

dr Marcin Jurczak

E-mail: marcin.jurczak@ue.poznan.pl; nr ORCID: 0000-0002-0828-308X
 Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Katedra Logistyki i Transportu

Ewolucja i kierunki rozwoju systemów klasy WMS

Evolution and development of Warehouse Management Systems

W artykule przedstawiono ewolucję systemów informatycznych w logistyce, ze szczególnym uwzględnieniem systemów klasy WMS. Celem autora było zebranie informacji na temat rynku systemów WMS w Polsce, rozwoju tych systemów na rynku krajowym i rynku zagranicznym oraz wskazanie podstawowych trendów rozwoju tego typu narzędzi w przyszłości. Bazą do badań stały się publikacje z literatury krajowej i zagranicznej poświęcone tematyce systemów informatycznych do zarządzania magazynem. Autor podjął próbę postawienia diagnozy na temat aktualnego stanu informatyzacji polskich przedsiębiorstw w obszarze systemów WMS, a także potencjału rozwoju tego typu systemów. W artykule wskazano kilka podstawowych trendów rozwoju systemów klasy WMS w oparciu o aktualną sytuację gospodarczą i wymagania stawiane współczesnej logistyce. Autor stawia tezę, że rozwój systemów klasy WMS bezpośrednio związany jest ze zmianą wymagań stawianych logistyce oraz że patrząc na aktualne trendy w gospodarce światowej, należy spodziewać się dalszego rozwoju systemów klasy WMS w najbliższej przyszłości.

Słowa kluczowe:

systemy WMS, systemy informatyczne w logistyce, zarządzanie magazynem

The article presents the evolution of IT systems in logistics, with particular emphasis on WMS systems. The author's goal was to collect information about the WMS market in Poland, development of these systems on the domestic and foreign market, and indicate the basic trends in the development of such tools in the future. The basis for research became publications from domestic and foreign literature, with a subject of IT systems for warehouse management. Author has attempted to make a diagnosis about the current state of informatization of Polish enterprises in the field of WMS, as well as the potential development of such systems. The article indicates a few basic trends in the development of warehouse management systems, based on the current economic situation and the requirements set for modern logistics. The author puts forward the thesis that the development of WMS class systems is directly related to the change of requirements for logistics and that looking at current trends in the global economy; we should expect further development of WMS systems in the nearest future.

Key words:

WMS systems, IT solutions in logistics, warehouse management

JEL: M15

Wstęp

Postępująca informatyzacja procesów w logistyce zmienia wymagania względem systemów informatycznych. Szybki rozwój techniczny prowadzi do zwiększenia możliwości funkcjonalnych systemów informatycznych. Z kolei przeobrażenia gospodarcze wymuszają na przedsiębiorstwach ciągle dopasowanie narzędzi wykorzystywanych w logistyce do aktualnych potrzeb biznesowych.

Ewolucja potrzeb przedsiębiorstw

Logistyka nie od dziś postrzegana jest jako źródło przewagi konkurencyjnej i sposób budowania pozycji

na rynku. „Rozwój sfery logistyki ma kluczowe znaczenie dla wzrostu konkurencyjności i rozwoju gospodarczego, wpływając bezpośrednio na ogólny wzrost gospodarczy kraju, jak i pośrednio, warunkując i stymulując działalność podstawowych branż gospodarczych” (Blaik, 2018, s. 2). Rola logistyki w rozwoju przedsiębiorstwa, choć jest wyraźnie nakreślona, stale ulega przeobrażeniom. Coraz częściej logistyka postrzegana jest bowiem jako sposób na nie tylko budowanie i utrzymanie pozycji rynkowej, ale także usprawnianie procesów w ramach organizacji i ciągle doskonalenie. „W rozwoju logistyki zauważalny jest wzrost jej znaczenia jako koncepcji zarządzania, której istotą jest integracja oraz kształtowanie i optymalizowanie procesów i systemów przepływów

w skali przedsiębiorstwa oraz całego łańcucha dostaw i sieci logistycznych” (Blaik 2017, s. 4).

Wraz z rozwojem logistyki i ciągłym postępowaniem technicznym stale rośnie rola, jaką w logistyce odgrywają urządzenia techniczne i systemy informatyczne. To bowiem one pozwalają logistyce stawić czoło wyzwaniom rynkowym i wpłynąć pozytywnie na możliwości dalszego umacniania przedsiębiorstwa na rynku i usprawniania jego procesów. Nierozłącznym elementem decydującym innowacyjności w logistyce pozostają rozwiązania logistyki magazynowej. „Rola magazynów zmienia się wraz ze wzrostem popytu na usługi wartości dodanej i automatyzacją przetwarzania, a technologie informacyjne stały się integralną częścią operacji magazynowych. Takie technologie zawierają m.in. systemy klasy warehouse management system (WMS), które zrewolucjonizowały sposób planowania, i realizacji zamówień, śledzenia zapasów oraz zapewniania terminowych dostaw odpowiednich produktów” (Min, 2006, s. 111).

