

---

**Paweł Gudalewski\***

# OCENA JAKOŚCI PROCESU ZBIORCZEGO TOWARÓW W MAGAZYNIE NA PRZYKŁADZIE PRZEDSIĘBIORSTWA DYSTRYBUCYJNEGO Z BRANŻY NARZĘDZIOWEJ

W opracowaniu przedstawiono sposoby optymalizacji procesu magazynowania wysokiego składowania pod kątem skrócenia czasu kompletacji zamówień. Celem pracy jest ocena efektywności procesu zbiorczego towarów na przykładzie działalności wybranego przedsiębiorstwa z branży narzędziowej. Do przeprowadzenia analizy procesu zbiorczego wydzielono procesy składowe, które poddano następnie ocenie pod względem czasochłonności. Zaproponowano usprawnienia, które pozwoliły skrócić czasy trwania poszczególnych podprocesów funkcjonowania magazynu.

## ASSESSMENT OF THE QUALITY OF THE COLLECTING PROCESS OF GOODS IN THE WAREHOUSE BASED ON THE EXAMPLE OF A DISTRIBUTION COMPANY FROM THE TOOLS INDUSTRY

The study presents ways to optimize the high bay storage process in terms of shortening the order picking time. The aim of the work is to assess the effectiveness of the process of collecting goods on a selected example of a company from the tool industry. For the analysis of the collective process, component processes were separated, which were then assessed in terms of time consumption. As part of the research, improvements were proposed that allowed to shorten the duration of individual sub-processes of the warehouse operation.

## 1. WSTĘP

W obecnych czasach szybka realizacja zlecenia zakupowego uzależniona jest od wielu składowych. Jedną z nich jest logistyka magazynowa, której odpowiednia organizacja pozwala na skrócenie czasu zbiórki towaru oraz przygotowania go do wysyłki do klienta. Na przestrzeni lat na rynku pojawiło się wiele rozwiązań służących do usprawniania procesów

\* AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Zarządzania, Koło Naukowe „Menadżer Produkcji”.

zbiórki towarów w magazynach firm dystrybucyjnych. Wiele z nich opiera się na standaryzacji oraz wprowadzeniu wewnętrznych systemów magazynowych. Szybkie zebranie zamówionego towaru z magazynu wpływa znacząco na zadowolenie klienta, który otrzyma swoje zamówienie na czas, jak również pozwala na szybszy obrót towarem przez przedsiębiorstwo. Obecne systemy magazynowe pozwalają na skrócenie czasu szkolenia nowych pracowników z kilku miesięcy do kilku dni.

Celem pracy jest ocena jakości wdrażanego procesu zbiorczego towarów w przedsiębiorstwie dystrybucyjnym z branży narzędziowej ze szczególnym uwzględnieniem poszczególnych etapów logistyki magazynowej.

## 2. ANALIZA PROBLEMU BADAWCZEGO – ETAPY ROZWOJU I MODERNIZACJI PRZEDSIĘBIORSTWA

Magazyn jako część łańcucha logistycznego jest jego istotnym elementem odpowiedzialnym za przechowywanie materiałów, a następnie kierowanie ich do kolejnych ogniw tego łańcucha. W zarządzaniu magazynem istotne jest umiejętne wykorzystanie dostępnej powierzchni. Można to osiągnąć dzięki rozplanowaniu wielkości i zaprojektowania strefy przyjęcia, magazynowania, kompletacji oraz wydawania materiału. Planowanie stref w magazynie musi uwzględniać warunki zagospodarowania powierzchni magazynu, m.in. złożoność procesu magazynowania, zastosowane fronty przeładunkowe i ich ułożenie. Założeniem optymalizacji magazynowania jest zwiększenie efektywności wykorzystania zasobów logistycznych magazynu. Optymalizacja może być związana ze zmianą wyposażenia magazynu, układu stref magazynowych, sposobu przydzielania zadań oraz ich wykonywania przez pracowników. Dokonując optymalizacji procesów magazynowania, należy przyjąć kryterium, według którego będzie można ocenić wpływ na zmiany w organizacji procesu. Wykorzystanie powierzchni magazynowej ocenia się, biorąc pod uwagę stosunek powierzchni zagospodarowanej do całkowitej dostępnej powierzchni. W magazynach, gdzie nie są wprowadzone regały paletowe, uzyskanie najwyższej wartości tego wskaźnika zapewnia składowanie materiałów w układzie blokowym.

