



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



MINISTERSTWO
EDUKACJI
NARODOWEJ

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Priorytet III- Wysoka jakość systemu oświaty, Poddziałanie 3.3.2. Efektywny system kształcenia i doskonalenia nauczycieli

Zeszyt naukowy nr 10/2011



NOWOCZESNE ROZWIĄZANIA W LOGISTYCE

Materiał wybrał i opracował:
dr inż. **Sławomir Halusiak**

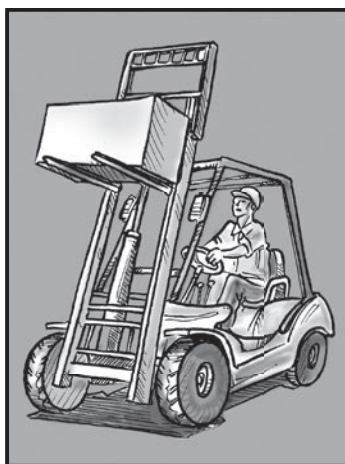


Wyższa Szkoła Ekonomiczno-Humanistyczna
im. prof. Szczepana A. Pieniążka w Skierniewicach
Wydział Pedagogiczny

www.profesjonalnynauczyciel.pl



Zeszyt naukowy nr 10/2011



NOWOCZESNE ROZWIĄZANIA W LOGISTYCE

Materiały wybrał i opracował:
dr inż. **Sławomir Halusiak**



Wyższa Szkoła Ekonomiczno-Humanistyczna
im. prof. Szczepana A. Pieniążka w Skierniewicach
Wydział Pedagogiczny

www.profesjonalnynauczyciel.pl

Nowoczesne Rozwiązania w Logistyce

Zeszyt naukowy 10

dr inż. Sławomir Halusiak

Projekt okładki, skład i łamanie: Gp Studio DTP i Drukarnia, gpdruk.pl

ISSN - 2082-8187

Materiały do przedmiotu Nowoczesne Rozwiązania w Logistyce
dla studentów studiów podyplomowych
„Profesjonalny nauczyciel zawodu”.

© Copyright by Wyższa Szkoła Ekonomiczno-Humanistyczna, Skierniewice 2011



Wyższa Szkoła Ekonomiczno-Humanistyczna

im. prof. Szczepana A. Pieniążka w Skierniewicach

Wydział Pedagogiczny

ul. Mazowiecka 1B, 96-100 Skierniewice

Zeszyt naukowy nr 10/2011

NOWOCZESNE ROZWIĄZANIA W LOGISTYCE

Materiały wybrał i opracował:
dr inż. **Sławomir Halusiak**







Spis treści

Wstęp	7
1. Nowoczesne systemy identyfikacji ładunków.	8
2. Nowoczesne urządzenia przeładunkowe i środki transportu.	14
2.1. Wózki i zestawy transportowe.	
2.2. Technologie energooszczędne w wózkach.	
3. Nowe technologie dla komisjonowania.	27
3.1. Pick –by – voice.	
3.2. Pick – by – light.	
3.3. Pick – by – Frame	
3.4. Pick – by Point.	
3.5. Pick – Radar.	
4. Nowoczesne regały.	35
4.1. Magazyny wysokiego składowania.	
4.2. Systemy magazynów przejezdnych.	
5. Optymalizacja procesów przeładunkowych.	39
6. Zastosowanie metod sztucznej inteligencji w optymalizacji logistycznej.	49
7. Automatyzacja w Centrum Dystrybucyjnym.	51
8. Oprogramowanie dla logistyki.	55
8.1. Nowoczesne standardy informatyczne.	
8.2. Przykłady aplikacji wspierających logistykę.	
9. Nowoczesne koncepcje w logistyce.	62
10. Informacja logistyczna w internecie.	69
10.1. Portale internetowe.	
10.2. Wybrane adresy stron www dla logistyków.	
10.3. Wybrane adresy stron www targów logistycznych.	
Literatura	74





WSTĘP

Kierunki rozwoju współczesnej logistyki inicjowane są poprzez rosnące wymagania klientów, a jednocześnie problemy techniczne, informatyczne, ekonomiczne, strukturalne, czy personalne z jakimi trzeba się zmierzyć przy podnoszeniu jakości i efektywności w procesach logistycznych. Przedsiębiorstwa podejmując ten trud odnoszą sukcesy budując dobrą markę.

Nowoczesne podejście w logistyce – integracja podsystemów logistycznych w jedną wspólnie zarządzaną całość, wymaga poddaniu analizie pod kątem efektywności, opłacalności i jakości wszystkich czynności logistycznych w systemie. Przy wdrażaniu tej koncepcji, wpisującej się w ogólnoświatowe trendy, uwidaczniają się obszary, w których można uzyskać wzrost analizowanych wskaźników. Zaczynając od środków transportu – różnego rodzaju wózki nie tylko wyposażane są w oszczędne pod względem zużycia paliwa silniki, ale także w napędy hybrydowe umożliwiające odzysk zakumulowanej energii. Trwają również prace nad zastosowaniem alternatywnych źródeł energii np. paliwa wodorowego. Uzyskiwaniu dobrych wskaźników ekonomicznych systemów napędowych musi towarzyszyć ograniczenie zanieczyszczenia środowiska naturalnego, np. zmniejszenie emisji CO₂. W konstrukcji środków transportowych wprowadza się rozwiązania zwiększające możliwości przewozowe, budując zestawy transportowe przyspieszające realizację procesu oraz wyposażając urządzenia transportowe w multifunkcje poprawiające wykorzystanie energii, taboru transportowego i przestrzeni roboczej. Prace przeładunkowe poddawane są racjonalizacji i optymalizacji (stosując również najnowsze metody sztucznej inteligencji) przy pomocy różnych narzędzi informatycznych generujących rozwiązania o najkrótszym czasie trwania, zapewniające efektywne wykorzystanie środków transportu, czasu procesu, przestrzeni ładunkowej, czy magazynowej, prowadzące jednocześnie do oszczędności. W obszarze koncepcji, usług i informacji widać silny rozwój outsourcingu, usług ekspresowych, wymiany informacji poprzez liczne platformy internetowe. W krajach zachodnich Europy coraz szerzej wdraża się ideę komodalności czyli koncepcję przewozów multimodalnych przy rozbudowie infrastruktury i efektywnym wykorzystaniu zasobów systemu transportowego Europy.



1. NOWOCZESNE SYSTEMY IDENTYFIKACJI ŁADUNKÓW

Logistycznie zintegrowane zarządzanie przedsiębiorstwem wymaga przepływu informacji przez podsystemy, przy zastosowaniu narzędzi automatycznej identyfikacji i specjalistycznych aplikacji informatycznych.

Automatyczna identyfikacja ładunków

Automatyczna identyfikacja ładunków **AIDC** (*ang. Automatic Identification and Data Collection*), występujących w obrocie towarowym, przy pomocy kodów kreskowych jest podstawą działania systemów intralogistycznych.

System GS1 obejmuje m. . następujące standardowe symboliki kodów:

- ▶ EAN/UPC – stosowane w handlu detalicznym,
- ▶ ITF – 14, GS1-128 – stosowane w przyjmowaniu, inwentaryzacji, kontemplacji,
- ▶ GS1 DateMatrix, Symboliki złożone – stosowane na produktach o małej powierzchni.

1. 1. Systemy dwuwymiarowych kodów kreskowych GS1 DateMatrix

Rosnące wymagania przenoszenia dużej ilości informacji o produkcie za, pomocą kodów kreskowych doprowadziły do opracowania kodów, w których dane zapisywane są na małej powierzchni w dwóch wymiarach – tzw. **dwuwymiarowe** kody kreskowe (2D). Można wyróżnić dwie kategorie kodów kreskowych: symboliki macierzowe i wielowierszowe kody kreskowe. Dzięki specjalnej budowie opis danych zawartych w kodzie 2D może zawierać dane liczbowe, graficzne, a nawet dźwiękowe. W czasie rejestracji kodów 2D istotna jest analiza położenia danej komórki, a nie (jak w linearnych kodach kreskowych) jej rozmiar.

Do podstawowych cech charakterystycznych kodów dwuwymiarowych zaliczamy:

- ▶ możliwość kodowania dużej ilości informacji na małej powierzchni,
- ▶ duża pojemność i gęstość, duża prędkość odczytu kodu,
- ▶ możliwość odczytu kodu w dowolnej orientacji,
- ▶ znaczna odporność na uszkodzenia; możliwy poprawny odczyt całej infor-



macji przy uszkodzeniu kodu do 30 % jego powierzchni,

Przykłady najpopularniejszych kodów 2D przedstawiono na rys. 1.1.



Rys. 1.1. Przykłady dwuwymiarowych kodów kreskowych [39]: a) *QR Code* firmy *DENSO* (Japonia), b) *PDF417* firmy *Symbol Technologies* (USA), c) *DataMatrix* firmy *RVSI Acuity CiMatrix* (USA), d) *Maxi Code* firmy *UPS* (USA).

1. 2. Systemy identyfikatorów RFID

Technologia RFID (ang. Radio Frequency Identification) pozwala na zdalny odczyt i zapis danych bez konieczności kontaktu optycznego pomiędzy urządzeniem odczytującym, a identyfikatorem. W skład systemu wchodzi: identyfikatory, czytniki oraz oprogramowanie komunikacyjne i użytkowe. Identyfikator RFID zbudowany jest z elektronicznego chipu z pamięcią oraz miniaturowej anteny. Identyfikatory można podzielić ze względu na:

Postać:

- ▶ krążki, prostopadłościaki, karty (tagi, transpondery),
- ▶ etykiety samoprzylepne papierowe, z tworzywa (smart label).

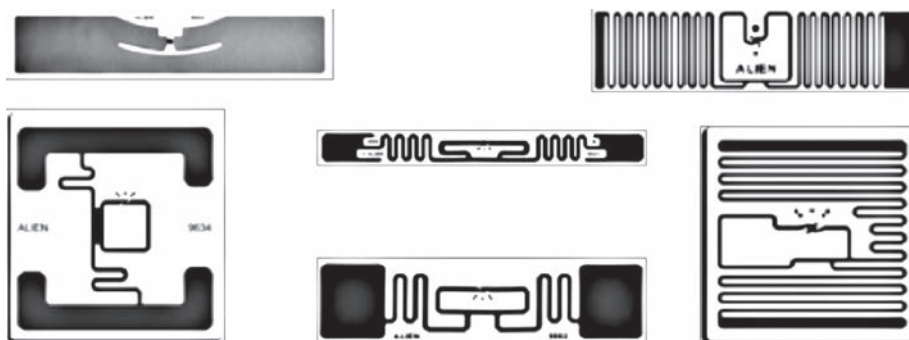
Źródło zasilania:

- ▶ pasywne – czerpią energię z wiązki fali elektromagnetycznej wysyłanej przez czytnik. Odczyt bądź zapis tagów może odbywać się z odległości kilku metrów.
- ▶ aktywne – wykorzystują wewnętrzne źródło zasilania (baterię). Dzięki większej mocy sygnału transmitowanego z identyfikatorów odległość odczytu może wynosić kilkanaście metrów. Stosowane są najczęściej do identyfikacji szybko poruszających się pojazdów (wagony kolejowe, metro).

Możliwości zapisu:

- ▶ identyfikatory typu R/O (ang. Read Only) – dane zapisywane są tylko w procesie produkcji (numer seryjny),
- ▶ identyfikatory typu WORM (ang. Write Once Read Many Times) – użytkownik ma możliwość jednokrotnego zapisu danych,
- ▶ identyfikatory typu R/W (ang. Read Write) – dane, z wyjątkiem numeru seryjnego, można zapisywać wielokrotnie.

Przykładowe identyfikatory przedstawiono na rys. 1.2.



Rys. 1.2. Przykłady identyfikatorów RFID [21].

Czytnik RFID jest urządzeniem nadawczo – odbiorczym, które wysyła lub odbiera wiązkę promieniowania elektromagnetycznego odpowiednio zdekodowaną zapisując lub odczytując dane. Transmisja danych w systemie RFID przebiega w kilku etapach.

Na początku czytnik wysyła wiązkę fali radiowej aktywując identyfikator. W identyfikatorze pasywnym dodatkowo wzbudza się prąd indukcyjny, który zasila jego układ elektroniczny. Następnie identyfikator wysyła zwrótnie do czytnika swój unikalny kod (nadany wcześniej przez producenta) oraz zapisane dane użytkownika. Dodatkowo odczyt bądź zapis danych są zwrótnie weryfikowane. Oprogramowanie komunikacyjne odpowiada za fizyczną stronę transmisji, natomiast oprogramowanie użytkowe za wymianę, gromadzenie i przetwarzanie danych [41]. Zastosowanie technologii RFID umożliwia:

- ▶ zautomatyzowania procesów,
- ▶ odczytanie identyfikatora w trudnych warunkach zapylenia, zaszronienia,



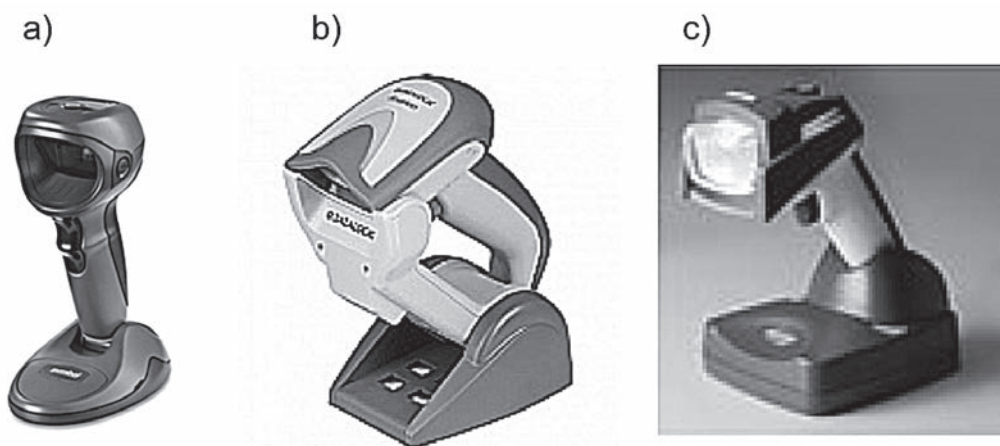
zabrudzenia,

- ▶ skrócenie bądź eliminację korków.

1.3. Osprzęt systemów automatycznej identyfikacji

Istotną rolę w funkcjonowaniu magazynu stanowi przepływ informacji, który w nowoczesnych rozwiązaniach opiera się na zastosowaniu odpowiedniego systemu informatycznego. Zadaniem systemu jest optymalne wypełnienie przestrzeni magazynowej towarami i szybkie, bezbłędne odszukanie danej pozycji asortymentowej przy wydawaniu towarów z magazynu. System obsługuje lokalizację ładunków w magazynie, optymalizuje transport pod względem wydajności, prowadzi kontrolę rozchodu towarów z miejsc adresowych i blokuje rozchód poniżej stanu krytycznego.

Informacje o towarach zbiera się z kodów kreskowych za pomocą czytników kodów kreskowych 1D, 2D, RFID. Przykłady czytników kodów 2D przedstawiono na rys 1.3.



Rys. 1.3. Czytniki kodów 2D: a) Motorola *DS9808* [20], b) Datalogic *GryphonT GBT 4400* [28], c) Cognex *DataMan7500* [24].

Czytniki z pamięcią – terminale przenośne przystosowane są do pracy w trudnych warunkach – są odporne na upadki z wysokości, dużą wilgotność, wysoką i niską temperaturę, zapylenie, kurz. Jeżeli w przedsiębiorstwie wykorzystywane są wózki widłowe, można zastosować przystosowane do mocowania na wózkach widłowych terminale stacjonarne odporne na wibracje i zakłócenia elektroma-

gnetyczne. Terminale stacjonarne posiadają czytelny wyświetlacz, podłączony czytnik kodów kreskowych, który ułatwia identyfikację i lokalizację ładunków; klawiaturę do komunikacji i wymiany danych z serwerem. Przykłady różnych terminali przedstawiono na rys. 1.4., natomiast czytniki RFID przedstawiono na rys. 1.5.

a)



Motorola VC 5090

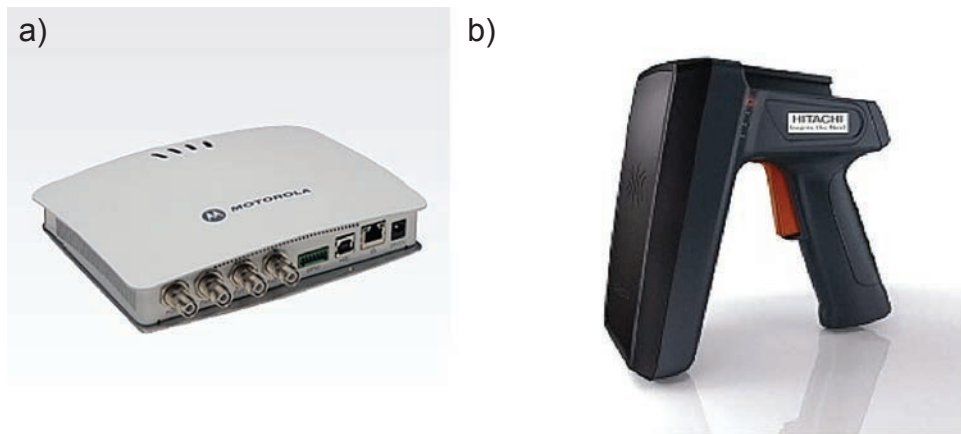


DL0G IPC 7/215

b)



Rys. 1.4. Terminale renomowanych firm [20]: a) stacjonarne (wózkowe), b) przenośne.



