

Emilia SZZANIECKA
Angelika SURMA*

AUTOMATYCZNE MAGAZYNY WYSOKIEGO SKŁADOWANIA JAKO PRZYSZŁOŚĆ MAGAZYNOWANIA

Słowa kluczowe: *magazynowanie, rozwój magazynowania, MWS, układnica, WMS, jednostka magazynowa, transporter*

Celem artykułu jest ukazanie potrzeby implementacji rozwiązań w obiektach magazynowych, skupiających się na osiągnięciu maksimum wydajności przy zapewnieniu precyzji wykonywanych operacji magazynowych. W pierwszej części artykułu zidentyfikowano problemy napotymane w realizacji procesów magazynowych z udziałem człowieka wskazując na zakłócenia generowane przez czynnik ludzki. Kolejnym etapem było scharakteryzowanie automatycznych magazynów wysokiego składowania wraz z opisem ich działania. Opisano także zalety oraz wady wskazanego rozwiązania. Następnie przedstawiono przykłady zastosowania tego typu obiektów w dwóch przedsiębiorstwach produkcyjnych. Artykuł zakończono podsumowaniem, w którym omówiono wpływ automatyzacji na rozwój branży TSL.

1. WSTĘP

Branża magazynowa w Polsce nabrała dynamicznego rozpędu, na co przełomowy wpływ miał rozwój sektora e-commerce. Firmy produkcyjne także zaczynają dostrzegać potrzebę modernizacji posiadanych magazynów. Kluczem do sukcesu jest niepozostawanie w tyle w obliczu potrzeby kształtowania oraz implementacji zmian koniecznych do poprawy wydajności pracy obiektu. Ciągłe doskonalenie ma na celu osiągnięcie wysokich standardów przekładających się zarówno na zwiększenie efektywności, jak i poprawę bezpieczeństwa pracy. Przy tak szybkim tempie rozwoju rynku magazynowego należy wręcz oczekiwać, iż udział człowieka w zasadniczej realizacji procesów będzie mały.

Celem artykułu jest ukazanie potrzeby dostosowania magazynów do zmieniających się warunków zarówno w kwestii rozwoju sektora handlu, jak i rynku pracy, a także przedstawienie rozwiązania automatycznych magazynów na podstawie informacji uzyskanych poprzez badania literaturowe oraz wywiad z pracownikiem jednego z przedsiębiorstw. Autorki demonstrują automatyczne magazyny wysokiego składowania jako przyszłość magazynowania wpisującą się w wymagania stawiane przez czwartą rewolucję przemysłową.

*Studenckie Koło Doskonalenia Procesów, Politechnika Poznańska

2. LOGISTYKA PRZYSZŁOŚCI – NA CO NALEŻY ZWRÓCIĆ UWAGĘ?

Pierwszym krokiem w przyszłość jest podjęcie działań mających na celu udoskonalenie realizowanych procesów w magazynie. Najpierw należy poddać je analizie. Konieczne jest wskazanie punktów newralgicznych oraz zidentyfikowanie ich podłoża. Szczególnie w przypadku klasycznych magazynów, czyli takich, gdzie większość operacji realizowana jest przez człowieka okazuje się, że to właśnie on jest słabym ogniwem procesu. Nie jest tu mowa jedynie o błędach przy kompletacji czy nieprawidłowym umieszczaniu jednostek w regałach. Należy zwrócić bowiem uwagę również na aspekty bezpieczeństwa analizując liczbę oraz charakter zdarzeń niebezpiecznych w magazynach. Czasami buty, kask czy odblaskowa kamizelka nie wystarczą, aby uniknąć uszczerbku na zdrowiu. Człowiek staje się więc zagrożeniem nie tylko dla procesu, ale również dla samego siebie.

Na zakłócenia występujące w procesach magazynowych nie wpływa wyłącznie obecność człowieka, ale również powszechny deficyt pracowników magazynowych na rynku pracy. Szczególnie firmy specjalizujące się w e-handlu borykają się z problemem braku wystarczającej liczby pracowników. Staje się to kolejnym powodem wzrostu zainteresowania systemami automatycznymi. Są one coraz częściej brane pod uwagę jako rozwiązanie, w którym maszyna może zastąpić człowieka. Rozważania te często dotyczą stanowisk wymagających wykonywania żmudnych obowiązków, skupiających się zazwyczaj na bezproduktywnym chodzeniu po magazynie, które obecne są np. w procesie kompletacji. W długookresowym rozważaniu bardzo prawdopodobne jest, iż przedsiębiorstwa, które nie zainwestują w zastąpienie człowieka maszyną prędzej czy później znajdą się w sytuacji, w której koszty pracownicze będą zbyt wysokie bądź spotkają się z niedoborem ludzi do pracy [6].

