownicy muszą dostosować się do nowych ról lub nabyć umiejętności zarządzania i utrzymania floty robotów, co dla niektórych może stanowić wyzwanie.

3.7. Strefa kompletacji i sortowania

Strefa kompletacji w magazynie jest obszarem operacyjnym dedykowanym do przygotowania towarów do wysyłki. Jej wielkość i funkcjonalność powinny być dostosowane do ilości zapasów oraz do specyfiki działalności magazynowej. Oddzielenie tej strefy od pozostałej części magazynu jest szczególnie istotne przy wdrożeniu niektórych rozwiązań automatycznych, takich jak przenośniki czy automatyczne windy paletowe. Strefa kompletacji może być zintegrowana ze strefą magazynowania lub funkcjonować jako oddzielny obszar, w zależności od potrzeb i skali operacji.

Efektywne zarządzanie strefą kompletacji w magazynach przynosi znaczne korzyści, które dotyczą nie tylko wzrostu produktywności pracowników i możliwości obsługi większej liczby zamówień w krótszym czasie, ale także poprawy dokładności zamówień dzięki zastosowaniu zaawansowanych systemów zarządzania magazynem. Ponadto, cyfryzacja i automatyzacja strefy pozwala na lepsze planowanie i wykorzystanie przestrzeni magazynowej, a także skraca czas potrzebny na przygotowanie i wysyłkę zamówień. Efektywne zarządzanie strefą kompletacji przyczynia się również do poprawy bezpieczeństwa pracy przez redukcję ryzyka wypadków i kontuzji.

3.7.1. Systemy i aplikacje

Kompletacja w magazynach dystrybucyjnych stanowi największe wyzwanie pod względem pracy i kosztów, przede wszystkim ze względu na konieczność obsługi detalicznej – od pełnych jednostek transportowych do pojedynczych produktów. Aby zmniejszyć te koszty i zwiększyć efektywność, opracowano metody takie jak multi-picking i batch-picking. Multi-picking pozwala na obsługę kilku zamówień jednocześnie za pomocą specjalnych wózków, gdzie każde zamówienie ma przydzielone miejsce, co redukuje niepotrzebny ruch i liczne powtórzenia operacji. Z kolei batch-picking umożliwia

zbieranie towarów dla wielu zamówień naraz na jednym nośniku, co następnie wymaga dodatkowego sortowania, ale jeszcze bardziej minimalizuje czas i wysiłek potrzebny na kompletację. Oba podejścia mają na celu zwiększenie wydajności procesu kompletacji poprzez zmniejszenie liczby wymaganych operacji i optymalizację ruchów pracowników.

Zastosowanie nowoczesnych metod kompletacji bez wątplenia przyczynia się do poprawy efektywności pracy w magazynach, jednak istnieją sposoby na jeszcze lepsze wykorzystanie ludzkich zdolności. Ludzie posiadają pięć podstawowych zmysłów, lecz w procesie kompletacji zwykle korzysta się tylko z dwóch: wzroku i dotyku. Właśnie tutaj z pomocą przychodzą zaawansowane systemy wizualne i głosowe, które mogą znacząco ulepszyć ten proces.

Systemy wizualne i głosowe wykorzystują więcej zmysłów, co nie tylko przyczynia się do zwiększenia efektywności, ale również może zmniejszać ryzyko błędów i usprawniać pracę. Wykorzystując pełniejszy zakres zdolności sensorycznych pracowników, takie systemy otwierają nowe możliwości dla procesów magazynowych, jednocześnie pozostawiając miejsce dla niezastąpionej ludzkiej intuicji i elastyczności w rozwiązywaniu problemów. Poniżej przedstawiono kilka najpopularniejszych systemów tego typu:

Pick by Light i Put to Light. To nowoczesne rozwiązania wykorzystywane w procesie kompletacji i sortowania towarów w magazynach. W systemie Pick by Light, sygnał świetlny z diod LED na każdej półce regału wskazuje pracownikom, skąd mają pobrać towar, a wyświetlacz informuje o wymaganej ilości sztuk. Analogicznie działa system Put to Light, stosowany do efektywnego sortowania produktów, gdzie po zidentyfikowaniu towaru sygnał wskazuje miejsce, do którego ma zostać on odłożony.

Pick by Point. Rozwiązanie bazujące na sygnale świetlnym generowanym przez ruchomą głowicę. To narzędzie

wskazuje pracownikom dokładną lokalizację produktu do pobrania z większych gniazd magazynowych, na przykład z miejsc, gdzie towary są przechowywane na paletach. Informacje dodatkowe, takie jak ilość sztuk do pobrania, mogą być wyświetlane na centralnie umieszczonym wyświetlaczu w strefie kompletacji. System ten jest szczególnie przydatny w dużych magazynach, gdzie precyzja i szybkość lokalizowania produktów ma kluczowe znaczenie dla płynności operacji logistycznych.

Pick by Frame. To zaawansowana wersja wspomagania kompletacji, która rozwija koncepcję Put to Light, wprowadzając jednocześnie element multi-pickingu. Mechanizm ten bazuje na mobilnej ramie, którą instaluje się na wózku kompletacyjnym. Kluczową funkcję pełnią diody LED wbudowane w ramę, które oświetlają odpowiednie miejsce na wózku dla skompletowanego towaru, natychmiast przypisując go do konkretnego zamówienia. To rozwiązanie znacznie usprawnia proces kompletacji, minimalizując czas potrzebny na sortowanie i przyporządkowanie produktów do poszczególnych zamówień.

Pick by Vision. Jest jednym z najbardziej zaawansowanych technologicznie systemów wspomagających proces kompletacji, wykorzystującym najnowocześniejsze rozwiązania wizualne. System ten opiera się na wykorzystaniu „inteligentnych okularów”, które są synchronizowane z WMS. Gdy pracownik magazynowy patrzy na kod kreskowy produktu, „inteligentne okulary” automatycznie wyświetlają istotne informacje dotyczące danego towaru, takie jak wymagana ilość do pobrania. Operacja kompletacji może być potwierdzona za pomocą kamery wbudowanej w oprawkę okularów.

Pick by Voice. To metoda wspierająca proces kompletacji, która wykorzystuje sygnały głosowe do przekazywania instrukcji pracownikom magazynu. Pracownicy, wyposażeni w słuchawki, otrzymują głosowe polecenia dotyczące lokalizacji i ilości produktów do pobrania. Potwierdzenie wykonania zadania również odbywa się głosowo, poprzez wypowiedzenie ustalonej komendy.

Główną zaletą systemów wspomagających kompletację w magazynach jest szybkość i dokładność identyfikacji towarów, co pozwala na zdecydowane skrócenie czasu potrzebnego na znalezienie i przygotowanie zamówień. Jednak nie brakuje również ograniczeń. Największym wyzwaniem może być integracja z systemem WMS, szczególnie jeśli jest to starsza lub mniej zaawansowana wersja programu. Aby w pełni wykorzystać potencjał tych systemów, konieczne jest ich połączenie z zaawansowanymi metodami kompletacji, takimi jak multi-picking lub batch-picking, co wymaga odpowiedniego oprogramowania. Niektóre z systemów mogą również nie sprawdzić się w przypadku częstych reorganizacji procesów magazynowych. Na przykład, technologia Pick by Light może wiązać się z wysokimi kosztami instalacji i koniecznością przeprowadzania licznych okablowań. Istnieje również ryzyko, że praca z systemami takimi jak Pick by Voice czy Pick by Vision może stać się monotonna dla niektórych pracowników, co może wpływać na ich satysfakcję z pracy. [61]

Wszystkie metody kompletacji są wspierane przez systemy WMS. Automatyzacja procesu kompletacji z wykorzystaniem tego oprogramowania umożliwia między innymi szybkie i dokładne wykonywanie zadań, zwiększając bezpieczeństwo pracowników dzięki zastosowaniu nowoczesnych technologii takich jak układnice paletowe, przenośniki przemysłowe czy roboty antropomorficzne. Te urządzenia, współpracując ze sobą pod kontrolą systemu, zapewniają precyzyjne przeprowadzenie procesu kompletacji, od pobierania ładunków z regałów po ich finalne przygotowanie do wysyłki.

System WMS, korzystając z zaawansowanych algorytmów, optymalizuje ścieżki kompletacji, prowadząc pracowników najefektywniejszą trasą do poszczególnych pozycji zamówienia, co skraca czas potrzebny na przygotowanie zamówień. Ponadto, dzięki integracji z urządzeniami takimi jak terminale mobilne, pracownicy mogą na bieżąco weryfikować poprawność towarów. WMS umożliwia również dzielenie zamówień na podstawie priorytetów. WMS przekształca sposób przekazy-

wania i przetwarzania kluczowych danych w magazynie. Implementacja takiego systemu pozwala na znaczne zmniejszenie liczby błędów w procesie kompletacji – nawet do 99% w porównaniu z tradycyjnymi metodami zarządzania. [62]

Programy typu WCS z kolei kontrolują ruch i trasowanie towarów w magazynie (system kieruje towar do odpowiedniej strefy kompletacji lub sortowania). Ponadto WCS bezpośrednio współpracuje z urządzeniami takimi jak przenośniki, sortowniki, roboty magazynowe czy systemy karuzelowe, zapewniając płynne przemieszczanie towarów zgodnie z zaplanowanymi procesami kompletacji i sortowania. System może też priorytetyzować zadania w magazynie na podstawie określonych kryteriów, takich jak terminy dostawy, co pozwala na szybszą realizację najważniejszych zamówień.

Systemy ERP z kolei mogą automatycznie planować zapotrzebowanie na materiały i towary w oparciu o dane sprzedażowe i prognozy, co minimalizuje ryzyko przestojów w produkcji i optymalizuje procesy kompletacji. Umożliwiają automatyczne przetwarzanie zamówień i mogą być zintegrowane z innymi systemami zarządzania magazynem.

Aplikacje do skanowania kodów kreskowych i QR w strefie kompletacji i sortowania pozwalają na szybkie skanowanie produktów i automatyczną aktualizację stanu magazynowego. Z kolei systemy e-Kanban umożliwiają zdalne monitorowanie i zarządzanie zapasami oraz automatyczne generowanie zleceń uzupełnienia magazynu, co zapewnia ciągłość procesów produkcyjnych i magazynowych.

3.7.2. Systemy sortowania

Są to zaawansowane technologie, które przy użyciu robotów i transporterów automatycznych efektywnie rozpoznają, segregują oraz kierują produkty do wyznaczonych lokalizacji (Rys. 3. 45). Dzięki zastosowaniu tych systemów, proces sortowania staje się szybszy, bardziej

precyzyjny i efektywny. Automatyzacja ta minimalizuje ryzyko błędów, które mogłyby być spowodowane czynnikiem ludzkim, a także znacząco skraca czas potrzebny na realizację zamówień, co bezpośrednio przekłada się na poprawę wydajności i zadowolenie klienta.

Rys. 3.45. Sorter firmy Conveyco



Źródło: [63]

Klasyfikacja systemów sortowania opiera się na różnorodności typów sorterów, dostosowanych do specyficznych potrzeb i charakterystyk przesyłek. Poniżej przedstawiono kilka najpopularniejszych rodzajów sorterów:

- Sortery liniowe charakteryzują się prostą konstrukcją, wykorzystującą taśmy lub rolki do przesuwania produktów wzdłuż ustalonej trasy. Doskonale nadają się do sortowania przedmiotów o zbliżonych rozmiarach i kształtach, kierując każdy produkt do wyznaczonego punktu rozładunku.
- Sortery pętlowe składają się z wielu pętli transportowych, co umożliwia efektywne sortowanie produktów o różnorodnych rozmiarach i kształtach, zapewniając przy tym dużą elastyczność w zarządzaniu przesyłkami.
- Sortery bombowe zastosowane są przede wszystkim do obsługi dużych i ciężkich przedmiotów. Dzięki zastosowaniu mechanizmów takich jak ramię

mechaniczne, przedmioty są przesuwane na odpowiednie ścieżki.

- Sortery tarczowe działają na zasadzie wykorzystania obracających się tarcz do sortowania przedmiotów według ich rozmiaru i kształtu, kierując je do miejsca rozładunku.
- Sortery krzyżowe to zaawansowane systemy wyposażone w przenośniki krzyżowe, które mogą zmieniać kierunek przesyłek, umożliwiając precyzyjne sortowanie.
- Sortery ślizgowe używają gładkiej powierzchni do przesuwania produktów do wyznaczonych punktów rozładunku, co sprawia, że są idealne do sortowania delikatniejszych przedmiotów, minimalizując ryzyko uszkodzeń.

Alternatywy dla tradycyjnych systemów sortowania obejmują zaawansowane technologie, takie jak robotyka oraz wykorzystanie sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego. Roboty oferują większą elastyczność i adaptacyjność, umożliwiając bardziej zróżnicowane podejście do procesów sortowania. Z kolei technologie oparte na sztucznej inteligencji i uczeniu maszynowym mają zdolność do samodzielnego uczenia się i doskonalenia procesów sortowania, co przyczynia się do zwiększenia ich dokładności.

Tendencje dotyczące rozwoju sorterów i automatyki magazynowej wskazują na kilka kluczowych trendów, które będą kształtować ich przyszłość. Oczekuje się większej integracji tych systemów z zaawansowanymi technologiami, takimi jak sztuczna inteligencja i uczenie maszynowe. Dzięki temu możliwa będzie jeszcze większa automatyzacja procesów sortowania.

Wprowadzanie systemów bardziej elastycznych i zdolnych do adaptacji stanowi kolejny ważny kierunek rozwoju. Rozwiązania te będą w stanie obsługiwać szeroki zakres produktów i dostosowywać się do dynamicznie

zmieniających się wymagań rynkowych, co umożliwi szybszą i bardziej skuteczną reakcję na potrzeby klientów.