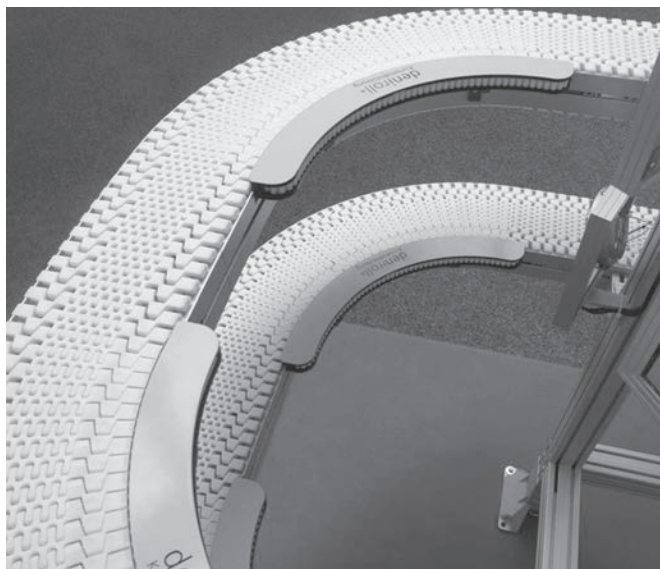
Rys. 1.5. Czytniki identyfikatorów RFID: Motorola FX7400 [20], b)Hitachi UHF [30]

2. NOWOCZESNE URZĄDZENIA PRZEŁADUNKOWE I ŚRODKI TRANSPORTU

Producenci urządzeń i środków transportu do obsługi technik magazynowych i rozwiązań intralogistycznych ciągle prowadzą prace nad udoskonalaniem swoich produktów dążąc, do zmniejszenia kosztów eksploatacji i serwisu, zwiększania jakości i komfortu transportu przy jednoczesnej dbałości o środowisko naturalne. Udoskonalenia dotyczą wszystkich składników systemu logistycznego obejmując: pojemniki, strefy odkładcze, proste wózki, energooszczędne urządzenia transportowe oraz w pełni zautomatyzowane, wysoce wydajne systemy transportowe.

2.1. Wózki i zestawy transportowe

W taśmowych przenośnikowych układach transportowych, szczególnie z taśmą modułową – rys. 2.1 mają zastosowanie ślizgacze i prowadnice, które są w kontakcie z taśmą poprzez tarcie ślizgowe. Dobór odpowiednich materiałów oraz zmiana rodzaju tarcia ze ślizgowego na toczne prowadzi do zmniejszenia współczynnika tarcia, co daje wymierne korzyści w postaci zmniejszenia zapotrzebowania przenośnika na moc, zwiększenia trwałości elementów współpracujących i wzrostu wydajności.

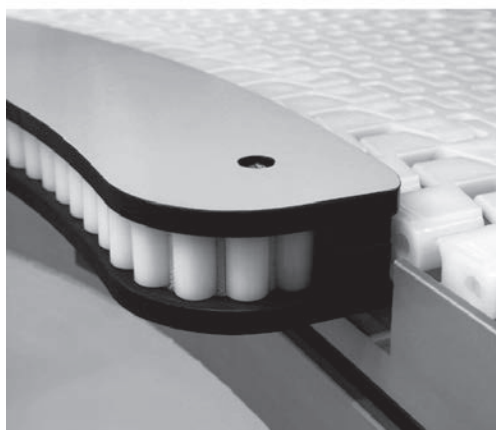


Rys. 2.1. Prowadnice rolkowe przenośnika z taśmą modułową [25].

W celu zmniejszenia oporów prowadzenia taśmy modułowej, niemiecka firma

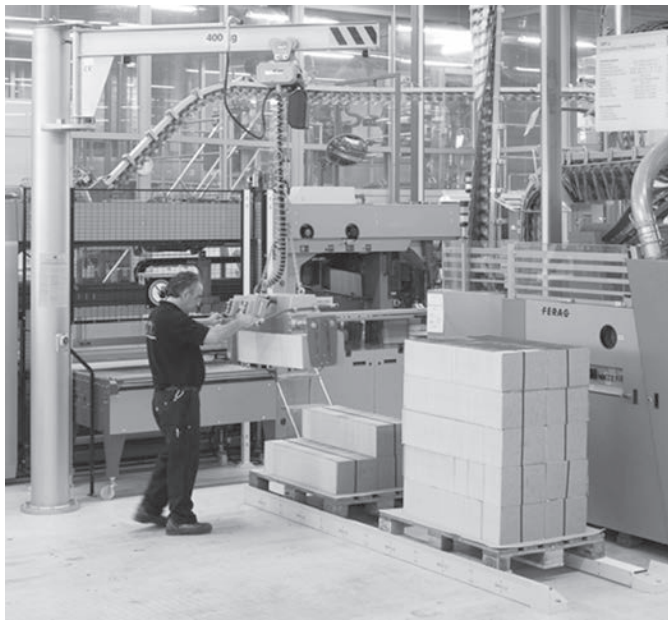


Denipro AG zaproponowała energooszczędne prowadzenie taśmy – na łożysku płaskim deniroll® – rys.2.2 [25]. Idea działania tego łożyska polega na ciągłym obracaniu się rolek umocowanych nie na własnej osi, lecz na specjalnym pasie transportowym tworząc rolkowy układ prowadzący. Badania przenośnika spiralnego o długości 20 m z prowadnicami deniroll®, wykonane przez Chemnitz University of Technology, wykazały zdecydowane obniżenie zapotrzebowania na moc tego układu (o 60%) w stosunku do rozwiązań konwencjonalnych.



Rys. 2.2. Łożysko płaskie deniroll® [25].

Korzystne własności łożyska rolkowego zastosowano w przystanowiskowym module wsporczym denirug® – rys. 2.3. Zastosowanie tego modułu zmniejsza istotnie wartość współczynnika tarcia, dzięki czemu ręczne przemieszczanie ładunków o znacznej masie, postawionych na układzie denirug, staje się o wiele łatwiejsze.



Rys. 2.3. Prowadnice palet denirug® przy linii technologicznej [25].

Wózki niskiego podnoszenia

Spośród nowych wózków niskiego podnoszenia na uwagę zasługuje wózek do transportu ładunków o masie do 500 kg – CiTi One firmy STILL. Wózek ten służy do rozładunku pojazdów ciężarowych na chodnik w strefie miejskiej [15]– rys. 2.4.



Rys.2.4. Wózek niskiego podnoszenia CiTi One firmy STILL.



Wózek CiTi One charakteryzuje się następującymi cechami:

- ▶ napęd elektryczny wózka umożliwia jazdę pod obciążeniem z prędkością 4,5 km/h,
- ▶ ergonomiczny dyszel umożliwia wygodne operowanie wózkiem zarówno przez operatorów praworęcznych jak i leworęcznych,
- ▶ bezpieczne operowanie wózkiem na rampie umożliwia funkcja zabezpieczenia przed stoczeniem,
- ▶ system rolek na wahaczach umożliwia łatwe pokonywanie nierówności terenu takich jak kocie łby, krawężniki, wyboje, progi – rys. 2.5 [15].



Rys.2.5. System rolek wózka CiTi One ułatwiający pokonywanie nierówności terenu.

Wózki transportu poziomego

Wśród wózków do transportu na krótkich i średnich odcinkach w strefie przedmagazynowej można wyróżnić zwrotne wózki o małej szerokości ramy: wózek niskiego podnoszenia EXU – SF oraz wózek dwupoziomowy EXD – SF [18]. W wózkach tych nowością jest m. in. wygodny, aluminiowy „kombi – dyszel” umożliwiający sprawne, precyzyjne i bezpieczne manipulowanie ładunkiem. Dyszel wyposażony jest w funkcję Optispeed, dopasowującą prędkość jazdy wózka do kąta wychylenia dyszla. Wózek EXU – SF (rys. 2.6) ma możliwość instalacji wideł o długości do 2390 mm, co umożliwia transport trzech ułożonych poprzecznie palet.



Rys. 2.6. Wózek niskiego podnoszenia EXU – SF firmy STILL.

Wózki do komisjonowania

Nowoczesne wózki do komisjonowania mają często budowę modułową, umożliwiającą dostosowywanie wybranych parametrów do potrzeb określonego magazynu. Istnieje możliwość zmiany rozmiarów i wydajności wózka, można dopasować moc silnika, rozmiary kabiny, szerokość podwozia, wysokość dachu, maszty pojedyncze bądź teleskopowe, wielkość akumulatora [17]. Przykładem nowoczesnego wózka do komisjonowania w magazynach o ograniczonej wielkości jest wózek EK-X o najmniejszej szerokości roboczej w swojej klasie. W wózku tym można wyróżnić specjalną platformę dla marketów budowlanych, umożliwiającą komisjonowanie nietypowych, dużych produktów typu: drzwi, wanny, umywalki. Poza tym w wózku EK-X zastosowano system sterujący Optispeed przyspieszający proces komisjonowania oraz system hamowania z mechanizmem odzyskiwania energii zmniejszający pobór mocy. Wózek ten dostępny jest również w wersjach dla chłodni, czy antystatycznej.

Wózki systemowe wysokiego podnoszenia do komisjonowania MX-X to wózki o wysokim stopniu dostosowania do indywidualnych potrzeb klienta, zapewniające ekonomiczny dobór (rys. 2.7). Oferowane są z różnymi udźwigami wzrastającymi co 100 kg: od 500 kg do 1500 kg. Modułarna konstrukcja wózków M-X udostępnia pięć modułów masztów, co daje możliwość dobrego dopasowania wysokości podnoszenia wózka do wysokości regału, nawet do 15m. Wózek



MX–X może być prowadzony w systemie indukcyjnym, co umożliwia bezpieczne i bezbłędne wprowadzanie wózka na wymagany tor jazdy.



Rys. 2.7. Wózek wysokiego podnoszenia MX – X [15].

Zestawy transportowe

Maksymalne, efektywne wykorzystanie przestrzeni magazynowej, zwiększenie wydajności środków transportu i zmniejszenie ilości przebiegów to kierunki oszczędności, szczególnie w dużych zakładach produkcyjnych. Do realizacji tych celów szczególnie przydatne są zestawy transportowe, które dodatkowo pozwalają stosować koncepcje Just in Time (*dokładnie na czas*) oraz Just in Sequence (*według kolejności*). Przykład takiego zestawu firmy STILL przedstawiono na rys. 2.8. Zestaw transportowy składa się z pojazdu ciągnikowego CX – T, KANVAN 05 lub R 06 oraz doczepionych ram E bądź C („liftruuner”), do których mocowane są wózki transportowe o różnych kształtach – regałowe i koszowe, ćwierćpalety, palety półkowe i palety pełne o różnych wymiarach zewnętrznych, maksymalnie 1,2x2 m.

Dla realizacji przewozu operator wsiada do wózka, wówczas system „liftruuner” automatycznie, za pomocą siłowników hydraulicznych bądź pneumatycznych

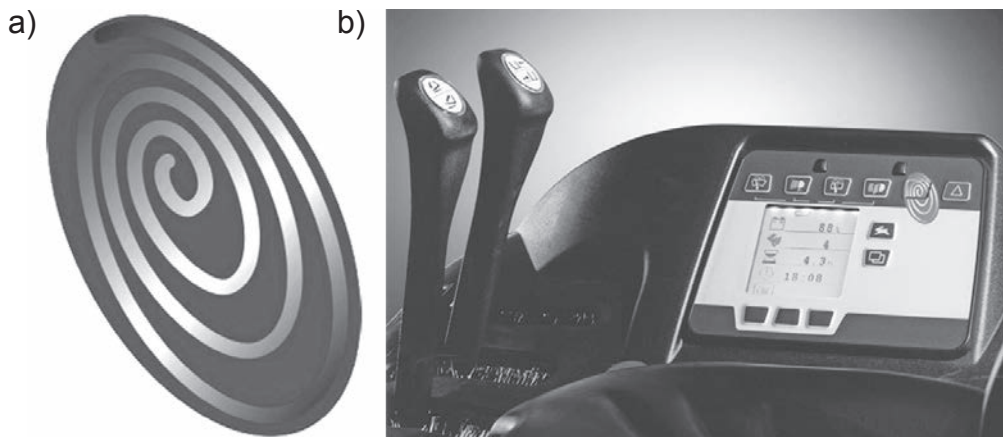
nych, podnosi wózki transportowe umożliwiając cichy transport całego zestawu. Prędkość jazdy zestawu wynosi do 15 km/h, a promień skrętu nawet poniżej 3m. Po opuszczeniu przez operatora ciągnika, system automatycznie obniża wózki transportowe na wysokość umożliwiającą ich wymianę. W miejsce rozładunku operator w prosty sposób może odłączyć wózki za pomocą „wyrzutnika”. Pobieranie lub załadunek może odbywać się zarówno z lewej jak i z prawej strony.



Rys. 2.8. Zestaw transportowy z pojazdem ciągnikowym CX – T firmy STILL.

2.2. Technologie energooszczędne w wózkach

Nowoczesne rozwiązania techniczne w środkach transportu wewnętrznego często idą w parze z oszczędnościami i dbałością o środowisko. W coraz większej ilości wózków STILL dostępny jest system Blue-Q – to tryb optymalizujący pracę automatyczną wózka, zwiększający oszczędność energii i zapewniający ochronę środowiska naturalnego – rys. 2.9.



Rys. 2.9. System Blue – Q [15]: a) wygląd przycisku Blue –Q, b) widok panelu sterującego z przyciskiem Blue –Q.

Jednym ze sposobów uzyskania oszczędności energii jest wprowadzanie coraz bardziej wydajnych jednostek napędowych wózków. Dobrym przykładem są nowoczesne wózki RX 70 z napędem spalinowo – elektrycznym (rys. 2.10). Wózek RX 70 o udźwigu 2,5 tony cechuje się najniższym w swojej klasie zużyciem oleju napędowego (2,5 litra oleju napędowego na godzinę pracy). Napęd składa się z generatora napędzanego oszczędnym silnikiem wysokopreżnym oraz z silników elektrycznych jazdy, oraz pompy hydraulicznej, zasilanych zgodnie z zapotrzebowaniem przez generator. W układzie napędowym nie ma skrzyni przekładniowej oraz sprzęgła, co podnosi sprawność całkowitą. Poza tym zmiany konstrukcyjne wózka umożliwiły wydłużenie jego okresów międzykonserwacyjnych do 1000 roboczogodzin a dla układu hydraulicznego do 6000 roboczogodzin, co zmniejsza ilość niepotrzebnych przestojów w procesach logistycznych.



Rys. 2.10. Wózek RX 70 firmy STILL [15].

Na bazie wózka RX 70 zbudowano wózek z napędem hybrydowym – rys. 2.11. Nowy wózek RX 70 HYBRID ma udźwig znamionowy od 3,0 do 3,5 t. Wózek ten posiada dwa systemy akumulacji energii. Oprócz zbiorników paliwa posiada dwa kondensatory o dużej mocy, ładowane energią wydzielaną przy hamowaniu, zwane „Ultra – Caps”. Zgromadzona w kondensatorach energia wykorzystywana jest przy rozpędzaniu dostarczając dodatkową moc. Dzięki temu silnik spalinowy podczas przyspieszania zostaje odciążony o ok. 30 %. Prędkość obrotowa silnika spalinowego podczas przyspieszania dzięki wspomaganie silnika elektrycznego zostaje zmniejszona o 6 %. Poza tym zastosowana technologia umożliwia zmniejszenie mocy silnika z 44 kW do 36 kW bez straty na wydajności wózka. Mechanizmy napędowe są wspomagane przez elektrycznie regulowaną pompę hydrauliczną.



ną. Dostępna obecnie technika hybrydowa zmniejsza zużycie paliwa w zależności od warunków eksploatacji o kolejne 15 %. Mniejsze zużycie energii prowadzi do mniejszej emisji CO₂.



Rys. 2.11. Wózek RX 70 HYBRID marki STILL [15].

