

Ewa Płaczek*  <https://orcid.org/0000-0001-9061-4804>
e-mail: eplaczek@ue.katowice.pl

Kornelia Osieczko**  <https://orcid.org/0000-0001-5014-2742>
e-mail: k.osieczko@prz.edu.pl

Zastosowanie robotów AGV w intralogistyce

https://doi.org/10.25312/2391-5129.30/2020_10epko

Problematyka logistyki wewnętrznej w odniesieniu do zastosowania robotów jest stosunkowo rzadko podejmowana w literaturze polskiej. Szukając sposobów optymalizacji, najczęściej porusza się temat narzędzi i metod szczupłego zarządzania (z ang. *Lean Management*). Jedną z możliwości usprawnienia logistyki wewnętrznej (intralogistyki) jest zastosowanie robotów transportowych.

Celem artykułu jest przedstawienie dostępnych na polskim rynku rozwiązań z zakresu optymalizacji wewnętrznego przepływu towarów w przemyśle. Wiąże się to z wykorzystaniem dostępnych technologii i automatyzacją procesów poprzez zastosowanie autonomicznych robotów AGV. Artykuł ma charakter opisowy, prezentujący dostępne rozwiązania.

Słowa kluczowe: intralogistyka, roboty, AGV, AIV, MIR, MOBOT

Wprowadzenie

W świecie przemysłowym intralogistyka odgrywa coraz ważniejszą rolę jako narzędzie do automatyzacji operacji, optymalizacji procesów oraz ułatwienia przepływu materiałów i informacji. Poprzez silne połączenie rozwiązań automatyki ze sprzętem do transportu materiałów intralogistyka stała się jednym z głównych czynników odpowiedzialnych za czwartą rewolucję przemysłową. W ramach Industry 4.0 możliwe jest przekształcanie magazynów, jednostek produkcyjnych w inteligentne

* Dr hab. Ewa Płaczek prof. UE – profesor Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach.

** Mgr inż. Kornelia Osieczko – asystent Wydziału Zarządzania Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza.

środowiska, umożliwiające kontrolowanie i monitorowanie całego procesu za pomocą jednego systemu.

Intralogistyka jako proces ma na celu zaprojektowanie złożonych rozwiązań technologicznych pozwalających na integrację i zarządzanie przepływem informacji i towarów z magazynów, produkcji lub centrów dystrybucji (Fernandes i in., 2019: 1801–1802). Ze względu na różnorodność wyzwań z perspektywy przedsiębiorstw konieczne jest poznanie bardziej innowacyjnych i wydajnych rozwiązań oferowanych przez rynek. Natomiast uwzględniając aspekt poznawczy, należy analizować dostępne technologie i szukać możliwości udoskonaleń, wsparcia organizacji w postaci badań o charakterze prakseologicznym.

Właściwy dobór środków transportu wewnętrznego wpływa na szybkość przepływów, zachowanie odpowiedniej jakości produktów oraz poziomu wydajności procesów logistycznych. Ze względu na aspekt ekonomiczny transport powinien charakteryzować się najkrótszą drogą do celu oraz maksymalnym wykorzystaniem dostępnych środków transportowych, jednocześnie zachowując najmniejszy stopień ich eksploatacji (Osieczko, Gazda, 2019: 683; Dankiewicz i in., 2020: 523, Kurucz, 2018: 1096).

Celem artykułu jest przedstawienie dostępnych rozwiązań transportowych w zakresie intralogistyki, możliwości zastosowania oraz korzyści z wdrożenia. Praca przedstawia przykłady oraz uwarunkowania wyboru automatycznych pojazdów. Wykorzystano następujące metody badawcze: analizę literatury z zakresu intralogistyki oraz wnioskowanie dedukcyjne.