Personalizacja systemów sortujących oraz automatyzacji magazynowej to kolejny trend. Dostosowanie tych technologii do specyficznych potrzeb branżowych i wymogów poszczególnych przedsiębiorstw pozwoli na uzyskanie lepszych wyników operacyjnych i zwiększenie konkurencyjności firm. [64]

W systemach sortujących, do oceny wydajności stosuje się specyficzne parametry, z których najważniejszym jest liczba produktów sortowanych na godzinę. Należy jednak pamiętać, że wydajność ta zależy od wielu czynników, w tym od rozmiarów sortowanych przedmiotów. Inny istotny parametr to prędkość przemieszczania się paczek, określana często w metrach na sekundę, która wpływa na szybkość sortowania. Niezmiernie ważna jest także dokładność sortowania, gwarantująca, że każdy towar zostanie prawidłowo zidentyfikowany i skierowany do odpowiedniego miejsca, co uzależnione jest od skuteczności urządzeń skanujących. [65]

3.7.3. Układnice i przenośniki

Układnice paletowe i pojemnikowe w strefie kompletacji zapewniają automatyzację przepływu towarów na etapie przyjęć i wydań, co znacznie usprawnia procesy logistyczne. Zalety implementacji układnic obejmują pełną automatyzację zarządzania ładunkiem, precyzyjną kontrolę nad aktualnym stanem zapasów, minimalizację błędów operacyjnych, możliwość adaptacji do specyficznych warunków przechowywania (np. kontrolowanej temperatury, czy wilgotności), jak również poprawę bezpieczeństwa pracy poprzez ograniczenie dostępu osób do korytarzy roboczych.

Przenośniki przemysłowe mogą również znacząco podnieść efektywność procesów kompletacji i składowania, jednocześnie minimalizując ryzyko uszkodzenia magazynowanych towarów (Rys. 3.46).

Rys. 3.38. Przenośnik taśmowy w strefie kompletacji zamówień firmy Mecalux

Źródło: Mecalux, <https://www.mecalux.pl/blog/przenosniki-przemyslowne-rodzaje>, [dostęp: 31.03.2024]

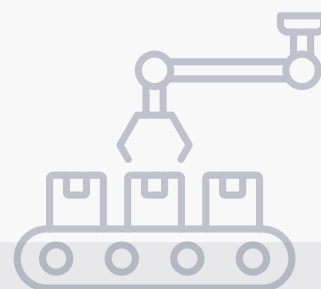
Przenośniki taśmowe charakteryzują się elastycznością i wytrzymałością, są idealne do transportu ładunków o różnorodnych właściwościach. Są często stosowane w branżach rolno-spożywczej, farmaceutycznej i budowlanej.

Przenośniki łańcuchowe sprawdzają się przy obsłudze palet pojemników, są znane z długiej żywotności. Popularne w branżach rolno-spożywczej, motoryzacyjnej oraz recyklingowej.

Przenośniki rolkowe do transportu palet są niezbędne w magazynach automatycznych, gdzie głównym nośnikiem ładunku są palety. Nadają się do transportu ciężkich towarów, współpracują z układnicami.

Z kolei przenośniki rolkowe do transportu pojemników są idealne dla firm elektronicznych i operatorów logistycznych obsługujących ładunki o mniejszych rozmiarach. Wyróżniają się dużymi możliwościami konfiguracji i niskimi kosztami utrzymania.

Więcej o układnicach i przenośnikach, wykorzystywanych do automatyzacji w poszczególnych strefach w gospodarce magazynowej, przedstawiono w innych częściach niniejszego opracowania.



**Łukasz Dziadczyk,***Head of Logistics VAS w Rohlig SUUS Logistics*

W celu przyspieszenia i zwiększenia efektywności procesów co-packingowych w Rohlig SUUS Logistics, stosujemy przenośniki towaru wyposażone w taśmy automatyczne, które ułatwiają transport produktów na liniach produkcyjnych.

To urządzenia, które za pomocą taśm modularnych automatycznie przemieszczają produkty po taśmach, odciążając pracowników, którzy gdyby nie ta technologia, musieliby przesuwac czy przenosić je ręcznie.

Rozwiązanie to sprawdza się doskonale np. przy tworzeniu zestawów produktowych, gdzie towary poruszają się na taśmie, a pracownicy skupiają się na dodawaniu kolejnych artykułów. Co ważne, na końcu przenośników znajdują się tzw. rolki buforowe, gdzie towar zatrzymuje się, umożliwiając załadowanie kartonu i przeniesienie go na paletę.

3.7.4. Roboty

Autonomiczne wózki AGV

Wózki AGV stają się coraz bardziej popularnym rozwiązaniem w automatyzacji transportu wewnętrznego, umożliwiając bezoperatorową nawigację po wyznaczonych ścieżkach. W strefach kompletacji i sortowania autonomiczne wózki transportowe odgrywają ważną rolę w działaniach związanych z przemieszczaniem towarów.

Wózki AGV są idealne dla przedsiębiorstw stosujących metody produkcji lean manufacturing lub just-in-time.

me, zapewniając ciągłe zaopatrzenie linii produkcyjnych w materiały. Mimo że nie są polecane dla miejsc o bardzo intensywnym przepływie towarów z powodu ich ograniczonej ładowności, mogą znacznie usprawnić procesy w magazynach automatycznych i fabrykach, zwłaszcza w transporcie ciężkich ładunków i materiałów między różnymi częściami zakładu.

Inwestycja w maszyny AGV jest więc szczególnie opłacalna w środowiskach produkcyjnych i magazynowych, gdzie potrzebna jest wysoka efektywność transportu wewnętrznego przy jednoczesnej redukcji kosztów operacyjnych i błędów ludzkich.

**Łukasz Lewicki,***Head of Sales Contract Logistics
w Rohlig SUUS Logistics***Wózki systemowe VNA (Very Narrow Aisle)**

Większość naszych magazynów została wyposażona w wózki systemowe VNA (Very Narrow Aisle), których konstrukcja umożliwia kompletację towarów z dowolnego miejsca na regale.

To rozwiązanie nie tylko przyspiesza wyżej wspomniany proces, ale również pozwala optymalnie wykorzystać przestrzeń magazynową. Dzięki VNA towary przeznaczone do kompletacji nie muszą być przechowywane na niższych regałach dostępnych z poziomu podłogi.

Warto również podkreślić, że aby móc korzystać z tego rozwiązania, pracownicy muszą poszerzyć swoje kompetencje o uprawnienia do pracy na wysokości.

Roboty mobilne AMR

Te inteligentne maszyny są wyposażone w zaawansowane systemy czujników i opierają swoje działanie na algorytmach sztucznej inteligencji oraz dokładnych mapach cyfrowych magazynu, co umożliwia im efektywną nawigację w strefie kompletacji i adaptację do zmieniającego się otoczenia. Chociaż najczęściej stosuje się je do przenoszenia lżejszych ładunków, takich jak paczki czy pudełka, na rynku dostępne są również modele zdolne do transportowania cięższych ładunków, w tym palet.

Integracja robotów AMR z systemami zarządzania magazynem, takimi jak WCS, czy WMS, znacząco usprawnia procesy logistyczne. Roboty te mogą automatycznie planować najefektywniejsze trasy przemieszczania się między lokalizacjami magazynowymi, a także unikać przeszkód i dynamicznie reagować na zmiany w otoczeniu pracy.

Roboty mobilne można klasyfikować na podstawie funkcji,

które pełnią w magazynie, co prowadzi do ich różnorodności i specjalizacji. W konfiguracji operator do produktu roboty działają jako dynamiczny wózek do kompletacji, śledząc operatora przez magazyn. Operator zbiera produkty bezpośrednio z regałów, a następnie umieszcza je na robocie. Po zakończeniu kompletacji, robot transportuje zamówienie do obszaru konsolidacji i pakowania. Dzięki temu, operator może pozostać w strefie kompletacji, zwiększając efektywność pracy. Roboty w kategorii produkt do operatora przemieszczają regały z produktami bezpośrednio do stacji kompletacji.

Proces sortowania paczek w magazynie automatyzują roboty mobilne sortujące (Rys. 3.47). Skanują one etykiety paczek, identyfikując ich docelowe lokalizacje wysyłkowe, a następnie przenoszą paczki do odpowiedniej strefy. W zależności od konfiguracji, mogą obsługiwać różnorodne zadania sortowania, od prostego kierowania paczek do właściwych linii wysyłkowych, po bardziej złożone operacje wymagające dokładnego sortowania produktów na podstawie szczegółowych kryteriów.

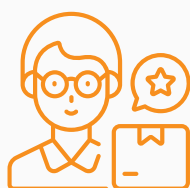
Rys. 3.47. Roboty mobilne sortujące paczki firmy Mecalux



Źródło: [67]

Niektóre roboty sortujące są montowane na specjalnie zaprojektowanych podestach. Pracownicy umieszczają paczki na robotach, które następnie sortują je i kierują do właściwych kanałów wyjściowych, prowadzących do strefy wysyłek. Dzięki temu, można efektywnie zarządzać przepływem towarów z różnych poziomów magazynu do obszaru załadunku.

Więcej o autonomicznych wózkach AGV oraz robotach mobilnych przedstawiono także w innych częściach danego opracowania.



Studium przypadku

Wózki z podwójnymi wagami Pick by Weight

Firma Raben wdrożyła u swojego klienta rozwiązanie RAVAS, które miało na celu zmniejszenie błędów kompletacji oraz optymalizację kontroli zapasów, co wpływa na skrócenie czasu inwentaryzacji. Firma zdecydowała się na modernizację 7 elektrycznych wózków i wyposażenie ich w podwójną wagę RAVAS. Oznacza to, że dwie oddzielne wagi zostały zintegrowane w jednym wózku do kompletacji zamówień z widłami o długości 2400 mm, a dane ważenia zostały zintegrowane z systemem WMS.

Główną zaletą podwójnej wagi jest możliwość kontroli kompletacji dwóch zamówień w jednym przepływie. Na podstawie wagi każdego produktu można sprawdzić, czy jest on umieszczony na odpowiedniej palecie. Mobilny system ważenia, wbudowany w widły wózka do kompletacji zamówień, pozwala operatorom na weryfikację każdej pobranej linii zamówienia w czasie rzeczywistym. Błędy w kompletacji są natychmiast wykrywane i korygowane.

Dzięki opatentowanej technologii FLEXBOLT, RAVAS zapewnia mobilne rozwiązanie ważenia o tolerancji błędów 0,1%. Amortyzatory są zainstalowane w czujnikach tensometrycznych, aby zapobiec nadmiernemu ich naprężeniu dla doskonałej dokładności i powtarzalności ważenia. Masę ładunku można odczytać z dokładnością do 100 gramów.

Bezprzewodowa komunikacja danych WLAN i pełny protokół API umożliwiają natychmiastową dostępność danych w systemie WMS w czasie rzeczywistym. RAVAS Data Manager (RDM) to narzędzie, które umożliwia współpracę z wagami firmy Ravas zintegrowanymi z wózkami do komisjonowania zamówień.

Główną korzyścią, jaką firmy uzyskały dzięki Pick by Weight, jest optymalizacja w czasie. Pracownicy kompletujący nie muszą już liczyć towarów. Oszczędza to czas i poprawia wydajność kompletacji. Ponadto została pominięta kontrola końcowa procesu.

Roboty kompletacyjne

Roboty kompletacyjne są zaprojektowane do zwiększenia wydajności i niezawodności procesu przygotowywania zamówień w magazynach. Największą popularnością cieszące się roboty antropomorficzne (Rys. 3.48) wykonujące operacje Pick and Place są szczególnie cenione za swoją wszechstronność. Roboty antropomorficzne to roboty magazynowe, które mogą naśladować ruchy i funkcje człowieka, dzięki czemu są wszechstronne w przypadku zadań magazynowych wymagających bardziej ludzkiego podejścia, takich jak pobieranie i umieszczanie małych części.

Konstrukcja tych robotów inspirowana jest ludzkim ciałem, co umożliwia im obsługę przedmiotów, narzędzi i wykonywanie operacji z podobną zręcznością i zdolnościami adaptacyjnymi jak człowiek. Są wyposażone w tzw. ręce, dzięki czemu mogą wykonywać szeroki zakres ruchów. Wyposażone są także w zaawansowane czujniki, kamery i algorytmy uczenia maszynowego. [69]

Automatyzacja procesu Pick and Place stała się priorytetem w obliczu rosnących wymagań produkcyjnych, umożliwiając przedsiębiorstwom przyspieszenie operacji i eliminację błędów. Dzięki postępowi technologicznemu w dziedzinie robotyki, wiele firm wdrożyło roboty do automatycznego pakowania, przyczyniając się do wydajniejszej pracy i otwierając pracownikom możliwość zajęcia się bardziej kreatywnymi zadaniami.

Rys. 3.48. Antropomorficzny robot kompletacyjny firmy Mecalux [68]



Źródło: [67]



Studium przypadku

Strefa kompletacji (Picking zone)

Oferowane przez DHL rozwiązanie Assisted Picking zostało zaprojektowane w celu optymalizacji tras kompletacji, minimalizując czas poświęcany na kompletację zamówień, jednocześnie zmniejszając zmęczenie operatora i zwiększając ogólne zadowolenie. System dzieli magazyn na wyznaczone strefy kompletacji w których równocześnie współpracują ludzie i roboty.

Sercem rozwiązania są autonomiczne roboty firmy Locus, które odgrywają kluczową rolę w zwiększaniu produktywności. Przemieszczają się one do określonych stref kompletacji, z których każda przeznaczona jest dla określonej kategorii towarów. W strefie kompletacji robot wyświetla szczegółowe informacje o produktach, które mają zostać pobrane. Pozwala to pracownikom skupić się na swoich zadaniach z należytą precyzją i wydajnością.

Po umieszczeniu przez osobę kompletującą wybranego towaru w pojemniku robota, maszyna przejmuje kontrolę, autonomicznie nawigując do następnej lokalizacji kompletacji. Proces ten przebiega płynnie, zwiększając ogólną wydajność operacji magazynowych.

