

Marcin CIECIURA*

Joanna Alicja DYCZKOWSKA**

OCENA PROCESU MAGAZYNOWEGO W PRZEDSIĘBIORSTWIE X W LATACH 2022-2023

Zarys treści: Celem artykułu była ocena procesu magazynowego w przedsiębiorstwie X w latach 2022-2023. Analiza dotyczyła identyfikacji ewentualnych nieprawidłowości w organizacji działalności magazynu, ale także określenie wpływu procesów na funkcjonowanie całego łańcucha logistycznego, na poziomie wybranego obiektu. Do wykonania badania zastosowano analizę literatury, analizę wskaźników i mierników logistycznych, opartą na danych uzyskanych z opisywanego przedsiębiorstwa, a także własne obserwacje dotyczące organizacji i pracy magazynu. We wnioskach wskazano obszary, które powinny wymagać optymalizacji, a także przedstawiono propozycję usprawnień, mogących przyczynić się do poprawy efektywności procesów magazynowych w przyszłości, takich jak: zmiana standardów rejestrowania danych, zwiększenie możliwości produkcyjnych, czy wprowadzenie systemu szybkiego reagowania na nieprzewidziane zmiany.

Słowa kluczowe: logistyka, magazyn, proces magazynowy, wskaźniki i mierniki gospodarki magazynowej.

Wprowadzenie

Magazyny i proces magazynowania odgrywają kluczową rolę w logistyce i handlu od najdawniejszych czasów. Potrzeba bezpiecznego przechowywania dóbr jest nieodłącznym elementem rozwoju cywilizacji, towarzyszącym ludzkości od jej początków. We współczesnych czasach, kiedy ludzkość rozpoczęła globalną współpracę, magazyny zaczęły być kluczowym punktem w rozwoju wszelkich firm. Istotną rolę odegrał rozwój technologiczny, głównie informatyki i logistyki. Wraz z postępującym rozwojem i poziomem rozumienia znaczenia przedsiębiorstwa w organizacji, magazynowanie stało się istotnym aspektem na rynku globalnym, gdyż właśnie magazyny i centra posiadają największe możliwości optymalizacyjne. Nie posiadając odpowiednich narzędzi, czy systemów,

* Absolwent kierunku Logistyka, Wydział Nauk Ekonomicznych, Politechnika Koszalińska

** Wydział Nauk Ekonomicznych, Politechnika Koszalińska

przedsiębiorstwo naraża siebie na straty w porównaniu do konkurencji poprzez nieodpowiednią optymalizację procesów. Ostatnie trendy wskazują na istnienie potrzeby rezygnacji z magazynów, w celu redukcji kosztów. Przedsiębiorstwa wprowadzają systemy metody zarządzania minimalizujące wykorzystanie przestrzeni magazynowej takie jak JIT (z ang. *Just in Time* – dokładnie na czas), by skorzystać na minimalizacji kosztów generowanych przez procesy magazynowe. W artykule wykorzystano następujące metody badawcze: analiza literatury, studium przypadku i analiza wskaźników efektywności pracy magazynu.

Magazyn – pojęcie, cele i zadania

Pojęcie magazynu obejmuje więc szeroki zakres znaczeń, które różnią się od siebie w zależności od kontekstu, a także rozpatrywanej dziedziny. W literaturze naukowej można znaleźć wiele różnych definicji magazynu, które odwołują się zarówno do jego funkcji, ale także do jego roli w systemie logistycznym. W tabeli 1 przedstawiono niektóre z nich.

Tabela 1. Definicje pojęcia magazynu

Autor	Definicja
B. Słowiński (2008, s. 111)	Magazyn jest jednostką funkcjonalno-organizacyjną, przeznaczoną do magazynowania dóbr materialnych (zapasów) w wyodrębnionej przestrzeni, budowli magazynowej, według ustalonej technologii, posiadającą odpowiednie urządzenia i obsługiwaną przez zespół ludzi, wyposażonych w odpowiednie umiejętności.
R. Gwynne (2014, s. 1)	Magazyn powinien być rozpatrywany jako tymczasowe miejsce przechowywania zapasów. Służy jako jednostka statyczna – w głównej mierze – dopasowuje dostępność produktu do popytu, a także posiada podstawowy cel, jakim jest ułatwienie przepływu towarów od dostawców do klientów, zaspokajając popyt w terminowy i opłacalny sposób.
M. Jurczak S. Konecka A. Łupicka-Fietz K. Pawlicka (2024, s. 71)	Magazyn to planowana przestrzeń do efektywnego przechowywania i manipulowania zapasami. Wyodrębniona przestrzeń magazynowa zapewnia wymagane warunki przechowywania zapasów, zabezpiecza towar przed ubytkami ilościowymi i jakościowymi.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: B. Słowiński, *Wprowadzenie do logistyki*, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2008; M. Jurczak, S. Konecka, A. Łupicka-Fietz, K. Pawlicka, *Podstawy logistyki*, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Poznań 2024; R. Gwynne, *Warehouse management: a complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse*, Kogan Page Limited, 2014.

Magazyny różnią się nie tylko pod względem funkcjonalności, ale także niektóre cechy fizyczne wyróżniają różne typy magazynów. Według Motowidlak i Tokarski magazyny można podzielić na podstawie poszczególnych kryteriów¹:

- konstrukcja budynku,
- wysokość składowania,
- stopień mechanizacji,
- rodzaj materiałów przechowywanych,
- warunki przechowywania.

Pierwszym kluczowym czynnikiem jest konstrukcja budynku, co zostało przedstawione w tabeli 2.

Tabela 2. Podział magazynów ze względu na konstrukcję budynku

Typ	Opis
Otwarte	Są to obszary wydzielone na otwartej przestrzeni, płace o nawierzchni gruntowej lub twardej. Zazwyczaj na nich są składowane materiały odporne na oddziaływanie losowych warunków atmosferycznych np. kontenery czy materiały budowlane.
Półotwarte	Są to miejsca wydzielone z otwartej przestrzeni za pomocą wybudowanych przegród. Obiekty te posiadają co najmniej jeden nieosłonięty bok. Są to między innymi wiaty czy zasieki. Przechowuje się tu materiały odporne na zmienną temperaturę, wymagające ciągłego przepływu powietrza.
Zamknięte	Obiekty budowlane całkowicie wydzielone z otwartej przestrzeni za pomocą poziomych i pionowych przegród. Są tu składowane produkty odporne na warunki atmosferyczne lub wymagające specjalnych warunków przechowywania.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: U. Motowidlak, D. Tokarski, *Infrastruktura magazynowa i transportowa w dobie zrównoważonego rozwoju gospodarki*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2022.

Dla przedsiębiorstwa, które musi przechowywać produkty, będzie to nie tylko przechowywanie zapasów, ale także wszystkie procesy logistyczne, jakie tam zachodzą, optymalne rozłożenie towarów, czy staranie się o redukcję kosztów. W oparciu o różne wymagania, dotyczące magazynów można wymienić jego poszczególne funkcje. A. Szymonik wyszczególnił niektóre funkcje²:

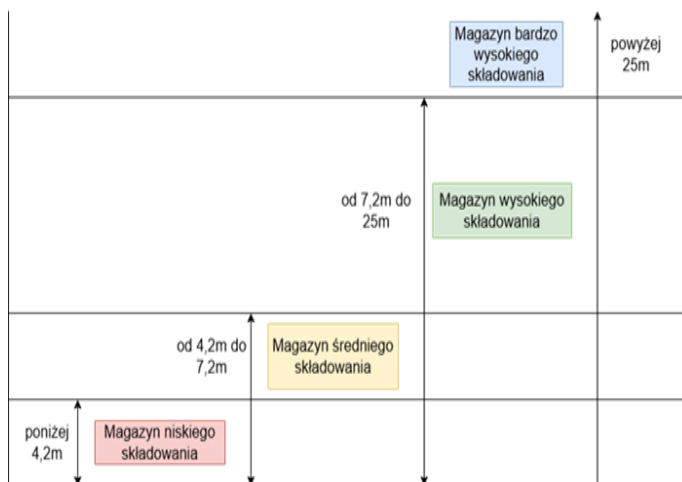
- przyjmowanie towarów,
- przechowywanie,
- kompletacja zamówień,

¹ U. Motowidlak & D. Tokarski, *Infrastruktura magazynowa i transportowa w dobie zrównoważonego rozwoju gospodarki*, Wyd. Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2022, s. 83.