Aby nie dopuścić do sytuacji, w której przedsiębiorstwo zamiast podjąć środki zapobiegawcze, dopuściło do przytoczonej powyżej sytuacji krytycznej, należy inwestować w innowacje. Nowoczesnym rozwiązaniem na wskazane problemy są automatyczne magazyny wysokiego składowania.

3. KROKIEM W PRZYSZŁOŚĆ MAGAZYNOWANIA

Jako automatyczny magazyn wysokiego składowania opisuje się budynek, w którym gospodarka magazynowa odbywa się na wysokości powyżej 7 metrów. Jest to główne założenie, które pozwala określić przynależność danej konstrukcji do grupy magazynów wysokiego składu.

Następną cechą właściwą dla magazynów tego typu jest zastosowanie regałów jako konstrukcji nośnej, która podtrzymuje elementy takie jak ściany i dach. Całość jest nierozłącznie związana z układem technologicznym budynku. Takie rozwiązanie pozwala na redukcję całkowitej wagi obiektu, przyspieszenie czasu trwania

budowy oraz obniżenie kosztów inwestycji. Istnieje wiele możliwości dostosowania sposobu składowania towaru pod względem jego typu oraz wielkości. Najbardziej popularnym jest stosowanie regałów paletowych, mieszczących po 3 lub 4 palety. Występują jednak również magazyny dostosowane do przechowywania rur oraz drobnicy. Regały przyjmują wtedy formę wsporników bądź szuflad lub półek.

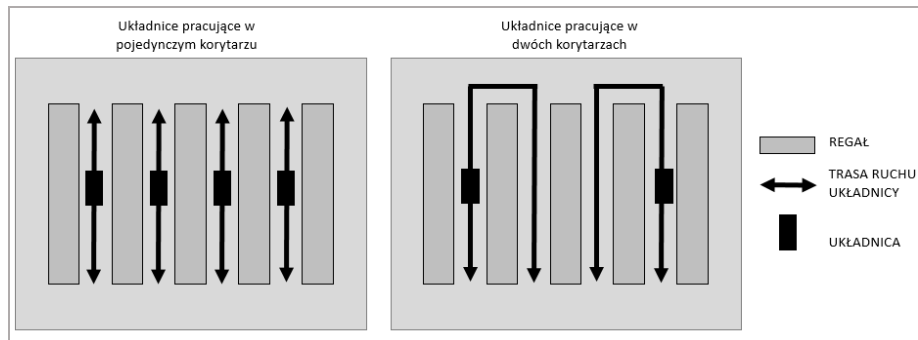
Najważniejszym elementem każdego magazynu wysokiego składowania jest zastosowanie systemu klasy WMS¹, który umożliwia całkowitą automatyzację prac w obszarze magazynu. Używa się go jako narzędzia do koordynacji, kontroli i optymalizacji procesów, działań i operacji wykonywanych w obszarze magazynu. Funkcje podstawowe WMS to zarządzanie przyjęciami, lokalizacja jednostek w magazynie, kontrola stanu magazynowego oraz wydania, zależnie od zapotrzebowania. W połączeniu z odpowiednim wyposażeniem możliwe jest stworzenie magazynu, który w 100% funkcjonuje bez ingerencji człowieka. Zakłada się, że taki obiekt jest w stanie autonomicznie pracować 24 godziny na dobę [1].

Jednym z najważniejszych elementów zautomatyzowanego magazynu wysokiego składowania jest układnica regałowa – urządzenie dźwigowe, które stosuje się do transportu oraz układania materiałów w regałach. Wysokość układnicy zależy od wysokości składowania, mogą mieć od 7 do 45 metrów. Takie maszyny potrzebują o wiele węższego korytarza roboczego niż wózki widłowe, a szczególnie wózki wysokiego składowania. Minimalny wymiar przestrzeni między-regałowej w przypadku automatycznych magazynów wysokiego składowania to szerokość najszerszej przechowywanej jednostki, w praktyce jest to szerokość palety EURO z marginesem bezpieczeństwa, co daje końcowy wynik 1,5 m. Natomiast w przypadku zastosowania wózków widłowych wysokiego unoszenia szerokość korytarza roboczego powinna wynosić około 3 m. Dzięki zastosowaniu układnic można efektywniej wykorzystać dostępną przestrzeń. Użycie maszyn powoduje również, że wszystkie manipulacje jednostkami odbywają się bez fizycznego udziału ludzi, co ma znaczny wpływ na poprawę bezpieczeństwa w obszarze. Konstrukcję nośną układnicy stanowi przejezdny słup lub rama, po których przemieszcza się wodzak, inaczej zwany również wózkiem unoszącym. Wyposażony jest w odpowiedni układ mechaniczny, zależnie od typu regałów oraz składowanych towarów. Odpowiada on za składowanie oraz pobieranie asortymentu. Najczęściej spotyka się wodzaki widłowe, możliwe jest jednak zamontowanie przyssawek próżniowych oraz różnego rodzaju chwytaków. Wodzaki wyposażone są w czujniki (najczęściej optyczne) umożliwiające lokalizację platformy względem regału. Pozwala to na jak najdokładniejsze ustawienie względem pobieranej jednostki magazynowej.