Rozwiązanie DHL oferuje kilka korzyści. Dzięki robotom zajmującym się czasochłonnym zadaniem transportu pobranych przedmiotów, pracownicy mogą skupić się na samym procesie kompletacji, zmniejszając obciążenie fizyczne i zmęczenie. Zapewnia to bardziej komfortowe środowisko pracy oraz zdrowszych i szczęśliwszych pracowników. Automatyzacja zapewnia również znaczną redukcję liczby błędów podczas procesu kompletacji. Roboty nie dekoncentrują się, zapewniając wyższy poziom dokładności. Modernizacja doprowadziła do wzrostu liczby pobranych jednostek na godzinę, co jest kluczowym wskaźnikiem w operacjach magazynowych. W tym przypadku został osiągnięty 30% wzrost. Ponadto wdrożenie systemu Assisted Picking z robotami Locus zaowocowało 80% skróceniem czasu szkolenia. Oznacza to, że nowi pracownicy mogą szybko stać się produktywnymi członkami zespołu, co jest szczególnie korzystne w okresach dużej rotacji personelu.



Studium przypadku

Humanoid Digit

W centrum logistycznym globalnej marki odzieży damskiej Spanx pod Atlantą w Stanach Zjednoczonych jest obecnie realizowany projekt pilotażowy operatora GXO z udziałem humanoidalnego robota Digit firmy Agility Robotics, zaprojektowanego do pracy przy kompletacji towarów (Rys. 3.49).

Robot Digit, mający 1,80 m wzrostu i ważący 63,5 kg, jest zdolny do podnoszenia ładunków do 23 kg. Jego konstrukcja ma na celu współpracę z ludźmi w środowisku pracy, umożliwiając łatwe adaptowanie do różnorodnych zadań magazynowych poprzez aktualizacje oprogramowania.

Twórcy robota wspólnie z GXO szkolą go w realizacji rutynowych czynności, jak przenoszenie pojemników z autonomicznych robotów mobilnych na przenośniki. Digit zwiększa bezpieczeństwo operacji magazynowych i umożliwia pracownikom skupienie się na bardziej wartościowych zadaniach logistycznych.

Rys. 3.49. Robot Digit firmy Agility Robotics wykorzystywany przez GXO



Źródło: [70]

Roboty współpracujące

Collaborative Mobile Robots (CMR), znane również jako współpracujące roboty mobilne (Rys. 3.50), to urządzenia robotyczne zaprojektowane do pracy w bezpośredniej współpracy z ludźmi w różnych środowiskach, w tym w magazynach, zakładach produkcyjnych i centrach logistycznych.

Głównym celem CMR jest poprawa efektywności, bezpieczeństwa i elastyczności procesów pracy poprzez automatyzację zadań transportowych i manipulacyjnych. CMR mogą automatycznie przemieszczać materiały między różnymi lokalizacjami w magazynie lub na terenie zakładu produkcyjnego, dostarczać komponenty i surowce bezpośrednio do stacji roboczych, co umożliwia ciągły przepływ produkcji i minimalizuje przestoje związane z brakiem materiałów, a dzięki systemom nawigacji i detekcji przeszkód mogą bezpiecznie współpracować z ludźmi i innymi pojazdami w dynamicznym środowisku pracy, redukując ryzyko wypadków i kontuzji. W magazynach e-commerce i centrach dystrybucyjnych roboty CMR automatyzują procesy zbierania i pakowania zamówień (roboty, wykorzystywane w magazynach GXO, dwukrotnie poprawiły produktywność i o 30% zredukowały rotację pracowników).

Rys. 3.50. Robot współpracujący firmy 6 River Systems, wykorzystywany w magazynach GXO



Źródło: [71]

System Operator Eye

Operator Eye to rozwiązanie oparte na sztucznej inteligencji (Rys. 3.51). Celem tego systemu jest śledzenie wzorców błędów i automatyczne minimalizowanie czasu przestoju oraz zaangażowania pracowników w proces kompletacji, co pozwala zmniejszyć liczbę błędów przy kompletacji o ok. 75%. Operator Eye wykorzystuje system kamer do ciągłego rejestrowania błędów w czasie rzeczywistym podczas kompletacji, tworząc algorytmy, które uczą się od operatora. System ten potrafi następnie wykrywać błędy, dostosowywać operacje i decydować o zatrzymaniu lub kontynuowaniu pracy, analogicznie do samochodów autonomicznych.

Kluczową korzyścią systemu Operator Eye jest zwiększenie wydajności maszyn bez konieczności zmiany zachowań operatora. Po nauczaniu się wystarczającej liczbie informacji, system automatycznie resetuje maszynę, co przyczynia się do poprawy jej wydajności. Operator Eye może być również zastosowany w innych maszynach, gdzie jest wymagane ponowne uruchomienie przez operatora, na przykład w układnicach paletowych.

Rozwiązanie to nie tylko zwiększa bezpieczeństwo, efektywność i wydajność pracy zespołów magazynowych, ale również umożliwia pracownikom skupienie się na zwiększaniu wartości dodanej poprzez identyfikowanie i rozwiązywanie problemów z jakością i sprzętem. Ponadto, dzięki modułowi pobierania danych, operator może kontrolować i poprawiać operacje oraz jakość obsługi klientów, na przykład przez identyfikację problematycznych rodzajów opakowań i wspieranie dostawców w ich zmianie, aby zapewnić bardziej sprawne procesy.

Rys. 3.51. Operator Eye firmy Körber i GXO Logistics



Źródło: [72]

Roboty GRS

Roboty GRS (Global Robotics Services) są częścią modułowego i skalowalnego rozwiązania robotycznego zaprojektowanego do zwiększania efektywności, przepustowości i dokładności w procesach sortowania w magazynach i centrach logistycznych (Rys. 3.52). Funkcjonują one na zasadzie robotyki jako usługa (RaaS), co oznacza, że są szybkie i łatwe do wdrożenia.

Rys. 3.52. Roboty GRS wykorzystywane w magazynach GXO [73]



Źródło: [73]

Roboty mogą trzykrotnie zwiększyć przepustowość w stosunku do innych metod sortowania, a także poprawić dokładność i zredukować błędy. Można je szybko dostosować do zmieniających się wymagań.



Studium przypadku

GRS w magazynach GXO Logistics

Roboty GRS zostały wykorzystane w systemie sortowania 3D w instalacji prowadzonej przez GXO Logistics (Rys. 3.52) w centrum logistycznym w Stradelli we Włoszech.

Podczas 30-dniowego projektu pilotażowego, kilkanaście robotów sortujących 3D zostało zaprogramowanych do obsługi 30 wózków z ponad 450 pojemnikami docelowymi, osiągając przepustowość 1200 jednostek na godzinę – co stanowi ponad trzykrotne zwiększenie w stosunku do poprzednich rozwiązań.

Projekt zwiększył efektywność operacyjną i przepustowość, a także zoptymalizował godziny pracy związane z procesem sortowania, zmniejszył liczbę błędów i poprawił identyfikowalność zamówień.

Paletyzacja i depaletyzacja

Paletyzacja odbywa się zazwyczaj w strefie przygotowania zamówień lub w specjalnie wydzielonej strefie pakowania i kompletacji w magazynie. Jest to proces, w którym towary są układane i zabezpieczane na paletach w gotowe do transportu jednostki ładunkowe.

W zależności od wielkości magazynu i rodzaju prowadzonej działalności, paletyzacja może być realizowana ręcznie przez pracowników lub zautomatyzowana za pomocą specjalistycznych maszyn paletyzujących (Rys. 3.53).

Rys. 3.53. Robot paletyzujący firmy Kuka AG



Źródło: [71]

Roboty paletyzujące to zaawansowane urządzenia automatyzujące dany proces. Istnieje wiele typów robotów paletyzujących dostępnych na rynku, różniących się konstrukcją, funkcjonalnością i zastosowaniem, np. roboty z ramieniem przegubowym, kartezyjańskim, maszyny z chwytnikami próżniowym czy też mechanicznym. Roboty paletyzujące z funkcją depaletyzacji są zdolne do automatycznego rozładunku produktów z palet.

Paletyzatory i depaletyzatory są dostępne w różnych typach i konfiguracjach, dostosowanych do specyficz-

nych potrzeb procesów produkcyjnych i logistycznych. Należą do nich np. urządzenia niskopoziomowe (proces układania produktów na paletach odbywa się na niskim poziomie), wysokopoziomowe (produkty są transportowane na wysoki poziom, gdzie następnie są układane na paletach znajdujących się poniżej), robotyczne, wykorzystujące jedno lub więcej robotycznych ramion do manipulowania produktami i układania ich na paletach, czy też warstwowe, układające wiele produktów na paletach jednocześnie.



Studium przypadku

30 tys. kartonów na dobę przy zachowaniu jakości

Z końcem marca 2021 roku, w największym centrum co-packingowym Raben Logistics Polska w Gdąkach k. Poznania zakończono drugi etap inwestycji związany z implementacją zrobotyzowanych stacji paletyzujących.

Przy współpracy z firmą PiDT operator wdrożył dwie stacje paletyzujące, oparte o najszybsze w swojej klasie roboty manipulacyjne firmy KUKA. Zastosowana technologia umożliwia jednoczesną paletyzację czterech różnych form produktowych. Specjalnie zaprojektowane chwytaki z wbudowaną płaszczyzną stabilizującą eliminują ograniczenia związane z różnorodnością form opakowań. Dodatkowo, zostały one wyposażone w przyssawki, które pozwalają na pobór oraz umiejscowienie przekładek tekturowych bez ingerencji operatora. Dzięki zastosowaniu intuicyjnego oprogramowania FlexPal bez konieczności zaawansowanej wiedzy inżynierskiej firma w kilka minut jest w stanie dostosować urządzenie do nowej produkcji.

Specyfika świadczonych usług w multi-klienckiej operacji charakteryzuje się wysoką dynamiką oraz koniecznością szybkiego dostosowania do zmian. Celem projektu było stworzenie maksymalnie uniwersalnego rozwiązania, które w bezinwazyjny, prosty sposób można dostosowywać do nowej gamy produktowej przy jednoczesnej poprawie ergonomii pracy. Dziś zautomatyzowanie tej części procesów pozwala firmie paletyzować do 30 tys. kartonów na dobę przy zachowaniu powtarzalnej jakości.



3.8. Strefa pakowania i wysyłek

Strefa wydań i wysyłek w magazynach pełni ważną rolę w końcowym etapie procesu logistycznego. Jest to obszar, gdzie pracownicy zajmują się przygotowaniem, organizacją i efektywnym wysyłaniem zamówień. Działania te rozpoczynają się od kompletowania zamówień, podczas którego pracownicy kompletują produkty z różnych części magazynu, aby zrealizować konkretne zamówienia. Proces ten często jest wspierany przez różnorodne technologie, jak systemy WMS, skanery kodów kreskowych czy roboty magazynowe.

Strefa pakowania w magazynach często znajduje się w obrębie lub w bezpośrednim sąsiedztwie strefy wydań i wysyłek. Takie rozmieszczenie ma kluczowe znaczenie dla strumienia pracy i efektywności operacyjnej, ponieważ umożliwia płynne przemieszczenie produktów od procesu pakowania do finalnego etapu przygotowania do wysyłki. Umożliwia to szybkie i skoordynowane zarządzanie zamówieniami, minimalizację czasu przestoju między zakończeniem pakowania a wysyłką, a także redukuje ryzyko błędów i uszkodzeń produktów. Integracja tych stref pozwala na efektywniejsze wykorzystanie przestrzeni magazynowej i zasobów ludzkich, co jest szczególnie ważne w magazynach o wysokiej przepustowości i tych realizujących dużą liczbę zamówień e-commerce.

3.9. Systemy i aplikacje

Systemy WMS są niezbędnym narzędziem w strefie wydań i wysyłek, ponieważ znacząco wpływają na poprawę efektywności, dokładności i szybkości operacji magazynowych. Ponadto WMS umożliwia zarządzanie priorytetami wysyłki na podstawie różnych kryteriów, takich jak terminy dostawy czy specjalne wymagania klientów. Ciągła aktualizacja danych o stanie zapasów zapewnia dokładne informacje na temat dostępności produktów, co ułatwia planowanie wysyłek i minimalizuje ryzyko opóźnień.

Automatyczne generowanie dokumentów wysyłkowych, takich jak listy przewozowe, czy etykiety adresowe, przyspiesza proces pakowania i wysyłki oraz zapewnia ich zgodność z obowiązującymi regulacjami. Integracja z systemami kurierskimi i platformami transportowymi automatyzuje wymianę informacji o wysyłce, ułatwiając monitorowanie przesyłek i komunikację z klientem.

Systemy zarządzania transportem TMS umożliwiają optymalizację procesów planowania i monitorowania przesyłek. Za ich pomocą można selekcjonować przewoźników, zarządzać stawkami, planować trasy oraz śledzić przesyłki w czasie rzeczywistym. Niektóre moduły systemów ERP również mogą być przydatne w procesie automatyzacji czynności wykonywanych w strefie pakowania i wysyłek. Ułatwiają one zarządzanie zamówieniami i fakturowaniem.



**Łukasz Lewicki,**

Head of Sales Contract Logistics w Rohlig SUUS Logistics

Dla jednego z klientów z kanału e-commerce wprowadziliśmy dedykowaną strefę pakowania oraz kontroli jakościowo-ilościowej towarów. Ta zintegrowana infrastruktura obejmuje automatyczne taśmociągi oraz stanowiska pakowania, które są połączone z monitoringiem, systemem WMS oraz EDI, rozwiązaniem, które pozwala na wymianę dokumentów handlowych i finansowych, w tym zamówień, awizacji wysyłek czy faktur.

Dzięki zastosowaniu tych narzędzi osoby odpowiedzialne za kompletację mogą szybko pobierać towar z regałów, ponieważ jego położenie wskazuje im na skanerze system WMS, a następnie ustawiać go na taśmociągu, który automatycznie dostarcza kolejne zamówienia pracownikom odpowiedzialnym za proces pakowania.

Strefa została także wyposażona w różne rozmiary opakowań oraz wypełnień, dostosowanych do wielkości przesyłki. A to, które z nich wybrać, podpowiada pracownikom algorytm. Z kolei połączenie monitoringu oraz systemów WMS i EDI gwarantuje, że każdy towar spełnia odpowiednie kryteria jakościowe i jest zgodny pod względem ilości z zamówieniem konsumenta.