² A. Szymonik & I. Nowak, *Współczesna logistyka*, Wyd. Difin, Warszawa 2018, s. 135.

- wysyłka towarów,
- kontrola stanów magazynowych,
- intralogistyka.

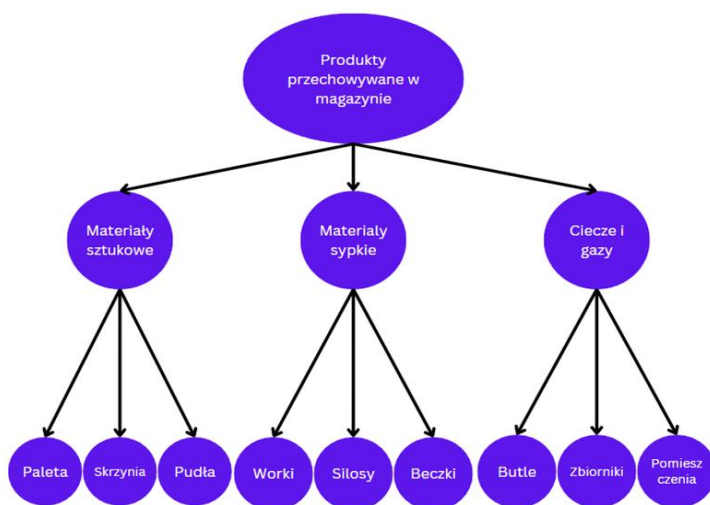
Według podanych kryteriów można wyszczególnić niektóre typy magazynów. Ważną miarą jest wysokość składowania, co zostało wyjaśnione na rysunku 1.



Rysunek 1. Podział magazynów ze względu na wysokość składowania

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: U. Motowidlak, D. Tokarski, *Infrastruktura magazynowa i transportowa w dobie zrównoważonego rozwoju gospodarki*, Wyd. Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, s. 85.

Różne typy magazynów wynikają także z różnego rodzaju kształtów i formy produktów. Na rysunku 2 przedstawiono różne formy produktów, z jakimi można mieć do czynienia w magazynach.



Rysunek 2. Podział produktów ze względu na ich postać i sposób przechowywania

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: U. Motowidlak, D. Tokarski, *Infrastruktura magazynowa i transportowa w dobie zrównoważonego rozwoju gospodarki*, Wyd. Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2022, s. 86.

Infrastrukturą magazynową określa się zbiór obiektów i urządzeń, które umożliwiają prawidłowy sposób magazynowania zgodnych z procesem logistycznym. Magazyny wyposażone są w środki umożliwiające sprawny przepływ ładunków, zapewniające odpowiedni mikroklimat, warunki pracy i odpowiedni poziom obsługi klienta. Zapewniają także bezpieczeństwo oraz higienę pracy, jak również bezpieczeństwo przeciwpożarowe³. Praca Kwiatkiewicza ze współautorami dzieli wyposażenie magazynu na elementy opisane w tabeli 3⁴.

³ N. Waszkowska & A. Zdanowska, *Logistyka magazynowa – tendencje rozwojowe na polskim rynku*, Journal of TransLogistics, 2017, 3(2), s. 107-119.

⁴ P. Kwiatkiewicz, E. Januła, M. Kasińska & M. Laskowski, *Zapasy i magazynowanie*, In Red. Wydawnictwo Naukowe E Book, Poznań 2020, s. 64.

Tabela 3. Podział wyposażenia magazynu

Nazwa	Opis
Urządzenia do składowania	Urządzenia do składowania są zwykle konstrukcjami, w których składowane są zapasy magazynowe. Dostosowane są zwykle do kształtów i masy składowanych wyrobów.
Środki transportu wewnątrz magazynowego	Są to urządzenia do przemieszczania i układania towarów.
Pomocnicze urządzenia magazynowe	Jest to grupa pozostałych urządzeń służących wsparciu procesu magazynowego i jego zabezpieczeniu.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: P. Kwiatkiewicz, E. Januła, M. Kasińska, M. Laskowski, *Zapasy i magazynowanie*, Wydawnictwo Naukowe E Book, Poznań 2020, s. 64.

Urządzeniami do składowania nazwane są maszyny, których konstrukcja umożliwia układanie, zawieszanie czy opieranie przechowywanych w magazynie towarów. W tabeli 4 został przedstawiony główny podział urządzeń do składowania.

Tabela 4. Podział urządzeń do składowania

Urządzenie	Opis
Regały	Urządzenia o budowie przestrzennej przeznaczone do składowania zapasów bezpośrednio na ich elementach konstrukcyjnych.
Stojaki	Są one stosowane do ładunków długich, takich jak pręty czy rury. Składowane są w wiązkach lub pojedynczo.
Wieszaki	Wieszaki magazynowe głównie wykorzystywane do wieszania odzieży. Mają one umożliwić maksymalne wykorzystanie wysokości pomieszczeń.
Podkłady	Podkłady to proste urządzenia służące do składowania zapasów nieufornowanych w jednostki ładunkowe.
Zasieki	Przegrody wybudowane w postaci pionowych, pełnych lub ażurowych ścian oporowych dla składowanych zapasów, którymi najczęściej są materiały sypkie.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: A. Wojciechowski, *Infrastruktura w przechowywaniu towarów (cz. 2)*, Logistyka, nr 1, 2007; P. Kwiatkiewicz, E. Januła, M. Kasińska, M. Laskowski, *Zapasy i magazynowanie*, Wyd. Naukowe E Book, Poznań 2020, s. 64.

Bazy danych są niezbędne w magazynach, z racji tego, że liczba przechowywanych towarów, detali, półproduktów itp. często jest wyrażana w dziesiątkach, setkach tysięcy, a czasami nawet w milionach, więc trzeba je gdzieś przechowywać. Warto pamiętać, że samo posiadanie danych nie wystarcza. Istotna jest

możliwość dokładnie przeanalizowania ogromnej ilości danych i wyciągnięcia z nich istotnej informacji. Te zadanie wykonują systemy WMS i ERP.

WMS (z ang. *Warehouse Management System* – system zarządzania magazynem) jest to oparta na bazie danych aplikacja komputerowa służąca do poprawy wydajności magazynu poprzez kierowanie terminowością i utrzymanie dokładnego przechowywania poprzez rejestrowanie transakcji magazynowych. Systemy te kierują i optymalizują stan magazynowy w oparciu o informacje w czasie rzeczywistym⁵. Ważny w systemach WMS jest fakt, że automatycznie nadaje numery identyfikacyjne produktów, a następnie można je łatwo rozpoznać dzięki systemowi kodów kreskowych, kodów QR (Quick Response – szybka odpowiedź), czy dzięki wykorzystywaniu skanowania przy pomocy fal radiowych, czy podczerwieni⁶.