Rozwiązania przyszłości

STILL, jako wiodący dostawca rozwiązań intralogistycznych, zwraca bardzo dużą uwagę na potencjalne wymagania i życzenia klientów. Mając na względzie przyszłe wymogi ekonomiczne, będące efektem globalnych trendów, STILL we współpracy z biurem projektowym TEAMS DESIGN zbudował prototyp wózka o nazwie **cubeXX** – rys. 2.12. Model ten reprezentuje rozwiązania, które są odpowiedzią na potencjalne pytania dotyczące wyzwań dla logistyki w przyszłości. Zgodnie z mottem firmy „first in intralogistics”, ten innowacyjny, wysoce zautomatyzowany pojazd charakteryzujący się dużą zdolnością do adaptacji i uniwersalnością, zawiera w sobie rozwiązania pomagające optymalizować zużycie energii i codzienną pracę w magazynie. Poza tym cube XX zajmuje mało przestrzeni magazynowej.



Rys. 2.12. Innowacyjny prototyp – wózek **cubeXX** marki STILL.

W trybach automatycznym oraz uśpienia wózek może nie tylko schować kabinę, ale również zmienić rozstaw widel. Dla uzyskania dalszych oszczędności przestrzeni, litowo-jonowe baterie zasilające mogą być ładowane wewnątrz pojazdu. Dodatkowo, aby ograniczyć zużycie energii oraz chronić środowisko naturalne, przeciwwaga może zostać odczepiona od wózka. Dwa wsporniki ładunku wysuwają się pod widłami, zastępując przeciwwagę. Jeżeli same wsporniki nie wystarczą w dowolnym momencie, możliwe jest przymocowanie przeciwwagi z powrotem. CubeXX ma niewielkie wymiary i charakteryzuje się bardzo dobrą manewrowością. W zależności od obciążenia cubeXX może wykonać obrót w miejscu o 360° , dzięki czemu wystarczająca jest minimalna szerokość korytarzy, a pozostała przestrzeń magazynu może być wykorzystana do składowania towarów.

Poza trybem automatycznym dostępne jest również sterowanie ręczne wózkiem przez operatora, który ma pełną swobodę ruchów podczas pracy. CubeXX identyfikuje kierowcę za pomocą chipa, np. umieszczonego w jego ubraniu. Dzięki takiej identyfikacji uprawnienia dostępu, jest możliwość wprowadzenia ustawień indywidualnych pod konkretnego operatora, np.: ustawienia siedzenia, ustawienia specjalnego programu wspomagającego początkujących kierowców itp.

CubeXX jest rozwiązaniem zaspokajającym różne potrzeby, może wykonywać prace przeznaczone dla 6 różnych środków transportu wewnętrznego – rys. 2.13.



Wózek widłowy

Po wysunięciu wsporników i dodaniu przeciwwagi, cubeXX zmienia się we pełni funkcjonalny wózek przeznaczony do manewrowania w warunkach wymagających zwrotności i szybkości.

Wózek dwupoziomowy

Po wysunięciu drugiej pary wideł i wsporników, cubeXX przekształca się w pełnowymiarowy wózek dwupoziomowy. Dwa poziomy pozwalają na przenoszenie dwóch palet jednocześnie, co zmniejsza koszty przenoszenia towarów delikatnych.

Zestaw transportowy

Zintegrowany hak pozwala przekształcić cubeXX w zestaw transportowy, który pozwala na zmniejszenie ilości potrzebnych kursów wózka, co daje oszczędności i również zmniejszenie ilości wymaganych wózków dla realizacji procesu transportowego.

Wózek paletowy

Wykorzystywany jako wózek paletowy, cubeXX używa wydłużalnych wsporników.

W tym trybie, używany jest tylko do transportu poziomego, np. rozładunku ciężarówek z rampy.

Wózek wysokiego podnoszenia

Odpowiednio usztywniony, regulowany wspornik wózka cubeXX umożliwia zastosowanie cubeXX jako wózka wysokiego podnoszenia.

Wózek komisjonujący poziomy

Wózek cubeXX można stosować do komisjonowania poziomego. Funkcja automatycznego podnoszenia wideł ustawia paletę na wysokości optymalnej do pracy, co sprawia że komisjonowanie staje się efektywne i wygodne.

CubeXX został zaprojektowany zgodnie z globalnymi trendami w logistyce wewnątrzmagazynowej. Już dzisiaj odpowiada on wyzwaniom, których STILL, jako wiodący dostawca sprzętu wewnątrzmagazynowego, spodziewa się do 2020 roku.



Rys. 2.13. Sześć funkcji wózka cubeXX marki STILL [15].



3. NOWOCZESNE TECHNOLOGIE DLA KOMISJONOWANIA

Wśród najnowszych technologii informatycznych wspierających procesy komisjonowania należy wyróżnić udoskonalone systemy komunikacji głosowej Pick-by-Voice oraz systemy optyczno – akustycznego przekazu informacji Pick-by-Light, Pick-by-Frame[®], Pick-by-Point[®] i Pick-Radar[®].

3.1. Pick-by-Voice

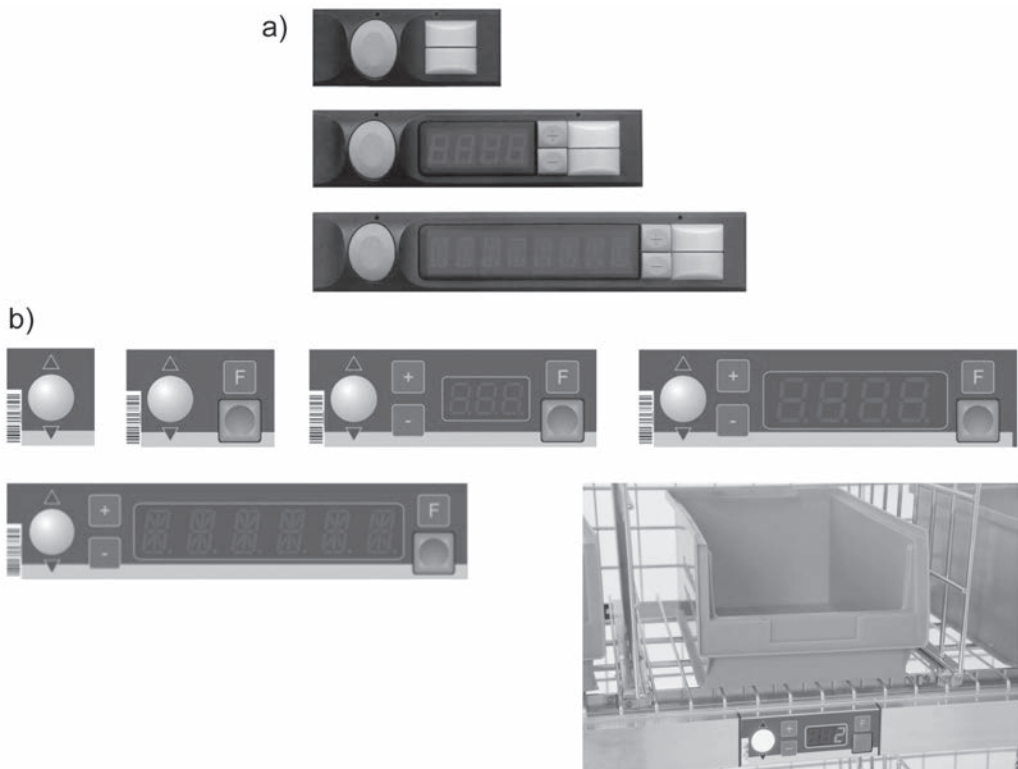
Zasada działania systemu Pick-by-Voice: Pracownik komunikuje się z systemem za pomocą słuchu i mowy. Informacje o miejscu magazynowym i ilości do pobrania przekazywane są przez system naturalnym głosem, a odpowiedzi potwierdzane są głosowo przez pracownika. Pracownik prowadzi dialog z komputerem mając przez cały czas wolne ręce. Wysoką jakość komunikacji głosowej w systemie Pick-by-Voice zapewniają produkty niemieckiej firmy **topsystem**. Dzięki zastosowaniu wielojęzycznego systemu rozpoznawania mowy topspeech-Lydia nie jest potrzebny trening językowy. Rzeczywiste rozpoznawanie mowy umożliwia natychmiastowe zatrudnienie pracowników sezonowych lub czasowych. System można użytkować w dowolnym języku. Dopasowane do klienta polecenia głosowe umożliwiają stosowanie systemu bez konieczności stałego połączenia radiowego.



Rys. 3.1. Zastosowanie terminalu Wi-Fi z zestawem mikrofonowo-słuchawkowym firmy topsystem w procesie komisjonowania [36].

3.2. Pick-by-Light

Pick-by-Light jest systemem obsługującym komisjonowanie bez papierowej listy towarów. Przy kompletacji zamówienia może pracować jednocześnie kilku pracowników. Informacje potrzebne do poboru wyświetlane są bezpośrednio przy gniazdach regałowych, na różnego typu cyfrowych wyświetlaczach z klawiszami wejścia, potwierdzenia i korekty – rys.3.2. Dla umożliwienia identyfikacji wskaźników wyświetlaczy z większej odległości, stosuje się odpowiednio wysoką moc świetlną elementów wskaźnika i filtry ostrości wskazania. Odpowiednio duży przycisk potwierdzenia poboru towaru zapewnia jednoznaczność kwitowania. Metoda wymaga instalacji wyświetlaczy z przyciskiem kwitującym pod każdym gniazdem magazynowym.



Rys. 3.2. Wyświetlacze systemu Pick-by-Light: a) ELV – MIDI, numeryczny 4 miejscowy, alfanumeryczny 8-miejscowy b) KBS – sygnał świetlny, sygnał świetlny z przyciskiem potwierdzenia, programowalny numeryczny 3 miejscowy, programowalny numeryczny 4-miejscowy, programowalny alfanumeryczny 6-miejscowy [36].



Zasada działania systemu Pick-by-Light: Po uruchomieniu procesu komisjonowania na wyświetlaczach gniazd z towarami do pobrania wyświetlane są ilości sztuk do pobrania. Pracownik pobiera towar z gniazda potwierdzając wykonanie poprzez naciśnięcie przycisku kwitującego. Informacja o stanie gniazd przekazywana jest na bieżąco do komputera zarządzającego systemem.

Pick-by-Light – wersja mobilna

Ciekawą, kosztowo alternatywną, wersją stacjonarnego systemu Pick-by-Light stanowi, oparta o wyświetlacze Pick-by-Light, odmiana mobilna zainstalowana na wózkach komisjonujących. System ten umożliwia szybkiej i bezbłędne pobranie produktów jednocześnie dla wielu zamówień bez konieczności instalacji wyświetlaczy pod każdym gniazdem magazynowym, a jedynie na wózku. Przedstawiony na rys. 3.3 wózek posiada niezależne zasilane akumulatorowe i komunikuje się z systemem nadrzędnym za pomocą bezprzewodowej sieci Wi-Fi.



Rys. 3.3. Wózek komisjonujący KT3 Wantzl mobilnego Pick-by-Light [36]

Zasada działania mobilnego systemu Pick-by-Light: System komputerowy optymalizuje dobór zleceń i ścieżkę komisjonowania. Po aktywacji procesu na wyświetlaczu centralnym pojawiają się informacje o pierwszym miejscu magazynowym, z którego ma nastąpić pobranie i o kumulacyjnej ilości sztuk, które mają zostać pobrane – rys.3.4.



Rys. 3.4. Wyświetlacz centralny z kontrolerem PTF-ZCTRL [36].

Po potwierdzeniu właściwego miejsca za pomocą klawisza kwitującego albo po zeskanowaniu kodu gniazda lub produktu, na wyświetlaczu centralnym pojawia się łączna liczba produktów, a na wyświetlaczach umieszczonych przy gniazdach wyświetlane są informacje o ilości sztuk do pobrania. Odłożenie produktu do właściwego gniazda kwitowane jest przyciskiem powodującym zgaszenie diody i informacji wyświetlanych przy gnieździe. Skwitowanie ostatniego poboru danego produktu aktywuje informacje o kolejnym miejscu magazynowym, do którego ma się udać pracownik. Komisjonowanie z kolejnych gniazd odbywa się analogicznie.

3.3. Pick-by-Frame®

Kolejną optymalizacją kosztową mobilnej metody Pick-by-Light jest autorski system firmy LUCA GmbH o nazwie Pick-by-Frame®, w którym urządzenia Pick-by-Light umieszczone są na samojezdnej ramie dokowanej w prosty sposób za pomocą systemu elektromagnesów do wózków komisjonujących. Konstrukcja ramy Picking-Frame® jest połączona z wózkiem za pomocą pola magnetycznego. Naciśnięcie przycisku powoduje wyłączenie elektromagnesu i umożliwia łatwe odłączenie wózka od ramy – rys. 3.5, rys.3.6.



Rys.3.5. Rama Pick-by-Frame[®] przed i po połączeniu z wózkiem komisjonującym.

Metoda komisjonowania jest analogiczna do komisjonowania w mobilnym systemie Pick-by-Light, z tą różnicą, że pracownik musi zidentyfikować kod wózka komisjonującego przed zadokowaniem go do rama Pick-by-Frame[®].

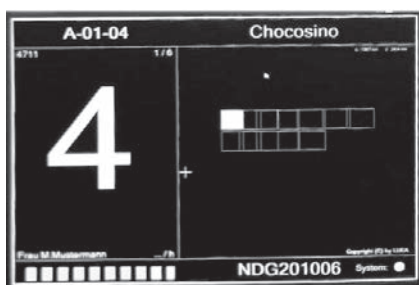


Rys. 3.6. Przycisk łącznika elektromagnetycznego.

W metodzie Pick-by-Frame[®] urządzenia Pick-by-Light instalowane są wyłącznie na ramach, których liczba odpowiada ilości osób komisjonujących, a nie na wszystkich wózkach, których liczba np. w branży motoryzacyjnej jest wielokrotnie większa ze względu na konieczność ich transportu z magazynu na linię produkcyjną.

3.4. Pick by Point®

System optyczno – akustycznego przekazu informacji Pick-by-Point® został opracowany przez niemiecko-polską firmę LUCA. Po uruchomieniu zamówienia kolejne gniazda magazynowe z elementami komisjonowanymi są oświetlane punktowym światłem projektora Pick-by-Point®. Charakterystyka artykułów do pobrania podawana jest operatorowi głosem przez słuchawki bezprzewodowe lub przez głośniki oraz za pomocą wyświetlaczy centralnych – rys. 3.7. System ma zasięg 25 – m, roboczy kąt pracy – 360° w poziomie, 270° w pionie; 8 kolorów wyświetlania.



Rys. 3.7. System Pick-by-Point® firmy LUCA: a) wyświetlacz centralny, b) ruchome źródło światła oznacza miejsca magazynowania [36].

Do głównych zalet systemu Pick-by-Point® można zaliczyć: niskie koszty montażu, proste podłączenie do nadrzędnych systemów (np. ERP), prostą konfigurację i elastyczność w dostosowywaniu do nowych miejsc składowania.

Kontrola i kwitowanie procesu komisjonowania odbywa się w różny sposób: bezprzewodowym przyciskiem radiowym (ang. Pick-Remote-Key), głosem w połączeniu z systemem Pick-by-Voice bądź za pomocą kurtyny świetlnej (Pick-Radar®).

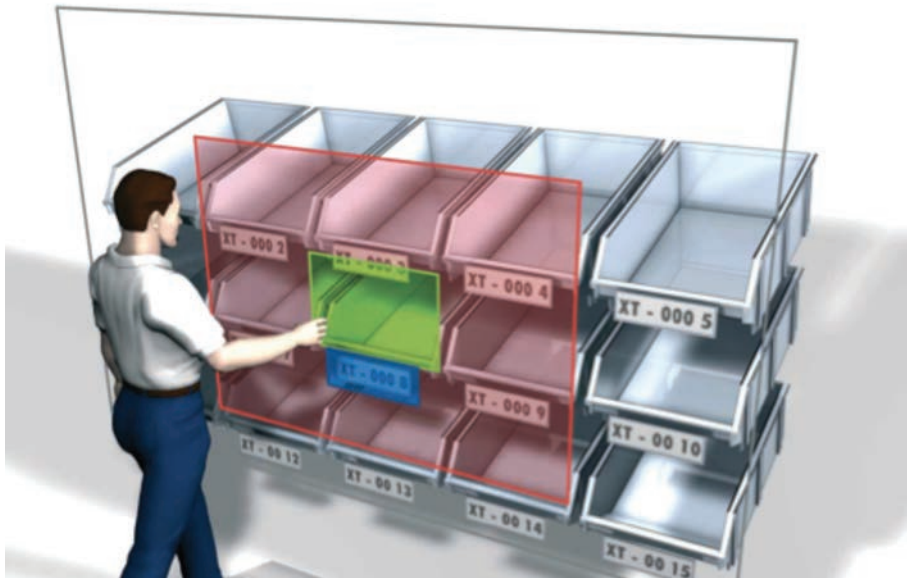
3.5. Pick-Radar®

Kolejną metodą opracowaną przez firmę LUCA polega na kontroli powierzchni i obszarów przed regałami lub szeregami palet za pomocą kurtyny podczerwieni. Dzięki specjalistycznemu oprogramowaniu do analizy obrazu możliwa jest precyzyjna kontrola dostępu do gniazd magazynowych znajdujących się za tą powierzchnią. System może być stosowany przy komisjonowaniu, sortowaniu i konfekcjonowaniu. Wszystkie parametry dostępu do poszczególnych gniazd są



precyzyjnie rejestrowane.