Wirtualne bramy wysyłkowe to zaawansowane systemy informatyczne wykorzystywane do automatyzacji i optymalizacji procesów wysyłkowych. Działają one na zasadzie wirtualnego monitorowania i zarządzania przepływem towarów opuszczających magazyn, integracji danych wysyłkowych z WMS lub ERP oraz automatycznego procesowania zamówień w drodze do klienta.

Automatyzują procesy identyfikacji, ważenia, skanowania i sortowania przesyłek w czasie rzeczywistym. Umożliwiają również automatyczne generowanie dokumentów wysyłkowych, etykiet adresowych i innych niezbędnych dokumentów, co znacznie przyspiesza proces przygotowania przesyłek do transportu. Ponadto, mogą być zintegrowane z systemami kurierskimi, co umożliwia bezpośrednie przekazywanie danych o wysyłce i otrzymywanie informacji o statusie przesyłek w czasie rzeczywistym.

Z kolei integracja systemów magazynowych z systemami kurierskimi i platformami e-commerce to kluczowy element w automatyzacji procesów w strefie wydań. Umożliwia to płynne i efektywne zarządzanie przesyłkami, od momentu przygotowania zamówienia do jego wysyłki i dostarczenia do klienta. Dzięki temu procesy, które tradycyjnie wymagały ręcznego wprowadzania danych i nadzoru, mogą być zautomatyzowane.

Taka integracja funkcjonuje w następujący sposób:

1. Po przygotowaniu zamówienia i jego zatwierdzeniu w systemie magazynowym, informacje o przesyłce są automatycznie przekazywane do systemu kurierskiego. W odpowiedzi, system generuje etykietę wysyłkową z unikalnym numerem śledzenia, która jest automatycznie drukowana w magazynie i aplikowana na przesyłkę.
2. Integracja umożliwia elektroniczną wymianę danych między systemami magazynowymi a platformami e-commerce, w tym informacji o zamówie-

niach, przesyłkach, statusach dostawy i zwrotach. Ułatwia to automatyczne aktualizowanie statusów zamówień i dostępność produktów w czasie rzeczywistym.

3. Na podstawie umów z poszczególnymi kurierami i analizy kosztów, czasu dostawy oraz preferencji klientów, system może automatycznie wybierać najbardziej optymalne opcje wysyłki dla każdego zamówienia.

3.10. Automatyzacja pakowania

Kartoniarki

Automatyzacja jest często stosowana przy pakowaniu produktów wymagających spełnienia wysokich norm sanitarnych, takich jak żywność, farmaceutyki i kosmetyki. W danym przypadku sprawdzają się takie rozwiązania, jak kartoniarki i automatyczne wypełniacze kartonów.

Przykładem automatycznego rozwiązania w tym zakresie jest system I-Pack. Jest to system pakowania na żądanie, który automatyzuje proces formowania, a także napelniania i zamykania kartonów dla szerokiej gamy produktów. System automatycznie formuje karton, dostosowując jego rozmiar do rozmiaru zapakowanego produktu. Precyzyjnie wypełnia przestrzeń wokół produktu w kartonie za pomocą odpowiedniego materiału wypełniającego. Po wypełnieniu, karton jest automatycznie zamykany i zabezpieczany, a następnie etykietowany.



Studium przypadku

700 kartonów na godzinę w czeskim magazynie GXO Logistics

System I-Pack automatyzuje powtarzalne czynności pakowania, znacząco podnosząc komfort i bezpieczeństwo pracy, a także efektywność operacyjną.

Kluczową zaletą I-Pack jest jego zdolność do optymalnego dostosowywania wysokości paczek, co pozwala na średnie zmniejszenie wielkości opakowania o 30%. Taka redukcja rozmiaru opakowania ma bezpośredni wpływ na zmniejszenie kosztów transportu i wpływu na środowisko, dzięki zmniejszeniu ilości przewożonego powietrza w naczepach.

Korzyści wynikające z wdrożenia systemu I-Pack obejmują: wysoką wydajność (zapakowanie do 700 kartonów na godzinę), automatyzację procesu (zastępuje pracę 11 osób zajmujących się ręcznym zamykaniem paczek), redukcję kosztów transportu (optymalizacja wielkości opakowań pozwala na zmniejszenie przestrzeni zajmowanej przez przesyłki).

Automatyczne zgrzewarki

Maszyna z automatycznym tunelem zgrzewającym (Rys. 3.54) to urządzenie pakujące, które automatyzuje proces pakowania produktów w folię termokurczliwą. Dzięki połączeniu funkcji zgrzewania i kurczenia w jednym ciągłym procesie, maszyny te są w stanie znacznie zwiększyć efektywność operacyjną, poprawiając jednocześnie jakość i estetykę opakowań.

Integracja maszyny z automatycznymi systemami załadunkowymi umożliwia automatyczne podawanie produktów, co minimalizuje potrzebę ręcznej obsługi. Z kolei możliwość programowania parametrów pracy maszyny, takich jak temperatura w tunelu zgrzewającym czy prędkość taśmy transportowej pozwala na szybką adaptację do różnych rodzajów produktów i folii. Maszyny tego typu można integrować z systemami ERP i WMS.

Rys. 3.54. Automatyczna zgrzewarka firmy Master-Pack



Źródło: [75]



Łukasz Dziadczyk

Head of Logistics VAS w Rohlig SUUS Logistics

W 2023 roku w ramach usług banderolowania oraz co-packingu przygotowaliśmy do sprzedaży 5,4 mln puszek napoju alkoholowego dla jednego z naszych klientów z branży FMCG. Do efektywności procesu przepakowywania niewątpliwie przyczyniło się wykorzystanie maszyny z automatycznym tunelem zgrzewającym, zaprojektowanej specjalnie do tej współpracy.

Produkty dostarczane były do nas w zgrzewkach, a ze względu na konieczność naklejenia znaku akcyzy, musiały zostać rozpakowane. Ostatecznie naszym zadaniem było przywrócenie opakowań do stanu pierwotnego, w jakim towar do nas trafił. Dzięki zastosowaniu maszyny udało nam się przepakować dziennie nawet 21 tysięcy puszek. Cały proces miał miejsce w naszym oddziale SUUS w Sokołowie koło Warszawy.

Zgrzewarki do folii

Zgrzewarka do folii działa na zasadzie wykorzystania wysokiej temperatury do stopienia folii w miejscu zgrzewu, co po zwolnieniu ciśnienia i ostygnięciu skutkuje trwałym połączeniem krawędzi folii. Proces ten może być zautomatyzowany lub półautomatyczny, w zależności od typu zgrzewarki i wymagań produkcyjnych.

W wersji automatycznej, zgrzewarka może być częścią linii produkcyjnej, gdzie proces zgrzewania jest w pełni zintegrowany z innymi etapami produkcji, takimi jak wypełnianie opakowań, etykietowanie i pakowanie. Operatorzy ustawiają parametry zgrzewu, takie jak temperatura, czas i ciśnienie, a następnie maszyna cyklicznie wykonuje zgrzewanie bez potrzeby ciągłej interwencji człowieka.



Studium przypadku

50% zaoszczędzonego czasu i 30% mniej zużytej folii

Klient DHL napotkał określone wyzwania w obszarze przyjmowania kontenerów.

- Zmienna wysokość palet: palety miały wysokość od 0,5 do 3,1 metra, co wymagało wszechstronnego rozwiązania do ich efektywnego owijania.
- Owijanie ręczne: podstawową metodą foliowania było owijanie ręczne, co prowadziło do różnej jakości owijania i powodowało problemy z wydajnością.
- Zmienna jakość owijania: ręczne foliowanie skutkowało zmienną jakością owijania, co mogło prowadzić do uszkodzeń towarów podczas transportu i przechowywania.
- Wydajność i zasoby ludzkie: klient dążył do poprawy wydajności i oszczędności kosztów pracy, aby umożliwić bardziej efektywne wykorzystanie zasobów ludzkich.

DHL wdrożył rozwiązanie, które wprowadziło mobilną maszynę do owijania ładunków PKG. Przyniosło ono następujące korzyści:

- lepsza jakość owijania: jakość owijania znacznie się poprawiła,
- przesunięcie zadań: pracownicy zaoszczędzili około 50% swojego czasu,
- oszczędności na folii: zużycie folii zmniejszyło się o 30–40%.

Do wad danego rozwiązania należy wysoka inwestycja początkowa oraz potrzeba dodatkowego szkolenia dla operatorów.

Roboty pakujące

Roboty pakujące to zaawansowane urządzenia automatyczne, służące do mechanizacji procesów pakowania produktów. Ich głównym zadaniem jest automatyzacja czynności takich jak układanie produktów w opakowania, zamykanie opakowań, etykietowanie, paletyzacja oraz depaletyzacja (Rys. 3.53). Działają na podstawie zaprogramowanych instrukcji, które definiują sposób poruszania produktami i opakowaniami.

Urządzenia tego typu mogą być wyposażone w różnego rodzaju narzędzia, takie jak chwytaki, próżniowe ssawki czy specjalne aplikatory do etykiet, co pozwala im na obsługę szerokiej gamy zadań. Za pomocą zaawansowanych systemów wizyjnych roboty są w stanie rozpoznawać położenie i orientację przedmiotów, co umożliwia precyzyjne ich chwytywanie, umieszczanie w opakowaniach lub na paletach oraz realizację innych czynności pakujących.

Więcej o robotach pakujących przedstawiono w innych częściach niniejszego opracowania.

Owijarki

Maszyny foliujące, znane również jako owijarki do palet, są urządzeniami służącymi do automatycznego owijania ładunków na paletach folią stretch, co zabezpiecza je przed uszkodzeniami, zanieczyszczeniami i przesuwaniem się towarów podczas transportu i magazynowania. Automatyzacja procesu foliowania wprowadza znaczące usprawnienia do operacji logistycznych, poprawiając bezpieczeństwo i efektywność procesów pakowania.

Maszyna foliująca automatycznie aplikuje folię stretch wokół ładunku na palecie, tworząc zwartą i stabilną jednostkę ładunkową. Proces ten zazwyczaj rozpoczyna się od umieszczenia palety z towarem na platformie maszyny. Następnie, w zależności od typu maszyny, paleta może być obracana dookoła własnej osi, podczas gdy folia jest dozowana z rolki i równomiernie rozciągana wo-

kół ładunku. W innych typach maszyn to głowica z folią porusza się wokół statycznej palety. Na koniec procesu folia jest automatycznie przecinana i zabezpieczana.

Systemy etykietowania i znakowania

System etykietowania i znakowania to zintegrowane rozwiązanie służące do automatycznego aplikowania etykiet, naklejek lub bezpośredniego znakowania produktów, opakowań lub palet. Systemy te mogą składać się z różnych komponentów, w tym drukarek etykiet, aplikatorów, skanerów kodów kreskowych, systemów wizyjnych do weryfikacji i oprogramowania do zarządzania danymi etykiet.

Automatyzacja procesu etykietowania zaczyna się od wyboru odpowiedniej etykiety i informacji, które mają się na niej znaleźć. Następnie, informacje te są drukowane na etykiecie, która jest automatycznie aplikowana na produkt, opakowanie lub paletę przez aplikator. W przypadku bezpośredniego znakowania, informacje są drukowane bezpośrednio na powierzchni produktu lub opakowania za pomocą technik takich jak inkjet, laser lub termotransfer.

Skanery

Skanery w strefie wydań i wysyłek są kluczowymi narzędziami wykorzystywanymi do automatyzacji i optymalizacji procesów logistycznych, szczególnie w kontekście identyfikacji produktów, weryfikacji zamówień oraz zarządzania danymi o przesyłkach. Istnieje kilka typów skanerów, które są wykorzystywane w różnych aspektach procesu wysyłkowego, np. ręczne, stacjonarne, mobilne komputery z funkcją skanowania, czy też systemy wizyjne.

Skanery umożliwiają szybką weryfikację, czy wszystkie produkty z zamówienia zostały prawidłowo skompletowane i zapakowane. Dane ze skanerów mogą być też wykorzystywane do optymalizacji tras kompletacji zamówień. Poza tym system może automatycznie generować list przewozowy, faktury i inne dokumenty wysyłkowe.



Łukasz Dziadczyk

Head of Logistics VAS w Rohlig SUUS Logistics

Etykieciarka automatyczna do produktów cylindrycznych

Jedną z popularniejszych usług dodanych w logistyce kontraktowej jest etykietowanie produktów, np. z informacją o towarze w języku kraju, do którego jest on eksportowany. Jest to z jednej strony proces powtarzalny, a z drugiej taki, w którym margines błędu podczas naklejania jest minimalny. Dlatego w SUUS, przy jednym z tego typu projektów dla klienta z branży alkoholowej, wykorzystujemy automatyczną etykieciarkę do produktów cylindrycznych. Maszyna nanosi etykiety na butelki z napojem zarówno standardowe (np. białe), jak i transparentne, czyli przeźroczyste. W ramach tego projektu kluczowym aspektem jest odpowiednia wydajność, a dzięki częściowej automatyzacji procesu jesteśmy w stanie skutecznie sprostać temu wyzwaniu.

Urządzenie wspomagające proces banderolowania

Do usprawnienia procesu banderolowania coraz częściej używamy maszyn z podajnikiem etykiet, na które narzędzie automatycznie nakłada klej. W tym procesie zadaniem pracownika jest jedynie przyklejenie etykiety do produktu, a nie także przygotowywanie jej poprzez nanoszenie spoiwa. Dlatego wdrożenie tego rozwiązania przyczynia się nie tylko do zwiększenia efektywności, ale również poprawia komfort wykonywanej pracy.



Studium przypadku

Oszczędność 5 sekund na jednym pakowaniu

DHL stanął przed wyzwaniem podczas procesu pakowania przesyłek wychodzących. Operatorzy często musieli odkładać i podnosić skaner RF podczas obsługi kartonów, ponieważ do przenoszenia i manipulowania kartonami potrzebne były obie ręce. Ten powtarzalny proces nie tylko ograniczał wydajność, ale także prowadził do opóźnień w operacji pakowania.