Głównym zadaniem systemów WMS jest otrzymywanie danych, przetworzenie ich w informację i przetłumaczenie ich na codzienne operacje, które powinny wykonywać się w magazynie. Można przyjąć, że jest to system, który zarządza procesami, ludźmi i urządzeniami magazynowymi na poziomie operacyjnym.

WMS często stanowi tylko część zaawansowanego oprogramowania jakim są systemy klasy ERP (Enterprise Resource Planning – zaawansowane planowanie zasobów). Są to programy do kompleksowego zarządzania przedsiębiorstwem. Systemy ERP są zbudowane z wielu modułów tj. finanse i księgowość, dział HR, sprzedaż, produkcja itd. Systemy te pozwalają na dokładne planowanie i analizę procesów zachodzących wewnątrz przedsiębiorstwa⁷. Systemy te przeszły długotrwałą ewolucję, z początku były to systemy MRP (*Material Requirements Planning* – planowanie zapotrzebowania materiałowego), których celem było tworzenie planu zakupów materiałów⁸. Z czasem zaczęto planować inne działy przedsiębiorstwa, i systemy się integrowały tworząc MRP II (*Manufacture Resource Planning* – planowanie zasobów produkcyjnych), które też zaczęto

⁵ A. Ramaa, K. N. Subramanya & T. M. Rangaswamy, *Impact of warehouse management system in a supply chain*, International Journal of Computer Applications, 2012, 54(1), s. 14.

⁶ Y. M. Wang, X. T. Tian, H. Zhang, Z. R. Yang & X. B. Yin, *Anticounterfeiting quick response code with emission color of invisible metal – organic frameworks as encoding information*, ACS applied materials & interfaces, 2018, 10(26), s. 22445-22452.

⁷ P. Lech, *Zintegrowane systemy zarządzania ERP/ERP II, Wykorzystanie w biznesie, wdrażanie*, Wyd. Difin, Warszawa 2003, s. 13.

⁸ D. Kovačić & L. Bogataj, *Multistage reverse logistics of assembly systems in extended MRP Theory consisting of all material flows*, Central European Journal of Operations Research, 2011, 19(3), s. 337-357.

nazywać ERP⁹. Ostatecznie systemy ERP zaczęły integrować się same ze sobą, w celu ułatwienia współpracy i komunikacji na poziomie dostawca – produkcja – odbiorca tworząc system ERP II.

Procesy magazynowania

Procesem magazynowania nazywany jest zespół czynności, który jest związany z czasowym przyjmowaniem, składowaniem, przechowywaniem, kompletowaniem, przemieszczaniem, kontrolowaniem, czy wydawaniem dóbr materialnych lub zapasów. Jego organizacja to całokształt środków, zasad i metod oraz struktur organizacyjnych składających się na system skoordynowanych działań zapewniających efektywne magazynowanie dóbr materialnych (Jurczak i inni, 2024, s. 74)¹⁰.

W przypadku strefy przyjęć wykorzystywane są środki transportowe, takie jak wózki widłowe czy podnośniki, aby móc sprawnie rozładować ładunek ze środka transportowego, a także kilka miejsc buforowych, służących do tymczasowego rozmieszczenia tam jednostki ładunkowej, zanim zostanie przekazana dalej.

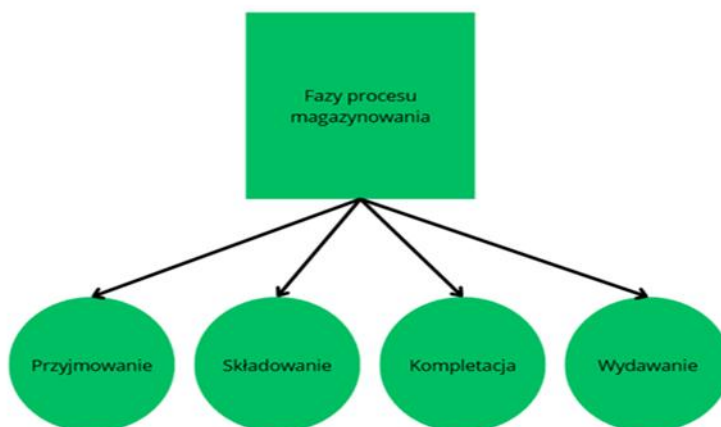
W strefie składowania i kompletacji przede wszystkim są wykorzystywane urządzenia do składowania: regały, wieszaki, stojaki itd., a także środki transportu wewnątrzmagazynowego, aby móc umieścić towar w odpowiednim miejscu. Często w strefach składowania i kompletacji występują tymczasowe miejsca buforowe, zanim osoba pracująca na tym dziale znajdzie odpowiednie miejsce do umieszczenia ładunku. W przypadku kompletacji miejscu buforowe może posłużyć jako miejsce kompletowania zamówienia.

W strefie wydania towar jest transformowany w jednostki ładunkowe za pomocą urządzeń transportowych, w przypadku zabezpieczenia ładunku od zewnątrz wykorzystywane są pakowarki która mają owinać towar folią, papierem, albo specjalnym zabezpieczeniem.

Proces magazynowania obejmuje przepływ materiałów, półproduktów i wyrobów gotowych, a także informacji i finansów. Został on podzielony na fazy, co przedstawiono na rysunku 3.

⁹ J. A. Dyczkowska, N. Chamier-Gliszczyński, M. Olkiewicz & T. Królikowski, *Evaluation of IT systems in logistics*, *Procedia Computer Science*, 2024, 246, s. 4297-4306.

¹⁰ M. Jurczak, S. Konecka, A. Łupicka-Fietz & K. Pawlicka, *Podstawy logistyki*, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Poznań 2024, s. 74.



Rysunek 3. Fazy procesu magazynowania

Źródło: Opracowanie własne na podstawie T. Szczepanik, *Logistyczne aspekty magazynowania w przedsiębiorstwach na terenie województwa śląskiego*, Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej, 2012, s. 114.

Ponadto we wszystkich strefach wykorzystywane są systemy informatyczne, które mają przyspieszyć pracę i zapewnić optymalność i efektywność transportowania jednostki ładunkowej. Aby wszystkie strefy poprawnie ze sobą współdziałały, muszą one być rozłożone w optymalnym układzie, tak aby redukować długość przebytej drogi i czas działania. Praca Świętonia prezentuje trzy najbardziej wykorzystywane układy technologiczne w magazynach¹¹:

- przelotowy – charakteryzuje się głównie tym, że strefa przyjęć oraz strefa wydań znajdują się po przeciwnych stronach obszaru składowania towarów,
- kątowy – wyróżnia się ułożeniem stref przyjęć oraz wydań przy sąsiadujących ze sobą ścianach obszaru składowania,
- workowy – zarówno strefa przyjęć, jak i strefa wydań usytuowane są przy tej samej ścianie strefy składowania. Obydwie strefy mogą stanowić odrębne obszary lub też mogą być połączone w jeden wspólny zwany strefą przyjęć – wydań.

¹¹ A. Świętoń, *Logistyka magazynowania w przedsiębiorstwie handlowym* (w:) A. Fajczak-Kowalska (Red.), *Technologie i nowe trendy w zarządzaniu a rozwój przedsiębiorstw sektora TSL, Wybrane problemy ekonomii, informatyki i zarządzania*. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2020, s. 80-81.

Układy technologiczne, jak można zauważyć zależą od tego, gdzie względem punktu przyjęcia towaru, znajduje się punkt docelowy. Stąd też wyróżniane są typy magazynów: skierowane na produkcję, gdzie magazyn ma zaopatrywać halę produkcyjną w materiały, zasoby czy półprodukty, a także magazyny skierowane na zbyt, gdzie wyroby gotowe są przygotowywane do wysyłki.