Zasada działania: Bezpośrednio po aktywacji zamówienia przed półkami uruchamiane zostają trzy niewidzialne dla operatora powierzchnie: pobrania (zielona), zabroniona (czerwona) i wirtualny przycisk (niebieska) – rys. 3.8. Pracownik może sięgać tylko do gniazda znajdującego się za powierzchnią zieloną. Przy sięgnięciu do obszaru zabronionego, następuje rejestracja błędu i zostaje uruchomiony alarm. Rozmiary i pozycje obszarów kontrolnych kurtyny świetlnej są dowolnie konfigurowalne. Wirtualny przycisk (powierzchnia niebieska) służy do kwitowania.



Rys. 3.8. System Pick-Radar® kontroluje dostęp do miejsc magazynowania i automatycznie kwituje poprawność pobrania [36].

Zastosowanie kurtyny świetlnej zwiększa jakość komisjonowania poprzez:

- ▶ kontrolę dostępu do gniazd magazynowych,
- ▶ automatyczne rozpoznawanie błędów,
- ▶ szerokie możliwości zastosowania i konfiguracji,
- ▶ skrócenie czasu przestoju przez prostą obsługę.

Dobrym przykładem zastosowania systemu Pick by Point® jest wdrożenie tego systemu przez firmę Arvato Services Polska, lidera w dziedzinie kompleksowych rozwiązań outsourcingowych, w centrum usługowo-logistycznym Skarbcza Men-

nicy Polskiej – rys. 3.9. Uruchomiony system Pick by Point® wspomaga personel magazynowy w procesie komisjonowania, zabezpiecza obsługę ciągle rosnącej różnorodności produkcji i szybko zmieniającego się asortymentu towarów, zapewnia spełnienie wysokich wymagań dotyczących jakości komisjonowania, przy jednoczesnej redukcji kosztów.



Rys. 3.9. Widok ogólny systemu Pick-by Point® wdrożonego w Skarbcu Mennicy Polskiej [36].

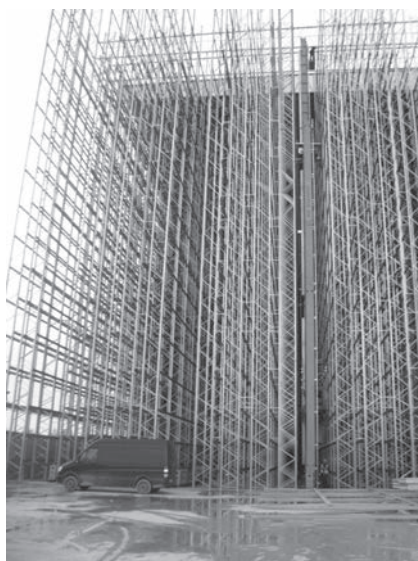


4. NOWOCZESNE REGAŁY

W nowoczesnym magazynie zarządzanym systemem informatycznym klasy WMS wszystkie elementy składowe są ze sobą odpowiednio dobierane, integrowane i optymalizowane. Dotyczy to całego systemu logistycznego związanego z przepływem produktu przez magazyn i obejmuje: budowę i przeznaczenie magazynu, sposób składowania, rodzaj ładunków, poziom automatyzacji prac, wyposażenie technologiczne, pomocnicze urządzenia magazynowe, systemy automatycznej identyfikacji, systemy informatyczne i inne [4]. W tak złożonym systemie same regały muszą spełniać liczne wymagania.

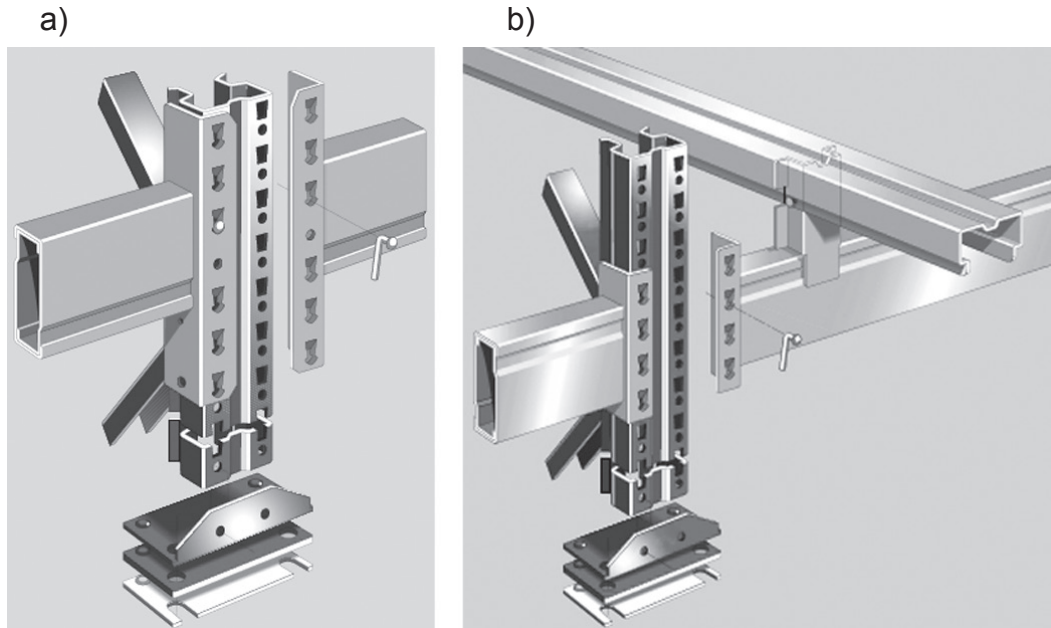
4.1. Magazyny wysokiego składowania

Regały w magazynach wysokiego składowania stanowią konstrukcję samonośną o wysokości ponad 15 m przenoszącą obciążenie od ładunku (buduje się coraz wyższe magazyny), obciążenia pochodzące od urządzeń transportowych oraz obciążenia pochodzące od parcia wiatru czy obciążenia śniegiem. Powstały specjalistyczne, opatentowane rozwiązania takich konstrukcji znanych w branży firm: Mecalux, Nedcon Silesia czy SSI Schäfer [6]. Przykładowo firma SSI Schäfer wybudowała w Radomsku jedno z największych w Europie środkowej Centrum Dystrybucyjne posiadające dwa magazyny wysokiego składowania o wysokości aż 40 m – rys. 4.1.



Rys. 4.1. Prace przy budowie magazynu wysokiego składowania w Radomsku – montaż układnicy [14].

Technologia budowy nowoczesnych magazynów bazuje na: opatentowanych systemach konstrukcyjnych, innowacjach, udoskonaleniach, zastosowaniach wysokiej jakości materiałów, obliczeniowych analizach informatycznych. Przykładowo Nedcon Silesia oferuje system zaczepów hakowych umożliwiający regulację wysokości zawieszenia półek gniazd magazynowych – rys. 4.2. Zastosowanie regałów o podwójnej głębokości daje oszczędność miejsca poprzez zmniejszenie ilości ścieżek międzyregałowych.



Rys.4.2. Zaczepy hakowe Nedcon: a) zaczepy regałów paletowych, b) zaczepy regałów paletowych podwójnej głębokości. [38].

4.2. Systemy magazynów przejezdnych

Podniesienie efektywności wykorzystania powierzchni strefy składowania, nawet o ponad 100% w stosunku do popularnych stałych magazynów ramowych, umożliwiają magazyny przejezdne. Magazyny przejezdne mają coraz szersze zastosowanie, szczególnie w chłodniach i mroźniach [19].

System regałów przejezdnych SSI SCHÄFER zbudowany jest w oparciu o samojezdne wózki, na których zamocowane są różnego typu regały, stanowiąc zestaw jezdny prowadzony po szynach o nowoczesnej konstrukcji [7] – rys. 4.3.



Możliwa jest pełna automatyzacja magazynów z regałami przejezdnymi przez zastosowanie laserowej nawigacji wózka wysokiego podnoszenia. Rozwiązanie to zwiększa przepustowość magazynu dzięki zastosowaniu inteligentnych, informatycznych systemów sterujących; umożliwia optymalizację procesu logistycznego; zwiększa dyspozycyjność i możliwości adaptacyjne systemu dla nowych wyzwań.

Nowszym rozwiązaniem przy składowaniu ładunków na paletach jest zastosowanie wózka satelitarnego dla przemieszczania jednej palety, co daje możliwości zastosowania dużej szybkości ruchu wózka, bardzo dobre wykorzystanie powierzchni magazynowej i w odpowiednich warunkach większą efektywność niż regały przejezdne. Przykładem aplikacji przemysłowej może być system Pallet Shuttle firmy Nedcon [38], czy Pallet Mole firmy ISL [33].



Rys. 4.3. Magazyn przejezdny: a) regały przejezdne, b) automatyczne regały przejezdne z wózkiem sterowanym laserowo [46].

Pallet Mole jest samojezdną platformą z napędem akumulatorowym służącą do przemieszczania i gęstego układania palet z ładunkiem w regałach wysokiego składowania, zwiększając pojemność magazynu i oszczędzając powierzchnię – rys. 4.4.



Rys. 4.4 Współpraca wózka wysokiego podnoszenia z platformą Pallet Mole [33].

Pallet Mole przejeżdża z ładunkiem na koniec regału, odstawia ładunek i wraca po następny. Po pobraniu kolejnego ładunku przewozi go na koniec regału i dostawia paletę do już ustawionej układając ładunki gęsto jeden za drugim. Czynności te są powtarzane aż do wypełnienia tunelu magazynowego. Pallet Mole wyposażona jest w funkcję zliczania ilości palet w danym tunelu i przesyłania tej informacji do komputera nadrzędnego. Może pracować w trybie ręcznym albo automatycznym. W trybie automatycznym komunikacja z platformą pod nadzorem systemu WMS pozwala wysłać ją na miejsce załadunku, zanim dotrze tam operator wózka widłowego. Przy zastosowaniu Pallet Mole można uzyskać oszczędności przez eliminację korytarzy między regałami i zmniejszenie powierzchni wymagającej oświetlenia. Pallet Mole jest szczególnie przydatna w składowaniu palet według metod FIFO i LIFO, może zatem być przydatnym rozwiązaniem dla przemysłu spożywczego, farmaceutycznego, w mroźniach, czy chłodniach.



5. OPTIMALIZACJA PROCESÓW PRZEŁADUNKOWYCH

Nowe strategie produkcyjne, transportowe i magazynowe prowadzą do redukcji kosztów procesów przeładunkowych i utrzymania przestrzeni magazynowej poprzez automatyzację prac magazynowych, optymalizację wykorzystania środków transportu, analizę ich wydajności, analizę i optymalizację długości tras i czasu trwania cykli transportowych, zarządzanie wolną przestrzenią transportową i magazynową, ergonomiczną i energooszczędną organizację pracy. Wzrost ilości półautomatycznych i w pełni zautomatyzowanych magazynów wymaga zastosowania specjalistycznego oprogramowania wspierającego procesy optymalnego wykorzystania potencjału magazynu i urządzeń transportowych.

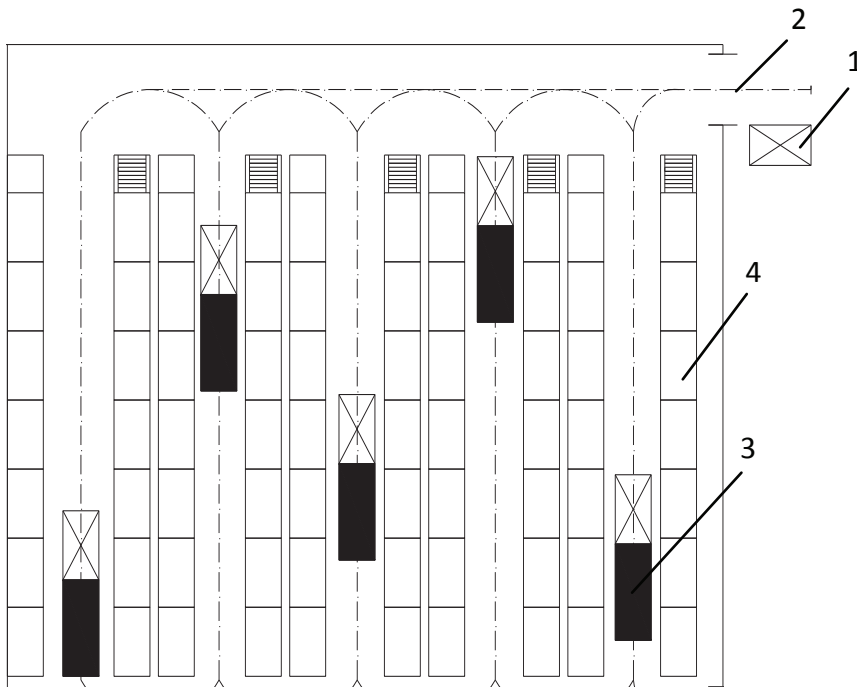
Optymalizacja procesów magazynowych dotyczy przyjmowania, składowania, kompletacji i wydawania towarów w magazynach różnego typu czy też w terminalach kontenerowych. Optymalizacja zarządzania logistycznego umożliwi m. in.: automatyzację wyboru miejsca składowania, skrócenie trasy transportu, wybór najodpowiedniejszego środka transportu do danego zadania transportowego, minimalizację pustych przebiegów środków transportu, minimalizację przestojów spowodowanych krzyżowaniem się dróg transportowych.

Minimalizacja kosztów poprzez wprowadzenie różnego rodzaju oszczędności to jeszcze nie jest optymalizacja. Proces optymalizacyjny (maksymalizacji bądź minimalizacji) polega na zastosowaniu ściśle określonego algorytmu postępowania bądź modyfikacji istniejącego do tej pory podejścia do wykonywania czynności, operacji i procesów w wyniku przeprowadzonej analizy przy zastosowaniu wybranej metody optymalizacji do znalezienia optymalnego rozwiązania spełniającego określone warunki. Proces optymalizacyjny składa się z następujących elementów:

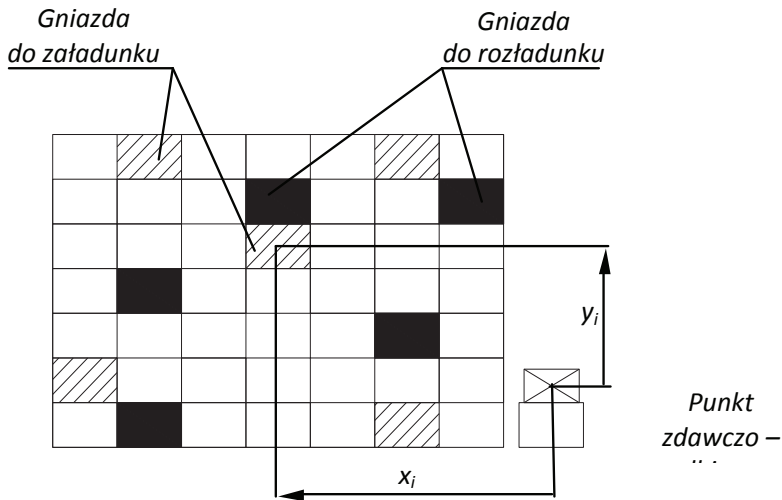
- ▶ wykonanie modelu analizowanego zjawiska z wyróżnieniem zmiennych decyzyjnych,
- ▶ określenie funkcji celu zwanej wskaźnikiem jakości,
- ▶ określenie obszaru rozwiązań dopuszczalnych,
- ▶ wyznaczenie ograniczeń nakładanych na rozwiązanie
- ▶ wyznaczenie poszukiwanej wartości funkcji celu.

Zadanie optymalizacyjne

Zadanie jakie postawiono do rozwiązania, to optymalizacja cyklu roboczego układnicy magazynowej przy obsłudze przepływu materiałów przez strefę wysokiego składowania w magazynie nieprzelotowym ze strefą zdawczo – odbiorczą (rys. 5.1). Założono, że układarka 3 pracuje w cyklu kombinowanym, na który składa się: pobranie ładunku z punktu zdawczo – odbiorczego 1, przemieszczanie drogą transportową 2 i załadunek wskazanego gniazda regałowego, przejazd do gniazda rozładowywanego w tym samym cyklu, pobranie i transport ładunku do zdawczo – odbiorczego 1 przejazd wózka po kolejny ładunek przeznaczony do składowania na regale 4. Punktem wyjścia dla optymalizacji czasu trwania cyklu kombinowanego układarki jest określenie wymaganej ilości n_z gniazd regałowych, przeznaczonych do załadowania oraz n_r do rozładowania, a także identyfikacja ich położenia na regale. Przykład lokalizacji gniazd w magazynie przedstawiono na rys. 5.2.



Rys. 5.1. Schemat realizacji transportu w strefie wysokiego składowania przez automatyczne wózki podnośnikowe.