Trend rozwoju systemów informatycznych do zarządzania pracą magazynu wyraźnie widoczny jest od wielu lat. Wraz z szybkim rozwojem technologii informatycznych, także i systemy klasy WMS ulegają przeobrażeniom. Na rozwój systemów klasy WMS mają wpływ m.in.: postępująca specjalizacja, rozwój rynku e-commerce czy automatyzacja procesów.

Ważnym kierunkiem zmian dla logistyki jest rozwój handlu e-commerce. Sprzedaż za pośrednictwem elektronicznych kanałów dystrybucji zmienia wymagania względem procesów magazynowych. „Według optymistycznych szacunków przewiduje się, że na koniec 2017 roku wartość sprzedaży w polskim e-handlu osiągnie ok. 46 mld złotych, co stanowić powinno wzrost o ok. 18,8% w stosunku do 2016 roku. Taki wynik będzie oznaczał, że Polska kolejny rok z rzędu utrzyma w tym względzie dwucyfrową dynamikę wzrostu, kontynuując tym samym swój ruch w kierunku ścisłej europejskiej czołówki” (Lewicki, 2018, s. 179). Wskazanie dynamiki handlu w kanale e-commerce wydaje się tu bardzo istotne, gdyż kanał ten ma wpływ na kształt i sposób realizacji procesów magazynowych, m.in. w obszarze zarządzania zamówieniami czy obsługi zwrotów. Pośrednio wpływa zatem na wymagania zgłaszane przez przedsiębiorstwa względem systemów informatycznych do obsługi magazynu.

Zmiana potrzeb przedsiębiorstw w tym zakresie to efekt m.in. przeobrażeń gospodarczych. Wśród trendów obserwowanych w logistyce wyraźnie wybija się chociażby trend automatyzacji procesów. To efekt coraz większej skali realizacji procesów (magazyny są coraz większe), ale i potrzeby podnoszenia efektywności. Logistyka staje się tym samym źródłem wyższej jakości lub niższych kosztów (generalizując: urządzenia automatyki prowadzą do minimalizacji błędów lub poprawy wydajności procesów). Osobną grupę wyzwań stanowią te związane z zarządzaniem zasobami ludzkimi i niedoborem personelu. Należy za-

uważyć, że zarządzanie zasobami ludzkimi w odniesieniu do pracowników magazynu ma związek także z wykorzystywanymi narzędziami. Rozwój systemów informatycznych prowadzi niekiedy do sytuacji, w której część wiedzy niezbędnej do realizacji zadań na konkretnych stanowiskach pracy gromadzona jest bezpośrednio w systemach informatycznych, co ma korzystny wpływ w łagodzeniu deficytu pracowników na wybranych stanowiskach pracy.

Zasadniczo nieprawidłowo zorganizowana gospodarka magazynowa oznacza dla przedsiębiorstwa straty. „Zakłócenia w systemie magazynowym powodują straty, nieprawidłowości i niespełnienie oczekiwań klienta. Brak spójności między działalnością magazynową, transportową i zarządzaniem tymi działaniami osłabia ogólne możliwości rozwojowe danego przedsiębiorstwa” (Bartosiewicz, 2017, s. 23).

Jesteśmy świadkami ewolucji systemów informatycznych, ale także ewolucji gospodarki magazynowej. Należy też mieć na uwadze, że ewolucja potrzeb w obszarze gospodarki magazynowej ma swoje korzenie także w ewolucji łańcuchów dostaw jako całości — od prostego przetwarzania, poprzez strategie MRP i MRP II na e-łańcuchach dostaw, e-dostawach i e-biznesie skończywszy (Li, 2007, s. 9).

Badacze wskazują, że istnieje kilka płaszczyzn zarządzania magazynem. Jako pierwszy element uwzględnić należy charakterystykę magazynu. To zagadnienie opisane jest w literaturze na wiele sposobów i bywa często podstawą do określenia problematyki badań w zakresie procesów zarządzania magazynem. Drugi to elementy determinujące sposób funkcjonowania magazynu — w szczególności wykonywane czynności czy reguły decyzyjne. Jako trzeci można tu wskazać bardzo specyficzny element magazynu, jakim jest system informatyczny klasy WMS (Faber, de Koster, Smidts, 2013, s. 1231).

Poziom informatyzacji branży logistycznej

Z raportu *Systemy informatyczne w polskich magazynach* wynika, że 34% ankietowanych przedsiębiorstw do zarządzania stanami magazynowymi wykorzystuje systemy klasy WMS — dostępne na rynku lub dedykowane. 47% firm wykorzystuje do tych celów system klasy ERP (o różnym stopniu zaawansowania, jeżeli chodzi o obsługę procesów magazynowych). Jedynie co dwudzieste ankietowane przedsiębiorstwo nie posiada żadnego systemu informatycznego do zarządzania stanami magazynowymi (Logisys, 2014, s. 9). Polskie firmy darzą narzędzia klasy WMS coraz większym zaufaniem, co przekłada się na stały wzrost zainteresowania tego typu systemami.