Mając zapewnione wszystkie kluczowe elementy prawidłowego funkcjonowania magazynu, istotne jest zweryfikowanie, czy jego operacje przebiegają zgodnie z oczekiwaniami przedsiębiorstwa. W tym celu stosuje się mierniki i wskaźniki efektywności, które umożliwiają ocenę oraz optymalizację procesów magazynowych. Dzięki wskaźnikom istnieje możliwość oceny pracy magazynu¹². Dla strefy przyjęć będzie to wskaźnik efektywności przyjęć, oparty na wzorze 1.

$$\text{Wskaźnik efektywności przyjęć} = \frac{\text{ilość przyjętych towarów}}{\text{cel przyjęć na dany okres}} * 100 [\%]$$

Wskaźnik efektywności przyjęć pokazuje w jakim stopniu został zrealizowany cel przyjęć pozycji materiałowych do magazynu, ustanowiony przez dział planowania. Dla strefy kompletacji będzie efektywność będzie obliczać wskaźnik efektywności kompletacji, zaznaczone na wzorze 2.

$$\text{Wskaźnik efektywności kompletacji} = \frac{\text{ilość zrealizowanych kompletacji}}{\text{cel kompletacji na dany okres}} * 100 [\%]$$

Dzięki temu wskaźnikowi można zauważyć czy ustalone wcześniej założenia dotyczące kompletacji, zostały spełnione. W taki sam sposób strefa wysyłek będzie posiadać możliwość oceny poprzez wskaźnik efektywności wysyłki, zawarty na wzorze 3.

$$\text{Wskaźnik efektywności wysyłki} = \frac{\text{liczba linii wysłanych}}{\text{liczba linii do wysłania}} * 100 [\%]$$

Wskaźnik ten pokazuje czy strefa wysyłki wyrabia się z ilością towarów przeznaczonych do przekazania gdzie indziej. Wszystkie wskaźniki efektywności posiadają wartość procentową i najkorzystniej byłoby, gdyby wynosiło 100%. Jednakże często jest to niemożliwe z powodu nieregularnej ilości produktów, wpływu postojów innych działów lub zdarzeń losowych.

¹² J. Twaróg, *Mierniki i wskaźniki logistyczne*, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2005.

W przypadku badania zakłóceń w działaniu procesów magazynowych, mogą pomóc wskaźniki zaległości danego działu. W strefie przyjęć można określić wskaźnik zaległości strefy przyjęć, pokazany we wzorze 4.

$$\text{Wskaźnik zaległości przyjęć} = \frac{\text{ilość zaległych przyjęć}}{\text{cel przyjęć na dany okres}} * 100 [\%]$$

Wskaźnik ten ilustruje jaka część przyjęć zostaje zachowanych jako zaległa i generuje opóźnienia. Dla strefy kompletacji jest wskaźnik zaległości kompletacji, opisany wzorem 5.

$$\text{Wskaźnik zaległości kompletacji} = \frac{\text{ilość zaległych kompletacji}}{\text{cel kompletacji na dany okres}} * 100 [\%]$$

Wskaźnik posiada informacje o niewykonanych kompletacjach, które także generują opóźnienia. W przypadku wysyłki może zaistnieć sytuacja, że dział planowania przygotował zlecenia, ale ich nie wypuścił jeszcze do skompletowania. Powstają wtedy zlecenia otwarte w planowaniu. Na podstawie tego można wyznaczyć wskaźnik zleceń nieruchomości, zawarty we wzorze 6.

$$\text{Wskaźnik zleceń nieruchomości} = \frac{\text{liczba zleceń otwartych w planowaniu}}{\text{cel kompletacji na dany okres}} * 100 [\%]$$

Dzięki temu wskaźnikowi, dostarczana jest informacja jak często zlecenia są zostawiane w takim stanie. To też może doprowadzić do większej częstotliwości zdarzeń losowych. Finalnie, strefa wysyłki posiada wskaźnik zaległości wysyłek, zawarty we wzorze 7.

$$\text{Wskaźnik zaległości wysyłki} = \frac{\text{ilość linii niewysłanych}}{\text{liczba linii do wysłania}} * 100 [\%]$$

Wskaźniki zaległości tak samo przyjmują wartości procentowe, aczkolwiek w celu optymalnego działania procesów magazynowych pożądane jest posiadanie tych wskaźników na poziomie jak najbliższym zera, z tym że tak samo często wynik ten jest nieosiągalny z powodu wielu czynników. Kolejnym wskaźnikiem mogą być wskaźniki wpływu produkcji na wysyłkę wynikający ze wzoru 8.

$$\text{Wskaźnik wpływu produkcji na wysyłkę} = \frac{\text{Liczba pozycji opóźnionych z winy produkcji}}{\text{liczba linii do wysłania}} * 100 [\%]$$

Wskaźnik wynika z tego, że w firmach produkcyjnych magazyn może nie otrzymać wytworzonych produktów, wynikających z przestojów produkcji, wtedy magazyn nie ma wpływu na nadmiarowe linie, które zostały wysłane z opóźnieniem. Dzięki temu wskaźnikowi można otrzymać informację jak bardzo

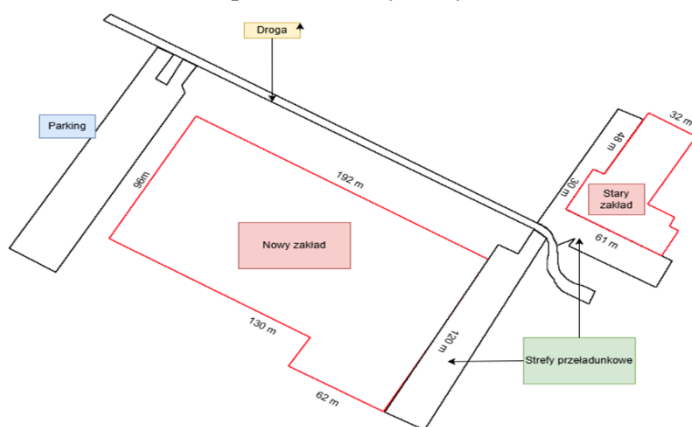
produkcja sprawia kłopoty, co do wysyłki i wtedy produkcja może być słabym punktem w procesie magazynowym. Istnieje jeszcze możliwość porównania strefy przyjęć i strefy wysyłki, za pomocą wskaźnika płynności magazynu, oparty na wzorze 9.

$$\text{Wskaźnik płynności magazynu} = \frac{\text{Liczba linii wysyłanych}}{\text{Liczba przyjętych towarów}}$$

Z racji wynikających zdarzeń losowych, zarówno w strefie przyjęć jak i w strefie wydań wskaźnik ten będzie się wahać, ale jeżeli magazyn działa płynnie, powinien oscylować bardzo blisko wartości 1. W przypadku niższej wartości można mieć do czynienia z wąskim gardłem, które blokuje płynny przepływ towarów przez magazyn, natomiast jeżeli wartość jest wyższa, może istnieć problem z ewidencją towarów, jeżeli wysyłane jest więcej niż przychodzi.

Studium przypadku – analiza i ocena procesów magazynowych

Zakład produkcyjny w Koszalinie zajmuje się produkcją wysokiej jakości komponentów do pomp i zaworów, a także kołnierzy dla klientów z branż spożywczej, kosmetycznej, chemicznej czy farmaceutycznej, głównie w Niemczech i w Szwajcarii. W roku 2021 została rozpoczęta budowa nowego zakładu produkcyjnego, po drugiej stronie ulicy, który został ostatecznie otwarty w lipcu 2022 r. Schemat obu zakładów został przedstawiony na rysunku 4.