Układnice posiadają napęd elektryczny, który pozwala im osiągnąć prędkość przesuwu równą 4 m/s oraz prędkość unoszenia – 1,5 m/s. Maksymalna ładowność układnicy może wynosić aż 4000 kg, jednak najczęściej spotyka się limit obciąże-

¹ Warehouse Management System

nia do 2000 kg. Układnice przemieszczają się wzdłuż korytarzy regałów, najczęściej na parze szyn – szynie prowadzenia dolnego oraz górnego, zamontowanych odpowiednio na podłodze oraz suficie. Alternatywnym rozwiązaniem jest zastosowanie pojedynczej szyny w suficie, dzięki czemu układnica przemieszcza się w podwieszeniu. Zależnie od typu magazynu, układnice mogą obsługiwać jeden lub więcej korytarzy między-regałowych, jednak im więcej regałów obsługuje dana maszyna, tym mniejsza jest jej efektywność spowodowana dwukrotnym wzrostem liczby obsługiwanych gniazd oraz koniecznością znacznego obniżenia prędkości w trakcie pokonywania zakrętów. Porównanie sposobu pracy układnicy obsługującej jeden oraz dwa korytarze znajduje się na rysunku 1. Obecnie, aby maksymalnie zwiększyć wydajność pracy magazynu, coraz rzadziej stosuje się takie rozwiązanie.



Rys. 1. Porównanie układnic pod względem liczby obsługiwanych korytarzy
Fig. 1. Comparison of stacker cranes in terms of the number of supported corridors

Sterowanie może być realizowane na wiele sposobów. Najczęściej układnice działają w trybie całkowicie automatycznym, kiedy ich pracą steruje WMS. Na podstawie dostępnych informacji oraz integracji z innymi systemami w przedsiębiorstwie WMS samodzielnie wywołuje zadania transportowe dla odpowiednich palet i ustawia ich kolejność. Jako zadanie transportowe określa się pojedyncze zlecenie transportu dla danej jednostki, z jednego miejsca do drugiego w obszarze magazynu. Najczęściej jest to przyjęcie lub wydanie palety. Magazyn automatyczny może np. każdego dnia do określonej godziny wydać jednostki według aktualnego MRP².

W przypadku przedsiębiorstw dystrybucyjnych, system przyjmuje oraz przetwarza zamówienia od klientów, a następnie dostarcza odpowiednie jednostki do strefy kompletacji. Pracownicy logistyki lub operatorzy mogą również samodzielnie wskazać konkretną pozycję magazynową, którą układnica powinna wyjąć. Może się to odbyć na dwa sposoby – używając numeru referencyjnego danej jednostki

² Material Requirements Planning – zapotrzebowanie materiałowe do produkcji.

bądź adresu, w którym powinna się znajdować. Zależnie od potrzeb, sterowanie układnicą można realizować również w trybie półautomatycznym, które najczęściej dostępne jest dla techników obsługujących magazyn. W tym trybie układnica rozłącza się z systemem oraz wykonuje polecenia wprowadzane przez pracownika. Umożliwia to przejazd do konkretnej półki, pobranie danej palety, podniesienie wozzaka na daną wysokość itd. Dzięki zastosowaniu tego rozwiązania przeprowadza się inwentury bądź usuwa się awarie powstałe w obszarze – np. wyjęcie uszkodzonej palety. Pracownicy z odpowiednimi uprawnieniami UDT mogą również sterować układnicą w trybie całkowicie manualnym. Umożliwia to poruszanie maszyną, w dowolnym zakresie prędkości oraz płaszczyzn ruchu. Trzeba jednak uważać, aby nie spowodować awarii, ponieważ w trybie ręcznym układnica nie używa czujników pomagających jej w bezpieczny sposób realizować pracę w obszarze. W takim trybie najczęściej dokonuje się przeglądów technicznych oraz dokonuje napraw urządzenia.