Firma DHL dostarczyła rozwiązanie, które wykorzystywało możliwości skanera ubieralnego. Skaner noszony w postaci rękawiczki ze spustem umieszczonym pod kciukiem umożliwił operatorom dostęp do funkcji skanowania bez użycia rąk. Rozwiązanie zawierało również Access Point Bluetooth do płynnego połączenia. Skanery noszone z komputerem stacji pakującej, zapewniając niezawodny i wydajny transfer danych.

Rozwiązanie przyniosło znaczną oszczędność czasu wynoszącą około 5 sekund na każdy proces pakowania. Choć może się to wydawać skromne w przypadku pojedynczych działań, sumuje się to jednak znacząco w przypadku operacji logistycznych o wysokim tempie, prowadząc do istotnej ogólnej oszczędności czasu.

Do wad należą spore nakłady finansowe, które początkowo należy ponieść, oraz potrzeba dodatkowego szkolenia dla operatorów.

Bariery i szanse w implementacji nowych technologii w magazynach



W dzisiejszym dynamicznym świecie biznesowym, magazyny pełnią kluczową rolę w zapewnianiu płynności dostaw, optymalizacji procesów logistycznych i zwiększaniu efektywności operacyjnej. Wraz z postępem technologicznym, przedsiębiorstwa mają dostęp do coraz bardziej zaawansowanych narzędzi, które mają potencjał zrewolucjonizować sposób, w jaki zarządzają swoimi zapasami i operacjami magazynowymi.

Jednakże, choć nowoczesne technologie obiecują poprawę wydajności i rentowności, ich implementacja nie zawsze jest gładkim procesem. Napotykają one na różnorodne wyzwania, zarówno techniczne, jak i organizacyjne, które mogą stanowić bariery dla ich skutecznego wdrożenia. Jednocześnie, istnieją liczne szanse i korzyści płynące z adaptacji nowych rozwiązań technologicznych, które mogą znacząco zrewolucjonizować sposób, w jaki funkcjonują magazyny.

W niniejszym rozdziale przyjrzymy się bliżej zarówno barierom, jak i szansom, jakie niesie ze sobą implementacja nowych technologii w magazynach. Przy wsparciu wypowiedzi ekspertów, zgłębimy istotę tych wyzwań oraz możliwości, jakie się z nimi wiążą, w kontekście doskonalenia procesów magazynowych i zwiększania konkurencyjności przedsiębiorstw.



Szanse	Bariery
systemy sortowania	wysokie koszty implementacji
roboty i koboty magazynowe	amortyzacja
technologie RFID	odpowiednie uprawnienia personelu
automatyzacja procesów magazynowych	opór ze strony personelu
śledzenie i monitorowanie zapasów	integracja nowych technologii z istniejącymi

4.1. Bariery implementacji nowych technologii w magazynach

Automatyzacja procesów, to strategiczna decyzja mająca wpływ na cały biznes i możliwości firmy w przyszłości. W Polsce nowoczesne technologie wspierające procesy w magazynach są już powszechnie znane, coraz więcej magazynów wyposaża się w popularne automatyzacje niektórych procesów, szczególnie pakowania, wewnętrznego transportu, czy sortowania wysyłek. Jednakże nadal istnieje wiele barier, a rozwój technologii w Polsce nie jest jeszcze tak szeroko stosowany jak w Europie Zachodniej.

Wysoki koszt wprowadzenia nowych technologii do magazynu

Jedną z głównych barier jest wysoki koszt wprowadzenia nowych technologii do magazynu. Inwestycje w zaawansowane systemy zarządzania magazynem, automatyzację procesów lub technologie IoT (Internet of Things) mogą być znacząco kosztowne, szczególnie dla mniejszych przedsiębiorstw lub tych, które dopie-

ro rozpoczynają działalność. Dodatkowo, często wiąże się to z koniecznością przeszkolenia personelu lub zatrudnienia specjalistów, co również generuje dodatkowe koszty.



– Nadal koszt inwestycji w stosunku do kosztów pracy jest zbyt wysoki i mimo planów początkowych na zmianę procesów w magazynach, klienci po ostatecznej kalkulacji zwrotu z inwestycji często wolą zostawić finansowe decyzje na później – wskazuje Anna Galas, Business Development Director Poland, DHL Supply Chain.

Naszym zdaniem i z naszego doświadczenia obsługi szczególnie projektów e-commerce wiemy, że warto już teraz rozważyć elastyczne metody automatyzacji, które chociażby odciążą magazyny w lokalizacjach czy w wysokim sezonie, kiedy niezwykle trudno jest pozyskać siłę

roboczą, nie mówiąc już o wykwalifikowanych pracownikach magazynu – dodaje.

Amortyzacja

Poza kosztami inwestycji wyzwaniem przy implementacji rozwiązań technologicznych w magazynach typu multicustomer jest jego amortyzacja. Dlaczego?



– Ponieważ takie obiekty obsługują klientów z różnych branż, co oznacza, że przechowywane są w nich towary o różnej specyfice, np. różnych wymiarach i wagach, oraz o odmiennych warunkach obsługi. Aby zastosowana technologia mogła być efektywnie amortyzowana, konieczne jest już na etapie planowania wypełnienia magazynu poszukiwanie projektów o możliwie zbliżonych charakterystykach. Podobne wyzwania pojawiają się również podczas implementacji rozwiązań dla klientów z branży dotąd nieobsługiwanej w danym obiekcie. Zastosowanie niektórych narzędzi limitują regulacje BHP czy PPOŻ (szczególnie w przypadku składowania towarów z grup ADR), a także ograniczenia infrastruktury magazynu, takie jak np. udźwig posadzki. Dlatego też pewne elementy technologiczne powinny być wdrożone już na etapie budowy lub wyposażania magazynu – wyjaśnia Łukasz Lewicki, Head of Sales Contract Logistics w Rohlig SUUS Logistics.

Odpowiednie uprawnienia personelu

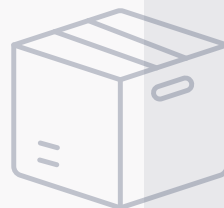
Ekspert Rohlig SUUS Logistics dodaje, że obsługa niektórych narzędzi wymaga od pracowników posiadania odpowiednich uprawnień.

– W przypadku wózków systemowych VNA są to rozszerzone uprawnienia do pracy na wysokości. Co ważne, tylko niewielka liczba specjalistek i specjalistów je posiada. Z kolei, w przypadku usterki maszyny, potrzebujemy także w naszym zespole technika, które będzie mógł sprawnie przywrócić ją do pracy. Dlatego też, wprowadzając nowoczesne narzędzia, musimy albo szkolić naszych obecnych pracowników, albo zatrudnić nowych, którzy będą odpowiednio wykwalifikowani – ocenia.

Opór ze strony personelu

I płynnie przechodzimy do kolejnej bariery, czyli oporu ze strony personelu. Wprowadzenie nowych technologii często zmienia dotychczasowe procesy pracy, co może prowadzić do niepewności wśród pracowników. Obawy o utratę pracy, trudności w nauce obsługi nowych systemów lub brak zaufania do nowych rozwiązań mogą prowadzić do oporu wobec zmian i utrudniać ich skuteczną implementację. Ale nie musi tak być.

Wbrew temu, co często słyszymy, że pracownicy boją się wprowadzania w ich miejsce pracy robotów i innych urządzeń, widzimy, że magazyny automatyczne są interesujące dla pracowników, chętnie się uczą obsługi urządzeń, rozważają takie miejsce pracy jako bardziej zaspokajające ich ambicje i rozwijające nowe kompetencje. Zawsze powtarzamy, że digitalizacja i automatyzacja magazynów, wprowadzanie nowych rozwiązań z wykorzystaniem robotów – wynika z naszej ambicji poprawienia jakości pracy naszych pracowników – tłumaczy Anna Galas, Business Development Director, Poland, DHL Supply Chain.



Magazyny automatyczne są interesujące dla pracowników



Dawid Kwiatkowski, Digitalization Manager Operations Excellence, DHL Supply Chain uzupełnia, że dzięki robotom zajmującym się czasochłonnym zadaniem transportu pobranych przedmiotów, pracownicy mogą skupić się na samym procesie kompletacji, zmniejszając obciążenie fizyczne i zmęczenie. – Uwolnienie pracowników od monotonicznych i wymagających fizycznie zadań zwiększa ich zadowolenie. Szczęśliwi pracownicy są bardziej zmotywowani i pozostają w firmie – zapewnia.



Integracja nowych technologii z istniejącymi systemami. Należy również zwrócić uwagę na kwestie związane z integracją nowych technologii z istniejącymi systemami. Często magazyny posiadają już swoje własne systemy zarządzania lub oprogramowanie, które może być trudne do zintegrowania z nowymi rozwiązaniami. Brak kompatybilności między różnymi systemami może prowadzić do poważnych problemów operacyjnych i utrudniać efektywne funkcjonowanie magazynu.

W obszarze usług dodanych w logistyce kontraktowej wprowadzanie nowych technologii powinniśmy rozważać wtedy, gdy projekt składa się zarówno z dużego wolumenu towaru, jak i z powtarzalnych czynności. Dlaczego? Przykładowo, w procesie etykietowania, gdzie istnieje duża liczba artykułów, ale mają różne wymiary, wprowadzenie automatycznej etykieciarki nie zawsze będzie opłacalne, ponieważ należy ją wtedy dostosować do każdego rodzaju towaru, co nie przekłada się na podniesienie wydajności pracy. Musimy także zdawać sobie sprawę, że często proces instalacji, danego rozwiązania jest czasochłonny, co zmusza nas do planowania wdrożenia go z dużym wyprzedzeniem przed startem projektu – zaznacza Łukasz Dziadczyk, Head of Logistics VAS w Rohlig SUUS Logistics.

4.2. Szanse implementacji nowych technologii w magazynach

Mimo licznych wyzwań, implementacja nowych technologii w magazynach niesie ze sobą również wiele szans i korzyści, które mogą znacząco zwiększyć efektywność operacyjną oraz konkurencyjność przedsiębiorstwa.

Implementacja rozwiązań technologicznych w logistyce kontraktowej przynosi wiele korzyści, w tym optymalizację procesów, przyspieszenie realizacji zamówień oraz zwiększenie wydajności – co ma szczególne znaczenie w obsłudze firm z kanału e-commerce. Ponadto, wprowadzanie nowości technologicznych umożliwia budowę przewagi konkurencyjnej – podkreśla Łukasz Lewicki, Head of Sales Contract Logistics w Rohlig SUUS Logistics.

Jedną z głównych szans jest zautomatyzowanie procesów magazynowych. Zaawansowane systemy sortowania, roboty magazynowe czy technologie RFID pozwalają na automatyzację wielu rutynowych zadań, co prowadzi do zwiększenia wydajności i redukcji błędów ludzkich. Automatyzacja może również skrócić czas realizacji zamówień oraz optymalizować przestrzeń magazynową, co przekłada się na oszczędność czasu i kosztów.

Stosowanie technologii w obszarze co-packingu niesie za sobą liczne korzyści, takie jak podniesienie efektywności i wydajności procesu, przyspieszenie go oraz utrzymanie odpowiedniej jakości wykonywanej pracy (np. etykieta na butelce musi być bardzo często naklejona z marginesem błędu do 1 mm). Ponadto, zastosowanie automatycznych rozwiązań odciąża pracowników podczas wykonywania monotonnej i czasem ciężkiej fizycznej pracy, co w rezultacie przekłada się na zwiększoną efektywność podczas wykonywania innych czynności. Dlatego możemy powiedzieć, że stosowanie technologii ma pozytywne skutki uboczne w innych manualnych procesach magazynowych – ocenia Łukasz Dziadczyk, Head of Logistics VAS w Rohlig SUUS Logistics.

Kolejną istotną szansą jest poprawa śledzenia i monitorowania zapasów. Dzięki technologiom IoT i zaawansowanym systemom zarządzania magazynem, przedsiębiorstwa mogą uzyskać lepszą widoczność nad swoimi zapasami. Real-time monitoring pozwala na szybsze reagowanie na zmiany w popycie, unikanie braków w magazynie oraz redukcję nadmiernych zapasów.

Dodatkowo, nowoczesne technologie mogą wspierać magazyny w dążeniu do zrównoważonego rozwoju. Optymalizacja tras, redukcja zużycia energii czy wykorzystanie materiałów przyjaznych dla środowiska mogą przyczynić się do zmniejszenia negatywnego wpływu działalności magazynowej na środowisko.

Warto również zauważyć, że implementacja nowych technologii może przynieść przedsiębiorstwu przewagę konkurencyjną na rynku. Magazyny wyposażone w najnowsze rozwiązania są bardziej elastyczne, szybsze i bardziej efektywne, co pozwala na lepszą obsługę klientów i budowanie silniejszych relacji biznesowych.

Podsumowując, mimo istnienia pewnych barier, implementacja nowych technologii w magazynach otwiera drzwi do wielu możliwości, które mogą znacząco przyczynić się do doskonalenia operacji logistycznych, zwiększenia efektywności oraz osiągnięcia przewagi konkurencyjnej na rynku.



Automatyzacja magazynów zastosowana przez czołowych deweloperów



Rynek nieruchomości przemysłowych, to rynek wysoce konkurencyjny. Deweloperzy prześcigają się nie tylko w dostarczaniu powierzchni na czas i w atrakcyjnej cenie, ale też w oferowaniu rozwiązań ułatwiających zarządzanie kosztami i ich optymalizację. Podobnie, jak w branży mieszkaniowej nie wystarczają już do sprzedaży broszury marketingowe, zastępowane przez spacery 3D, tak branża przemysłowa podnosi standardy, zaczynając od systemów w zakresie Big Data, zapewniających stały dostęp do dokumentacji i pozwalających na bieżąco śledzić koszty, a na instalacji czujników, zdalnego sterowania oświetleniem czy urządzeń z dostępem do rozszerzonej rzeczywistości kończąc.