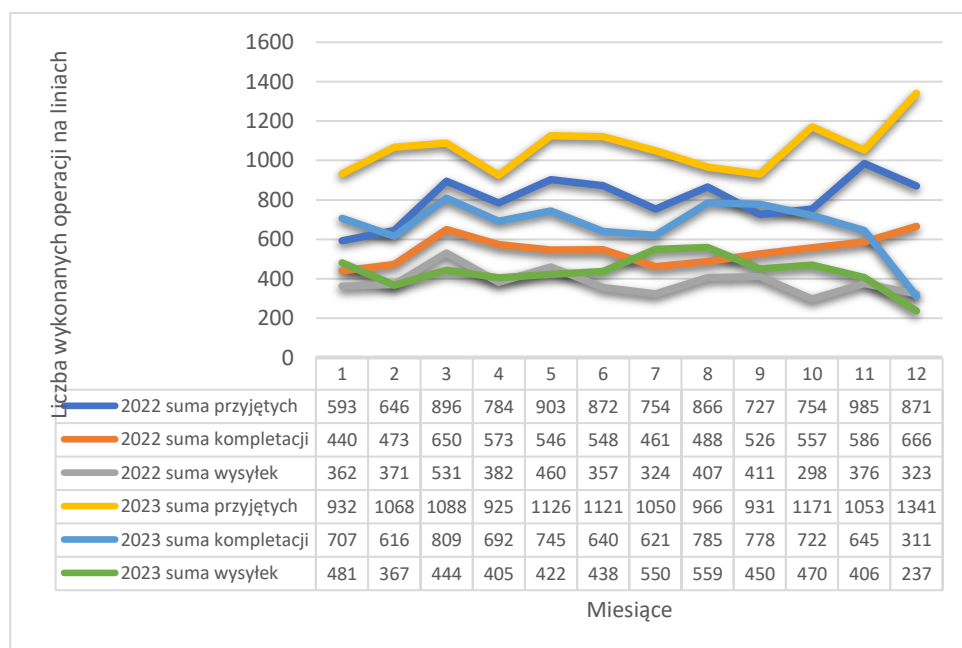
Rysunek 4. Schemat rozmieszczenia nowego i starego zakładu (na czerwono) wraz z wymiarami budynków, a także rozmieszczenie drogi, parkingów i stref przeładunkowych (na czarno)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie obserwacji.

Dzięki nowej inwestycji, zakład w Koszalinie stał się ośrodkiem kompetencji w zakresie pomp higienicznych i podciśnieniowych oraz ich komponentów. Ponadto świadczone są usługi w zakresie spawania, frezowania, wiercenia i montażu dla innych zakładów grupy (w tym elementy dekanterów i obróbka elementów do wirówek i zaworów higienicznych). W zakładzie w Koszalinie są także wykonywane procesy pośrednie i wstępne, takie jak obróbka powierzchni, cięcie i formowanie. Takie rozwiązanie optymalizuje przepływ w łańcuchach dostaw i skróci czas realizacji zamówień dla klientów.

Ewaluację tego, co zachodziło w magazynie przedsiębiorstwa X w latach 2022-2023, można wykonać na podstawie wskaźników efektywności. Analiza ta pozwoli na spostrzeżenie postępującego progresu, lub być może regresu, a także na znalezienie mocnych i słabych stron działania magazynu.

Kluczowym aspektem jest ilość linii, które zostały obsłużone przez trzy najważniejsze działy: przyjęć, kompletacji oraz wysyłek, co zostało przedstawione na rysunku 5.



Rysunek 5. Suma wykonanych operacji w danym dziale magazynu przedsiębiorstwa X w ciągu miesiąca w latach 2022-2023

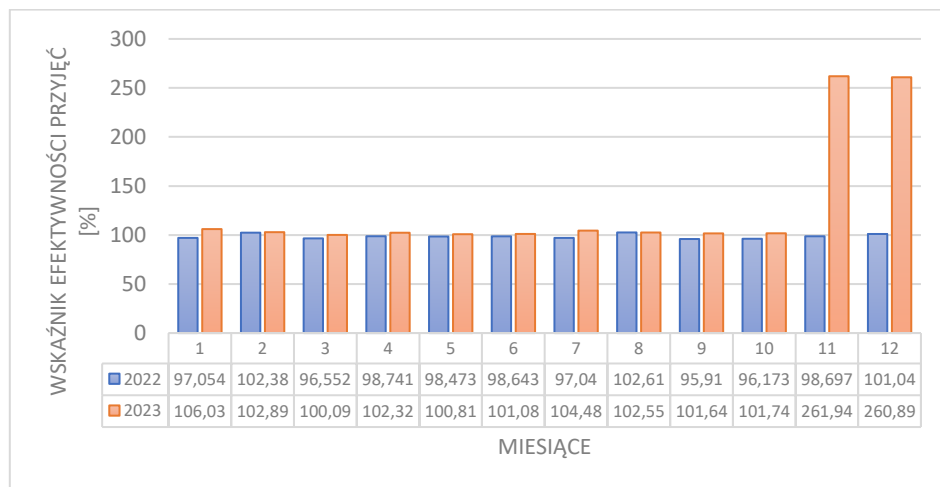
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z przedsiębiorstwa X.

Najwięcej wykonywanych operacji jest w strefie przyjęć. Najmniejszą wartość odnotowano w styczniu 2022 r. kiedy przyjęto 593 linie, natomiast najwięcej przyjęto w grudniu 2023 r. i jest to 1341. Z rysunku można zauważyć trend rosnący, od pierwszego badanego okresu, do ostatniego wystąpił wzrost o 126%. Oznacza to, że coraz więcej towarów jest przyjmowanych do magazynu.

Dla strefy kompletacji minimalną wartością wykonanych operacji jest 311 – osiągnięta w grudniu 2023 r., natomiast najwięcej skompletowano w marcu 2023 r. i jest to 809 linii. Widoczna jest różnica w kompletacji między latami 2022 i 2023, gdzie w tym drugim kompletowano więcej, wskazując na rozwój tego działu. Niepokojący jest natomiast znaczący spadek w ostatnim badanym okresie i po przyjrzeniu się surowym danym, firma wprowadziła zmiany organizacyjne, gdyż cele kompletacji wyznaczone przez przedsiębiorstwo były niezrealizowane.

Finalnie w strefie wysyłki najmniejszą wartość odnotowano w grudniu 2023 r. i jest to 237 wysłanych linii, natomiast wartość maksymalna znajduje się w sierpniu 2023 r. i wynosi 559. Ponownie, minimalnie lepiej jest w roku 2023 niż w poprzednim, wskazując na progres, ale także niepokojący jest spadek w grudniu 2023 r. Tak samo jak przy kompletacji cele wysyłek były niższe niż w poprzednich okresach.

W analizie istotne jest porównanie z tym, co przedsiębiorstwo chciało osiągnąć. W tym celu przysłużą wskaźniki efektywności, które można policzyć ze wzorów 1, 2 i 3. Wyniki efektywności przyjęć przedstawiono na rysunku 6.