Jednostki przyjmowane oraz wydawane do/z magazynu dostarczane są do układnic na różne sposoby. W przypadku palet najczęstszym rozwiązaniem jest zastosowanie zintegrowanego systemu transporterów rolkowych wyposażonych w zestawy czujników pozycjonujących bądź blokad mechanicznych. Paleta dostarczana jest do punktu wejścia przy użyciu wózków widłowych, skąd dalej transportowana jest do odpowiedniej układnicy. Na wejściu każda jednostka jest skanowana, musi więc posiadać komplet etykiet. Informacje są z nich czytywane i następnie zostają wysłane do WMS. System odnotowuje przyjęcie każdej jednostki oraz wyznacza jej odpowiednie miejsce w regale. Na podstawie przypisanego adresu paleta jest transportowana do odpowiedniej alejki magazynowej, skąd pobiera ją układnica i odkłada na miejsce. Wydanie jednostek magazynowych odbywa się w analogiczny sposób. System wywołuje daną paletę oraz podaje jej adres, układnica podejżdża do wskazanego gniazda i pobiera jednostkę. Następnie odkłada ją na transporterze, dzięki któremu dany towar trafia do miejsca, z którego może zostać odebrany przy użyciu wózka widłowego. WMS działa tak, aby minimalizować liczbę pustych przebiegów układnic. Dana maszyna odkładając jednostkę na wskazane miejsce, pobierze inną w drodze powrotnej. Zastosowanie takiego rozwiązania pozwala optymalizować pracę w obszarze oraz uzyskać jak największą efektywność. Alternatywnym rozwiązaniem dla transporterów rolkowych jest zastosowanie wózków samojezdnych oraz transporterów łańcuchowych bądź taśmowych.

Każdy MWS można wyposażyć w dodatkowe urządzenia, pozwalające wykonywać dodatkowe operacje na jednostkach magazynowych. Jednym z najpopularniejszych rozwiązań jest połączenie systemu transporterów ze stacją owijania bądź wiązania. Automatyczne owijarki/wiązarki zapewniają odpowiednie zabezpieczenie ładunku w dalszym transporcie, jednocześnie oszczędzając czas pracownikom produkcji oraz logistyki. Następnym popularnym udogodnieniem jest zastosowanie paletyzatorów, szczególnie w przypadku, kiedy towar z produkcji zostaje dostar-

czany w opakowaniach zbiorczych, które następnie należy umieścić na palecie. Paletyzatory w szybki oraz bezpieczny sposób formują jednostki magazynowe. Magazyn wysokiego składowania można wyposażyć również w strefę buforową, która zapewni, że potencjalne zwiększenie efektywności produkcji bądź przestój pracy magazynu nie spowoduje zatoru utrudniającego dalszą pracę w obszarze. Jest to szczególnie ważne w przypadku produkcji ciągłej.

4. DLACZEGO WARTO?

Inwestowanie w automatyczne magazyny wysokiego składowania niesie za sobą wiele korzyści zarówno ze względu na poprawę jakości wykonywanych operacji czy niższe koszty w perspektywie długookresowej. Podstawowe zalety implementacji tego rozwiązania prezentują się następująco:

- Wysoka wydajność operacji logistycznych – możliwa jest dzięki zastąpieniu ludzi przez gigantyczne układnice, które wykonują operacje szybciej oraz precyzyjniej.
- Efektywne wykorzystanie dostępnej przestrzeni – maksymalne wykorzystanie kubatury budynku.
- Eliminacja błędów przy kompletacji oraz podczas procesu wydania towaru z magazynu – wszystko to za sprawą wprowadzenia identyfikacji składowanego asortymentu np. przy wykorzystaniu numerów seryjnych urządzeń.
- W stosunkowo krótkim czasie obniżki kosztów stałych – mniejsze podatki dzięki zajmowaniu przez magazyn mniejszej powierzchni.
- Wysokie wskaźniki efektywności magazynu – stosowany system układnic charakteryzuje się nie tylko wysoką dokładnością wykonywanych działań, ale również dynamicznym napędem jezdnym umożliwiającym osiągnięcie prędkości rzędu 240 m/min [2].
- Ekonomiczność – zastosowanie układnic paletowych cechuje się także ekonomicznością pracy, dzięki zastosowaniu technologii kompensacji oraz odzysku energii [2].
- Szybka stopa zwrotu nakładów inwestycyjnych – w przypadku np. automatycznego magazynu wysokiego składowania firmy Amica przewidywany zwrot inwestycji przewidywany jest za 5 lat. W obiekcie tym nie ma ogrzewania, natomiast światło domyślnie jest zgaszone, co generuje oszczędności [3].
- Zredukowanie liczby pracowników magazynowych, wyeliminowanie problemu niedoboru kadry pracowniczey – dzięki zatrudnieniu jednego operatora nadzorującego pracę układu koszty pracownicze są niskie w porównaniu z magazynami klasycznymi.
- W przypadku magazynów sezonowych, które charakteryzują się dużą rotacją pracowników dużo czasu przeznaczane jest na wdrażanie nowych magazynierów, co generuje dodatkowe koszty.