Rys. 5.2. Przykładowa lokalizacja gniazd regałowych do załadunku i rozładunku.

Całkowity czas trwania T_c jednego cyklu roboczego wyraża zależność:

$$T_c = t_m + t_{dz} + t_{r-z} + t_{dr} \quad (5.1)$$

gdzie:

t_m – suma czasów manipulacyjnych w cyklu roboczym związana z ustawianiem i pobieraniem ładunków z regałów w punkcie zdawczo – odbiorczym,

t_{dz} – czas przemieszczania ładunku pomiędzy punktem zdawczo – odbiorczym, a gniazdem do załadowania,

t_{r-z} – czas przemieszczania układnicy od gniazda załadowanego do gniazda przeznaczonego do rozładunku,

t_{dr} – czas przemieszczania układnicy z ładunkiem rozładowywanym do punktu zdawczo – odbiorczego

Przy ocenie wpływu poszczególnych czasów składowych na całkowity czas pracy układarki założono średnie wartości prędkości jazdy układnicy i podnoszenia podajnika. Można zauważyć, że czas trwania cyklu kombinowanego układarki zależy przede wszystkim od odległości pionowej oraz poziomej między gniazdami przeznaczonymi do załadunku i rozładunku w jednym cyklu roboczym z uwzględnieniem prędkości roboczych. Analizując pracę układarki można znaleźć optymalne skojarzenie par gniazd, prowadzące do minimalizacji czasu cyklu roboczego.

Dla minimalizacji czasu pracy układarki przy załadunku n_z i wyładunku n_r przy kojarzeniu n par gniazd należy spełnić następujący warunek:

$$\sum_{i=1}^n \left[|x_{ri} - x_{zi}| \cdot \frac{1}{V_j} + |y_{ri} - y_{zi}| \cdot \frac{1}{V_p} \right] \text{minimum} \quad (5.2)$$

gdzie:

x_{ri}, x_{zi} – współrzędne poziome gniazd przeznaczonych do rozładunku i załadunku,

y_{ri}, y_{zi} – współrzędne pionowe gniazd przeznaczonych do rozładunku i załadunku,

V_j – prędkość jazdy układarki,

V_p – prędkość podnoszenia podajnika układarki.

Rozwiązanie problemu przedstawiono w oparciu o dwie metody optymalizacji statycznej: metodę Monte Carlo oraz metodę systematycznego przeszukiwania. W obu metodach zagadnienie optymalizacji sformułowano następująco:

- Niech dany będzie zbiór zmiennych decyzyjnych $\{z_i (i = 1, 2, \dots, n_z), R_i (i = 1, 2, \dots, n_r)\}$, odpowiadający numerom gniazd do załadunku i rozładunku.
- Niech dany będzie wskaźnik jakości w postaci:

$$Q = \sum_{i=1}^n \left[|x_{ri} - x_{zi}| \cdot \frac{1}{V_j} + |y_{ri} - y_{zi}| \cdot \frac{1}{V_p} \right] \quad (5.3)$$

- Niech dany będzie obszar rozwiązań dopuszczalnych Φ rozumiany jako zbiór ograniczeń nałożonych na wybrane numery gniazd. Ograniczenia: gniazdo raz skojarzone dla jednego cyklu nie może być kojarzone powtórnie przy obliczaniu wskaźnika jakości w danym powtórzeniu.

Poszukuje się takiego zbioru numerów gniazd $\{\hat{R}_i, \hat{Z}_i\}$, który spełnia dwa warunki:

- 1) zbiór $\{\hat{R}_i, \hat{Z}_i\}$ należy do obszaru rozwiązań dopuszczalnych ($\{\hat{R}_i, \hat{Z}_i\} \in \Phi$),
- 2) wartość wskaźnika jakości \hat{Q} , obliczona dla zbioru $\{\hat{R}_i, \hat{Z}_i\}$, jest nie większa od każdej innej wartości Q_i obliczonej dla dowolnego zbioru $\{R_i, Z_i\} \in \Phi$.

Zmniejszenie wskaźnika jakości (5.3) prowadzi do skrócenia czasu pracy układarki. Wybór numerów gniazd przy kojarzeniu ich w pary jest uzależniony od metody obliczeń.

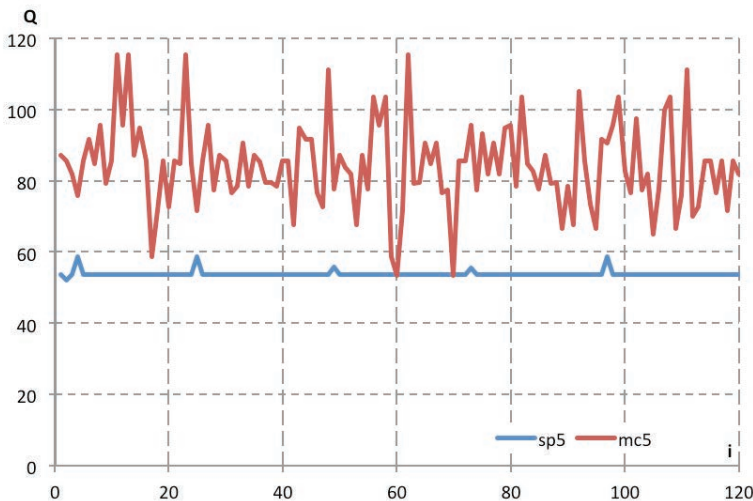


W metodzie Monte Carlo pary gniazd dobiera się losowo. Poszukiwania rozwiązania optymalnego prowadzone są w oparciu o analizę uzyskanych wyników, aż do decyzji podjętej arbitralnie o ich przerwaniu.

W metodzie systematycznego przeszukiwania poszukiwanie rozwiązania optymalnego przebiega następująco:

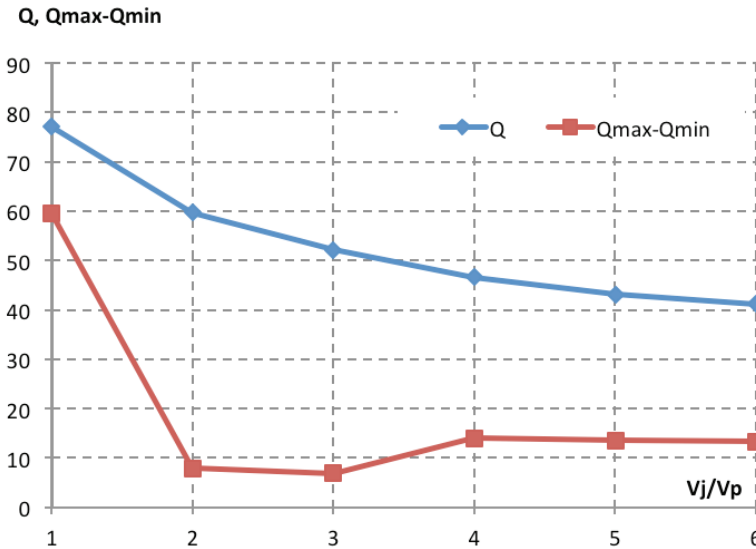
- przy obliczaniu wskaźnika jakości Q każde z gniazd przeznaczone do rozładunku pojawia się kolejno jako pierwsze,
- każde z gniazd do rozładunku kojarzone jest ze wszystkimi gniazdami przeznaczonymi do załadunku,
- z tych skojarzeń wybierana jest para, dla której „odległość czasowa” jest najmniejsza,
- dla pozostałych gniazd operacje a-c powtarza się aż do skojarzenia zestawu par w pierwszym powtórzeniu,
- po wszystkich powtórzeniach obliczeń wybiera się skojarzenie odpowiadające najmniejszemu wskaźnikowi jakości \hat{Q} .

W celu rozwiązania zadania optymalizacji czasu pracy cyklu kombinowanego wózka automatycznego rozważono załadunek i rozładunek 5 par gniazd poszukując skojarzenia zapewniającego najkrótszy czas cyklu. Rozwiązanie zadania przy zastosowaniu dwóch metod przedstawiono na rys. 5.3.



Rys. 5.3. Przebieg wskaźników jakości Q w funkcji ilości powtórzeń.

Na minimalizację czasu pracy układarki wpływa również wzajemny stosunek głównych prędkości roboczych: jazdy i podnoszenia. Na rys. 5.4 zilustrowano wyniki badań numerycznych z zastosowaniem metody systematycznego przeszukiwania wpływu V_p/V_j na wartości wskaźnika jakości oraz na różnicę pomiędzy ekstremalnymi jego wartościami.



Rys. 5.4. Przebieg wskaźnika jakości Q w zależności od stosunku V_p/V_j .

Zmniejszenie wartości wskaźnika jakości Q ma na ogół miejsce wraz ze wzrostem prędkości jazdy układarki, szczególnie w długich korytarzach, a tym samym zmniejsza się czas cyklu kombinowanego.

Metodę optymalizacji statycznej systematycznego przeszukiwania można zastosować również do efektywnego wykorzystania przestrzeni magazynowej, np. miejsc składowania kontenerów w terminalu kontenerowym przy rozładunku lub załadunku pociągu kontenerowego czy naczep [9]. W terminalach zintegrowanych jednostek logistycznych o dużej pojemności jednostek składowanych zastosowanie programu optymalizującego umożliwi wykorzystanie aktualnie dostępnych miejsc składowania z uwzględnieniem parametrów maszyn przeładunkowych obsługujących terminal i ilości warstw składowania. Jako kryterium optymalizacji zarządzania składowiskiem przyjmuje się najczęściej koszty lub czas operacji przeładunku.



6. ZASTOSOWANIE METOD SZTUCZNEJ INTELIGENCJI W OPTYMALIZACJI LOGISTYCZNEJ

Termin sztuczna inteligencja może obejmować maszyny bądź systemy wykazujące się zdolnościami generalizacji przypominającymi inteligentne myślenie człowieka. W praktyce optymalizacyjnej do sztucznej inteligencji zaliczamy metody obliczeniowe wskaźnika jakości mające własność adaptacji do zmian wejściowych. Wśród metod sztucznej inteligencji stosowanych w optymalizacji logistycznej można wymienić: algorytmy mrówkowe, algorytmy ewolucyjne (w tym algorytmy genetyczne), sztuczne sieci neuronowe. Metody te znajdują coraz szersze zastosowania w wielu aplikacjach przemysłowych i badawczych. W technice algorytmy genetyczne są stosowane np. w procesie optymalizacji kształtowania elementów maszyn, w optymalizacji pracy urządzeń przesyłowych itp. W logistyce do zastosowań algorytmów ewolucyjnych można zaliczyć: rozwiązywanie problemów związanych z dostawami – optymalizowanie kolejności zadań, wyznaczanie tras transportu, obliczenia w badaniach operacyjnych, optymalizacja kosztów przy zachowaniu wysokiej jakości obsługi klienta.

Poszukiwanie rozwiązania zadania optymalizacyjnego dobrania w pary gniazd do załadunku i rozładunku, opisanego w rozdziale 5, zrealizowano przy użyciu prostego algorytmu genetycznego opracowanego przez Johna Haollanda i rozwijanego przez Davida Goldberga. Specyfika rozwiązywanego zadania wymagała jednak wykonania kilku modyfikacji:

- ▶ w wybranym rozwiązaniu raz skojarzone gniazdo nie może być krzyżowane kolejny raz z innym gniazdem;
- ▶ krzyżowanie nie zmienia numeru gniazda, polega natomiast na skojarzeniu z innymi gniazdem
- ▶ numery gniazd identyfikują miejsce gniazda w regale – nie użyto operatora mutacji.
- ▶ Na początku pracy algorytmu za pomocą losowania wyznacza się populację początkową P^0 stanowiącą zbiór par $(R_i^0, Z_i^0) \in \Phi$.

Dla każdej pary gniazd, stanowiącej osobnika populacji, obliczono wartość funkcji przystosowania wg wzoru:

$$Q = \sum_{i=1}^n \left[|x_{ri} - x_{zi}| \cdot \frac{1}{V_j} + |y_{ri} - y_{zi}| \cdot \frac{1}{V_p} \right] \quad (6.1)$$

Wylosowaną populację początkową par gniazd ocenia się przez obliczenie wartości funkcji celu Q . Wybór „najlepszych osobników” do tworzenia populacji tymczasowej T^t dokonywany jest poprzez selekcję. W omawianym przykładzie wybrano metodę selekcji turniejowej, w której przeprowadza się turniej między parami gniazd oceniając wartość funkcji przystosowania. Po zakończeniu turnieju otrzymujemy populację tymczasową T^t , w której osobnik otrzymuje miejsce tym lepsze im ma mniejszą wartość funkcji przystosowania. Tak powstała populacja tymczasowa poddawana jest procesom krzyżowania i oceny wartości funkcji celu. Wybór osobników dokonywany jest w sposób deterministyczny zaczynając od osobników zajmujących najwyższe miejsca w populacji. Algorytm genetyczny pracuje do spełnienia warunku zatrzymania, którym jest założona ilość powtórzeń pętli algorytmu – ilość generacji.

Dla przejrzystości użytych sformułowań przy opisie działania algorytmu genetycznego inspirowanego genetyką i ewolucją, w tabeli 6.1 przedstawiono słowniczek pojęć z odpowiednikami dla rozważanego zadania.

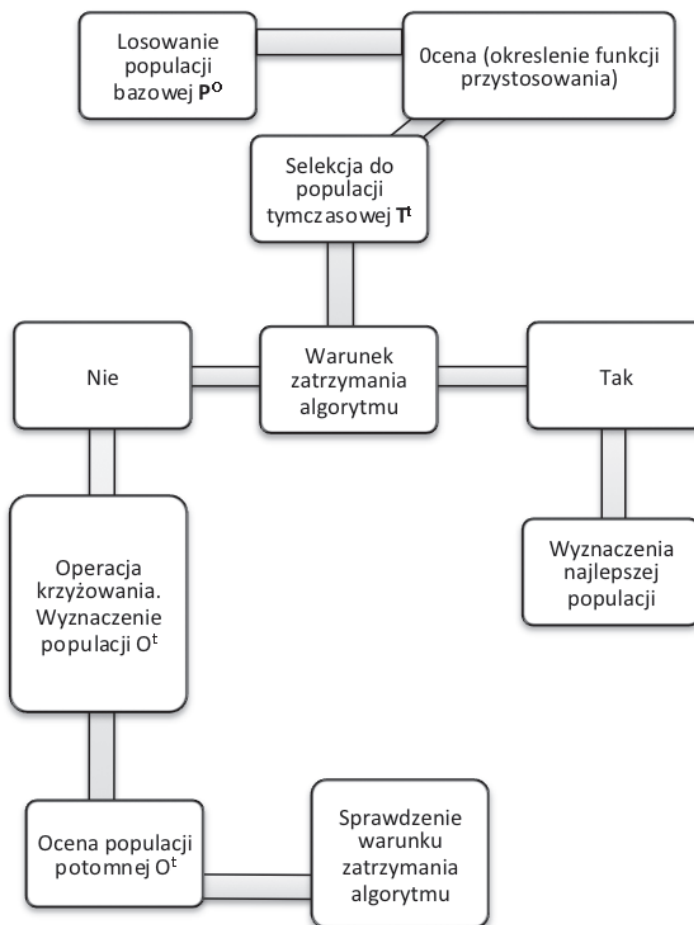
Tabela 6. 1. Słownik pojęć opisujących zastosowanie algorytmu genetycznego.

Pojęcie	Algorytm Genetyczny	Zadanie optymalizacji
Osobnik	Potencjalne rozwiązanie zadania opisane ciągiem liczb, w naturze żywy organizm mogący brać udział w reprodukcji	Para gniazd
Populacja	Zbiór osobników	Zbiór skojarzonych par gniazd do rozładunku i załadunku
Funkcja przystosowania	Miara przystosowania danego osobnika do populacji	Czas przejazdu między wybranymi gniazdami – Q



Pojęcie	Algorytm Genetyczny	Zadanie optymalizacji
Selekcja	Wybieranie osobników do reprodukcji w celu utworzenie nowej populacji	Dobór gniazd w pary i ustawienie w kolejności zaczynając od par o najmniejszej wartości Q
Krzyżowanie	Operator genetyczny działający na osobnikach prowadzący do wymieszania ich cech i powstanie osobników potomnych	Losowanie par gniazd do populacji

Schemat działania zmodyfikowanego algorytmu przedstawiono na rysunku 6.1.



Rys. 6.1. Schemat działania algorytmu genetycznego.

W celu rozwiązania zadania optymalizacji czasu pracy cyklu kombinowanego wózka automatycznego rozważono załadunek i rozładunek odpowiednio 4 i 8 par gniazd poszukując skojarzenia zapewniającego najkrótszy czas cyklu. Są możliwości uzyskania oszczędności stosując choćby metodę losową Monte Carlo, która jednak nie prowadzi do wyznaczenia ekstremum globalnego, bądź lepszą, bo prowadząca do znalezienia ekstremum globalnego – metodę Systematycznego Poszukiwania [10].