Wykorzystanie systemów klasy WMS w polskich przedsiębiorstwach zależy m.in. od skali działania,

w szczególności skali realizacji procesów logistycznych. Na polskim rynku daje się zaobserwować zależność, że firmy dysponujące powierzchnią magazynową nieprzekraczającą 5 tys. m² zwykle korzystają do obsługi procesów logistycznych z systemu klasy ERP, w szczególności jego wyspecjalizowanego modułu. Z kolei te przedsiębiorstwa, które mają większe potrzeby w zakresie logistyki, stosują już systemy klasy WMS, „gdyż są one oceniane jako bardziej elastyczne i lepiej dostosowane do pracy w magazynie” (Mejssner, 2018). I to właśnie poziom wymagań procesów logistycznych stawiany jest często jako jeden z argumentów za wdrożeniem specjalistycznego systemu do obsługi procesów biznesowych, za jaki uznaje się powszechnie system WMS. Co ciekawe, z badań firmy Logisys wynika, że aż 58% ankietowanych przedsiębiorstw posiada rozwiązanie IT do zarządzania magazynem wdrożone 5 lat temu lub wcześniej, a 32% — nie więcej niż 5 lat temu (Logisys, 2014, s. 10). Łącząc te dwie wartości: że z systemów WMS korzystają głównie firmy posiadające powyżej 5 tys. m² powierzchni magazynowej, oraz że relatywnie duża część systemów to systemy wdrożone 5 lat temu lub wcześniej, można sformułować kilka wniosków.

Po pierwsze, duże przedsiębiorstwa (duże — w rozumieniu skali obsługiwanych procesów logistycznych) posiadają zwykle systemy informatyczne klasy WMS, czyli już dawno dostrzegły potrzebę informatyzacji procesów w ramach gospodarki magazynowej. Po drugie, że istnieje duży potencjał rozwoju systemów tej klasy, w szczególności modernizacji rozwiązań informatycznych posiadanych przez przedsiębiorstwo. Po trzecie, przy łączeniu wspomnianych statystyk z trendami obserwowanymi w branży (automatyzacja procesów, rozwój narzędzi chociażby do kompletacji zamówień, rozwój e-commerce), istnieje spory potencjał rozwoju rynku systemów WMS, w szczególności poprzez rozbudowę i rozszerzanie zakresu funkcjonalnego w przedsiębiorstwach, które już tego typu narzędzia posiadają. Z raportu Software Connect wynika, że aż 70% przedsiębiorstw posiadających wdrożony system klasy WMS ma w magazynie ok. 10 tys. SKU (Mejssner, 2018), co stanowi kolejne potwierdzenie tezy, że system klasy WMS to domena przedsiębiorstw średnich i dużych.

Z wyników badań przeprowadzonych w ramach *Ogólnopolskiego Badania Użytkowników Systemów WMS* przeprowadzonego przez redakcję branżowych czasopism: „Nowoczesny Magazyn” i „Logistyka a Jakość” na grupie 200 firm produkcyjnych, handlowych i usługowych wynika, że systemy klasy WMS wdrażane są zwykle w przedsiębiorstwach zatrudniających powyżej 250 pracowników. To 62% wszystkich wdrożeń systemów WMS (<https://www.erp-view.pl/wms/20376-polski-rynek-wms-pod-lup-consafe-logistics.html>). Dane te po-

twierdzą, że posiadanie systemów klasy WMS to domena przede wszystkim firm średnich i dużych, w których skala realizowanych procesów jest odpowiedniej wielkości. Ma to swój bezpośredni związek także z wysokością budżetów na realizację tego typu zadań inwestycyjnych. Z badań światowych wynika, że przedsiębiorstwa posiadające powyżej 1000 pracowników dysponują na realizację wdrożenia systemu klasy WMS budżetem (średnio) ok. 401 tys. dolarów amerykańskich, a przedsiębiorstwa mniejsze: 372 tys. (500–999 pracowników) lub 289 tys. dolarów amerykańskich (100–499 pracowników) (Mejssner 2018, za: Software Connect / Allied Market Research, 2018).

Z raportu Grand View Research wynika, że światowy rynek systemów klasy WMS osiągnie do 2025 r. wartość 5,25 mld dolarów, a ponad połowę przychodów z systemów WMS będą generowały systemy oparte na chmurze (Mejssner, 2018). Zastosowanie chmury obliczeniowej w systemach klasy WMS omówiono w dalszej części artykułu.