- W wielu przypadkach koszty budowy takiego magazynu w perspektywie długofalowej są niższe niż koszty wynajmu powierzchni magazynowych od firm zewnętrznych – taka sytuacja miała miejsce w przypadku magazynu przedsiębiorstwa Amica [5].
- Możliwość szybkiej identyfikacji ładunku – dzięki łatwemu zlokalizowaniu konkretnego produktu przy określeniu jego wiekowości można bez trudu stosować wybraną zasadę wydań towaru z magazynu (np. FIFO czy LIFO). Przekłada się to także na usprawnienie procesu kontroli jakości produktów, które muszą być jej poddawane.
- Możliwość przeprowadzania inwentaryzacji „w ruchu” bez konieczności wstrzymywania pracy magazynu.
- Usprawnienie procesu kompletacji – transport towaru bezpośrednio do osoby kompletującej eliminuje konieczność dużej liczby przejazdów pomiędzy różnymi miejscami składowania.
- Skrócenie czasu wysyłki towaru do klienta – zgodnie z informacjami zawartymi na stronie internetowej firmy Amica przewidywano, iż towar będzie trafiał do klienta przynajmniej o dobę szybciej niż poprzednio [7].
- Przyjazność dla otoczenia - magazyn przedsiębiorstwa Amica nie generuje hałasu ani zanieczyszczeń [7].
- Uniwersalność – możliwość zastosowania układnic w wielu typach magazynów o różnych warunkach eksploatacji (np. w zakresie temperatur od -28°C do $+45^{\circ}\text{C}$) [2].

5. NIE TYLKO ZALETY

Każda decyzja biznesowa poza korzyściami ma również wady. Poniżej wypisano negatywne strony inwestycji w magazyn wysokiego składowania w przedsiębiorstwie:

- Zaleca się, aby magazyn zawsze był pod obserwacją wyspecjalizowanego technika z uprawnieniami UDT. Jest to nisza na rynku pracowników, więc ciężko znaleźć odpowiednio wykwalifikowaną osobę.
- Magazyn jest w stanie obsługiwać najczęściej standardowe typy palet, które muszą być w stanie idealnym z dwóch powodów. Po pierwsze, ze względów bezpieczeństwa, palety nie mogą być uszkodzone, aby nie straciły stabilności w trakcie manipulacji. Po drugie, wyposażenie techniczne magazynu jest dostosowane do obsługi jednostek o ustalonych wymiarach co powoduje, że każde odstępstwo wywoła błąd. Jednostki muszą być dokładnie oraz stabilnie uformowane oraz odpowiednio zabezpieczone. Powoduje to konieczność wypracowania standardu pakowania oraz dostaw. Poza obrys palety nie może wystawać żaden element, taki jak fragment folii lub kartonu.
- Niezastosowanie się do procedur postępowania z jednostkami paletowymi oraz każde odchylenie od standardu palet powoduje powstanie błędu, który

powinna wyjaśnić osoba dysponująca odpowiednią wiedzą oraz wysokim poziomem dostępu w systemie. Szkolenie takiej osoby pochłania znaczne zasoby finansowe oraz czasowe.

- Sam budynek magazynu zajmuje znacznie mniejszą powierzchnię niż standardowy, jednak wymaga znacznej powierzchni pod system wejść i wyjść oraz transportery.
- Każda awaria w obszarze powoduje brak możliwości wyjęcia jednostki magazynowej z regału. Może to spowodować opóźnienia w dostawach lub braki na produkcji. Usunięcie awarii jest ryzykowne dla osób pracujących w obszarze, ze względu na wysokość na jakiej muszą pracować.
- Aby magazyn mógł funkcjonować, trzeba utrzymywać WMS. Pociąga to ze sobą obowiązek utrzymywania wsparcia systemu oraz aktualizacji. Trzeba również zwrócić uwagę na to, aby personel pracujący w obszarze był odpowiednio wyszkolony oraz miał ukończone specjalistyczne kursy.
- Podjęcie takiej decyzji ma zarówno swoje wady jak i zalety, dlatego za każdym razem powinna być poprzedzona dokładną analizą biznesową. Pozwoli to na maksymalizację potencjalnych zysków oraz obniżenie ryzyka.