Obserwując rozszerzanie się obszarów zastosowań metod sztucznej inteligencji w technice wykonano badania optymalizacyjne cyklu pracy wózka automatycznego w celu porównania z innymi metodami i określenia przydatności algorytmów genetycznych dla optymalizacji przeładunków. Wyniki badań zmian wartości funkcji celu Q w funkcji ilości powtórzeń i_g przedstawiono na rysunkach 6.2 oraz 6.3.

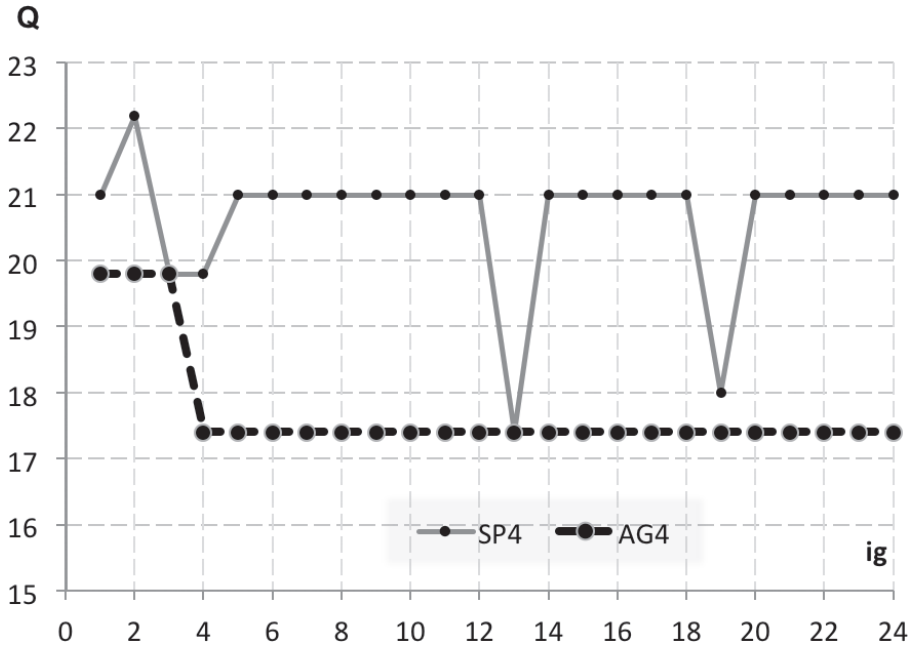
W wyniku przeprowadzonych badań można zauważyć przydatność algorytmu genetycznego przy rozwiązywaniu zadań optymalizacji prac przeładunkowych. Dla skojarzeń 4 i 8 par gniazd widać zbieżność rozwiązań uzyskanych przy pomocy algorytmu genetycznego do wartości minimalnej, przy stosunkowo niewielkiej liczbie powtórzeń. Dla czterech par gniazd (rys.6.2) znaleziono ekstremum globalne dwiema metodami; przy metodzie systematycznego przeszukiwania(SP) trzeba było jednak wykonać 24 powtórzenia.

Dla ośmiu par gniazd (rys. 6.3) stosunkowo szybko znaleziono minimum przy zastosowaniu algorytmu genetycznego (AG), natomiast badanie metodą systematycznego przeszukiwania nie zostało zakończone, gdyż przy 30 powtórzeniach nie sprawdzono wszystkich możliwych kombinacji. Dla uwidocznienia jakości stosowanych metod wykreślono wyniki uzyskane metodą Monte Carlo (MC).

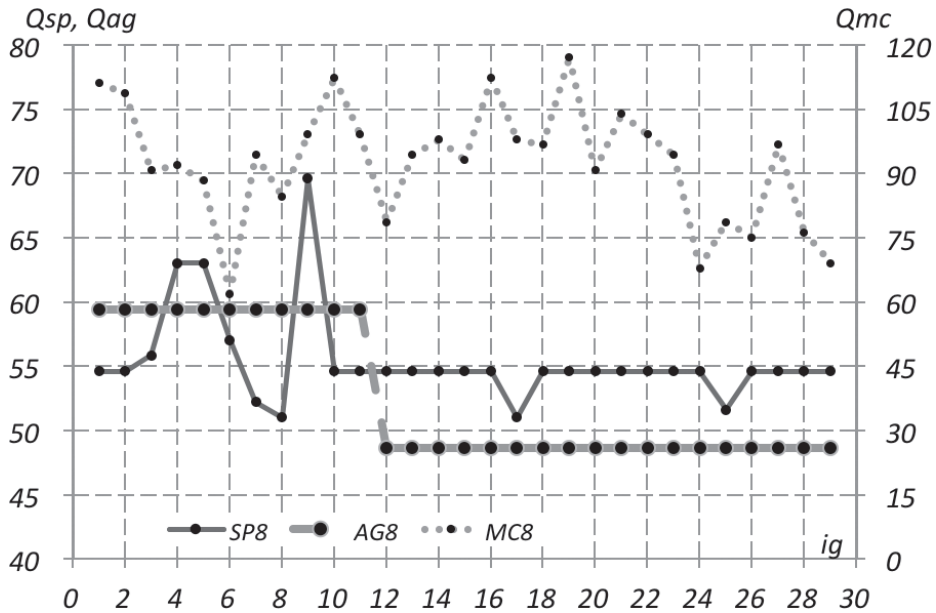
Zastosowanie metod sztucznej inteligencji może mieć szczególne znaczenie przy optymalizacji prac transportowych w magazynach automatycznych o dużej liczbie stanowisk i wózków, w których istotny jest krótki czas uzyskania rozwiązania optymalnego. Dodatkowo przy rosnącej liczbie par gniazd ilość możliwych rozwiązań bardzo rośnie – rys.6.4. W takich sytuacjach poszukiwanie rozwiązania metodą systematycznego przeszukiwania, czy też Monte Carlo jest



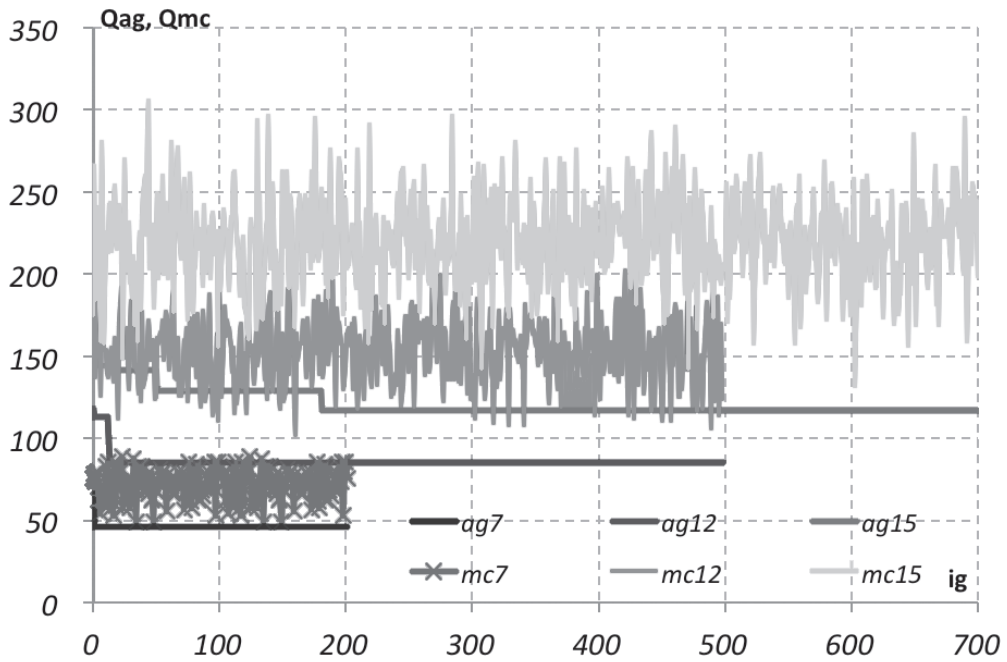
nieopłacalne.



Rys. 6.2. Badania optymalizacyjne. Porównanie wartości funkcji celu przy kojarzeniu 4 par gniazd za pomocą Algorytmu Genetycznego i metody Systematycznego Przeszukiwania.



Rys. 6.3 Badania optymalizacyjne. Porównanie wartości funkcji celu dla 8 par gniazd wyznaczonej różnymi metodami.



Rys. 6.4. Badania optymalizacyjne. Porównanie wartości funkcji celu przy zastosowaniu algorytmu genetycznego i metody Monte Carlo.



7. AUTOMATYZACJA W CENTRUM DYSTRYBUCYJNYM

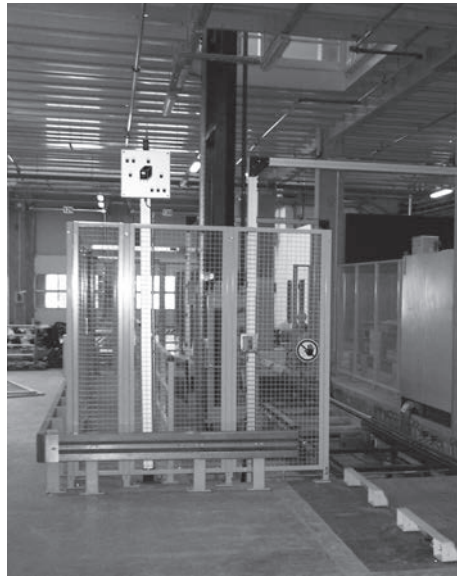
Współczesnym centrom logistycznym stawia się wysokie wymagania: szeroko pojętą elastyczność, krótki czas realizacji zlecenia, energooszczędność systemu logistycznego, racjonalne wykorzystanie przestrzeni składowania, bezpieczeństwo personelu, wysoka jakość obsługi i zadowolenie klienta. W sprostaniu tym wymaganiom pomaga wprowadzenie automatyzacji. Automatyzacja jest nowoczesnym kierunkiem wyzwań [11]: klient oczekuje budowania coraz bardziej wydajnych i pojemniejszych systemów; producenci muszą zaoferować zaawansowane technologicznie urządzenia, zapewniające precyzyjną i niezawodną realizację zadań logistycznych.

Przykładem takiego systemu może być automatyczny system składowania, i dystrybucji towarów zainstalowany w 2010 r. przez firmę SSI Schaefer, na obszarze ok. 50000 m² powierzchni magazynu, w Centrum Dystrybucji JYSK w Radomsku. Składowanie i dystrybucja towaru odbywa się w sposób następujący:

- Towar dostarczony do magazynu i przygotowywany do składowania transportowany jest do stacji przyjęcia towaru – rys.7.1, które składają się z przenośników łańcuchowych, rolkowych, przenośników ze stołami obrotowymi oraz owijarek automatycznych.
- Przygotowane do składowania ładunki, w zależności od wyznaczonego poziomu składowania, transportowane są windami z przenośnikami łańcuchowymi na 3 poziomy (parter i 2 kondygnacje) – rys. 7.2



Rys. 7.1. Stacje przyjęć towarów [14].



Rys. 7.2. Winda transportowa [14].

Z poszczególnych poziomów ładunki rozwożone są do sektorów składowania systemowymi wózkami transportowymi EPC, które działają w pętli zamkniętej umieszczone na 2 poziomach, transportując palety na odległości ok. 600 m – rys. 7.3. Wózek może przenosić ładunki o masie do 2000 kg.



Rys. 7.3. Systemowe wózki transportowe [14].

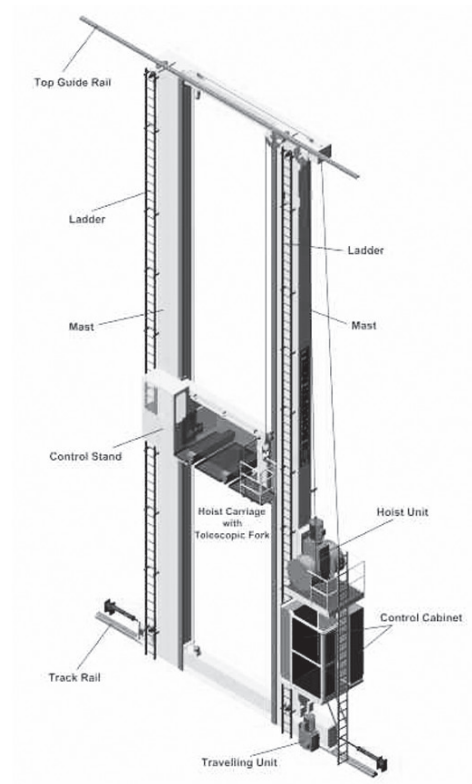


Wózek systemowy jest wyposażony w przenośniki standardowe lub robione na zamówienie i może być połączony z różnymi urządzeniami do podnoszenia ładunku. Wysoka elastyczność w połączeniu z niską wysokością i zmienną prędkością jazdy daje wózkowi EPC szerokie pole zastosowania. Wózek może być przywoływany, kiedy jest rzeczywiście potrzebny.

- W sektorze składowania ładunki za pomocą przenośników łańcuchowych, transportowane są do pól zdawczo – odbiorczych układnic magazynowych.
- W przestrzeni regałów ładunki przewożone są 24 automatycznymi układnicami magazynowymi o nośności 2000 kg każda, mogącymi transportować 2 palety równolegle z 2 różnych lokacji regałowych – rys. 7.4. Układnica typu SSC jeździ po szynie podłogowej i jest prowadzona wzdłuż prowadnicy przy-mocowanej w górnej części regału. Składowanie i pobieranie jest wykonywane za pomocą wideł teleskopowych. Układnice SSI Schäfer są zaprojektowane zgodnie z: przepisami Employer’s Liability Insurance Associations (stowarzyszenie ubezpieczenia odpowiedzialności cywilnej pracodawców), EN 528 „przepisy bezpieczeństwa układnic”, normy DIN, przepisy FEM i wytyczne VDE. Układnica ma sterowanie położeniem, które umożliwia jej automatyczne wstawianie, usuwanie i przemieszczanie palety w magazynie wysokiego składowania. Układ sterowania układnicy jest umieszczony w szafce sterowania na układnicy i jeździ wraz z nią.
- regały magazynowe: HB1 (160 m x 94 m x 40 m) oraz HB2 (45 m x 94 m x 40 m), łącznie z dwudziestoma czterema alejkami transportowymi, posiadają 2 głębokości składowania i pojemność blisko 170 tysięcy miejsc paletowych pod palety EURO.

Przy dystrybucji towarów, bez składowania, ładunki rozwożone są układem transportowym 8 wind transportowych z przenośnikami łańcuchowymi i wózkami systemowymi EPC do hal magazynowych, gdzie pracownicy operacyjni przygotowują towar pod konkretne zamówienia sklepów.

Wszystkie urządzenia wchodzące w skład systemu posiadają sterowanie z poziomu PLC oraz system zarządzania typu WMS, opracowany na indywidualne zamówienie firmy JYSK i w całości wykonany przez firmę SSI Schäfer.



Rys.7.4. Zautomatyzowana układnica firmy SSI Schäfer [14].



8. OPROGRAMOWANIE DLA LOGISTYKI

Zastosowanie współczesnej logistyki do zarządzania łańcuchami dostaw wymaga korzystania nie tylko z nowych technologii identyfikacji, ale również integracji innych systemów towarzyszących procesowi transportu i magazynowania. Dla realizacji tego zadania konieczne jest używanie standardów globalnych, w których istotne miejsce zajmuje klient. Wśród licznych wymagań stawianych wprowadzanym standardom można wyróżnić:

- elastyczność, szybkość działania i odpowiedzi na zapotrzebowanie,
- zindywidualizowany produkt i usługa; personalizowana oferta,
- znajomość pochodzenia i drogi produktu do klienta,
- jednoznaczna definicja standardów i jakości,
- modułowa budowa systemów; łatwość ich rozbudowy i modernizacji,
- minimalizacja kosztów poprzez optymalizację dróg transportowych i powierzchni magazynowych.

8.1. Nowoczesne standardy informatyczne

Stosowane systemy współpracują ze sobą, wzajemnie się przenikają i uzupełniają. Biorąc pod uwagę elementy zarządzania przedsiębiorstwem, wyróżniamy następujące nowoczesne standardy:

Zarządzanie relacjami z klientem

CRM (*ang. Customer Relationship Management*) – to zestaw procedur wspomagających zarządzanie relacji z klientami. Stosowanie CRM jest elementem strategii firmy, dla której dobry kontakt i zadowolenie klienta jest istotną wartością.

Zarządzanie zasobami przedsiębiorstwa

ERP (*ang. Enterprise Resource Planning*) – zarządzanie zasobami przedsiębiorstwa to informatyczny system integrujący procesy logistyczne przedsiębiorstwa. Systemy ERP są elastyczne i dopasowują się do specyfiki produkcyjnej zakładu.