Oczywiście samo wdrożenie systemu klasy WMS nie jest działaniem dla idei i powinno (z założenia) prowadzić przedsiębiorstwo do osiągnięcia określonych korzyści. Mogą być to zarówno korzyści o charakterze ilościowym (pod postacią konkretnych wartości ekonomicznych), jak i jakościowym (poprawa jakości realizowanych procesów). Jednym z elementów badań prowadzonych na potrzeby wspomnianego *Ogólnopolskiego Badania Użytkowników Systemów WMS* była właśnie identyfikacja korzyści, które zostały osiągnięte przez przedsiębiorstwa jako efekt wdrożenia i funkcjonowania systemu zarządzania magazynem typu WMS. Ankietowani wskazali w wynikach badań następujące korzyści:

- „Eliminacja błędów — 86%,
- Skrócenie czasu kompletacji — 84%,
- Optymalne wykorzystanie powierzchni magazynowej — 67%,
- Eliminacja dokumentów papierowych — 55%,
- Automatyczne przydzielanie zadań pracownikom, kontrola i optymalizacja pracy — 47%,
- Redukcja kosztów przemieszczania towaru w magazynie — 45%,
- Pełna kontrola nad towarami znajdującymi się na magazynie — 40%,
- Obliczanie efektywności pracowników — 37%,
- Wdrożenie standardów logistycznych — 31%,
- Możliwość zarządzania operacją logistyczną — 28%” (<https://www.erp-view.pl/wms/20376-polski-rynek-wms-pod-lup-consafe-logistics.html>, 2019).

Przedstawione korzyści wskazują, że dla zdecydowanej większości respondentów to skrócenie czasu realizacji procesów kompletacji oraz eliminacja błędów (a zatem także: eliminacja błędów kompletacji) to kluczowe czynniki wskazywane jako efekt wdrożenia systemów WMS.

Zakres funkcjonalny współczesnych systemów klasy WMS

Analizując system zarządzania magazynem jako obiekt w przedsiębiorstwie, należy zwrócić uwagę na fakt, że system ten pełni przede wszystkim dwie zasadnicze funkcje: dokonuje analiz i badań, a następnie zgodnie z tymi funkcjami służy do optymalizacji i usprawniania pracy. Może dzięki temu wpływać na uczenie się przez przedsiębiorstwo i poprawę jakości pracy personelu, poprawę planowania, wzmocnienie struktur czy stworzenie efektywnego modelu zarządzania zapasami (Wang, 2013, s. 111). Czyli ma to być system nie tylko zarządzający procesem, ale i stanowiący podstawę jego późniejszej optymalizacji.

Jakie zadania spełniać ma nowoczesny system klasy WMS? Z doświadczeń rynku polskiego wynika, że ma on zapewniać przede wszystkim wysoką wydajność procesów operacyjnych. Nowoczesne systemy tej klasy wspierają (a czasem wręcz wyręczają) użytkowników w procesie podejmowania decyzji, np. poprzez przydzielanie zadań pracownikom i ustalanie ścieżki ich realizacji (<http://www.logistyczny.com/biblioteka/w-magazynie/item/315-wms-przyszlosci>).

Z badania przeprowadzonego przez firmę Logisys wynika, że wśród najczęściej wykorzystywanych funkcjonalności systemu IT do zarządzania stanami magazynowymi są: administrowanie stanami magazynowymi (96%), prowadzenie inwentaryzacji ciągłej i/lub cząstkowej (68%), realizacja kolejki wydań (według różnych zasad: FIFO/FEFO/LIFO — 67%) oraz przypisanie towaru do lokalizacji i informacja o dokładnym położeniu towaru (65%), a także realizacja i nadzór nad partiami dostaw (56%) lub produkcyjnymi (52%) (Logisys, 2014, s. 19). Badania te stanowiły badania własne, przeprowadzone na Panelu Polskich Menedżerów Logistyki w 2013 r., na próbie 297 przedsiębiorstw.

Nieustanny rozwój systemów WMS na styku z innymi grupami narzędzi informatycznych nakazuje dziś zastanowić się nie tylko nad tym, jaka przyszłość

czeka systemy do zarządzania magazynem (nazwane stricte WMS), ale wręcz poszukiwać odpowiedzi na temat możliwości rozwoju systemów informatycznych w gospodarce magazynowej i logistyce w szerszym kontekście.

Zasadniczo istnieje kilka podstawowych modeli zarządzania procesem w magazynie, z wykorzystaniem różnych systemów informatycznych. Każdy z tych modeli ma określone zalety i wady. Syntetycznie zebrano je w tabeli 1 umieszczonej poniżej, której celem jest przedstawienie generalnej zależności pomiędzy rodzajem systemu a możliwościami obsługi złożonych procesów logistycznych. W praktyce funkcjonalność i możliwości systemów w ramach jednej grupy rozwiązań mogą być bardzo różne.

Zasadnicza przewaga rozwiązań klasy ERP wynika z możliwości obsługi wielu różnych grup procesów. Z kolei systemy klasy WMS skupiają się na obsłudze procesów stricte magazynowych. W tabeli wydzielono osobno systemy WMS nazwane „I” jako systemy bardziej rozbudowane, a także WMS „II” — dla scharakteryzowania prostych narzędzi tego typu. Autor chciał tym samym zwrócić uwagę na fakt, że także rynek rozwiązań klasy WMS jest niezwykle szeroki, a poszczególne produkty różnią się niekiedy między sobą bardzo mocno (zakresem funkcjonalnym czy stosowanymi rozwiązaniami technicznymi).