Intralogistyka

Pojęcie intralogistyki jest mało rozpowszechnione w literaturze. Najczęściej jest utożsamiane z transportem wewnętrznym. Po raz pierwszy termin *intralogistyka* został przedstawiony na targach w Hanowerze 30 czerwca 2003 roku przez Stowarzyszenie Przemysłu Mechanicznego (VDMA) w wystąpieniu pod tytułem *CeMAT 2005*. Przyjęto, że „intralogistyka obejmuje organizację, kontrolę, wdrażanie i optymalizację wewnętrznego przepływu materiałów, przepływu informacji i obsługi towarów w przemyśle, handlu i instytucjach publicznych” (Dieter, 2006: 1). Podjęte działania mają na celu zarządzanie magazynowaniem, przeładunkiem materiałów, zarządzanie technologią, oprogramowaniem transportowym, w tym również urządzeniami wykonawczymi, systemami identyfikacji oraz czujnikami w sposób efektywny i skuteczny. Intralogistyka w dużej mierze opiera się na systemach planowania zasobów przedsiębiorstwa ERP (ang. *Enterprise Resource Planning*), a także systemach zarządzania magazynem WMS (ang. *Warehouse Management System*), administrując i zarządzając zgromadzonymi danymi (Winkler, Zinsmeister, 2019: 538).

Czwarta rewolucja przemysłowa, inaczej nazywana epoką Industrie 4.0 (Przemysł 4.0) lub cyfrową transformacją, coraz bardziej wpływa na sferę logistyki (Pła-

czek, 2018: 56–58). Przemysł 4.0 wiąże się z postępującą automatyzacją i informatyzacją procesów oraz daje nieograniczone możliwości rozwoju intralogistyki. Czwarta rewolucja przemysłowa i związane z nią technologie umożliwiają przedsiębiorstwom rozwój na miarę XXI wieku.

Przedsiębiorstwa znajdują się na różnych poziomach rozwoju i stosowania zaawansowanych technologii, niemniej powinny:

- wykorzystywać dostępne technologie, inteligentne narzędzia do zwiększenia efektywności procesów oraz optymalizacji kosztów logistycznych,
- wprowadzać konieczne zmiany umożliwiające elastyczne reagowanie na potrzeby klientów,
- usprawniać komunikację i przepływ informacji (w tym cyfryzację, zbieranie i przetwarzanie danych).

Wśród kluczowych technologii Przemysłu 4.0 w intralogistyce zastosowanie znajdują głównie: roboty mobilne (ang. *Automated Guided Vehicles*) – AGV (Płaczek, 2018: 61; Kemény i in., 2018: 112), roboty współpracujące oraz system identyfikacji radiowej RFID.

Dzięki zastosowaniu technologii Przemysłu 4.0 intralogistyka może zapewniać ciągłość produkcji, zachowując wysoką jakość, dostarczać surowce i komponenty dokładnie na czas. Dążąc do optymalizacji i wzrostu efektywności wykonywanych działań, wykorzystuje się autonomiczne roboty.

Roboty mobilne (ang. *Automated Guided Vehicle*)

Roboty mobilne, mimo że pojawiły się już w latach pięćdziesiątych XX wieku, aktualnie zdobywają coraz większe zainteresowanie (Rohrhofer, Graf, 2018: 31–32). Jako przykład kluczowych technologii Przemysłu 4.0 (cyfrowej rewolucji) wykorzystywanie robotów mobilnych AGV bardzo dobrze wpisuje się w koncepcję nowego modelu biznesu, umożliwia bowiem automatyzację procesów, digitalizację w postaci automatycznej wymiany informacji między poszczególnymi elementami zaangażowanymi w realizację procesu logistycznego.

Roboty mobilne AGV to bezzałogowe, autonomiczne pojazdy przeznaczone do przewozu produktów wzdłuż wyznaczonej trasy/ścieżki. Ścieżka ta wytyczana jest z zastosowaniem taśmy magnetycznej lub innego rodzaju metody nawigacji, a poszczególne stacje czy stanowiska są rozpoznawane przez pojazd dzięki czujnikom (np. RFID). Poruszają się samodzielnie za pomocą napędu elektrycznego, zasilanego akumulatorowo, podejmując decyzje na podstawie aktualnych danych w czasie rzeczywistym.