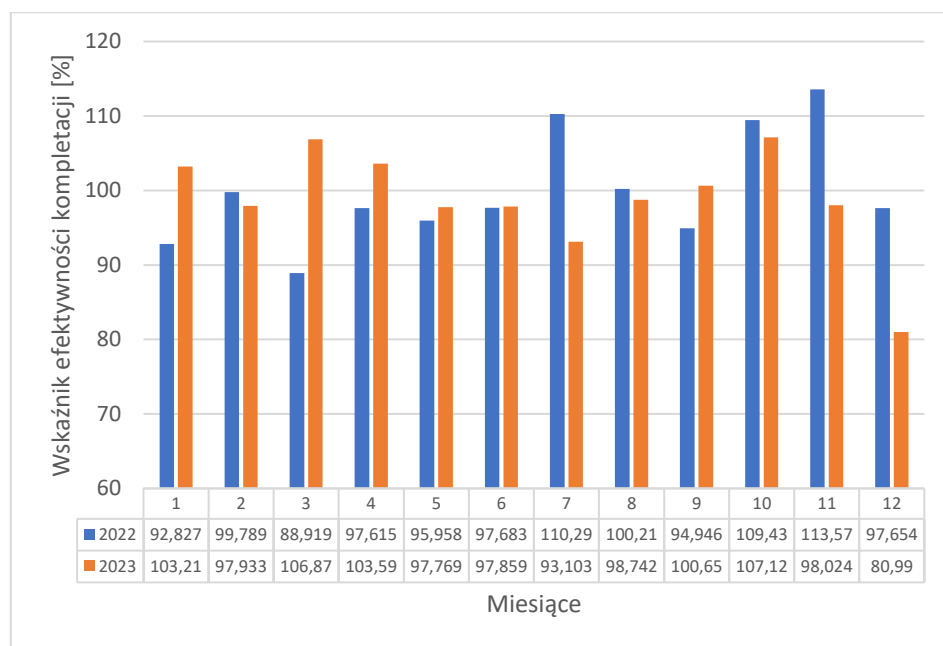


Rysunek 6. Wskaźniki efektywności przyjęć w magazynie przedsiębiorstwa X w danych miesięcznych w latach 2022 (na niebiesko) i 2023 (na pomarańczowo)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z przedsiębiorstwa X.

Jak można zauważyć na rysunku 6, wyróżniają się dwa okresy: listopad i grudzień 2023 r. w których wskaźniki efektywności znacznie przewyższają normę – kolejno 262% i 261%. Zaobserwowano wysokie wyniki w tych okresach, ale nie powinny one wygenerować aż takiej różnicy. Prawdopodobnie zostało to wywołane, tak jak to zostało wspomniane wcześniej, zmianami organizacyjnymi w przedsiębiorstwie i wyznaczaniu znacznie niższych celów dla tychże okresów. Minimalną wartość odnotowano we wrześniu 2022 r. i wynosi ona 95.91%. Utrzymywanie efektywności na poziomie co najmniej 96% pozwala stwierdzić że dział przyjęć działa poprawnie i nie generuje on opóźnień.

W taki sam sposób obliczone zostały wskaźniki efektywności dla strefy kompletacji, co zostało przedstawione na rysunku 7.



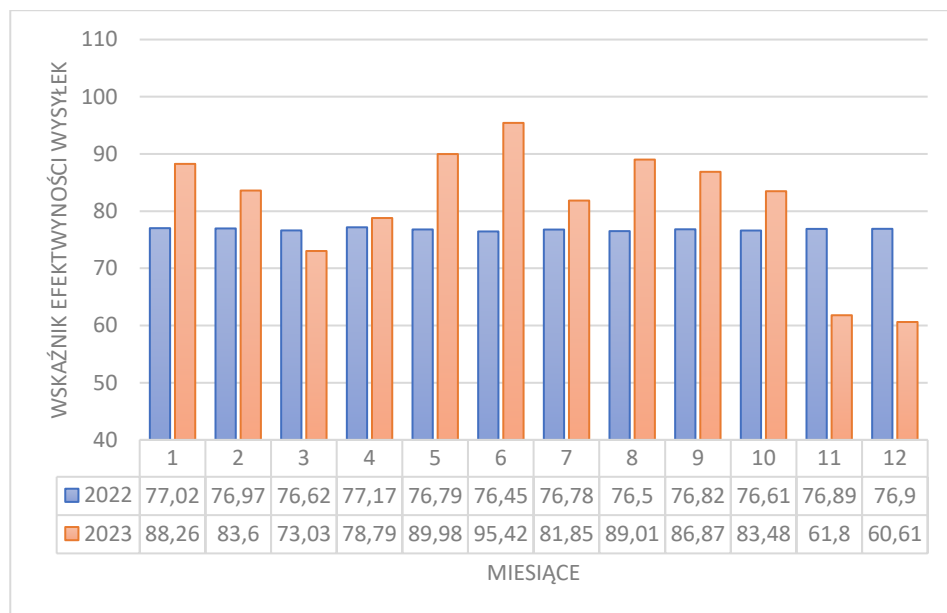
Rysunek 7. Wskaźniki efektywności kompletacji w magazynie przedsiębiorstwa X w danych miesiącach w latach 2022 (na niebiesko) i 2023 (na pomarańczowo)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z przedsiębiorstwa X.

Po raz kolejny bardzo niską wartością wyróżnia się wskaźnik z grudnia 2023 r., który wyniósł niecałe 81%. Pomimo niskich celów jakie były wyznaczone przez przedsiębiorstwo, prawie 20% kompletacji nie zostało zrealizowane. Największą wartość z kolei odnotowano w listopadzie 2022 r. i wyniosła ona prawie 114% wyznaczonych celów. Poza pojedynczymi przypadkami wskaźnik ten

znajdował się powyżej 95%, co wskazuje na sprawne działanie tejże strefy, aczkolwiek spadek wskaźnika w ostatnim badanym okresie może wzbudzać niepokój.

Finalnie, w ten sam sposób obliczono wskaźniki efektywności dla strefy wysyłek, zostało to przedstawione na rysunku 8.

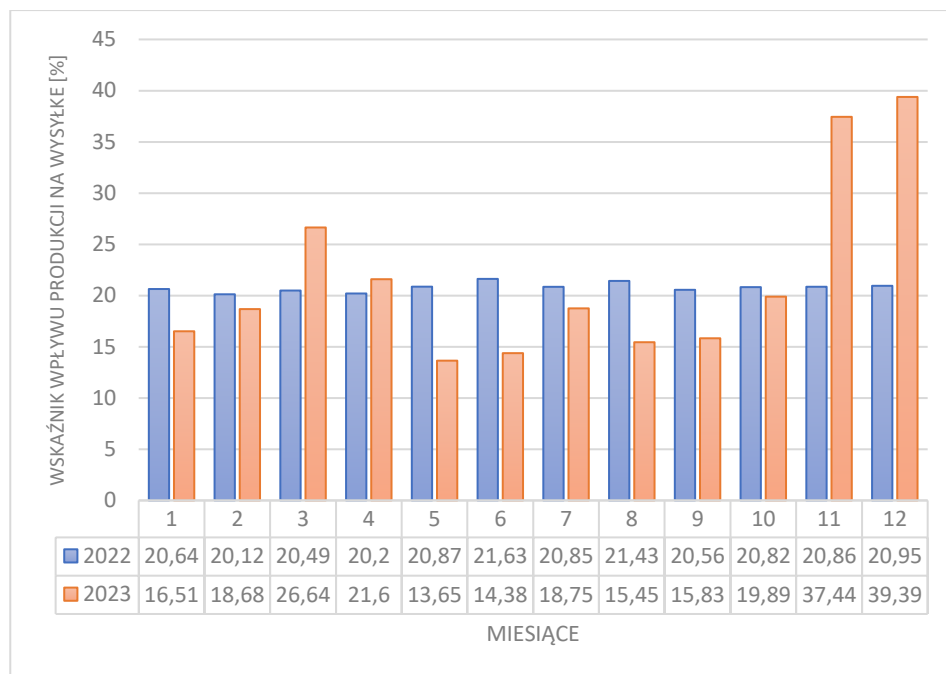


Rysunek 8. Wskaźniki efektywności wysyłek w magazynie przedsiębiorstwa X w danych miesiącach w latach 2022 (na niebiesko) i 2023 (na pomarańczowo)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z przedsiębiorstwa X.