System WMS funkcjonuje coraz częściej na styku systemów i podsystemów odpowiedzialnych chociażby za zarządzanie urządzeniami zewnętrznymi — systemami kompletacji, automatyką magazynową — regałową czy sorterami. Niezależnie od systemów klasy WMS, coraz częściej wyodrębnia się dlatego (jako osobne grupy narzędzi informatycznych) m.in. systemy klasy WES — Warehouse Execution System czy MFC — Materiał Flow Control. W obu przypadkach mowa o narzędziach, których zasięg działania ogranicza się przede wszystkim do operacyjnego zarządzania procesami zachodzącymi w magazynie, w szczególności — zarządzania urządzeniami automatyki.

Mając na uwadze powyższe, zmienia się miejsce systemów WMS na mapie rozwiązań informatycz-

Tabela 1

Podstawowe modele organizacji procesów magazynowych w systemie informatycznym

	ERP	WMS I	WMS II	WES/MFC
Rodzaj obsługiwanych procesów	Kluczowe działy przedsiębiorstwa	Procesy magazynowe	Procesy magazynowe	Procesy magazynowe
Złożoność procesów magazynowych w ramach systemu	Mała/średnia	Średnia/duża	Mała/średnia	Średnia
Wsparcie dla zaawansowanych rozwiązań branżowych (automatyka, kompletacja)	Nie	Tak	Nie	Tak/nie (w zależności od rozwiązania)

Źródło: opracowanie własne.

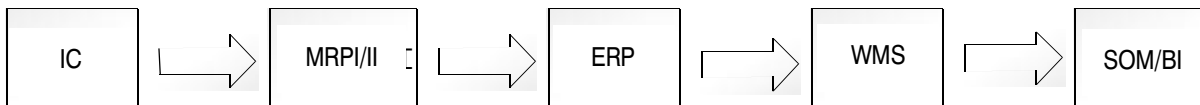
nych. Z jednej strony miejsce mniej zaawansowanych systemów tej klasy przejmują inne grupy narzędzi (choćby wspomniane systemy WES i MFC), z drugiej — istnieje potencjał dla rozwoju systemów WMS dla magazynów o bardziej rozbudowanych procesach i wykorzystujących automatykę magazynową.

Ewolucja systemów informatycznych w logistyce

Na rysunku 1 przedstawiono linię rozwoju systemów informatycznych dla logistyki. Miejsce systemu klasy WMS jest tu wyraźnie określone — na styku pomiędzy rozwiązaniami do zarządzania zasobami przedsiębiorstwa (ERP) i szeroko rozumianym łańcuchem dostaw (SCM). Ficoń i Krasnodębski wskazują, że te trzy grupy systemów reprezentują kolejne generacje aplikacyjne, wskazując także na potencjalne kierunki rozwój systemów informatycznych dla logistyki, m.in. poprzez wykorzystanie wirtualnej chmury obliczeniowej (Ficoń, Krasnodębski, 2016, s. 67).

Rysunek 1

Ewolucja systemów informatycznych dla logistyki



Źródło: opracowanie własne, na podstawie (Ficoń, Krasnodębski, 2016, s. 67).

Jak wynika z drogi rozwoju systemów informatycznych przedstawionej powyżej, systemy klasy Business Intelligence są jedną z tych grup rozwiązań informatycznych, które wyznaczać będą trendy na kolejne lata. Wdrażanie systemów klasy Business Intelligence jest ważnym obszarem nie tylko w logistyce. „Guru Business Intelligence, Ralph Kimball definiuje business intelligence jako ogólny termin opisujący wykorzystanie zasobów informacyjnych organizacji do podejmowania lepszych decyzji biznesowych” (Kimball, Ross, 2002, za: van Dyk, Conradie, 2007 s. 121). Są to zatem wszelkiego typu narzędzia pozwalające na podejmowanie decyzji z możliwie niskim ryzykiem popełnienia błędu biznesowego. Jeżeli uznać zatem rozbudowany system klasy WMS za narzędzie wpływające na sposób podejmowania decyzji i dostarczające informacji dla osób zarządzających procesem (w tym przypadku: dotyczącym gospodarki magazynowej), to będzie to świadczyło o tym, że system klasy WMS pełni de facto rolę narzędzia typu Business Intelligence.

Należy mieć na uwadze także fakt, że i systemy klasy ERP podlegają ewolucji. Coraz częściej o ich sze-

rokiach możliwościach wykorzystania decydują także liczne integracje z systemami odpowiadającymi za obszary sąsiadujące, również związane z funkcjonowaniem przedsiębiorstwa i jego otoczenia. Mowa tu chociażby o systemach zarządzania relacjami z klientami (CRM — Customer Relationship Management), zarządzania relacjami z dostawcami (SRM — Supplier Relationship Management) czy zarządzania łańcuchami dostaw (SCM — Supply Chain Management) (Ciesielski, Wieczerzycki, 2013, s. 222).