6. PRZEDSIĘBIORSTWA, KTÓRE INWESTUJĄ W PRZYSZŁOŚĆ

6.1. AMICA S.A.

Przedsiębiorstwo Amica S.A. jest jednym z największych europejskich producentów Artykułów Gospodarstwa Domowego. Po przeprowadzonych analizach przedsiębiorstwo doszło do wniosku, iż koszty wynajmu powierzchni magazynowych w perspektywie długofalowej przewyższają koszty budowy własnego magazynu. W 2017 roku oddano do użytku największy w Polsce oraz jeden z największych magazynów wysokiego składowania w Europie. Ma prawie 47 m wysokości oraz zajmuje powierzchnię 6,5 tys. m². Jego pojemność sięga 26 tys. miejsc paletowych na 230 tys. sztuk wyrobów gotowych (dużego AGD). Projekt ten zrealizowano w ciągu jednego roku, przeznaczając na inwestycję 57 mln zł. Powierzchnia obiektu jest około 7,5 razy mniejsza w porównaniu do magazynów płaskich o podobnej pojemności.

W magazynie zamontowano 5 układnic regałowych, wszystkie o wysokości 45 metrów oraz wadze 35 ton. Każda z nich wyposażona jest w dwie pary dwie pary wideł teleskopowych oraz ma możliwość przetransportowania jednocześnie dwóch palet z wyrobami o masie ponad 600 kg każda. Układnice mają dostęp do miejsc regałowych na 16 poziomach, widły mają możliwość pobierania palet z regałów o podwójnej głębokości. Załadunek oraz rozładunek produktów odbywa się na ośmiu dedykowanych stacjach (po cztery na każdą operację).

Możliwości prezentowanego magazynu są godne podziwu. Średnio w ciągu doby obsługiwanych jest ponad 60 tirów. Zautomatyzowany system daje możliwość

układania około 1600 produktów na godzinę. W ciągu pierwszego roku pracy magazynu zostało wykonanych 1 300 000 zleceń transportowych. Identyfikację palet umożliwiają numery seryjne umieszczone na każdej z nich. Dzięki temu dany asortyment może zostać odnaleziony w dowolnym momencie. Zintegrowano także pracę układu transportowego z owijkami palet z produktami folią stretch. Magazyn jest także za pomocą transporterów bezpośrednio połączony z wydziałami produkcji.

Program klasy WMS jest nadrzędny dla warstwy sprzętowej. Wyposażono go w narzędzia niezbędne w realizacji prac magazynowych, takich, jak wizualizacja i sterowanie automatyką oraz zarządzanie pracą operatorów wózków widłowych. Istnieje w nim trójstronna komunikacja z systemem klasy ERP (SAP), warstwą fizyczną (poprzez sterowniki PLC) oraz użytkownikiem (poprzez aplikację PC oraz urządzenia przenośne). Pracownicy zajmujący się kompletacją towaru oraz załadunkiem samochodów dostawczych wyposażeni są w przenośne urządzenia (skanery kodów oraz tablety). Najwyższą warstwę zarządzania magazynem tworzy system SAP. Warunkuje on dysponowanie zleceniami wydania poszczególnych produktów z połączeniem z systemem awizacji dostarczających towar do magazynu. Firma wprowadziła go, aby nie intensyfikować ruchu ciężarowego na okolicznych drogach, co byłoby uciążliwe dla lokalnych mieszkańców.

Bezpośrednią obsługą magazynu automatycznego zajmuje się operator systemu magazynowego. W obiekcie pracują również pracownicy kompletujący zamówienia oraz operatorzy wózków widłowych. Ograniczona liczba pracowników magazynowych spowodowana jest małą liczbą koniecznych do wykonania operacji. Sam proces kompletacji jest bardzo uproszczony – towar transportowany jest prosto do pracownika kompletującego przy wyeliminowaniu ryzyka popełnienia błędów dotyczących np. pobrania niewłaściwego towaru (niezgodnie z zasadą FIFO). Ponadto, magazyn zaprogramowany jest tak, aby podczas weekendu optymalizować lokalizację asortymentu pod zlecenia, które mają być zrealizowane w kolejnym tygodniu [5,7].

6.2. IMPERIAL TOBACCO POLSKA S.A.

Imperial Tobacco Polska S.A. jest przedsiębiorstwem produkującym wyroby tytoniowe. Elementem infrastruktury zakładu są dwa magazyny wysokiego składowania. Ten, który powstał jako pierwszy ma wysokość około 20 m oraz jest w stanie pomieścić do 9 000 standardowych palet EURO. W środku znajduje się 12 rzędów regałów obsługiwanych przez 4 układnice. W każdym rzędzie regałów w poziomie znajduje się 26 gniazd paletowych, natomiast w pionie 10. Para układnic znajdujących się po zewnętrznych stronach magazynu obsługuje po dwa korytarze magazynowe. Układnice znajdujące się w środku pracują w obszarze jednego korytarza.

Drugi z magazynów jest nowszy i powstał w 2016 roku. Jest to jeden z najnowocześniejszych tego typu obiektów w regionie. Jego wysokość wynosi 42 m oraz jest w stanie pomieścić do 15 000 standardowych EURO palet. Magazyn podzielony jest na cztery korytarze, w których regały mają układ gniazd 19x13.