Zaskakujące są dwa aspekty, pierwszym jest niemalże równa wartość wskaźnika przez cały rok 2022 wynosząca około 76-77%. Może to wynikać z nieoprawnie wyznaczanych celów, zależnych od tego, co zostało wykonane. Drugą rzeczą jest ponownie znacznie niższy wynik w listopadzie i grudniu 2023 r. wynoszący kolejno 62% i 61%. Wskaźnik średnio utrzymuje się na poziomie około 75-80% co oznacza, że istnieją problemy w strefie wysyłek.

Przyczyną tak niskiego poziomu wskaźnika może być działanie produkcji przedsiębiorstwa, który może wygenerować opóźnienia właśnie dla działu wysyłek. Do tego celu ze wzoru nr 7 został policzony współczynnik wpływu produkcji na wysyłki, co zostało przedstawione na rysunku 9.

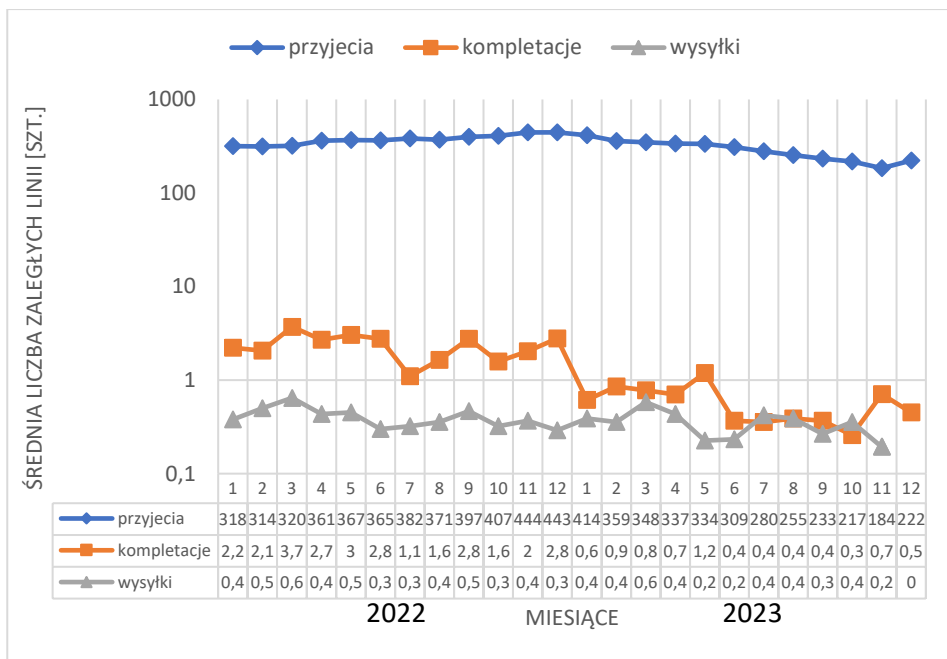


Rysunek 9. Wskaźniki wpływu produkcji na wysyłkę w magazynie przedsiębiorstwa X w danych miesiącach w latach 2022 (na niebiesko) i 2023 (na pomarańczowo)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z przedsiębiorstwa X.

Jak można zauważyć, opóźnienia wynikające z powodu działu produkcyjnego są znaczące i wynoszą średnio około 20%, co pokrywa się z efektywnością wysyłek wynoszącą około 75-80%. Tak samo tam, gdzie była najniższa efektywność, czyli w listopadzie i grudniu 2023 r., w taki sam sposób są największe opóźnienia z winy produkcji o wartościach kolejno 37% i 39%. Oznacza to, że największym czynnikiem wpływającym na niską efektywność strefy wysyłek wynika z opóźnień generowanych w strefie produkcyjnej.

Stany wykonania operacji na linii mogą być dwa. Mogą zostać zrealizowane, lub zaległe, niewykonane w danym dniu i przełożone na inny okres. Analiza zrealizowanych zadań została pokazana na rysunkach 5-9, natomiast warto przyjrzeć się teraz liczbie zaległych operacji do wykonania, w danych strefach magazynu, co zostało przedstawione na rysunku 10.



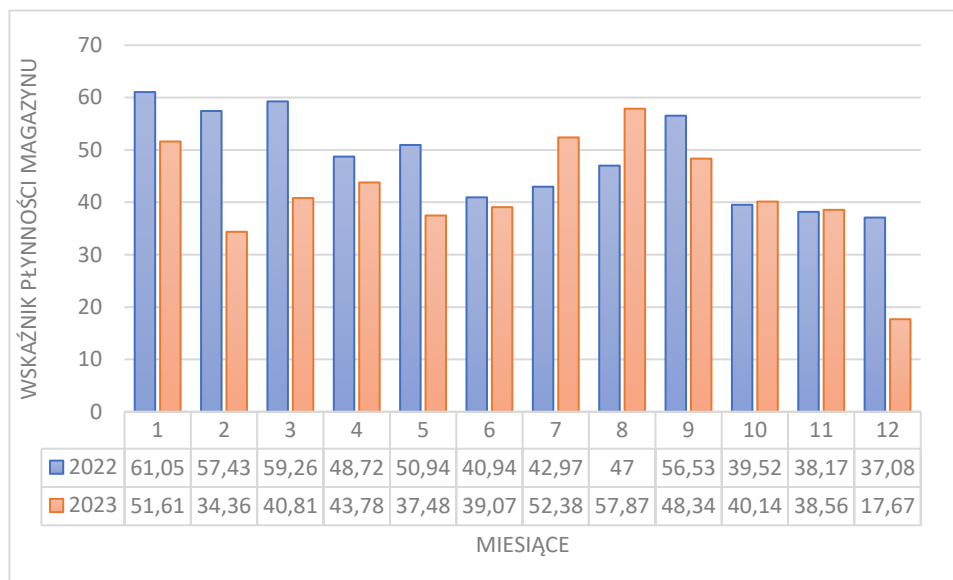
Rysunek 10. Średni stan zaległych linii w danej strefie magazynu w przedsiębiorstwie X w danych miesięcznych lat 2022-2023

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z przedsiębiorstwa X.

Zdecydowanie najwięcej zaległych linii znajduje się w strefie przyjęć, gdzie największa wartość wynosiła 444 szt. w listopadzie 2022 r., natomiast najmniej było w listopadzie 2023 r. i było to 184 sztuki. Z personalnych doświadczeń wiadomo, że na nieprzyjęte linie składają się między innymi: opóźnienia dostawców, opóźnienia innej hali, czy wadliwe lub niepełne zamówienia, które często wymagają zwrotów i reklamacji, dlatego ta liczba jest taka duża. Można jednak zauważyć że przez cały rok 2023 liczba ta malała i jest to pozytywna wiadomość.

Dla strefy kompletacji i strefy wysyłek liczba opóźnionych linii jest niewielka, średnio poniżej jednej sztuki, co oznacza że strefy te nie mają problemów z zaległościami. Ponadto w roku 2022 w strefie kompletacji średnia liczba opóźnień wynosiła około 2-3 sztuki, więc zejście do poziomu około 0,5 może zostać określone jako dobry rezultat.

Finalnie można sprawdzić płynność magazynu, czyli sprawdzić stosunek ilości tego co przychodzi, do tego co wychodzi, obliczając to ze wzoru 8. Po policzeniu wskaźników przedstawiono je na rysunku 11.



Rysunek 11. Wskaźniki płynności magazynu przedsiębiorstwa X w danych miesięcznych w latach 2022 (na niebiesko) i 2023 (na pomarańczowo)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z przedsiębiorstwa X.