Zarządzanie łańcuchem dostaw

SCM (*ang. Supply Chain Management SCM*) – to system informatyczny przepływu informacji, produktów i usług, wspomagający zarządzanie łańcuchem dostaw. SCM pomaga w synchronizacji przepływu materiałów pomiędzy poszczególnymi dostawcami, co pomaga w szybkiej reakcji firmy na popyt. SCM, dzięki specjalistycznym narzędziom, ma zastosowanie przy planowaniu procesów logistycznych już w fazie projektowania produktu.

Obsługa magazynowa

WMS (*ang. Warehouse Management System*) – system zarządzania magazynem zawiera liczne aplikacje wszechstronnie wspierające pracę w magazynie. System WMS umożliwia:

- gromadzenie informacji o stanach magazynowych,
- obsługę transakcji i operacji magazynowych,
- wybór strategii przepływu towarów (FIFO, FEFO, LIFO),
- obsługę kodów kreskowych, wydruk dokumentów i etykiet,
- odwzorowanie struktury fizycznej i wirtualnej magazynu,
- realizację różnych strategii lokowania towarów w magazynie,
- obsługę transportu,
- wymianę danych z zewnętrznymi systemami.

Przedsiębiorstwa wdrażające i realizujące współczesne standardy zarządzania korzystają, z różnego rodzaju oprogramowania renomowanych producentów, jak np.: SAP, Oracle, Quantum, Microsoft i inne. Wychodząc naprzeciw różnorodnym zapotrzebowaniom firm powstało wiele programów od najprostszych, obsługujących kilka czynności na jednym stanowisku (mały magazyn) do bardzo zaawansowanych, obejmujących kompleksowo funkcjonowanie przedsiębiorstwa z oddziałami na całym świecie oraz wizję przyszłości.

8.2. Przykłady aplikacji wspierających logistykę

Aplikacje informatyczne wspierają procesy zarządzania przedsiębiorstwem



i złożonymi sieciowymi strukturami w ich różnych aspektach funkcjonowania[5].

Programy do obsługi magazynów

- **DCI+** firmy HDF to program informatyczny klasy WMS, wspomagający obsługę operacji magazynowych i zarządzanie przestrzenią składowania [31]. Składa się z 4 modułów: główny – odpowiedzialny za procesy logistyczne, moduł dla dostawców z branży motoryzacyjnej wspierający zamówienia, moduł wspierający optymalizację zapasów, moduł dla dostawców z branży motoryzacyjnej wspierający sekwencyjne dostarczanie części. Program może być zintegrowany z systemami ERP znanych producentów.
- **Safo WMS** firmy Asseco Business Solution [22] – jest systemem nowej generacji, wspierającym zarządzanie centrami logistycznymi, magazynami wysokiego składowania, magazynami surowców i wyrobów gotowych. W systemie wykorzystywane są nowoczesne technologie terminali radiowych, czytników i drukarek kodów kreskowych w systemach EAN/UCC-13 oraz UCC/EAN-128. System Safo umożliwia rozróżnianie rodzaju dostaw, przydzielanie konkretnej bramy rozładunkowej, kontrolowanie ilościowe i jakościowe przyjmowanego towaru, automatyczny wybór miejsca składowania metodą stałych lub wolnych miejsc, możliwość rozdzielania prac pomiędzy różnych operatorów dokładną identyfikację czasu i pracownika wykonującego proces. W procesie przyjęcia towarów system wspiera lepsze zarządzanie składowaniem towarów, umożliwiając definiowanie miejsc magazynowych z możliwością określeniem współrzędnych, wielkości, nośności oraz typu (np. paletowe, półkowe, blokowe). System wspiera wydawanie towarów metodą FIFO, LIFO lub FEFO oraz przyporządkowanie artykułów do konkretnego odbiorcy, obsługuje proces kontroli poprawności kompletacji przed załadunkiem na środek transportowy. Moduł optymalizacji pracy wózków widłowych przygotowuje zlecenia dla pracowników tak, aby: minimalizować puste przebiegi, nie generować zleceń krzyżujących się, obsługiwać zadanie zgodnie z priorytetem [22].
- **xMag** to oprogramowanie firmy ELSE wspierające wizualizację i optymalizację magazynów. W oparciu o zdarzenia zarejestrowane w systemie

WMS, program pokazuje ruch i procesy magazynowe, magazynierów, wózki widłowe, przyjęcia towarów, załadunek, czy rozładunek samochodów w technologii 3D, w czasie rzeczywistym – rys.8.1 [27]. Poza tym program umożliwia wirtualną przebudowę magazynu wysokiego składowania z obserwacją wpływu tych zmian na wydajność procesów magazynowych; prognozę braku towarów ze wskazaniem gniazd, w których zabraknie towarów podczas najbliższych kompletacji; prognozę obciążenia dróg przepływu towarów podczas najbliższych kompletacji, co pomaga logistykom eliminować „wąskie gardła”; wykonywanie licznych statystyk i analiz ilościowych np. łączny pokonany dystans, ilość skompletowanych pozycji, ilość zrealizowanych zleceń, ilość przyjętych do magazynu palet, czas realizacji zleceń; analizę rozlokowania towarów w magazynie pod kątem dystansów pokonywanych przez magazyniera i kosztów realizacji procesu; analizę wykorzystania i rotacji gniazd w rozpatrywanym okresie z wizualizacją ułatwiającą wprowadzanie zmian optymalizujących – rys.8.2.



Rys.8.1. Zrzut ekranu programu xMag – rozładunek [27].



Rys.8.2. Zrzut ekranu programu xMag – rotacja gniazd [27].

Qguar WMS Pro firmy Quantum software S.A. to sztandarowy produkt Quantum wspomagający procesy obsługi magazynu o różnej wielkości, przeznaczony przede wszystkim do obsługi centrów dystrybucyjnych, magazynów logistycznych oraz rozbudowanych zapleczy magazynowych firm produkcyjnych. System zawiera zestaw specjalistycznych funkcjonalności: optymalizacja procesów dystrybucyjnych, śledzenie partii, nośników magazynowych i dat, automatyczna identyfikacja, crossdocking, różne typy kompletacji wysyłek, inwentaryzacje, zarządzanie opakowaniami zwrotnymi, bezprzewodowa wymiana danych, pełna obsługa kodów GS1, konsolidacja, raporty i analizy w odniesieniu do klienta, raporty rozliczenia usług logistycznych, współpraca z urządzeniami automatyki magazynowej, współpraca z urządzeniami mobilnymi (PalmTop) [40].

Programy do zarządzania transportem

- **SPEED 2011** Zakładu Informatyki Maciej Ignatowski – to nowoczesny program do obsługi spedycji krajowej i zagranicznej. Program obejmuje przygotowanie zleceń, kart drogowych, rozliczenie, fakturowanie, rejestrację płatności kontrolę rentowności, zarządzanie własnym transportem, współpracuje z serwerem MS-SQL firmy Microsoft, zapewniając komfort pracy i niezawodność działania. Dla firm transportowych wersja Speed 2011 z modułem TRANS zawiera rozbudowane informacje o transporcie własnym i kierowcach, m.in. kontroluje terminy ubezpieczeń, wyposaże-

nie, koszty samochodów. Program umożliwia wystawianie faktur sprzedaży w dowolnej walucie w języku polskim lub angielskim, także z możliwością sprzedaży w EUR na terenie kraju z rozliczeniem VAT w PLN, rejestrację faktur od przewoźników, kontrolę płatności należności i zobowiązań, wystawianie kart drogowych i rozliczenie kierowców z otrzymanych zaliczek i wynagrodzeń, kontrolę kosztów przewozów transportem własnym oraz rentowność kursów[44].

- **SkyLogic** firmy Benson Consultans – to nowoczesny program optymalizujący trasy pojazdów i automatyzujący większość zadań dyspozytora; program umożliwia wprowadzanie danych z uwzględnieniem wiedzy eksperckiej dyspozytora [16]. Program zawiera funkcjonalności: harmonogramowanie dostaw, planowanie tras wg mapy, monitorowanie kosztów transportu – rys. 8.3, analiza kosztów i przychodów, optymalizacja transportu, rozbudowane cenniki, gospodarka paletami, kontrola terminów ubezpieczeń i przeglądów, komunikacja z kontrahentami za pomocą telefonu, Skype, sms i e-mail, integracja z systemami WMS, CMR i inne. Program SkyLogic posiada nowoczesny moduł OptiLogic optymalizacji, których funkcje realizują współczesne rozwiązania z teorii zarządzania, logistyki i optymalizacji tras, również na bazie metod sztucznej inteligencji. SkyLogic umożliwia również wizualizację danych logistycznych na mapie przy zastosowaniu systemu *drug and drop*. Zastosowana technologia wspomagana jest przez mapy cyfrowe i systemy GPS. Optymalizacja przy pomocy SkyLogic daje oszczędności czasu i pieniędzy, ale także wpływa na ograniczenie emisji CO₂ [23].



Przejazd

Nr przejazdu M1/0009 Status Zaplanowane
 Nr przejazdu przewoźnika _____ Typ przejazdu Spedycja

Data podstawiona 2008-12-03 02:00
 Data powrotu 2008-12-03 18:00
 Data dostawy 2008-12-03 06:00

Przewoźnik FHU PM FHU Pietryka Michał
 Pojazd LLU 8G77 RENAULT
 Kierowca K-19 Zendelek Jarosław

	Nośniki [EURO]	Waga [kg]	Objętość [m³]
Ładunek	9,00	5 620,02	0,00
Ładowność	10,00	4 980,00	0,00
Wypełnienie	90,0%	112,9%	0,0%

Naczepa [---]
 Drugi kierowca [---]

Trasa/ładunek | Finanse | Etapy | Postoje | Rozliczenie

	Przychody netto [PLN]	Koszty netto [PLN]	Zysk/strata netto [PLN]
Estymowane	850,00	620,10	229,90
Rzeczywiste			

Przywróć do planowania
 Zakończ planowanie
 Niezrealizowane
 Zrealizowane

Realizacja
 Powód błędu [---]

Administracyjne
 Data utworzenia 2008-12-02 15:21 Data modyfikacji 2008-12-11 15:55
 Data zamknięcia 2008-12-04 15:03
 Użytkownik _____ Użytkownik modyfikujący Administrator

Data
 Zgłoszenia 2008-12-03 01:00
 Rozpoczęcia załadunku 2008-12-03 01:30
 Wyjazdu 2008-12-03 02:30
 Zwrotu dokumentów _____

List przew. Zlec trans. Lista zał. Anuluj Zamknij

Rys.8.3. Zrzut ekranu programu SkyLogic – monitorowanie kosztów transportu [23].

Programy do optymalizacji załadunku

Dążenie do obniżenia kosztów całkowitych logistyki zwraca uwagę na potencjalne obszary oszczędności. Poza optymalizacją trasy przewozów różne firmy informatyczne oferują aplikacje do optymalizacji wykorzystania przestrzeni ładunkowej. Przykładowo amerykańska firma Softtruc z Florydy oferuje program CargoWiz do optymalizacji załadunku samochodów ciężarowych i kontenerów [43], podobnie firma Horizon ma w ofercie program CUBE –IQ [32] a firma Logtec oferuje aplikację koncernu ORTEC służącą do optymalizacji wykorzystania przestrzeni ładownej ciężarówek, naczep, kontenerów, palet i kartonów nazwaną Loaddesinger.

Programy klasy ERP

- Microsoft Dynamics AX firmy Microsoft [37] – jest programem posiadają-



cym kompleksowe funkcje ułatwiające automatyzację i usprawnienie procesów finansowych, relacji z klientami, usług biznesowych, zarządzanie zasobami ludzkimi, zarządzanie gospodarką magazynową oraz logistyką procesów związanych z łańcuchem dostaw. Funkcje te pozwalają na integracje pracowników, procesów i technologii znajdujących się w dowolnym miejscu na świecie.

- **Softlab SQL** firmy Asseco Business Solution [22] – to zintegrowany system klasy ERP oparty na bazie Microsoft SQL Server® wspomagający zarządzanie przedsiębiorstwem. Softlab SQL jest kompleksowym rozwiązaniem informatycznym pozwalającym na usprawnienie i optymalizację procesów gospodarczych w firmach o różnorodnym profilu działalności. Pozwala na szybką adaptację do modelu biznesowego firmy, zapewnia łatwy dostęp do zasobów informacyjnych, ułatwia podejmowanie trafnych decyzji biznesowych, umożliwia osiągnięcie przewagi konkurencyjnej. Zawiera moduły: Logistyka i Sprzedaż, Produkcja, Transport i Spedycja, CRM, Dokumenty, Spedycja, Serwis i Remonty, Produkcja, Finanse i Księgowość, Środki Trwałe, Kadry i Płace, Narzędzia.



9. NOWOCZESNE KONCEPCJE W LOGISTYCE

Pooling to koncepcja wprowadzona przez FM Logistic we Francji, polegająca na współpracy różnych firm przy łączeniu (w magazynowaniu i transporcie) kilku dostaw do jednego odbiorcy w celu redukcji kosztów globalnego łańcucha dostaw. Wdrożenia poolingu opierają się na założeniach, że odbiorcami są sieci handlowe zaś termin dostawy zależny jest od zapotrzebowania i wyznacza go operator logistyczny. Dostawa wykonywana jest po zebraniu w systemie zapotrzebowania na konieczną ilość palet do transportu. W Polsce ze względu na różne trudności przy wprowadzaniu poolingu firma FM Logistic zaproponowała usystematyzowanie dni dostaw [13]. Wprowadzeniu poolingu sprzyjają korzystanie kilku producentów z tego samego magazynu dystrybucyjnego, a także popyt na te same produkty grupy kilku odbiorców. Dzięki temu operator logistyczny może zbudować harmonogram wspólnych dostaw do odbiorców, skoordynowany z dystrybucją od producentów. Wdrażanie poolingu ma na celu obniżenie kosztów transportu przy zapewnieniu wysokiej jakości obsługi. Zastosowanie poolingu umożliwia [12]:

- Zmniejszenie kosztu palety w dystrybucji,
- Zwiększenie wypełnienia pojazdów,
- Zwiększenie średniej wielkości dostawy,
- Redukcję emisji CO₂.

Komodalność to pojęcie określające współpracę różnych środków transportu przy przemieszczaniu tego samego ładunku, bez przeładunku towarów, mającą na celu optymalizację wykorzystania infrastruktury i różnych innych zasobów systemu transportowego Europy. Komodalność to otwartość na zastosowanie różnych, nowych jak i starych koncepcji transportu przy zwiększaniu efektywności stosowania przewozów intermodalnych i multimodalnych.

Przy znaczącym udziale przewozu kolejowego w systemie transportu intermodalnego, możliwe jest efektywne wprowadzanie komodalności. Przykładowo, niemiecka firma Winner Spedition (mająca swój oddział transportu kombinowanego w Polsce, w Nowych Skalmierzycach) specjalizująca się w transporcie kombinowanym – rys. 9.1, rys. 9.2, zauważyła wzrost efektywności transportu drogowo – kolejowego, odczuwany niższym kosztem 1 tonokilometra [2].



Rys. 9.1. Kolejowy skład intermodalny firmy Winner Spedition [47].



Rys. 9.2. Załadunek naczepy na skład intermodalny firmy Winner Spedition [47].

Ciekawą ofertę dla transportu kombinowanego proponuje niemiecka firma Fahrzeugwerk Bernard Krone GmbH [34]. Pod załadunek na platformy kolejowe firma Krone oferuje steel boxy i wymienne zabudowy kurtynowe – rys. 9.3.



Rys. 9.3 Załadunek zwojów blachy na wymienną zabudowę kurtynową [34].

Firma Krone produkuje również naczepy przystosowane do transportu kolejną, kontenery – chłodnie i m in. pojawiające się w nowoczesnej logistyce Automotiv – Part – Box (rys. 9.4). Kontenery APB po przyjeździe na miejsce docelowe są magazynami części i narzędzi produkcyjnych.



Rys. 9.4. Kontener typu Automotiv – Part – Box firmy Krone [34].

Dążąc do zwiększania efektywności transportu firma Krone opracowała zestaw Euro Combi ciężarówki z naczepą przystosowaną do transportu koleją połączone specjalnym wózkiem – rys. 9.5.



Rys. 9.5. Rozładunek naczepy zestawu Euro Combi firmy Krone [34].

Przy zwiększaniu wydajności usługi transportowej nie powinno się zapominać o ochronie środowiska naturalnego. W nowoczesnej logistyce można te dwa aspekty łączyć, uzyskując wysoką jakość obsługi. Jako przykład niech posłuży nowa energooszczędna naczepa siodłowa Krone powstała z firmami MAN i Michelin – rys. 9.6.



Rys. 9.6. Zestaw drogowy 38 – tonowy firm Man, Michelin z energooszczędną naczepą siodłową firmy Krone [34].

Nowy zestaw ma poprawioną aerodynamikę ciągnika i naczepy, zmniejszony opór tarcia opon i różne ulepszenia. Dodatkowo zmniejszono masę własną przez rezygnację z trzeciej osi naczepy, co obniża ogólne koszty eksploatacji. Zastosowane rozwiązania sprawiają, że nowy zestaw drogowy umożliwia oszczędność energii do 20 procent – przy jednoczesnym ograniczeniu emisji CO₂.