Oba magazyny są połączone zintegrowanym systemem transporterów rolkowych, który umożliwia transport palet do oraz z magazynu. W ten sposób mogą one być również przemieszczane pomiędzy obiektami. W każdym z magazynów można składować trzy typy palet - EURO, standardowe o wymiarach 800 x 1200 x 144 mm oraz powiększone o wymiarach 1000 x 1200 x 144 mm i 1200x1200x144 mm. Wysokość gniazd magazynowych waha się między 1,18 m a 2,35 m. W niższym magazynie gniazda paletowe mieszczą 4 palety 800x1200 mm lub 3 o wymiarach 1000x1200/1200x1200 mm. W wyższym magazynie występują gniazda o podwójnej głębokości, które mieszczą 6 palet 1000x1200/1200x1200 mm (trzy palety z przodu oraz 3 z tyłu gniazda) oraz 8 palet 800x1200 mm (w konfiguracji 4 palety z przodu oraz 4 z tyłu gniazda). Dzięki zastosowaniu takiego rozwiązania zwiększono współczynnik wykorzystania przestrzeni magazynowej w porównaniu do gniazd o pojedynczej głębokości składowania. Aby umożliwić pobieranie palet z gniazd o podwójnej wysokości należało przystosować konstrukcję układnicy. Wózek unoszący posiada komplet podwójnych wideł, które zależnie od umieszczenia danej palety, mogą ją pobrać z przodu bądź z tyłu gniazda.

Przyjęcie palet do magazynu odbywa się w trzech punktach wejściowych, które służą do przyjmowania materiałów produkcyjnych oraz wyrobów gotowych z produkcji. System rozmieszcza palety w taki sposób, aby awaria jednej z układnic nie spowodowała przestoju w produkcji bądź wysyłkach. Unika się gromadzenia asortymentu danego typu w jednym korytarzu. Wydanie jednostek możliwe jest w dwóch punktach wyjściowych oraz przy użyciu 16-stu transporterów grawitacyjnych. Głównym kryterium, jaki system stosuje w tym procesie jest zasada FIFO. Zastosowanie transporterów grawitacyjnych umożliwia kompletowanie wysyłek w jednym miejscu, minimalizując ryzyko podmiany. W trakcie standardowego dnia pracy magazyn obsługuje od 2000 do 2300 palet. System transporterów łączących oba magazyny jest wyposażony w czujniki oraz skanery, które wykrywają obecność palety oraz umożliwiają obserwowanie pracy magazynu w czasie rzeczywistym z perspektywy użytkownika stanowiska komputerowego. W każdym punkcie wejścia do magazynu skanery odczytują dane z etykiety paletowej, aby móc zaksięgować daną jednostkę w systemie. Jednocześnie odbywa się również test prawidłowości wymiarów, wagi oraz kształtu bryły paletowej. W przypadku, kiedy system wykazał błąd, dana paleta nie może być przyjęta oraz zostaje skierowana na osobny transporter, gdzie pracownik obszaru będzie mógł wyjaśnić niezgodność. W obszarze magazynu znajdują się dwa takie transportery. Oba magazyny są sterowane przy pomocy WMS, który jest ściśle powiązany z systemem klasy ERP zarządzającym funkcjonowaniem całego przedsiębiorstwa. Do systemu

mają dostęp magazynierzy, specjaliści logistyki wewnętrznej oraz technika magazynowa.

7. PODSUMOWANIE

W celu oceny pracy magazynów stosuje się różnego rodzaju mierniki wydajności personelu oraz pracochłonności czynności magazynowych. Na wielkość te wpływa poziom mechanizacji, a także przyjęte metody organizacji oraz zarządzania. Za przykład podać można najbardziej uniwersalny miernik poziomu mechanizacji prac magazynowych wyrażający stosunek wielkości operacji zmechanizowanych do ogólnej wielkości operacji przebiegających w magazynie. Jest on związany nie tylko z wydajnością pracy, ale także z oszczędnością siły roboczej, do czego powinno się dążyć poprzez wprowadzenie postępowych metod pracy [4]. Z uwagi na to, iż miernik ten zależy od udziału prac wykonywanych przez zamontowane urządzenia w automatycznych magazynach jest on stosunkowo wysoki.