Działania marketingowe w zakresie ESG przekładają się na faktyczne operacje i z modnych i pożądaných dla uzyskania tzw. zielonego wizerunku stały się standardową i integralną częścią każdej inwestycji. Inwestorzy minimalizują wpływ swoich przedsięwzięć na środowisko a jednym z narzędzi do uzyskania tego celu jest sto-

sowanie nowoczesnych technologii, które poprawiają efektywność energetyczną budynków i zmniejszają ich operacyjny ślad węglowy.

Jak w praktyce wygląda stosowanie nowoczesnych technologii i innowacji na rynku przemysłowym?



5.1. Działania podejmowane przez deweloperów w zakresie zużycia mediów

PANATTONI

Rozwiązania takie jak wybór odpowiednich materiałów, poprawa izolacyjności ścian i dachów, wentylacja z rekuperacją, oświetlenie LED, zewnętrzne czujniki zmierzchu, wewnętrzne czujniki ruchu, odzysk ciepła z urządzeń chłodniczych czy rekuperatory powietrza stają się normą w nowoczesnych magazynach Panattoni. Oszczędzaniu wody sprzyjają z kolei systemy detekcji wycieków, stosowanie perlatorów, wykorzystanie wody szarej, itp. Zużycie energii i wody optymalizują przy tym zaawansowane systemy zarządzania budynkami jak BMS.

Dodatkowo, Panattoni w ramach standardu przygotowuje także konstrukcje dachowe swoich wszystkich nowych inwestycji pod instalację paneli fotowoltaicznych a dostawcy energii są dobierani tak, aby większość dostarczanej energii pochodziła z odnawialnych źródeł energii (OZE). Przykładem takiego podejścia jest np. fabryka Danfoss w Grodzisku Mazowieckim, która swoją niskoemisyjność zawdzięcza działaniom w zakresie efektywności energetycznej, odzysku ciepła oraz wykorzystaniu jedynie odnawialnych źródeł energii. Z kolei w Panattoni Park Konin, który uzyskał drugą w Polsce ocenę BREEAM Outstanding, zużycie energii pierwotnej zmniejszono o połowę, przy czym blisko jedna czwarta energii niezbędnej do funkcjonowania budynku (22,8%) pochodzi z instalacji fotowoltaicznej.

Już na etapie projektowania obiektów, są one poddawane modelowaniu energetycznemu zgodnie ze standardami BREEAM na poziomie „Excellent”, co stanowi najwyższy standard w branży na polskim rynku. Kluczowe w strategii firmy jest ograniczenie strat ciepła, co jest osiągnięte poprzez zastosowanie wspomnianych wcześniej rozwiązań takich jak: poprawa właściwości termotechnicznych konstrukcji obudowy, energooszczędne okna, system oświetlenia wewnątrz budynku oraz na

terenie przyległym oparty na technologii LED, czy destryfikatory przekierowujące ciepło z górnych partii budynku do dolnych.

Aby dostosować się do indywidualnych potrzeb najemców, Panattoni proponuje dodatkowe rozwiązania, takie jak doki ze służą i fartuchem pneumatycznym, kurtyny powietrzne, systemy odzysku ciepła z urządzeń chłodniczych oraz rekuperatory powietrza. Istotnym elementem jest także zwiększenie ilości światła dziennego w obiektach poprzez montaż większej ilości świetlików w halach oraz zastosowanie nowoczesnych przeszkleń w elewacji biurowej, które zapewniają podwyższoną izolacyjność cieplną powierzchni oraz podniesienie komfortu pracy.

Coraz popularniejszym rozwiązaniem w kontekście oszczędności energetycznych są też pompy ciepła. Dzięki skróceniu się okresu zwrotu z inwestycji w tego typu technologie, pompy ciepła mogą generować znaczne oszczędności, sięgające nawet kilkuset tysięcy złotych rocznie.

PROLOGIS

Chcąc zaspokoić potrzeby klientów oraz ich pracowników, Prologis tworzy parki tak, aby działały jako tętniące życiem, wysoce funkcjonalne obiekty biurowo-magazynowe. Rachunki za ogrzewanie są niższe dzięki oświetleniu LED, zwiększonej izolacyjności ścian i dachu, a rachunki za ogrzewanie, dzięki zwiększeniu liczby świetlików w dachu i ścianach. Montowane są też kolektory słoneczne do ogrzewania wody w biurowcach oraz panele fotowoltaiczne również sprzyjające ekonomii. Przewidywanie i zarządzanie kosztami użytkowania wspierane jest przez systemy zarządzania obiektami oraz elektroniczne systemy zgłaszania usterek.

HILLWOOD

Hillwood nie tylko instaluje czujniki ruchu wewnątrz i panele fotowoltaiczne na dachach swoich obiektów, ale

aby zmniejszyć negatywny wpływ oświetlenia budynków magazynowych na otoczenie, podjął dalsze kroki: wymieniono tradycyjne oprawy oświetleniowe na nowoczesne i efektywne. Dodatkowo, dostosowano kąt ich nachylenia oraz skupienie światła tak, aby oświetlać tylko własną nieruchomość, minimalizując jednocześnie oświetlenie terenów sąsiednich. Dzięki tym działaniom, Hillwood ograniczył rozproszenie światła, zapewniając większą kontrolę nad obszarem oświetlonym.

Deweloper instaluje czujniki ruchu i systemy zarządzania oświetleniem wewnątrz budynków, a także system sterowania oświetleniem zewnętrznym. Dzięki niemu, takie oświetlenie działa tylko na poziomie 25% swojej pełnej mocy w nocy. To rozwiązanie minimalizuje zanieczyszczenie światłem i wpływa na redukcję tzw. olśnienia obserwatora pośredniego oraz minimalizację ingerencji oświetlenia w obszar sąsiadujący. Dodatkowo zainstalowano oprawy i urządzenia, których czas pracy przewidziany jest na najbliższe 25 lat. Dzięki temu minimalizuje się potrzebę częstej wymiany i generowania odpadów.

GLP

Projekty GLP w Polsce wyróżniają się praktycznym podejściem do technologii. Obserwując potrzeby użytkowników, deweloper wypracował zestaw rozwiązań, które wprowadza w każdej nowej hali – to m.in. smart metering czy sterowanie oświetleniem za pomocą systemu DALI, a dachy wszystkich nowych obiektów przygotowane są pod instalację paneli fotowoltaicznych.

Na etapie budowy GLP sięga po nowoczesne systemy termowizyjne podczas kontroli izolacji, co wyklucza niekontrolowane straty ciepła na etapie eksploatacji budynku. Deklaruje otwarcie na implementację dodatkowych technologii, które sugerują klienci.

7R

7R realizuje pierwszą swoją inwestycję w duchu przyjętej niedawno, nowej strategii dekarbonizacji. Proekolo-

giczne rozwiązania mają zapewnić oszczędność energii, obniżyć koszty użytkowania i zmniejszyć ślad węglowy obiektu powstającego na Dolnym Śląsku: operacyjna emisja CO₂ będzie o ponad 50 procent niższa w stosunku do budynków wybudowanych zgodnie z warunkami technicznymi wynikającymi z przepisów prawa budowlanego.

W przyszłości, w trakcie użytkowania, budynek także będzie potrzebował znacznie mniejszej ilości energii elektrycznej do jego użytkowania. Według wyliczeń 7R, redukcja zapotrzebowania na energię pierwotną na metr kwadratowy rocznie spadnie prawie o 70% w stosunku obowiązujących przepisów.

Już na etapie projektowania obiektu deweloper wykonał pełne modelowanie termiczne i m.in. dzięki temu wypracował rozwiązania, które pozwolą na tak dużą redukcję emisji. Wśród zastosowanych rozwiązań technicznych znalazły się: wysokowydajne oświetlenie LED, podniesiona szczelność powietrzna budynku, poprawiona specyfikacja systemów grzewczo-wentylacyjnych wyposażonych w systemy odzysku ciepła, jak również wysokosprawnych pomp ciepła oraz system paneli fotowoltaicznych.

LCUBE

LCUBE wykorzystuje nowoczesne technologie, aby stworzyć aktywa atrakcyjne pod kątem inwestycyjnym. Inteligentne systemy instalowane na poszczególnych parkach są dobierane indywidualnie i obejmują m.in. monitoring ugięcia dachów czy smart metering, do monitorowania oraz raportowania zużycia mediów, również w kontekście parametrów ESG. Energooszczędne oświetlenie LED aktywowane jest przez czujniki ruchu w częściach wspólnych i na elewacji, deweloper stosuje też destryfikatory, które pomagają gospodarować ogrzewaniem w pomieszczeniach. W parkach realizowana jest retencja wody deszczowej.

WHITE STAR

Obiekty White Star oferują szereg rozwiązań technologicznych, które wpływają na komfort, bezpieczeństwo i wydajność pracy. Inwestor posiada w swoim portfolio obiekty, które certyfikaty w zakresie energooszczędności i ekologiczności otrzymywały już wówczas, gdy niewiele firm certyfikowało hale magazynowe. W kompleksach dewelopera stosowana jest armatura o niskim przepływie, oszczędzająca wodę, a systemy wspierające pozwalają na monitoring kluczowych układów jak:

- węzeł chłodu – monitoring temperatur, stanu pracy pomp, siłowników, stan pracy agregatu chłodniczego, informacji o awariach, możliwość dodania harmonogramów czasu pracy;
- węzeł ciepła – monitoring temperatur, stanu pracy pomp, siłowników, informacji o awariach, możliwość dodania harmonogramów czasu pracy;
- monitoring parametrów z analizatorów sieci rozdzielni NN oraz SN (napięcie, prąd, pobierana moc itp.);
- monitoring kabli grzewczych;
- monitoring awarii czujników temperatury rdzeni transformatora oraz wentylacji pomieszczenia z transformatorami;
- monitoring czujników przeciwwymrożeń central wentylacyjnych;
- monitoring stanu zasilania wody w obiekcie.

Dodatkowo powiadamianie o kluczowych awariach technicznych oraz przeciwpożarowych (poza wyświetleniem na ekranie) oznajmiane jest poprzez wysyłanie informacji SMS, co pozwala na natychmiastową reakcję. W systemie SSP jest także prowadzony monitoring pracy pompy dobiegającej na instalacji tryskaczowej.

Funkcjonuje również system zdalnego odczytu części liczników ciepła, a dzięki zamieszczonym na terenie obiektu koncentratorom można monitorować liczniki ciepła i chłodu.

SEGRO

SEGRO jest pionierem w zakresie wykorzystania systemów urządzeniami technicznymi w obiektach przemysłowych. Deweloper wykorzystuje platformę BMS w coraz większej liczbie magazynów, co ułatwia zarządzanie, zapewnia oszczędność czasu, energii i pieniędzy oraz pozwala uzyskać wysoki komfort dla użytkownika.

W magazynach SEGRO z platformą BMS systemy grzewcze, chłodnicze, wentylacyjne i oświetleniowe są połączone, co umożliwia bieżącą kontrolę zużycia mediów, a w konsekwencji bardziej efektywną eksploatację budynku. Urządzenia, które komunikują się z platformą, dostarczają informacje o swoim bieżącym stanie technicznym, co pozwala na szybkie identyfikowanie awarii i usterek.

Stosowany przez dewelopera system sterowania oświetleniem DALI (Digital Addressable Lighting Interface) umożliwia precyzyjne sterowanie indywidualnymi oprawami oświetleniowymi oraz grupami światła, co wpływa na oszczędność energii, wydłużenie żywotności źródeł światła oraz poprawę komfortu użytkowników. Oświetlenie LED redukuje zużycie energii i zwiększa bezpieczeństwo zarówno wewnątrz, jak i na zewnątrz budynków magazynowych.

Ponadto wykorzystywana jest energia słoneczna: nie tylko pozwala na zmniejszenie zużycia energii z sieci elektroenergetycznej, ale także umożliwia oddawanie nadwyżek wyprodukowanej energii do systemu. Zwiększa to udział odnawialnych źródeł energii w ogólnym bilansie energetycznym gospodarki i przyczynia się do ograniczenia emisji CO₂. SEGRO systematycznie wdraża rozwiązania fotowoltaiczne w swoim portfolio.

Deweloper instaluje również pompy ciepła: ekologiczne urządzenie służące do przenoszenia energii cieplnej z zewnętrznego źródła (np. powietrza, wody, gruntu) do miejsca o wyższej temperaturze (instalacja grzewcza), gdzie jest wykorzystywana do ogrzewania budynków lub podgrzewania wody użytkowej.

MDC2

Zdaniem dewelopera, nowoczesne firmy wymagają nowoczesnego wsparcia, a dogodny dojazd, pełne zaplecze technologiczne i monitoring obiektu 24/7 to elementy, które sprzyjają skalowaniu modelu biznesowego. Budynki MDC2 zarządzane są przez systemy inteligentne, co wspiera optymalizację kosztów, oferuje też możliwość instalacji czujników ruchu lub systemu oświetlenia DALI. Dachy przygotowane do instalacji paneli fotowoltaicznych a izolacyjność ścian i dachu została zwiększona. Deweloper współpracuje również z dostawcami fotowoltaiki w zakresie pozyskiwania energii odnawialnej, aby umożliwić najemcom zakup zielonej, niezawodnej energii w ramach ich potrzeb zakupowych.

5.2. Techniczne rozwiązania z wykorzystaniem technologii w budynkach przemysłowych

PANATTONI

Deweloper zapewnia szereg usprawnień, ułatwiających najemcom korzystanie z parków logistycznych, w tym automatyczne wjazdy z odczytem tablic rejestracyjnych i stacje ładowania pojazdów elektrycznych. Obiekty zarządzane są przez inteligentne systemy zarządzania, co ułatwia zarządzanie zużyciem mediów i kosztami użytkowania budynków, a poprawa podwyższone parametry nośności dachów i elewacji zmniejszają koszty ewentualnego dostosowania magazynu do potrzeb produkcji czy montażu dodatkowych urządzeń.