Dodatkowo pojazdy AGV współpracują z ludźmi (Scholz i in., 2017: 1449). Mogą także wymieniać się ze sobą danymi, przetwarzać otrzymane informacje w czasie rzeczywistym oraz uwzględniać je w swoich decyzjach przy wyborze trasy. Działając w tle, system nadrzędny kontrolera zarządza zadaniami integracji pojaz-

du z otoczeniem, oferując dla użytkownika opcje wprowadzania zadań dla każdego z AGV, serwis lub działania operacyjne. Awaria jednego z pojazdów nie wpływa na funkcjonowanie pozostałych (Winkler, Zinsmeister, 2019: 539).

Najczęściej są implementowane w dużych przedsiębiorstwach, stosujących zaawansowane technologie, centrach logistycznych lub halach magazynowych. Mogą być także stosowane w zautomatyzowanych systemach transportowych zarówno wewnątrz, jak i na zewnątrz zakładu (Wojciechowska, Wojciechowski, 2002: 29) oraz do załadunku lub rozładunku towarów bądź przemieszczania produktów z magazynu na halę produkcyjną i pomiędzy poszczególnymi stanowiskami.

Implementacja robotów AGV na przykład w magazynach czy centrach dystrybucyjno-logistycznych umożliwia połączenie ich z systemem WMS (integrację systemów), dzięki czemu praca w magazynie staje się bardziej elastyczna.

Decyzja o zastosowaniu robotów mobilnych powinna być decyzją przemysłową, uwzględniającą potrzeby i możliwości przedsiębiorstwa. Przede wszystkim kluczowe jest określenie rodzaju produktów, które będą transportowane za pomocą robota, ich cechy fizyczne obejmujące materiał wykonania, rozmiary, wagę, stopień rozdrobnienia, twardość, kruchość czy plastyczność, rodzaj opakowania, w jakich będą transportowane, przeznaczenie i cechy charakterystyczne (tłusta powierzchnia bądź ostre krawędzie). Istotne są również takie właściwości, jak modułowość, uniwersalność, bezpieczeństwo, ergonomiczność, niezawodność, łatwość konserwacji czy energooszczędność. Wszystkie wyżej wymienione elementy będą miały istotny wpływ na zaprojektowanie wydajnego systemu transportu wewnątrz zakładu, pozwalającego na efektywne wykorzystanie powierzchni, co przełoży się na jakość i warunki pracy (*Intralogistyka i logistyka zakładowa*, 2020: 1).

Uwzględniając potrzeby intralogistyki, wyróżnia się dwa podstawowe podziały robotów AGV. Pierwszy podział wyróżnia rodzaj pojazdu i jego możliwości, drugi – zastosowany typ nawigacji. Tabela 1 przedstawia podział robotów AGV ze względu na ich rodzaj wraz z krótką charakterystyką.

Tabela 1. Podział AGV ze względu na rodzaj pojazdu

| Nazwa | Charakterystyka |
|---|---|
| Wózki holownicze (<i>towing vehicles</i>) | <ul style="list-style-type: none"> – Pierwsze pojazdy AGV, zaprojektowane w celu holowania innych wózków kołowych ładowanych ręcznie. – Mogą przetransportować największą ilość towaru. Maksymalna ładowność wynosi od 3 do 27 ton. – Znajdują zastosowanie w magazynach, na halach produkcyjnych lub centrach dystrybucyjnych. – Poruszają się wzdłuż wyznaczonej pętli (nie mogą poruszać się w odwrotnym kierunku), zatrzymując się w punktach pośrednich i końcowych. Mogą być wyposażone w stację kontroli dla operatora. <p>Inne występujące nazwy to <i>tugger</i>, <i>tugger train</i>.</p> |