W badanym okresie zaobserwowano, że wszystkie wartości są poniżej 100%. Oznacza to, że więcej towarów jest przyjmowanych niż wydawanych. W głównej mierze zgadza się to z polityką magazynu produkcyjnego, ponieważ często przyjmowane są surowce czy półprodukty takie jak śruby, flansze czy blachy, natomiast towary wychodzące są często wyrobami gotowymi jak na przykład filtry. Średnio współczynnik wynosił około 40%, oznacza to że na jeden wychodzący produkt przypada 2,5 przyjętego towaru. Ponownie, w grudniu 2023 zaobserwowano spadek do zaledwie 18% czyli ten stosunek wynosił prawie 1 do 6.

Podsumowanie

Podsumowując, magazyn przedsiębiorstwa X w Koszalinie, jest magazynem produkcyjnym, skupiającym się na przetwarzaniu produktów przychodzących z innych fabryk i wysyłaniu ich dalej. Przedsiębiorstwo zorganizowało strukturę magazynową w taki sposób, aby była ona nowoczesna i spełniała przyszłościowe wymogi. Organizacja pracy, tak samo jest realizowana wedle certyfikatów jakościowych, oraz według współczesnych systemów zarządzania. Ewaluacja procesów magazynowych, zachodzących w analizowanym obiekcie wypadła relatywnie pozytywnie, liczba wykonywanych operacji wzrasta, wskazując na rozwój

działania, wskaźniki efektywności są osiągnane, oprócz strefy wysyłek, liczba zaległości jest na niskim poziomie, oprócz strefy przyjęć, a także płynność magazynu jest na stałym poziomie. Największym problemem są różne odchylenia od normy, jakie pojawiają się w listopadzie i grudniu 2023 r. Najbardziej prawdopodobne jest to, że doszło do zmian organizacyjnych w tamtym okresie i było to tylko tymczasowe zawahanie procesu magazynowego.

Na podstawie mierników, tj.: liczba wykonanych operacji, czy liczba zaległych linii, można zauważyć, że występuje postęp w liczbie wykonywanych operacji na towarach w magazynie, natomiast wskaźniki poza pojedynczymi wyjątkami są na odpowiednim poziomie, który pozwala stwierdzić, że proces magazynowy odbywa się w sposób efektywny. Z racji, iż proces magazynowy cały podczas badania istniał, przeniesienie się do nowego obiektu zwiększyło wzrost możliwości przedsiębiorstwa, pozwalając dążyć do nowych limitów. Jednakże do problemów funkcjonowania magazynu można wymienić na przykład wysoką liczbę opóźnionych przyjmowanych linii, a także niedostosowanie wysyłek do możliwości produkcyjnych obiektu. Ponadto znaczne wahania wskaźników w dwóch ostatnich okresach sugerują występowanie nieprawidłowości lub zakłóceń w procesach magazynowych.

Zidentyfikowanie nieprawidłowości w funkcjonowaniu magazynu, wskazują na potrzebę usprawnienia niektórych obszarów procesu. Przede wszystkim należy poprawić jakość rejestrowania danych. W strefie przyjęć zarejestrowana jest liczba na poziomie 400 opóźnień towarów, kiedy ta liczba nie odzwierciedla rzeczywistości, ponieważ większość nie jest z winy danego obiektu. Wskazane jest też zwiększenie możliwości produkcyjnych. Fakt, że produkcja generuje 20% opóźnień wysyłki, a w ostatnich dwóch okresach ponad 35%, sprawia, że ten problem generuje znaczący wpływ na poziom obsługi klienta. Ostatecznie, z racji na zaobserwowanie gwałtownych zmian w dwóch ostatnich okresach, między innymi w efektywności przyjęć, czy efektywności wysyłek, rekomendowane jest wdrożenie systemu bieżącego monitorowania i szybkie reagowanie na takie zmiany.

Ograniczeniem analizy był zakres danych, obejmujący jedynie liczbę wykonywanych operacji w poszczególnych strefach magazynu. Uzupełnienie analizy np. o dane finansowe mogłyby zwiększyć trafność wniosków. Dodatkową trudnością była niekompletność danych, które często wymagały korekt. W przyszłości warto poszerzyć zakres czasowy analizy lub rozważyć przeprowadzenie analizy kilku obiektów przedsiębiorstwa, co pozwoliłoby na szerszą ocenę skuteczności procesu magazynowego.

Bibliografia

Literatura

1. Dyczkowska J. A., Chamier-Gliszczyński N., Olkiewicz M. & Królikowski T., *Evaluation of IT systems in logistics*, Procedia Computer Science, 2024, s. 246.
2. Gwynne R., *Warehouse management: a complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse*, Kogan Page Limited, 2014.
3. Jurczak M., Konecka S, Łupicka-Fietz A., Pawlicka K., *Podstawy logistyki*, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Poznań 2024.
4. Kwiatkiewicz P., Januła E., Kasińska M. & Laskowski M., *Zapasy i magazynowanie*. In Red. Wydawnictwo Naukowe E Book, Poznań 2020.
5. Kovačić D. & Bogataj L., *Multistage reverse logistics of assembly systems in extended MRP Theory consisting of all material flows*, Central European Journal of Operations Research, 19(3), 2011.
6. Lech P., *Zintegrowane systemy zarządzania ERP/ERP II. Wykorzystanie w biznesie, wdrażanie*, Wyd. Difin, Warszawa 2003.
7. Motowidlak U. & Tokarski D., *Infrastruktura magazynowa i transportowa w dobie zrównoważonego rozwoju gospodarki*, Wyd. Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2022.
8. Ramaa A., Subramanya K. N. & Rangaswamy T. M., *Impact of warehouse management system in a supply chain*, International Journal of Computer Applications, 54(1), 2012.
9. Słowiński B., *Wprowadzenie do logistyki*, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2008.
10. Szczepanik T., *Logistyczne aspekty magazynowania w przedsiębiorstwach na terenie województwa śląskiego*, Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej, 2012.
11. Szymonik A. & Nowak I., *Współczesna logistyka*, Wyd. Difin, Warszawa.
12. Świętoń A., *Logistyka magazynowania w przedsiębiorstwie handlowym* (w:) A. Fajczak-Kowalska (Red.), *Technologie i nowe trendy w zarządzaniu a rozwój przedsiębiorstw sektora TSL. Wybrane problemy ekonomii, informatyki i zarządzania*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2020.
13. Twaróg J., *Mierniki i wskaźniki logistyczne*, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2005.
14. Waszkowska N. & Zdanowska A., *Logistyka magazynowa – tendencje rozwojowe na polskim rynku*, Journal of Trans Logistics, 3(2), 2017.

15. Wang Y. M., Tian X. T., Zhang H., Yang Z. R. & Yin X. B., *Anticounterfeiting quick response code with emission color of invisible metal – organic frameworks as encoding information*, ACS applied materials & interfaces, 10(26), 2018.
16. Wojciechowski A., *Infrastruktura w przechowywaniu towarów (cz. 2)*, Logistyka, nr 1, 2007.

EVALUATION OF THE WAREHOUSING PROCESS AT COMPANY X IN 2022-2023

Abstract: The aim of the article was to evaluate the warehouse process at company X in 2022-2023. The analysis focused on identifying possible irregularities in the organization of warehouse operations, but also on determining the impact of processes on the functioning of the entire logistics chain at the level of the selected facility. The study was conducted using literature analysis, analysis of logistics indicators and metrics based on data obtained from the company in question, as well as our own observations regarding the organization and operation of the warehouse. The conclusions identified areas that should be optimized and presented proposals for improvements that could contribute to the efficiency of warehouse processes in the future, such as changing data recording standards, increasing production capacity, and introducing a system for rapid response to unforeseen changes.

Keywords: logistics, warehouse, warehouse process, warehouse management indicators and metrics.