Wśród narzędzi informatycznych służących wsparciu procesów magazynowych są też systemy klasy WES — definiowane jako Warehouse Execution System, jako system służący do „bezpośredniego wsparcia realizacji procesów magazynowych, bazując na logistyce systemu ERP” (<https://www.agilero.pl/systemy-it/>). Różnica pomiędzy systemem klasy WMS, a WES polega na szerszym zakresie funkcjonalności tego pierwszego. System klasy WMS dedykowany jest do obsługi bardziej skomplikowanych procesów logistycznych, w magazynach o powierzchni większej niż 2 tys. m² i o liczbie SKU przekraczającej 1000, zapewnia także możliwość integracji z au-

tomatyką magazynową i dysponuje własną logiką biznesową, co pozwala mu realizować procesy na poziomie zarówno operacyjnym, jak i zarządczym (<https://www.agilero.pl/systemy-it/>).

Uzupełnieniem narzędzi do zarządzania procesami magazynowymi są także narzędzia do optymalizacji elementów procesów intralogistycznych, na przykład: planowania magazynu, planowania obciążenia stacji roboczych, analizy i optymalizacji przepływów, nadzoru nad prawidłowym lokowaniem produktów, optymalizacji pakowania i sekwencji zamówień (<https://www.psi.pl/pl/nasza-oferta/logistyka/optimalizacja-intralogistyki/>).

Ewolucja i kierunki rozwoju systemów klasy WMS

Systemy klasy WMS podzielić można na dwie podstawowe grupy. Pierwsze to narzędzia proste, których zadaniem jest przede wszystkim obsługa procesu

o charakterze manualnym. Tego typu narzędzia są wyraźnie prostsze (i tańsze) w implementacji, dysponują jednak ograniczoną funkcjonalnością. Druga grupa to rozbudowane systemy informatyczne mające szerokie możliwości i dostosowania do indywidualnych potrzeb, narzędzia skalowalne i wysoce konfigurowalne. Wśród dostawców obecnych na polskim rynku są dziś firmy oferujące rozwiązania zarówno z pierwszej, jak i drugiej grupy. Rozbudowany system klasy WMS charakteryzuje się dziś m.in. szerokimi możliwościami integracji (choćby z automatyką magazynową czy innymi systemami) czy rozbudowaną funkcjonalnością. Rozwój funkcjonalny jest jednym z wyraźnie widocznych trendów w zakresie systemów klasy WMS w ostatnich latach.

Systemy klasy WMS rozwijane są m.in. o funkcjonalności z zakresu planowania operacji i zarządzania zasobami. Jako przykład tego typu funkcjonalności może posłużyć moduł WAP systemu PSIWMS. Zadaniem tego modułu jest maksymalnie efektywne planowanie wykorzystania zasobów magazynowych. „W sposób automatyczny planuje on pracę sorterów magazynowych, wykorzystując algorytmy planowania, które przetwarzają ogromne ilości informacji w kilka sekund” (<http://www.logistics-manager.pl/2018/05/31/planowanie-4-0-w-magazynie/>). System został już wdrożony u pierwszego klienta, gdzie przełożył się m.in. na wyraźne zmniejszenie (o blisko 40%) czasu planowania operacji. „Korzyści najłatwiej zauważyć podczas codziennej pracy magazynu. Zmieniły się role i zadania planistów, którzy obecnie monitorują proces, dokonując sporadycznie ręcznych zmian. Kolejność zleceń jest z góry określona, a w przypadku nieprzewidzianych sytuacji brygadzisci korzystający z WAP na stacjach w magazynie mogą skorygować plan, np. przesuwając operacje na inny sorter lub zmieniając ich kolejność. Moduł umożliwia prognozowanie liczby pracowników, którzy w danym dniu powinni obsługiwać zlecenia, by dotrzymać terminów wysyłek” (<http://www.logistics-manager.pl/2018/05/31/planowanie-4-0-w-magazynie/>).

Zasadniczo problem odpowiedniej alokacji zasobów w magazynie nie jest nowy. Przechowywanie i wyszukiwanie w magazynach wielokrotnie było już przedmiotem badań w odniesieniu do magazynów zarówno manualnych, jak i automatycznych. Bywa, że te same narzędzia mogą znaleźć zastosowanie w obu tych typach magazynów. „Zakładając, że istnieją pewne systemy o tych samych elementach, w których operator otrzymuje wskazówki jak dotrzeć do kolejnej lokalizacji, to ten sam zestaw zasad może być równie dobrze stosowany jako scenariusz procesu zautomatyzowanego lub manualnego” (Johnston, Taylor, Visweswaramurthy, 1999, s. 223). To właśnie dostosowanie sposobu funkcjonowania systemu klasy WMS do różnych warunków brzegowych i zmieniających się warunków otoczenia stanowi wciąż jedno z największych wyzwań dla tworzących tego typu narzędzia.