To właśnie wpływ automatyzacji na przebieg procesów magazynowych sprawia, że firmy coraz częściej decydują się na nadanie ustanawianym standardom innowacyjnego charakteru. Automatyczne magazyny wysokiego składowania stanowią połączenie wysokiej wydajności przy zwiększeniu precyzji podczas manipulacji ładunkiem oraz efektywnym wykorzystaniem kubatury budynku. Istnieją na rynku firmy oferujące magazyny „szyte na miarę” klienta, zapewniając przy tym kompleksową obsługę od wykonania projektu po wdrożenie oraz obsługę posprzedażową. Już na etapie prac projektowych muszą one wziąć pod uwagę szereg czynników mających wpływ na efektywność pracy magazynu klienta. Przekłada się to na dostosowanie parametrów systemu, dobór odpowiedniego oprogramowania oraz maksymalne wykorzystanie dostępnej przestrzeni.

Informacje płynące z przedsiębiorstw, które posiadają automatyczne magazyny wysokiego składowania jednoznacznie wskazują, iż jest to rozwiązanie na miarę czwartej rewolucji przemysłowej. System WMS zarządzający pracą magazynu przetwarza duże zbiory danych oraz analizuje je dobierając strategię wydań towarów, która jest najbardziej optymalna. Operator magazynu reprezentuje wysoko wykwalifikowaną kadrę pracowniczą (co jest warunkiem koniecznym przy obsłudze nowoczesnych technologii). W magazynach wysokiego składowania pracują także urządzenia wyposażone w moduły związane z Internetem Rzeczy. Warto zwrócić także uwagę na to, iż większość operacji przeprowadzanych na zebranych danych odbywa się w wewnętrznej chmurze [5].

Wszystkie zalety związane z postępową technologią, czego efektem są m.in. automatyczne magazyny wysokiego składowania sprawiają, iż ranga magazyniera jako fizycznego wykonawcy operacji magazynowych maleje. Przedsiębiorstwa coraz częściej poszukują innowacyjnych rozwiązań, które zapewnią im wydajność oraz niezawodność na odpowiednio wysokim poziomie. Nieustanny wzrost konsumpcji jest wyzwaniem zarówno pod względem produkcji,

jak i magazynowania. Jedynym słusznym rozwiązaniem jest więc nadążanie za rosnącymi wymaganiami stawianymi przez nabywców przy ograniczeniu wysiłku oraz ponoszonych kosztów operacyjnych do minimum. Receptą na pojawiające się problemy wydajności pracy w celu spełnienia wymagań klientów jest automatyzacja obiektów magazynowych.

LITERATURA

- [1] *Automated high-bay storage*, <http://www.haenel.eu/us/en/Storage-Glossary/Automated-high-bay-storage.html> (dostęp 20.10.2019r.)
- [2] *Automatyczne magazyny*, <https://wdx.pl/automatyczne-magazyny>, (dostęp: 20.10.2019r.)
- [3] BIEDRZYCKI P. *26 tys. miejsc paletowych i jeden pracownik. Widzieliśmy automatyczny magazyn wysokiego składowania spółki Amica*, <https://strefainwestorow.pl/artykuly/relacja-z-wydarzenia/20171020/automatyczny-magazyn-wysokiego-skladowania-amica> (dostęp 20.10.2019r.)
- [4] DUDZIŃSKI Z. *Poradnik organizatora gospodarki magazynowej w przedsiębiorstwie*, PWE, Warszawa 2012
- [5] GNIĄDEK M. *Amica - najwyższy MWS w Polsce*, Logistics manager, Nr 1(1) luty-kwiecień 2018
- [6] JURZAK M. *Tryb automatyczny*, Magazynowanie i Dystrybucja 1/2018, str. 9-18
- [7] PIETRZYK T. *Amica otworzyła magazyn wysokiego składowania*, <http://www.press.amica.pl/pr/368414/amica-otworzyla-magazyn-wysokiego-skladowania>, (dostęp 20.10.2019r.)
- [8] ZIELIŃSKI L. *Definicja i klasyfikacja magazynów wysokiego składowania* <https://www.portalbhp.pl/transport-i-magazynowanie/definicja-i-klasyfikacja-magazynow-wysokiego-skladowania-6376.html> (dostęp 20.10.2019r.)
- [9] Źródło: Opracowanie własne

FULLY AUTOMATED HIGH BAY WAREHOUSES AS AN OPTION FOR THE FUTURE OF WAREHOUSING

Key words: *warehousing, warehousing development, HBW, stacker crane, WMS, stock keeping unit, conveyor*

The purpose of the article is to show the need to implement solutions in warehouse facilities, focusing on achieving maximum efficiency while ensuring the precision of warehouse operations. In the first part of the article, problems encountered in the implementation of warehouse processes with the participation of man were identified, indicating disturbances generated by the human factor. The next step was to characterize the fully automated high bay warehouse with a description of their operation. Advantages and disadvantages of the presented solution are also described. Then, examples of the use of this type of facilities in two manufacturing companies are presented. The article ends with a summary that discusses the impact of automation on the development of the TSL industry.