Analiza i ocena jakości procesu zbiorczego towarów w magazynie powstała na podstawie funkcjonowania firmy „Centrum Produkcji i Dystrybucji Narzędzi” EGA Gudalewski spółka komandytowa. Przedsiębiorstwo działa na rynku polskim oraz zagranicznym od 1991 roku. Podstawowa działalność firmy opiera się na imporcie towarów z krajów azjatyckich, głównie Chin, a następnie ich dystrybucji krajowej lub poza granice państwa. Siedziba przedsiębiorstwa wraz z magazynami znajduje się w Nowej Wsi Rzecznej. Aktualnie w swojej ofercie ma ono 9000 pozycji asortymentowych, które ulokowane są w magazynie o powierzchni 6500 m<sup>2</sup>. Do oferty przedsiębiorstwa możemy zaliczyć: narzędzia ręczne, elektronarzędzia, narzędzia ogrodowe, odzież bhp oraz akcesoria do elektronarzędzi. W 1997 roku została wybudowana pierwsza hala magazynowa niskiego składowania o powierzchni 560 m<sup>2</sup>. W tej fazie rozwoju nie istniał żaden informatyczny wewnętrzny system magazynowy, który ułatwiłby kompletację zamówień z magazynu. Każdy produkt z asortymentu miał swoją przypisaną lokalizację, która przez cały okres była stała. Zbiórka towarów odbywała się na podstawie realizacji zamówienia przez kierownika zmiany, następnie magazynierzy delegowani byli do przyniesienia pojedynczego, konkretnego towaru do miejsca pakowania. Przedsiębiorstwo w tym okresie miało maksymalnie 500 produktów w swojej ofercie asortymentowej.

Opanowanie przez nowych pracowników lokalizacji poszczególnych pozycji asortymentowych trwało nawet do kilku miesięcy, przez co mieli oni bardzo dużo problemów z kompletacją zamówienia w początkowej fazie pracy. W tym okresie do procesu kompletacji zamówień przedsiębiorstwo zatrudniało dziesięciu magazynierów. W celu analizy efektywności zbiórki towarów na każdym etapie procesu zbiorczego wprowadzono pojęcie „linii”. Termin „linia” odnosi się do danej pozycji asortymentowej, która jest w zamówieniu, niezależnie od liczby egzemplarzy. W ten sposób można przyjąć, że np. sześć wkrętek to jedna „linia”, analogicznie jak dziesięć młotków o masie 5 kg. Na tym etapie rozwoju procesu zbiorczego maksymalna liczba „linii” podczas jednego dnia roboczego (7,5 h) wynosiła 1500. Średni czas kompletacji zamówienia składającego się z 15 „linii” wynosił w tym przypadku 15 minut.

W latach 2001–2007 wybudowane zostały kolejne hale magazynowe, w wyniku czego powierzchnia magazynowa zwiększyła się do 3500 m<sup>2</sup>. W części powierzchni magazynowej został utworzony skład celny. W tym okresie przedsiębiorstwo maksymalnie zwiększyło swoją ofertę asortymentową do 12 000 pozycji.

Przy tak dużej powierzchni magazynowej oraz szerokiej gamie produktów stosowanie analogicznych jak na poprzednim etapie rozwiązań byłoby bardzo czasochłonne. Czas szkolenia pracowników znacząco by się wydłużył. W celu usprawnienia procesu kompletacji zamówień oraz eliminacji błędów wprowadzono system WMS (*Warehouse Management Software*), tj. oprogramowanie, które pozwala na komputerowe wspomaganie logistyki magazynowej [1–4]. Na tym etapie wskutek wprowadzenia systemu WMS zrezygnowano ze stałych lokalizacji produktowych. Magazyn podzielono na sektory oznaczone kolejnymi literami alfabetu od A do H. W każdym z sektorów znajdują się jednostki paletowe, które umieszczono na pięciu poziomach. Najniższe dwa poziomy (0 i 1) przeznaczone do składowania towarów (rys. 1), które podlegają kompletacji. Poziomy wyższe (2–4) wykorzystywane są do przechowywania zapasów (rys. 2). Każda lokalizacja ma swój unikalny kod kreskowy oraz oznaczenie. Na pojedynczym miejscu paletowym w jednym momencie można znaleźć się kilka pozycji asortymentowych [1–5].