Panattoni przygotowuje posadzki nowych obiektów w taki sposób, aby umożliwić najemcom realizację pro-

jektów automatyzacji operacji logistycznych i produkcyjnych: większość z nich nie wymaga dodatkowego profilowania. Kolejnym narzędziem ułatwiającym rozwój najemców i korzystanie z nowoczesnych technologii jest rozmieszczenie rozdzielnic głównych blisko potencjalnych punktów zasilania technologii, dzięki czemu unikamy konieczności przenoszenia układu transformatorowego. Na bezproblemową rozbudowę i ewentualną adaptację do najnowszych systemów automatycznych pozwala również stosowany w magazynach Panattoni system przeciwpożarowy.

W trosce o dobrostan pracowników najemców, deweloper przewiduje w halach dodatkowe miejsca podłączenia sanitariatów, dla skrócenia dróg w czasie przerwy oraz wykorzystuje zużyte turbiny wiatrowe do budowy mebli wypoczynkowych na częściach wspólnych. Panattoni podkreśla przy tym, że nawet najlepsze technologie nie zastąpią sprawnego zespołu technicznego i dobrych zarządców.

PROLOGIS

Wjazd na parki Prologis realizowany jest z wykorzystaniem systemów automatycznego odczytu tablic, na terenie obiektów ustawiono ładowarki samochodów elektrycznych oraz wiaty dla rowerów i punkty ich naprawy.

Wzmocniona nośność posadzki, zwiększona izolacyjność ścian i dachu oraz podwyższona odporność ognio- wa pozwala na stosowanie przez najemców nowoczesnych rozwiązań bez konieczności większej ingerencji w budynek.

Do tego deweloper oferuje szereg udogodnień dla pracowników w ramach programu PARKLife™, w tym miejsca odpoczynku dla najemców, wiaty grillowe, a nawet plenerowe biblioteki BookBox. Planowane jest też uruchomienie toalet bezobsługowych dla kierowców. Nad prawidłowym przebiegiem współpracy i bezawaryjną działalnością parku czuwa dedykowany zespół zarządców nieruchomości Prologis.

SEGRO

System automatycznego odczytu tablic rejestracyjnych jest z powodzeniem stosowany również w parkach logistycznych SEGRO. Rozwiązanie zapewnia większe bezpieczeństwo oraz płynność komunikacyjną dla pracowników i stałych dostawców, co jest szczególnie ważne dla klientów z sektora logistycznego i branży kurierskiej. To też oszczędność czasu i kompleksowa rejestracja ruchu w obszarze parku logistycznego.

Również przez dedykowany system najemcy mogą zgłaszać usterki. To pozwala na szybsze identyfikowanie problemów i efektywniejsze zarządzanie magazynem. System umożliwia zdalne monitorowanie stanu technicznego urządzeń oraz dostosowywanie ich działania do potrzeb najemców, co bardzo usprawnia i ułatwia pracę pracowników obsługi.

We wszystkich polskich parkach logistycznych SEGRO korzystać można z elektrycznych ładowarek samochodów. Nowoczesna infrastruktura ułatwia klientom i pracownikom korzystanie z niskoemisyjnych środków transportu, minimalizując w ten sposób negatywny wpływ na środowisko.

7R

Deweloper zapewnia możliwość ładowania samochodów elektrycznych i korzystania z automatycznych wjazdów z odczytem tablic rejestracyjnych. W nowych parkach znajdzie się strefa relaksu dla pracowników, która zostanie wyposażona w meble wyłonione w ramach inicjatywy 7R, wspierającej społeczność młodych artystów oraz wellbeing pracowników magazynów. Ponadto przed obiektami zostaną zamontowane wiaty na rowery.

GLP

GLP jest też w gronie organizacji, które odpowiadają na trendy związane z automatyzacją i robotyzacją procesów

logistycznych. Deweloper dostrzega duży potencjał w wykorzystaniu analizy danych i sztucznej inteligencji.

W jego strukturach działa dedykowana, globalna platforma GRS, która wspiera klientów, którzy chcą skorzystać z robotów w elastycznym modelu Robotics-as-a-Service. Oznacza to, że mogą subskrybować gotowe, kompletne rozwiązania robotyczne i uniknąć znacznych inwestycji początkowych. Ponadto, RaaS umożliwia szybką skalowalność, dostosowaną do zmieniających się warunków rynkowych, takich jak popyt sezonowy. Europejski zespół GRS prowadzi liczne rozmowy z potencjalnymi klientami, w tym w Polsce. Na świecie odnotował już ponad 30 wdrożeń, które np. zwiększyły szybkość przygotowania przesyłek o ponad 60% czy zbliżyły precyzję sortowania produktów do niemal 100%.

GLP posiada też doświadczenie w tworzeniu tzw. „cyfrowych bliźniaków” obiektów, a więc projektowaniu, realizacji i zarządzaniu budynkami przy użyciu technologii modelowania BIM. W ten sposób wszyscy projektanci, project managerowie, specjaliści branżowi oraz podwykonawcy mają dostęp do spójnych informacji o budynku przechowywanych w chmurze. Umożliwia to szybsze podejmowanie decyzji, obniża koszty eksploatacji, skraca czas usuwania usterek i ułatwia zarządzanie gwarancjami. Standardem są też szlabany wjazdowe z automatyczną identyfikacją numerów rejestracyjnych.

HILLWOOD

Hillwood ułatwia najemcom korzystanie z obiektów przez automatyczne wjazdy, zapewnia ładowarki samochodów elektrycznych i realizuje inwestycje z wykorzystaniem innowacyjnych rozwiązań, które minimalizują zanieczyszczenie światłem. Działania dewelopera stanowią dowód na to, że sukces biznesowy może iść w parze z ochroną środowiska i uwzględnianiem potrzeb lokalnych społeczności i to nadrzędny cel inwestora.

WHITE STAR

W zarządzaniu kompleksami logistycznymi pomaga inwestorowi platforma automatyzująca obsługę ruchu pojazdów Singu Smart Security Desk, wykorzystująca tagi RFID, które po naklejeniu na szybę samochodu są rozpoznawane podczas wjazdu i wyjazdu na teren kompleksu, co powoduje automatyczne otwarcie szlabanu. System stosuje także uzupełniającą technologię LPR (rozpoznawanie tablic rejestracyjnych), która otwiera szlabany na podstawie numerów rejestracyjnych. Dodatkowym wsparciem jest platforma helpdesk Singu FM do kontaktów z najemcami i sprawnego reagowania w przypadku awarii instalacji obiektowych oraz usprawnienia procesu serwisowania monitorowanych urządzeń.

LCUBE

Deweloper zapewnia zarządzanie dostępami do obiektu, w tym automatyczne szlabany oraz dostępność miejsc parkingowych. Do sprawnej komunikacji z najemcami wykorzystuje system zgłaszania oraz raportowania facility maintenance. LCube aktualnie zleca usługę Property Management firmom zewnętrznym, które posiadają własne oprogramowanie oraz hardware do zarządzania budynkami. Każdorazowo analizuje rozwiązania zewnętrznych Property Managerów, tak by były zgodne z przyjętymi standardami.

Inwestycje LCUBE prowadzone są na terenach zurbanizowanych, najczęściej przemysłowych, zlokalizowanych przy dużych ciągach komunikacyjnych, dlatego wyraźne są efekty troski o przyjazne zielone otoczenie budynków, co zapewnia też komfort naszych najemcom i ich pracownikom.

MDC2

MDC2 wyposaża swoje parki w ładowarki samochodów elektrycznych, oferuje automatyczny wjazd z odczytem tablic i automatyczną awizację.

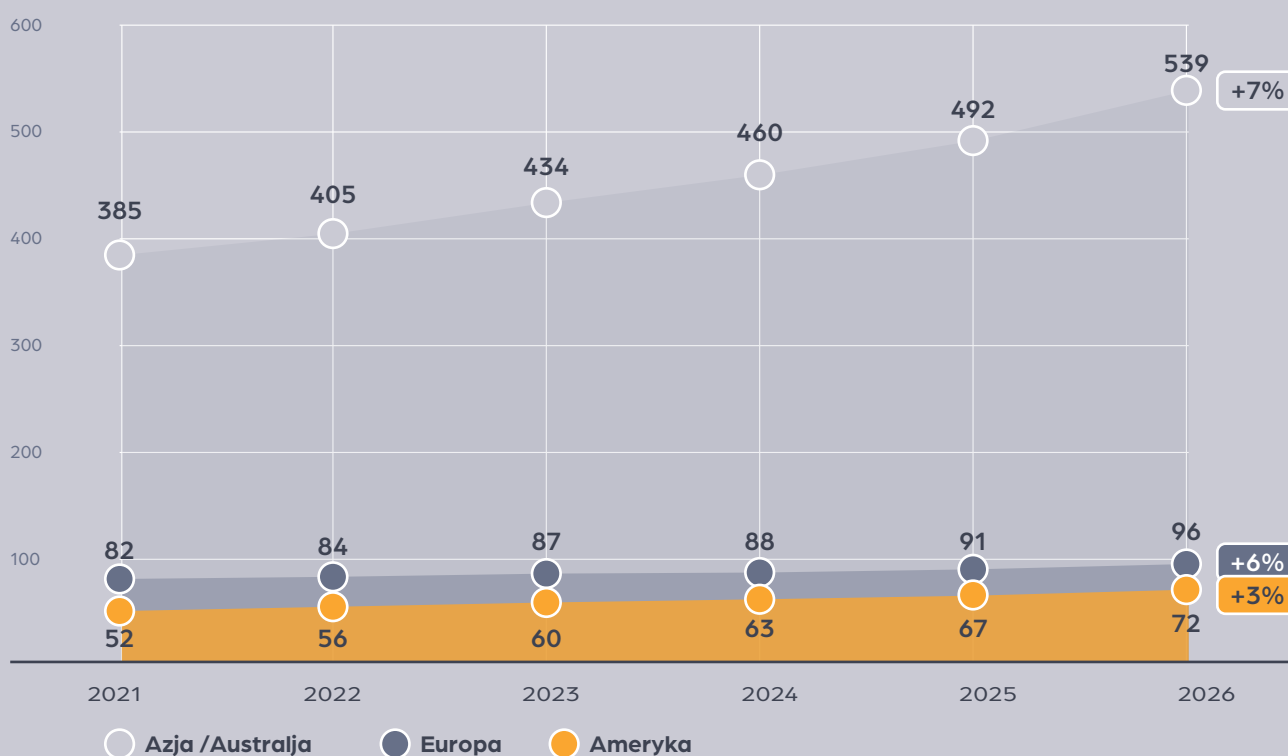
Deweloper promuje budownictwo zrównoważone, czyli energooszczędne i generujące jak najmniej dwutlenku węgla. Jego zdaniem zielone budynki to nieporównywalnie mniejsze koszty utrzymania dla właścicieli i najemców, dlatego z myślą o ludziach i środowisku stawia na projekty przyjazne środowisku od samego początku procesu deweloperskiego. Buduje zbiorniki retencyjne i organizuje zewnętrzne strefy relaksu.

Podsumowanie



Od automatyzacji i robotyzacji nie ma odwrotu. W dobie niekorzystnych trendów demograficznych i deficytu pracowników w logistyce kontraktowej dalsza robotyzacja zapewni branży rozwój. Międzynarodowa Federacja Robotyki (IFR) szacuje, że od 2024 do 2026 roku utrzyma się średni roczny wskaźnik zwiększenia udziału robotyzacji na poziomie 7% [80]

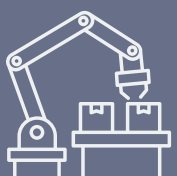
Prognoza rocznego wzrostu poziomu robotyzacji na lata 2023–2026



Dzięki wdrożeniu nowej technologii w magazynach, opartej o automatyzację i robotyzację:

produktywność
powinna
wzrosnąć o
50%

koszty
operacyjne
spadną o
25%



Szanse jakie daje robotyzacja i automatyzacja:

- Wydajniejsze systemy sortowania
- Zaawansowane roboty magazynowe czy technologie RFID
- Automatyzacja procesów magazynowych
- Śledzenie i monitorowanie zapasów w czasie rzeczywistym



Dlaczego należy automatyzować logistykę?