Coraz wyższe wymagania stawiane logistyce wy-

muszają na dostawcach systemów informatycznych ciągle rozwój systemów od strony zarówno funkcjonalnej, jak i technicznej. Wyzwaniami pozostają chociażby problemy wymagające modelowania czy skomplikowanych obliczeń matematycznych.

Wśród takich wyzwań znajdują się m.in. problem koordynacji procesów uzupełniania zapasów (coordinated replenishment problem — CRP) czy problem koordynacji uzupełniania i dostaw (coordinated replenishment and delivery — CRD). Strategia CRD stanowi tu rozszerzenie dla strategii CRP, z kolei strategia (polityka) CRP stanowi ważny element zarządzania łańcuchami dostaw (Liu, Liu, Zeng, Wang, 2017, s. 291–292). Na strukturę inteligentnego systemu operacyjnego składają się m.in.: aplikacje centrum przetwarzania danych, odpowiednie interfejsy, bazy danych czy web serwisy, ale także aplikacje do wsparcia rozwiązań mobilnych czy urządzeń drukujących (Mao, Xing, Xhang, 2018, s. 1357).

Współczesny przemysł i logistyka, obszary wysoce customizowane i elastyczne, z mocno zróżnicowaną ofertą produktową, obejmującą zarówno produkty nieprzetworzone, półprodukty, jak i produkty wysoce przetworzone, wymagają odpowiedniego zarządzania informacją. A wymiana informacji i ich aktualizacja stają się elementami kluczowymi. To pozwala zaproponować system WMS bazujący na rozwiązaniach Internetu Rzeczy (Internet of Things), w pełni wykorzystujący technologię RFID, czujniki bezprzewodowego śledzenia czy komunikacji (Lee, Lv, Ng, Ho i Choy, 2017, s. 2756).

Jedną z ważnych tendencji w obszarze systemów zarządzania przedsiębiorstwem pozostaje wykorzystanie chmury obliczeniowej. Rozwiązania chmurowe pojawiają się m.in. w obszarze systemów ERP, a także WMS. Polskie organizacje coraz częściej wdrażają tego typu systemy, a także systemy obsługujące poszczególne procesy biznesowe, w tym procesy magazynowe (<https://www.computerworld.pl/news/Polski-rynek-ERP-dojrzewa,410027.html>). Z badań przeprowadzonych przez redakcję czasopisma Computerworld w trzecim kwartale 2017 r. wynika, że polskie firmy coraz chętniej korzystają z rozwiązań chmurowych, wciąż jednak wykazują także sporo sceptycyzmu, przede wszystkim w związku z kwestiami bezpieczeństwa, utraty i wycieku danych, utraty kontroli dostępu do usługi czy wyzwań związanych z integracją z już istniejącymi narzędziami i środowiskami IT (<https://www.computerworld.pl/news/Polski-rynek-ERP-dojrzewa,410027.html>).

Wdrożenie systemu bazującego na WMS i wykorzystującego technologię chmury może być dobrym kierunkiem w przypadku rynku charakteryzującego się krótkim cyklem życia produktów, wysoką impulsywnością zakupu czy niską przewidywalnością i na analizowanym przykładzie może spełniać wymagania współczesnej logistyki i zarządzania logistycznego oraz efektywnego zarządzania operacjami w magazynie

nie i gospodarowania zapasami (Wakabayashi, Suzuki, Watanabe, Karasawa, 2014, s. 563).

Dostawcy systemów klasy WMS w rozmaity sposób definiują (na poziomie przekazu marketingowego), jakie wymagania spełniać powinien nowoczesny system WMS. Powinien być on elastyczny, skalowalny, przyszłościowy (dawać możliwość rozwoju), dokładny (pracujący w czasie rzeczywistym) i zapewniający szybki zwrot z inwestycji (<https://www.consafelogistics.com/pl/products/astro-wms/>).

Jednym z kierunków wskazywanych przez dostawców systemów klasy WMS jest także optymalizacja procesów. Sprzyja temu dynamika procesów, ale także zwiększające się możliwości prowadzenia optymalizacji.

Warto zauważyć, że na światowym rynku systemów WMS nie ma dostawców o dominującej pozycji. Wynika to częściowo ze specyfiki systemów WMS — jako skalowalnych, elastycznych i specyficznych dla branży systemów informatycznych. W związku z tym niektóre firmy opracowują własne systemy klasy WMS, inne używają różnych narzędzi równolegle, aby sprostać specyficznym wymaganiom procesów magazynowych (Min, 2006, s. 117).