Rys. 1. Przykładowe lokalizacje dla poziomów 0 i 1

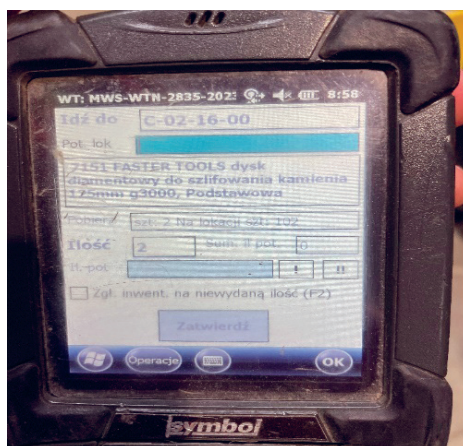
Źródło: [6]



Rys. 2. Przykładowe lokalizacje dla poziomów 2–4

Źródło: [6]

Dzięki wprowadzeniu oznaczeń lokalizacji w postaci unikalnych kodów kreskowych wykorzystano możliwość użycia skanerów w celu ułatwienia kompletacji towarów w magazynie. W tym przypadku oprogramowanie magazynowe dzieli zamówienie na mniejsze podzamówienia (maksymalnie 20 pozycji), a następnie kieruje magazyniera przez kolejne sektory, wyznaczając najkrótszą drogę kompletacji towaru z miejsc paletowych. Na ekranie skanera (rys. 3) wyświetla się kod lokalizacji, jak również liczba produktów, którą pracownik powinien pobrać ze wskazanej pozycji paletowej. W odróżnieniu od etapu poprzedniego jeden pracownik nie jest odpowiedzialny za zbiórkę wyłącznie jednego produktu. Wprowadzone ulepszenia pozwalają mu na zebranie do 20 produktów z różnych lokalizacji [1–5].



Rys. 3. Skaner wyświetlający lokalizację oraz pozycje produktowe

Źródło: [6]

Kompletując zamówienie, magazynier odkłada produkty do specjalnie przygotowanego pojemnika zbiorczego, tzw. koszyka, który również – podobnie jak lokalizacje – oznaczony jest indywidualnym kodem kreskowym. Po zakończeniu pojedynczego zlecenia „koszyk” odstawiany jest na pole odkładcze (rys. 4), gdzie nadawana jest mu konkretna etykieta, pozwalająca pracownikom z działu pakowania na szybką identyfikację pojemników zbiorczych potrzebnych do realizacji zlecenia [1–5].

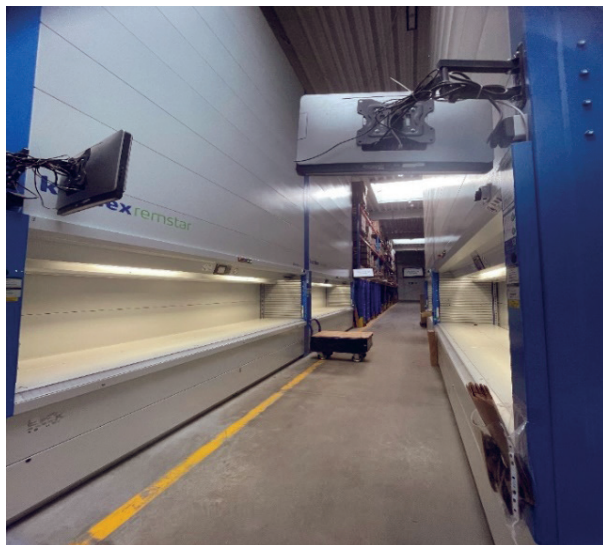


Rys. 4. „Koszyk” odłożony oraz przypisany do pola odkładczego

Źródło: [6]

Wprowadzenie oprogramowania WMS pozwoliło na zwiększenie efektywności pracy magazynu. Maksymalna dzienna liczba „linii” wzrosła do 2700, a czas kompletacji 15 „linii” skrócił się do 20 minut. Po wdrożeniu usprawnień zdecydowano się na redukcję zatrudnienia do ośmiu pracowników odpowiedzialnych za kompletację zamówień. Wewnętrzny system magazynowy pozwolił również na jednoczesne uzupełnianie towarów w poszczególnych lokalizacjach i ich zbiórkę. W tym samym momencie może być przeprowadzane „zejście” ze składu celnego (przeniesienie towarów ze składu celnego do magazynu towarów do kompletacji) oraz kompletacja zamówienia przez magazynierów.