- poprawa jakości usług logistycznych
- poprawa jakości obsługi klienta
- skrócenie czasu realizacji zamówień
- skrócenie czasu przepływu towarów w magazynie
- redukcja kosztów
- poprawa konkurencyjności



Bariery w zastosowaniu nowoczesnych technologii:

- Wysoki koszt wprowadzenia nowych technologii do magazynu
- Amortyzacja
- Odpowiednie uprawnienia personelu
- Opór ze strony personelu
- Integracja nowych technologii z istniejącymi systemami



5 globalnych trendów robotyzacji

- zastosowanie sztucznej inteligencji oraz uczenia maszynowego
- rozszerzenia zakresu pracy kobotów
- popularyzacja manipulatorów mobilnych „MoMas”
- cyfrowe bliźniaki „Digital Twins”
- roboty humanoidalne

7. Literatura

- [1] M. Wodnicka, Technologie blockchain przyszłością logistyki, Zeszyty Naukowe Małopolskiej Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Tarnowie, t. 41, nr 1, Uniwersytet Łódzki 2019.
- [2] UE w 2021 r. Sprawozdanie ogólne z działalności Unii Europejskiej, Komisja Europejska 2022, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/92b9b0d3-9e14-11ec-83e1-01aa75ed71a1/language-pl> [dostęp: 30.03.2024].
- [3] GXO Logistics.
- [4] Manyika J., Chui M., Bughin J., Dobbs R., Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy, McKinsey 2013 www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/disruptive-technologies [dostęp: 30.03.2024].
- [5] Chui M., Issler M., Roberts R., Yee L., Technology Trends Outlook 2023, McKinsey 2023, <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-top-trends-in-tech> [dostęp: 30.03.2024].
- [6] The Collaborative Supply Chain – Tech-Driven and Human-Centric, The 2024 MHI Annual Industry Report 2024 <https://og.mhi.org/publications/report> [Dostęp: 30.03.2024].
- [7] Singh M., 2023 Generative AI Growth, Bloomberg Intelligence 2023 <https://www.bloomberg.com/company/press/generative-ai-to-become-a-1-3-trillion-market-by-2032-research-finds/> [Dostęp: 30.03.2024].
- [8] Robotics market will be worth \$218 billion by 2030, GlobalData 2023, www.globaldata.com/media/thematic-research/robotics-market-will-worth-218-billion-2030-forecasts-globaldata [Dostęp: 30.03.2024].
- [9] Cloud Computing Market Size, Share & Industry Analysis, Fortune Business Insights 2023, www.fortunebusinessinsights.com/cloud-computing-market-102697 [Dostęp: 30.03.2024].
- [10] J. Bogołębska, M. Bogołębski, Znaczenie nowoczesnych technologii dla konkurencyjności przedsiębiorstw prowadzących gospodarkę magazynową, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2020.
- [11] Hao J., Shi H., Shi V., Yang C., Adoption of automatic warehousing systems in logistics firms: a technology–organization–environment framework, MDPI 2020, <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/12/5185> [Dostęp: 30.03.2024].
- [12] Rudkovska O., 5 smart warehouse technologies to boost warehouse automation, Eurostiq 2023, <https://euristiq.com/smart-warehouse-technologies> [Dostęp: 30.03.2024].
- [13] Global Automated Truck Loading System Market Size, Spherical Insights 2023 www.sphericalinsights.com/reports/automated-truck-loading-system-market [dostęp: 30.03.2024].
- [14] Chudzik D., Magazyn jako kluczowy element w systemie logistycznym, w: Kolasińska-Morawska K., Morawski P., Zarządzanie logistyczne – wyzwania przyszłości, Przedsiębiorczość i zarządzanie, Wydawnictwo Społecznej Akademii Nauk, Łódź-Warszawa 2018.
- [15] Układ magazynu i czynniki, które należy rozpatrzyć podczas jego projektowania, Mecalux, www.mecalux.pl/blog/strefy-w-magazynie [Dostęp: 30.03.2024].
- [16] Wyposażenie ramp przeładunkowych w nowoczesne technologie, Mecalux, <https://www.mecalux.pl/blog/wyposazenie-rampy-przeladunkowe> [dostęp: 30.03.2024].
- [17] <https://www.goodloading.com/pl/blog/nowe-technologie/zaladunek-i-rozladunek-towarow-z-wykorzystaniem-nowych-technologii/> [dostęp: 30.03.2024].
- [18] Continental, <https://www.continental.com/en/press/press-releases/20220706-trailer-capacity-assessment> [dostęp: 30.03.2024].
- [19] Cargoon, <https://cargoon.eu/pl/rozwiązania/zarządzanie-oknami-czasowymi> [dostęp: 30.03.2024].
- [20] Olek R., Dock Scheduler – zarządzaj oknami czasowymi, Cargoon 2022, <https://cargoon.eu/pl/spolecznosc/blog/dock-scheduler/dock-scheduler-zarządzaj-oknami-czasowymi> [dostęp: 30.03.2024].
- [21] Jak działają automatyczne systemy załadunku i rozładunku towarów, Mecalux, www.mecalux.pl/blog/systemy-automatyczne-zaladunku-rozladunku-towarow [dostęp: 30.03.2024].

- [22] Global Automated Truck Loading Systems (ATLS) Industry, Global Industry Analysts 2024, www.reportlinker.com/p06276004/Global-Automated-Truck-Loading-Systems-ATLS-Industry.html [dostęp: 30.03.2024].
- [23] <https://europasystems.pl/product-pol-178-Przenosnik-teleskopowy-tasmowy.html>
- [24] Europa Systems, <https://europasystems.pl/product-pol-178-Przenosnik-teleskopowy-tasmowy.html> [dostęp: 30.03.2024].
- [25] Europa Systems, https://europasystems.pl/data/links/c52ca671d90174a199d017618e0a79f1/178_328.pdf, [dostęp: 30.03.2024].
- [26] Dexterity, www.dexterity.ai/blog/dexterity-ai-and-fedex-unveil-first-of-its-kind-robotics-trailer-loading-technology [dostęp: 30.03.2024].
- [27] DHL, www.dhl.com/us-en/home/press/press-archive/2023/dhl-supply-chain-achieves-first-commercial-deployment-of-boston-dynamics-stretch-robot.html [dostęp: 30.03.2024].
- [28] Otto Group, www.ottogroup.com/en/stories/story/story-logistics-of-the-future-how-humans-and-robots-work-hand-in-hand.php [dostęp: 30.03.2024].
- [29] Mujin, <https://mujin-corp.com/truckbot-automated-truck-unloader/> [dostęp: 30.03.2024].
- [30] Slip Robotics, <https://www.sliprobotics.com/services> [dostęp: 30.03.2024].
- [31] Multinational Tier 1 Automotive Manufacturer & Supplier (case study), Slip Robotics, <https://www.sliprobotics.com/case-study> [dostęp: 30.03.2024].
- [32] Bastian Solutions, www.bastiansolutions.com/blog/the-comprehensive-solution-for-fluid-trailer-loading-ultra-blue-automated-robotic-truck-loader/ [dostęp: 30.03.2024].
- [33] Spending on digital transformation technologies and services worldwide from 2017 to 2027, Statista, www.statista.com/statistics/870924/worldwide-digital-transformation-market-size [dostęp: 30.03.2024].
- [34] Gideon Brothers, www.gideon.ai/news-press/gideon-launches-trey-the-autonomous-forklift-for-trailer-loading-and-unloadin/ [dostęp: 30.03.2024].
- [35] Zebra Technologies, www.zebra.com/pl/pl/resource-library/success-stories/raja-group.html [dostęp: 30.03.2024].
- [37] Jungheinrich, <https://www.jungheinrich.pl/systemy-logistyczne/automatyczne-systemy-transportowe> [dostęp: 30.03.2024].
- [38] Mecalux, www.mecalux.pl/blog/wozki-agv, [dostęp: 30.03.2024].
- [39] Automated Guided Vehicle Market Size, Grand View Research 2017, <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/automated-guided-vehicle-agv-market/request/rs2>, [dostęp: 30.03.2024].
- [40] WDX, <https://wdx.pl/wp-content/uploads/2019/09/folder-roboty-samojezdne-amr.pdf>, [dostęp: 30.03.2024].
- [41] Linde, <https://www.linde-mh.pl/pl/Rozwiazania-i-uslugi/Robotyka/Autonomiczne-roboty-mobilne/>, [dostęp: 30.03.2024].
- [42] Lowpad, <https://lowpad.com/lowpads/lowpad-s>, [dostęp: 30.03.2024].
- [43] Mecalux, <https://www.mecalux.pl/automatyczne-magazyny-paletowe/ukladnice-paletowe-trojstronne>, [dostęp: 30.03.2024].
- [44] Mecalux, <https://www.mecalux.pl/blog/podnosnik-palet>, [dostęp: 30.03.2024].
- [45] Mecalux, <https://www.mecalux.pl/rozwiazania-magazynowe/automatyczne-magazyny-paletowe/automatyczny-pallet-shuttle>, [dostęp: 30.03.2024].
- [46] Dematic, <https://www.dematic.com/pl-pl/products/sortation-systems>, [dostęp: 30.03.2024].
- [47] Jungheinrich, <https://www.jungheinrich.pl/produkty/radiowa-transmisja-danych/czytnik-kodow-kreskowych-440166>, [dostęp: 30.03.2024].
- [48] Otsestanteria, <https://pl.otsestanteria.com/automated-racking-system/asrs-automatic-storage-and-retrieval-system.html>, [dostęp: 30.03.2024].

- [49] Jungheinrich, <https://www.jungheinrich.pl/produkty/regaly/dynamiczne-magazynowanie-drobnych-elementow/regal-karuzelowy-440142>, [dostęp: 30.03.2024].
- [50] Kardex, <https://us.blog.kardex-remstar.com/types-of-automated-storage-and-retrieval-systems>, [dostęp: 30.03.2024].
- [51] Jungheinrich, <https://www.jungheinrich.pl/produkty/regaly/dynamiczne-magazynowanie-drobnych-elementow/regal-windowy-440144>, [dostęp: 30.03.2024].
- [52] LoopStore, <https://loopstore.eu/intralogistics/magazyn-miniload/>, [dostęp: 30.03.2024].
- [53] Mecalux, <https://www.mecalux.pl/regaly-magazynowe/regaly-przesuwne-jezdne-mobilne>, [dostęp: 30.03.2024].
- [54] Still, <https://www.still.pl/produkty/nowe-wozki-widlowe/wozki-systemowe-vna.html>, [dostęp: 30.03.2024].
- [55] WDX, <https://wdx.pl/oferta/systemy-logistyczne/magazyn-w-standardzie-vna>, [dostęp: 30.03.2024].
- [56] Mecalux, <https://www.mecalux.pl/blog/ukladnice-magazynowe>, [dostęp: 30.03.2024].
- [57] Układnice magazynowe – automatyczna obsługa i całkowite bezpieczeństwo ładunku, Mecalux 2021, <https://www.mecalux.pl/blog/ukladnice-magazynowe>, [dostęp: 30.03.2024].
- [58] Mecalux, <https://www.mecalux.pl/blog/asrs-z-systemem-pallet-shuttle>, [dostęp: 30.03.2024].
- [59] ASRS z systemem Pallet Shuttle – maksymalna wydajność magazynu, Mecalux 2022, <https://www.mecalux.pl/blog/asrs-z-systemem-pallet-shuttle>, [dostęp: 30.03.2024].
- [60] Elemen Logic, <https://www.elementlogic.co.uk/cases/e-commerce-startup-bergfreunde-increased-its-order-picking-efficiency-by-more-than-400-with-autostore/>, [dostęp: 30.03.2024].
- [61] Sprysak M., Systemy wspomagające kompletację, Log24.pl 2020, <https://log24.pl/news/systemy-wspomagajace-kompletacje/>, [Dostęp: 31.03.2024].
- [62] Proces kompletacji w magazynie – maksymalna wydajność z systemem do zarządzania, Mecalux 2022, <https://www.mecalux.pl/blog/proces-kompletacji-w-magazynie>, [Dostęp: 31.03.2024].
- [63] Conveyco, <https://www.conveyco.com/blog/pros-cons-popular-sortation-systems/>, [dostęp: 31.03.2024].
- [64] Susz P., Systemy sortujące i automatyczne linie na magazynach, "Nowoczesny Przemysł" 2024, <https://nowoczesny-przemysl.pl/systemy-sortujace-i-automatyczne-linie/>, [dostęp: 31.03.2024].
- [65] Góral-Kukielka W., A jak automatyzacja procesów sortujących, LinkedIn 2022, <https://www.linkedin.com/pulse/jak-automatyzacja-proces%C3%B3w-sortuj%C4%85cych-wioletta-g%C3%B3ral-kukie%C5%82ka/?originalSubdomain=pl>, [dostęp: 31.03.2024].
- [66] Przenośniki przemysłowe: jaki system transportu wybrać do magazynu?, Mecalux 2020, <https://www.mecalux.pl/blog/przenosniki-przemyslowe-rodzaje>, [dostęp: 31.03.2024].
- [67] Mecalux, <https://www.mecalux.pl/blog/roboty-mobilne>, [dostęp: 31.03.2024].
- [68] Mecalux, <https://www.mecalux.pl/blog/automatyczna-kompletacja-zamowien-magazyn>, [dostęp: 31.03.2024].
- [69] 15 Types of Warehouse Robotics For Optimal Efficiency, Modula 2023, <https://modula.us/blog/warehouse-robotics/>, [dostęp: 31.03.2024].
- [70] GXO Logistics, https://gxo.com/pl/news_article/gxo-conducting-industry-leading-pilot-of-human-centric-robot/, [dostęp: 31.03.2024].
- [71] GXO Logistics, <https://6river.com/news/major-enhancements-mobile-fulfillment-robots/>, [dostęp: 31.03.2024].
- [72] GXO Logistics, https://gxo.com/news_article/gxo-uses-ai-solution-by-korber-to-boost-efficiency/, [dostęp: 31.03.2024].
- [73] GXO Logistics, https://www.youtube.com/watch?v=x38T9tysB9A&ab_channel=GXO, [dostęp: 31.03.2024].
- [74] Kuka AG, <https://www.kuka.com/pl-pl/produkty-i-us%C5%82ugi/systemy-robot%C3%B3w/roboty-przemys%C5%82owe/roboty-paletyzuj%C4%85ce>, [dostęp: 31.03.2024].

[75] Master-Pack, <https://www.master-pack.com.pl/maszyny-pakujace/pakowarka-do-polietylenu-bp802arv-280rp.html>, [dostęp: 31.03.2024].

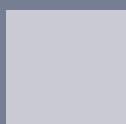
[76] IFR, Top 5 Robot Trends 2024. New Technology simplifies Automation, <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/top-5-robot-trends-2024> [dostęp: 25.04.2024].

[77] IFR, Global Robotics Race: Korea, Singapore and Germany in the Lead. Robot Density Data by International Federation of Robotics reveal, <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/global-robotics-race-korea-singapore-and-germany-in-the-lead> [dostęp: 25.04.2024].

[78] Sas A., Work automation in companies in Poland 2021-2023, Statista: <https://www.statista.com/statistics/1293183/poland-work-automation-in-companies/> [dostęp: 25.04.2024].

[79] Zrobotyzowany.pl: Raport IFR: stan robotyzacji w polskim przemyśle, <https://zrobotyzowany.pl/informacje/publikacje/4999/raport-ifr-stan-robotyzacji-w-polskim-przemysle> [dostęp: 25.04.2024].

[80] IFR, World Robotics 2023, https://ifr.org/img/worldrobotics/2023_WR_extended_version.pdf [dostęp: 25.04.2024].



**POLSKI
INSTYTUT
TRANSPORTU
DROGOWEGO**

Kom.: 789 454 599

E-mail: instytut@pitd.org.pl

ul. Racławicka 2-4

53-146 Wrocław