Oprócz oszczędności związanych z paliwem i emisją spalin, nowa naczepa siodłowa przekonuje również oszczędnością czasu. Kierowca oszczędza ok. 70 procent czasu przy otwieraniu i zamykaniu innowacyjnej bocznej plandeki Easy Tarp w porównaniu z konwencjonalną plandeką przesuwaną z zamknięciami mocującymi. Poza tym ogranicza się też niebezpieczeństwo wypadku, gdyż kierowca obsługuje pneumatyczny zamek centralny plandeki z przodu pojazdu i tym samym jest bezpieczny eliminując ryzyko zranienia np. przez przesuwały się ładunek [34].

Lean Management jest techniką zarządzania przedsiębiorstwem bez marnotrawstwa przy najlepszym wykorzystaniu zasobów firmy. LM prowadzi do

eliminacji czynności wykonywanych przy tworzeniu produktu, które nie dodają wartości temu produktowi. Wdrożenie Lean Management powinno eliminować następujące źródła strat:

- produkowanie niewłaściwej ilości i w nieodpowiednim czasie,
- niepotrzebne ruchy i czynności w procesie produkcyjnym,
- przestoje maszyn i ludzi,
- wady produktów, dokumentacji, informacji,
- zbędny transport,
- nadmierne magazynowanie.

Realizacja systemu LM wymaga stosowania specjalistycznych narzędzi – Mapowanie Strumienia Wartości, metoda 5S-selekcja, systematyka, sprząatanie, standaryzacja, samodyscyplina, itp.

Poza tym LM wymaga zmian w sposobie myślenia pracowników i kadry w kierunku pracy zbiorowej, wspólnych analiz i decyzji; potrzebne jest również duże zaangażowanie w pracę, stałe podnoszenie kwalifikacji i powszechny dostęp do informacji dla wszystkich pracowników.

Business Process Reengineering to koncepcja polegająca na wprowadzaniu radykalnych zmian w procesach przedsiębiorstwa, w celu osiągnięcia poprawy efektywności oraz redukcji kosztów. Bazując na potrzebach klienta, w systemie BPR, dokonuje się przeprojektowania głównego procesu zgodnie z oczekiwanym wyznacznikiem – koszt, terminowość, jakość. Przy radykalnych zmianach procesu zaleca się stosować nowe technologie informacyjne, zmianę myślenia, odrzucenie tego co było, oczywiście z uwzględnieniem ograniczeń. Pracownicy, wykonujący dany proces, tworzą zespoły poszukujące najlepszego wyniku, kierownictwo koordynuje równolegle biegnące procesy na bieżąco i inspiruje zespoły do pracy.

Outsourcing polega na zleceniu na zewnątrz zadań i usług logistycznych nie związanych bezpośrednio z działalnością firmy. Dotyczy to takich zadań, jak np.: transport, obsługa celna, magazynowanie, spedycja, sortowanie, usługi finansowe, czy usługi informatyczne. Outsourcing powinien umożliwić m. in.:



- zmniejszenie kosztów operacyjnych i pozyskanie kapitału,
- zwiększenie jakości produktów przez efektywniejsze wykorzystanie potencjału firmy i współpracę ze sprawdzonymi kontrahentami,
- wzrost zaawansowania technologicznego produktów.

Stosowanie outsourcingu, dla uzyskania sukcesu, wymaga spokojnego i przemyślanego działania przy określaniu kryteriów wyboru kontrahentów; stosowania narzędzi zarządzania jakością, np. Gwarancja jakości świadczonych usług – SLA (ang. Service Level Agreement); analizy projektu z uwzględnieniem obszarów technicznych, finansowych i personalnych.

Outsourcing ma różne odmiany np. offshoring to zlecenie zadań za granicę szczególnie tam, gdzie są niższe koszty zatrudnienia. Z kolei nearshoring to zlecenie zadań za granicę do kraju bliskiego kulturowo i geograficznie [26].

Benchmarking to działanie polegające na porównywaniu procesów stosowanych przez własne przedsiębiorstwo z praktykami stosowanymi w przedsiębiorstwach uznanych za wiodące w swojej dziedzinie, aby po zauważeniu czynników zwiększających efektywność u konkurencji, odnaleźć możliwości poprawy we własnej firmie.

10. INFORMACJA LOGISTYCZNA W INTERNECIE

Internet dla współczesnego logistyka jest źródłem wiedzy, realizacji zamówień, płatności i rozliczeń, organizacji przetargów, wynajmów, monitoringu przesyłek i wymiany doświadczeń.

10.1. Portale internetowe

Podstawową platformą wymiany informacji logistycznej są portale internetowe. Wśród licznych portali logistycznych można wyróżnić następujące:

1. **www.dobralogistyka.pl** – jest polskim portalem branży TSL. Serwis, poza informacjami i nowościami na rynku Transportowo – Spedycyjno – Logistycznym, udostępnia narzędzia do promowania firm, produktów i usług związanych z sektorem TSL. Serwis zawiera nowoczesny system wyszukiwania firm, zajmujących się danym zagadnieniem, np. wynajmowanie powierzchni magazynowej.
2. **www.easylogistyka.com** – jest portalem logistycznie zorientowanym, zawierającym dużo informacji i wiadomości z Polski i świata w postaci przeglądu prasy, dziennika, raportów, nowości.
3. **www.e-logistyka.pl** – jest portalem na rynku TSL dostarczającym informacji o branży logistycznej krajowych i zagranicznych. W serwisie znajduje się m. in. logopedia – encyklopedia branży TSL.
4. **www.etransport.pl** – jest portalem zawierającym informacje przede wszystkim dla kierowców, spedytorów i przewoźników. Można tu znaleźć mapy dobrych parkingów, zakazy ruchu na drogach Europy.
5. **www.log24.pl** – jest platformą zawierającą znaczną ilość artykułów, giełdę urzędzeń i usług logistycznych, bazę firm. Serwis zawiera również informacje o e-wydaniu wybranych czasopism logistycznych.
6. **www.logistica.pl** – jest platformą skonstruowaną w celu wymiany wiedzy, doświadczeń, nowoczesnych koncepcji i praktyk w polskim środowisku logistycznym. Portal zawiera dużo materiałów dla studentów kierunków logistycznych w postaci publikacji, informacji o uczelniach, szkoleniach, konferencjach, pracy w branży i o kontaktach biznesowych.



7. **www.logistyka.net.pl** – jest obszernym portalem branżowym, posiadającym bazę wiedzy teoretycznej i opracowań praktycznych najlepszych wdrożeń logistycznych w kraju i zagranicą. Poza tym w serwisie zamieszczono wykaz czasopism logistycznych, przykłady wdrożeń, katalogi firm logistycznych oraz wykaz studenckich kół naukowych.
8. **www.logistykawpolsce.pl** – jest portalem przeznaczonym dla osób poszukujących artykułów, porad i firm w branży logistycznej. Serwis posiada dobrze rozbudowaną i uporządkowaną branżową bazę adresową.
9. **www.spedycje.pl** – jest portalem ułatwiającym zdobycie informacji w branży spedycyjno – logistycznej. Poza bieżącą wiedzą i wiadomościami serwis zawiera słownik pojęć spedycyjnych, incotermsy i dokumenty spedycyjne, katalog firm i przydatne linki do organizacji i stowarzyszeń działających w otoczeniu środowiska spedytorów i logistyków.

W tabeli 10.1 przedstawiono tematyczną zawartość kolejno opisanych portali logistycznych.

Tabela 10.1. Zawartość tematyczna wybranych portali logistycznych.

Zawartość portalu	Portal logistyczny								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Baza firm	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Baza wiedzy	X	X	X	–	X	X	X	X	–
Branżowa baza adresowa	X	X	–	–		X	X	X	–
E-gazety	–	–	–	–	X	–	–	–	–
Filmy	–	X	–	X		–	–	X	–
Forum	X	X	–	X	X	X	X	–	X
Giełda	X	X	–	X	X	–	–	–	–
Giełda pracy	X	X	X	X	X	X	–		X
Koła Naukowe	–	X	–	–	X	–	X	–	X
Słownik logistyczny	–	–	–	–	–	X	–	X	X
Targi, szkolenia, konferencje	X	–	–	–	X	–	X	X	X
Uczelnie	–	X	X	–	X	–		–	–

10.2. Wybrane adresy stron www dla logistyków

Logistyk w internecie ma do dyspozycji liczne strony www usługodawców, przewoźników, spedytorów, producentów środków transportu i oprogramowania. Jako przykłady ciekawych stron internetowych można wyróżnić:

1. **www.dascher.pl** – strona operatora logistycznego, który realizuje, planuje i koordynuje procesy logistyczne przy zarządzaniu łańcuchami dostaw. Wśród usług oferowanych przez firmę Dascher można wyróżnić:
 - *spedycja lotnicza i morska z obsługą celną,*
 - *transport materiałów niebezpiecznych,*
 - *system zarządzania transportem i magazynowaniem w całej Europie,*
 - *pobranie gotówki za towar eksportowany z Polski.*
2. **www.ilim.poznan.pl** – strona instytutu badawczego realizującego funkcje polskiego centrum kompetencyjnego w logistyce i e-gospodarce. Instytut jest wydawcą czasopism oraz portali logistycznych. Instytut współpracuje z Europejskim Systemem Certyfikacji Logistyków, a współpracę z biznesem realizuje poprzez organizacje: GS1 Polska, ECR Polska, Trade Point Poznań.
3. **www.logistyka365.pl** – strona ogólnopolskiego katalogu branżowego firm logistycznych.
4. **www.raben-group.com** – strona operatora logistycznego oferującego logistykę kontraktową, magazynowanie międzynarodowy transport drogowy, dystrybucję krajową, kompleksową obsługę logistyczną produktów świeżych (fresch logistick), spedycję morską i lotniczą. Firma Raben udostępnia również oprogramowanie do realizacji zamówienia i integrator (zlecenia on-line) z możliwością drukowania dokumentów oraz system śledzenia przesyłek track&traces.
5. **www.schenker.pl** – strona wiodącego dostawcy zintegrowanych usług logistycznych na bazie transportu drogowego, lotniczego i oceanicznego. Dla swoich klientów DB Schenker oferuje liczne narzędzia i usługi:
 - *Tracking Land, Air and Ocean, system śledzenia drogi przesyłek lądowych, morskich i lotniczych,*



- *E-connect, system do komunikacji on-line, składanie zleceń itp.*,
 - *EDI, elektroniczna wymiana danych,*
 - *Serwis Plan, przewidywanie czasu dostarczenia przesyłki,*
 - *E-booking, składanie zleceń ekspresowych,*
 - *Raport emisji zanieczyszczeń, raportowanie emisji zanieczyszczeń (dwutlenek węgla, tlenek węgla, tlenki azotu, węglowodory, dwutlenki siarki, zanieczyszczenia pyłowe) w trakcie przewozu przesyłki w określonym czasie i w dowolnym kierunku w Europie. Możliwe jest również oszacowanie zużycie energii w kWh oraz zużycie paliwa w litrach.*
6. **www.skk.com.pl** – strona lidera w zakresie systemów informatycznych, wykorzystujących automatyczną identyfikację oraz nowe rozwiązania techniczne, technologiczne i informacyjne dla logistyki.

10.3. Wybrane adresy stron www targów logistycznych

1. **www.targikielce.pl** – strona międzynarodowych targów magazynowania, spedycji i logistyki **LOG – EXPO** odbywających się jesienią, w Kielcach.
2. **www.kolporterexpo.pl** – strona targów logistyki, magazynowania i transportu **LOGISTEX** odbywających się pod koniec kwietnia, w Łodzi.
3. **www.taropak.pl** – strona międzynarodowych targów rynku kolejowego **TRANSPORT SZYNOWY** odbywających się w czerwcu, w Poznaniu.
4. **www.infrastruktura.info** – strona międzynarodowych targów infrastruktury miejskiej i drogowej **INFRASTRUKTURA**, odbywających się w listopadzie, w Warszawie.
5. **www.exposilesia.pl** – strona targów logistyki, magazynowania i transportu **SILESIA TSL EXPO** odbywających się w kwietniu/maju, w Sosnowcu.
6. **www.taropak.pl** – strona międzynarodowych targów pakowania i logistyki **TAROPAK** odbywających się we wrześniu, w Poznaniu.
7. **www.mtgsa.com.pl** – strona międzynarodowych targów kolejowych **TRAKO** dotyczące transportu szynowego, spedycji i logistyki kolejowej, odbywających się w październiku, w Gdańsku.



8. **www.transportlogistic.de** – strona największych targów logistycznych w Europie, odbywających się na początku maja w Monachium.



11. LITERATURA

1. Arabas J.: *Wykłady z algorytmów ewolucyjnych*. WNT, Warszawa 2001.
2. Bąk M.: *Dla kogo komodalność*. 4trucks.pl/wiadomości, 18 kwietnia 2011.
3. Blaik P.: *Logistyka*. PWE, 2010.
4. Długosz J.: *Nowoczesne technologie w logistyce*. PWE, Warszawa 2009.
5. Fechner I.: *Zarządzanie łańcuchami dostaw*. WSL, Poznań 2007.
6. Frejno M.: *Technologie logistyczne w nowoczesnych magazynach*. Transport wewnętrzny i magazynowanie, 1/2010.
7. Folder informacyjny SSI SCHÄFER nr 18032009pl.
8. Halusiak S., Uciński J.: *Optymalizacja czasu pracy układarki regalowej w magazynie wysokoregalowym*. Materiały Konferencyjne XI Konferencji “Problemy Rozwoju Maszyn Roboczych”. Zakopane, 1998.
9. Halusiak S., Uciński J.: *Optymalizacja czasu pracy suwnicy w terminalu kontenerowym przy rozładunku pociągu*. Materiały Konferencyjne XIII Konferencji “Problemy Rozwoju Maszyn Roboczych”. Zakopane, 2000.
10. Halusiak S., Uciński J.: *Zastosowanie algorytmu genetycznego do optymalizacji prac przeładunkowych w magazynie wysokiego składowania*. Materiały Konferencyjne XIII Konferencji “Problemy Rozwoju Maszyn Roboczych”. Zakopane, 2010.
11. Knehr G.: *Automatyka wkracza do magazynu*. Magazyn Przemysłowy 5/2007.
12. *Logistyka wobec nowych wyzwań*. Materiały konferencyjne Logistics 2010. ILiM, Poznań 2010.
13. Lubańska M., Łojszczak B.: *Pooling optymalizuje koszty*. Eurologistics 2/2010.
14. Materiały własne JYSK sp z o.o.
15. Materiały własne STILL sp z o.o.
16. Ozga P.: *Racjonalizacja zarządzania transportem SkyLogic*. EuroLogistic 1/2011.
17. STILLive, biuletyn informacyjny, 1/2010.



18. STILLive, biuletyn informacyjny, 2-3/2010.
19. Wojciechowski Ł.: *Infrastruktura magazynowania*. Transport wewnętrzny i magazynowanie, 1/2010.
20. Źródła internetowe (z dnia 05. 05. 2011r.)
21. www.agc.com
22. www.alientechnology.com
23. www.assecobs.pl
24. www.benson.pl
25. www.cognex.com
26. www.denipro.com
27. www.dla-firmy.net
28. www.else.com.pl
29. www.eurologistic.pl
30. www.fmlogistic.com
31. www.hitachi.pl
32. www.hdf.com
33. www.horizon.pl
34. www.isl.pl
35. www.krone.de
36. www.logtec.pl
37. www.luca.com
38. www.microsoft.com/dynamics/pl
39. www.nedcon.pl
40. www.qrcode.com
41. www.quantun-softwer.com
42. www.rfid.net.pl



43. www.scalar.marketon.pl

44. www.softtruck.com

45. www.speed2.pl

46. www.skk.com.pl

47. www.ssi-schaefer.de

48. www.winner-spedition.de



A series of horizontal dashed lines for writing notes.



A series of horizontal dashed lines spanning the width of the page, intended for writing notes.



A series of horizontal dashed lines spanning the width of the page, providing a template for handwritten notes.



A series of horizontal dashed lines for writing notes.



A series of horizontal dashed lines spanning the width of the page, providing a template for handwritten notes.



A series of horizontal dashed lines spanning the width of the page, providing a template for handwritten notes.



A series of horizontal dashed lines spanning the width of the page, intended for writing notes.



A series of horizontal dashed lines spanning the width of the page, providing a template for handwritten notes.



Blank page with horizontal dashed lines for writing.



A series of horizontal dashed lines spanning the width of the page, providing a template for handwritten notes.



A series of horizontal dashed lines spanning the width of the page, intended for taking notes.



Wyższa Szkoła Ekonomiczno-Humanistyczna
im. prof. Szczepana A. Pięniężka w Skierniewicach
Wydział Pedagogiczny, ul. Mazowiecka 1B; 96-100 Skierniewice
www.profesjonalnynauczyciel.pl

ISSN - 2082-8187