W roku 2021 nastąpiło ponowne zwiększenie powierzchni magazynowej, która obecnie wynosi 6500 m<sup>2</sup>. Jest to trzeci etap modernizacji powierzchni magazynowej, jaką przeprowadziło przedsiębiorstwo. Zainwestowano w cztery regały autonomiczne (rys. 5). Przedsiębiorstwo aktualnie prowadzi zautomatyzowany system magazynowania, który pozwala na kompletację zamówienia za pomocą metody *pick-by-light*. Metoda ta zostanie omówiona w dalszej części artykułu. Wysokość urządzeń dostosowywana jest do wymagań klienta – w tej firmie jest to 8 m. Każdy z regałów wyposażony jest w 40–50 wewnętrznych ruchomych tac o wymiarach 3,6 m × 0,6 m (rys. 6), które za pomocą windy transportowane są do okna dostępowego [7–10].



**Rys. 5.** Regały autonomiczne

Źródło: [6]



**Rys. 6.** Wnętrze regału autonomicznego z widocznymi tacami

Źródło: [6]

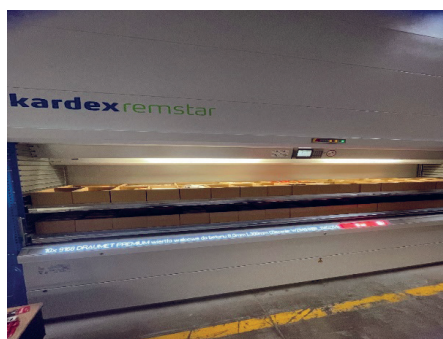
Każdą z tac można podzielić na odpowiednie pola w zależności od wymiarów produktów, które mają znaleźć się wewnątrz urządzenia (rys. 7). Również – podobnie jak w przypadku nieautomatyzowanego magazynu – w tej firmie lokalizacje na zasobnikach są zmienne, a co za tym idzie – po opróżnieniu pola z danego produktu, podczas ponownego zatowarowania towar może, lecz nie musi, trafić do tego samego pola [7–9].



Rys. 7. Taca podzielona na mniejsze pola w postaci kartonowych pojemników

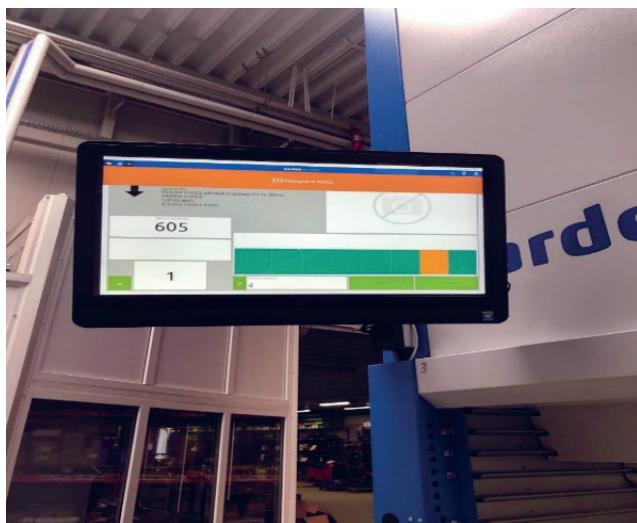
Źródło: [6]

Komplementacja zamówienia z regałów autonomicznych oparta jest na metodzie *pick-by-light*. Każdemu zamówieniu zostaje przyporządkowany kolor, którym oznaczony jest odpowiedni „koszyk”. Po uruchomieniu zlecenia maszyny przenoszą konkretne półki do okna dostępowego. Po wysunięciu się tacy, na ledowej listwie u podstawy okna dostępowego podświetlana jest pozycja, na której umieszczony jest produkt, jak również jego kod oraz liczba egzemplarzy do pobrania (rys. 8). Jednocześnie w oknie dostępowym maszyny mogą znajdować się dwa zasobniki. Dodatkowym ułatwieniem dla osoby kompletującej zamówienie są monitory umieszczone przy każdym oknie dostępowym maszyn. Wyświetlana jest na nich informacja o położeniu produktu, jego kodzie oraz liczbie egzemplarzy do pobrania (rys. 9). Na monitorach wyświetlana jest informacja, do pojemnika jakiego koloru ma trafić produkt. Takie rozwiązanie umożliwia realizację kilku różnych zamówień w tym samym momencie [7, 8, 10].