Podsumowanie

W artykule przedstawiono ewolucję systemów informatycznych w logistyce, ze szczególnym uwzględnieniem systemów klasy WMS. Rozwój branży logistycznej, w połączeniu ze stale rosnącymi wymaganiami względem logistyki, skutkują ciągłym rozwojem narzędzi informatycznych. Ewolucja systemów klasy WMS przebiega tu dwutorowo. Po pierwsze — następuje stały rozwój zakresu funkcjonalnego tego typu systemów, co podnosi wartość biznesową tego typu narzędzi, po drugie — ewoluują one wraz z całą branżą logistyczną, co powoduje rozwój systemów klasy WMS z wykorzystaniem najnowszych zdobyczy branży informatycznej. Rozwój ten widoczny jest zarówno na rynku krajowym, jak i na rynkach zagranicznych. Mając na uwadze powyższe, można postawić tezę, że rozwój systemów klasy WMS bezpośrednio związany jest ze zmianą wymagań stawianych logistyce oraz że mając na uwadze aktualne trendy, należy spodziewać się dalszego rozwoju systemów klasy WMS w przyszłości.

Bibliografia

- Bartosiewicz, S. (2017). Optymalizacja procesów magazynowych w przedsiębiorstwie. *Gospodarka Materialowa i Logistyka*, (5), 23–32.
- Blaik, P. (2018). Potencjał i osiągnięcia sektora logistyki w krajach Unii Europejskiej. *Gospodarka Materialowa i Logistyka*, (1), 2–11.
- Blaik, P. (2017). Rozwój logistyki w kierunku dyscypliny nauki. *Gospodarka Materialowa i Logistyka*, (9), 2–10.
- Ciesielski, M., Wieczerzycki, W. (red.) (2013). *Contemporary trends in Supply Chain Management*. Poznań: Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego.
- Dyk van L., Conradie, P. (2007). Creating business intelligence from course management systems. *Campus-Wide Information Systems*, 24(2), 120–133.
- Faber, N., de Koster, M., Smidts, A. (2013). Organizing warehouse management. *International Journal of Operations & Production Management*, 33(9), 1230–1256.
- Ficoń, K., Krasnodębski, G. (2016). Cztery generacje logistycznych systemów informatycznych. Geneza, aplikacje, trendy. *Systemy Logistyczne Wojsk*, (44), 63–82.
- Johnston, D., Taylor, G. D., Visweswaramurthy, G. (1999). Highly constrained multi-facility warehouse management system using a GIS platform. *Integrated Manufacturing Systems*, 10(4), 221–233.
- Kimball, R., Ross, M. (2002). *The Data Warehouse Toolkit*. New York: Wiley.
- Lee, C. K. M., Lv, Y., Ng, K. K. H., Ho, W., Choy, K. L. (2017). Design and application of Internet of things-based warehouse management system for smart logistics. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2753–2768.
- Lewicki M. (2018). E-handel w Polsce — stan i perspektywy rozwoju. *Handel Wewnętrzny*, (1), 176–189.
- Li, L. (2007). *Supply Chain Management: Concepts, Techniques and Practices, Enhancing Value Through Collaboration*. Singapore: World Scientific.
- Liu, R., Liu, S., Zeng, Y. R., Wang, L. (2017). Optimization model for the new coordinated replenishment and delivery problem with multi-warehouse. *The International Journal of Logistics Management*, 28 (2), 290–310.
- Logisys. (2014.). Systemy informatyczne w polskich magazynach. Raport 2014. http://www.logisys.pl/_CMS/userfiles/raport_2014_systemy-IT.pdf (12.02.2019).
- Mao, J., Xing, H., Xiang, X. (2018). Design of Intelligent Warehouse Management System. *Wireless Personal Communications*, 102(2), 1355–1367.
- Mejssner, B. (2018). *Nowe porządki w magazynach*. <https://www.computerworld.pl/news/Nowe-porzadki-w-magazynach,410353.html> (16.02.2019).
- Min, H. (2006). The applications of warehouse management systems: an exploratory study. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 9(2), 111–126.
- Wakabayashi, K., Suzuki, K., Watanabe, A., Karasawa, Y. (2014). Analysis and Suggestion of an e-Commerce Logistics Solution: Effects of Introduction of Cloud Computing Based Warehouse Management System in Japan. W: P. Golińska (red). *Logistics Operations, Supply Chain Management and Sustainability* (567–573). Springer 2014.
- Wang, H. (2013). Logistics Enterprise Warehouse Management System Optimization. W: W. Du (red.). *Informatics and Management Science. Lecture Notes in Electrical Engineering* (107–113). London: Springer-Verlag.

Źródła internetowe

- <https://www.agilero.pl/systemy-it/> (16.02.2019).
- <https://www.computerworld.pl/news/Polski-rynek-ERP-dojrzewa,410027.html> (16.02.2019).
- <https://www.consafelogistics.com/pl/products/astro-wms/> (16.02.2019).
- <https://www.erp-view.pl/wms/20376-polski-rynek-wms-pod-lup-consafe-logistics.html> (13.02.2019).
- <http://www.logistics-manager.pl/2018/05/31/planowanie-4-0-w-magazynie/> (22.02.2019).
- <http://www.logistyczny.com/biblioteka/w-magazynie/item/315-wms-przyszlosci> (16.02.2019).
- <https://www.psi.pl/pl/nasza-oferta/logistyka/optimalizacja-intralogistyki/> (16.02.2019).