Rys. 8. Podświetlenie pozycji produktu za pomocą listwy LED

Źródło: [6]



Rys. 9. Informacje dotyczące zamówienia wyświetlane na monitorze

Źródło: [6]

Po kompletacji zlecenia „koszyk” odstawiany jest na odpowiednie pole odkładcze przy sali pakowania wysyłek. Istotny na tym etapie jest również proces uzupełniania zapasów w regałach autonomicznych. Również jak w przypadku nieautomatyzowanego magazynu towar jest tu dostarczany ze składu celnego w postaci „zejścia”. Jest to proces przeniesienia produktów do strefy kompletacji w magazynie. Zatowarowanie regałów autonomicznych przeprowadzane jest również za pomocą metody *pick-by-light*. System wskazuje magazynierowi pozycję, gdzie należy odłożyć produkt, oraz liczbę jego egzemplarzy [7, 8].

Zastosowanie regałów autonomicznych nie tylko pozwala na zwiększenie dziennej liczby skompletowanych „linii”, która obecnie wynosi maksymalnie do 4800, lecz również na redukcję zatrudnienia do siedmiu magazynierów. Przy obsłudze urządzeń pracuje dwuosobowy zespół, któremu skompletowanie 15 pozycji zleceńowych zajmuje średnio 10 minut. Okres zwrotu kosztów regałów autonomicznych w przypadku analizowanej firmy wynosi pięć lat.

### 3. ANALIZA WYNIKÓW WDROŻONYCH ZMIAN I PERSPEKTYWY DALSZEGO ROZWOJU PRZEDSIĘBIORSTWA

W tabeli 1 przedstawiono zestawienie informacji o logistyce magazynowej firmy z różnych etapów jej rozwoju.

Pomimo zwiększania się powierzchni magazynowej średni czas kompletacji, jak również zatrudnienie uległy redukcji. Jest to skutkiem zastosowania rozwiązań w postaci programów informatycznych wspomagających zarządzanie magazynem, a także przeprowadzonych inwestycji w regały autonomiczne. Dzięki przytoczonym rozwiązaniom na przestrzeni 26 lat przedsiębiorstwo potroiło swoją wydajność magazynową.

**Tabela 1.** Zestawienie informacji o logistyce magazynowej firmy na różnych etapach rozwoju

Parametr	I etap	II etap	III etap
Powierzchnia magazynu [m <sup>2</sup> ]	560	3500	6500
Lokalizacja	stałe	zmienne	zmienne
Zatrudnienie [osoby]	10	8	7
Średnia długość kompletacji 15 „linii” [min]	30	20	15
Maksymalna dzienna liczba „linii” [liczba]	1500	2700	4800

Przedsiębiorstwo nieustannie się rozwija, wchodzi na nowe rynki zagraniczne, co skutkuje zwiększeniem się sprzedaży. Bez rozwoju logistyki magazynowej firma nie będzie w stanie skompletować oraz wysłać zamówień na czas do klientów, co może przełożyć się na ich niezadowolenie, a w przyszłości – negatywnie wpłynąć na kondycję finansową przedsiębiorstwa.

W celu efektywnego sposobu zarządzania przedsiębiorstwem autor zaproponował następujące rozwiązania.

- Zakup kolejnych regałów autonomicznych. Pozwoli to na redukcję zatrudnienia oraz podniesienie efektywności pod względem liczby skompletowanych „linii”.
- Standaryzacja zbiórki towarów. Asortyment firmy należy rozdzielić na towary długie oraz o dużej masie, które nie zmieszczą się do pojemników zbiorczych. Należy wydzielić osobny sektor dla produktów ponadgabarytowych. Rozdział dwóch grup produktowych pozwoli dodatkowo na sprawniejsze poruszanie się pracowników między alejkami magazynu.
- Odkładanie zebranych „koszyków” do okna dostępowego w nowego typu regale autonomicznym, jakim jest szafa buforowa. Dzięki temu skróciłyby się czas odstawiania pojemników na pola odkładcze oraz łatwiejsze byłoby pobieranie zamówień przez dział pakujący. Wspomniane urządzenie samo przyporządkowywałoby lokalizacje do „koszyków”, a następnie po uruchomieniu procesu pakowania produktów dostarczałoby odpowiednie „koszyki” do właściwego zespołu pakującego w celu kompletacji i realizacji zamówienia.

Przytoczone rozwiązania pozwoliłyby zautomatyzować część procesów składowych w logistyce magazynowej opisywanej firmy oraz zwiększyć efektywność procesu zbiorczego.

#### 4. PODSUMOWANIE

Po przeanalizowaniu poszczególnych etapów rozwoju logistyki magazynowej można zauważyć, jak duży wpływ na kondycję oraz rozrost firmy ma wdrożenie nowych rozwiązań oraz ich koordynacja w przestrzeni magazynowej. Szybka realizacja zleceń skutkuje nie tylko zadowoleniem klienta, ale też niesie za sobą długofalowe skutki. Im szybciej towar zostanie wydany z magazynu, tym szybciej spłyną do przedsiębiorstwa należności ze strony kontrahentów.

Wewnętrzne systemy magazynowe w dużym stopniu przyczyniają się do oszczędności finansowych firmy. Oprogramowanie pozwala na ciągłe monitorowanie stanów magazynowych, jak również prowadzenie inwentaryzacji lokalizacji bez konieczności przerw w procesach kompletacji asortymentu.

Aby osiągnąć odpowiedni rozwój firmy, należy wdrażać coraz nowsze rozwiązania w zakresie automatyzacji. Asortyment opisywanej firmy jest jednak zbyt szeroki oraz zróżnicowany, aby możliwe było całkowite zautomatyzowanie procesu kompletacji.

### Podziękowania

Publikacja powstała na podstawie referatu wygłoszonego podczas 63. Barbórkowej Konferencji Studenckich Kół Naukowych AGH, który zajął drugie miejsce w sekcji. Szczere podziękowania kieruję w stronę Pana dr. inż. Mariusza Niekurzaka, opiekuna Koła Naukowego „Menadżer Produkcji”. Dziękuję za pomoc i ogromne wsparcie na każdym etapie pracy. Chciałbym również podziękować moim rodzicom, Ewie i Adamowi Gudalewskim, dzięki którym miałem możliwość obserwowania zmian w logistyce magazynowej firmy, jak również pracy nad częścią wdrożonych rozwiązań.

### LITERATURA

- [1] Ramaa A., Subramanya K.N., Rangaswamy T.M., *Impact of warehouse management system in a supply chain*, International Journal of Computer Applications, vol. 54, no. 1, 2012, s. 14–20, <https://doi.org/10.5120/8530-2062>.
- [2] Hompel M., Schmidt T., *Warehouse Management: Automation and Organisation of Warehouse and Order Picking Systems*, Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg 2007.
- [3] Mao J., Xing H., Zhang X., *Design of intelligent warehouse management system*, Wireless Personal Communications, vol. 102, 2018, s. 1355–1367, <https://doi.org/10.1007/s11277-017-5199-7>.
- [4] Istiqomah N.A., Sansabilla P.F., Himawan D., Rifni M., *The implementation of barcode on warehouse management system for warehouse efficiency*, Journal of Physics: Conference Series, vol. 1573, 2019, 012038, <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1573/1/012038>.
- [5] Rut J., Wołczański T., *Logistyka i bezpieczeństwo w procesie magazynowania*, Logistyka, nr 6, 2015, s. 882–888.
- [6] Materiały firmy Centrum Produkcji i Dystrybucji Narzędzi EGA Gudalewscy spółka komandytowa [niepublikowane].
- [7] Dukic G., Opetuk T., Lerher T., *A throughput model for a dual-tray Vertical Lift Module with a human order-picker*, International Journal of Production Economics, vol. 170, part C, 2015, s. 874–881, <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.04.009>.
- [8] Meller R.D., Klote J.F., *A throughput model for carousel/VLM pods*, IIE Transactions, vol. 36, issue 8, 2004, s. 725–741, <https://doi.org/10.1080/07408170490458472>.
- [9] Kardex Polska Sp. z o.o., *Automatyzacja produkcji (magazynu) – automatyczne systemy magazynowe – studium przypadku Kardex*, <https://iautomatyka.pl/przyspiesz-proces-kompletacji-zamowien-studium-przypadku-elesaganter/> [dostęp: 5.02.2023].
- [10] Stockinger Ch., Steinebach T., Petrat D., Bruns R., Zöller I., *The effect of pick-by-light systems on situation awareness in order picking activities*, Procedia Manufacturing, vol. 45, 2020, s. 96–101, <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.04.078>.