| Nazwa | Charakterystyka |
|--|---|
| Wózki pojedynczego załadunku (<i>unit load vehicles</i>) | <ul style="list-style-type: none"> – Najbardziej tradycyjne AGV. – Przystosowane są do przewozu ładunków o różnych kształtach i wymiarach: palet, wózków, bębnow, niestandardowych pojemników, stojaków. Wózki mogą być ładowane przez inne urządzenia lub korzystać z przenośników. Maksymalna ładowność do 27 ton. – Znajdują zastosowanie w magazynach, na halach produkcyjnych lub centrach dystrybucyjnych. – Posiadają możliwość manewru, mogą poruszać się po wąskich i skomplikowanych ścieżkach. |
| Wózki widłowe (<i>fork trucks</i>) | <ul style="list-style-type: none"> – Wszechstronne, elastyczne i najbardziej popularne pojazdy. – Mogą obsługiwać różne rodzaje ładunków: palety, rolki, stojaki. Maksymalizują dokładność i szybkość wykonywanych działań przy minimalnej powierzchni manewrowej. Ładowność do 1,5 tony, udźwig do 2,5 tony. – Znajdują zastosowanie w magazynach, na halach produkcyjnych lub centrach dystrybucyjnych. – Mogą być wyposażone dodatkowo w czynniki i czujniki umożliwiające monitorowanie na bieżąco obciążenia, automatycznie identyfikujące produkty czy zarządzające inwentaryzacją lub wyszukiwaniem towarów w magazynie. |
| Proste wózki transportowe (<i>cart vehicles</i>) | <ul style="list-style-type: none"> – Stosunkowo niedrogi roboty mogące pracować jako wózki pojedynczego załadunku lub wózki holownicze. – Ich ładowność ograniczona jest do 1,4 tony, natomiast udźwig 1,6 tony. – Znajdują zastosowanie w usługach, na lotniskach, w szpitalach, hotelach. – Najczęściej poruszają się wzdłuż taśmy magnetycznej. |

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Zrobotyzowane wózki widłowe – zastosowanie i korzyści*, 2020.

W literaturze przedmiotu ze względu na zastosowany typ nawigacji wyróżnia się następujące metody: pętli indukcyjnej, pętli magnetycznej, nawigacji laserowej, żyroskopową, linii optycznej, ultradźwiękową, GPS (Śmieszek, 2016: 536), RFID (Lu i in., 2016: 1333) oraz linii refleksyjnej (Podobińska-Staniec, Wilkosz, 2014: 4818). Każda z metod nawigacji charakteryzuje się określonymi zaletami i wadami.

Sterowanie wózka AGV za pomocą pętli indukcyjnej działa w oparciu o umieszczony w posadzce przewód (w specjalnie przygotowanym kanale), w którym generowane jest pole elektryczne przez przepływ prądu o stałej częstotliwości. Pojazd, odbierając sygnał przez zamontowane czujniki magnetyczne, porusza się wzdłuż wyznaczonej trasy. Metoda ta cechuje się dużą skutecznością, możliwością sterowania AGV w przestrzeni zewnętrznej i wewnętrznej. Za pomocą pętli indukcyjnej można także ładować akumulator wózka. Metoda ta posiada znaczącą wadę, którą jest brak możliwości zmiany trasy bez ingerencji w podłoże.

Metoda pętli magnetycznej wykorzystuje materiał ferromagnetyczny jako źródło pola magnetycznego. Instalacja tego rozwiązania jest nisko kosztowa i prosta, możliwe jest szybkie modyfikowanie trasy. Wadami są: zastosowanie ograniczone jedynie do wnętrza budynków, czułość na obecność innych taśm magnetycznych oraz mała wytrzymałość na uszkodzenia mechaniczne.

Metoda nawigacji laserowej polega na optycznym śledzeniu ustalonych punktów odniesienia odbijających wiązki lasera wysyłane przez nadajnik umieszczony w pojeździe, analiza sygnału pozwala na orientację AGV w obiekcie. Korzyściami w przypadku wyboru tej metody są: duża dokładność, łatwość modyfikacji trasy, odporność na warunki atmosferyczne, możliwość pracy wewnątrz i na zewnątrz budynku. Wadą jest konieczność zachowania widoczności odbłyśników dla pojazdu.

Metoda żyroskopowa działa w oparciu o urządzenie żyroskopowe wykrywające zmiany kierunku. W podłożu montowane są specjalne punkty odniesienia jako dodatkowe wzorcowanie zewnętrzne dla pojazdu. Metoda pozwala na dobre pozycjonowanie AGV, natomiast wiąże się z wysoką ceną, zastosowaniem odpowiedniego sprzętu i trudnością instalacji przy krzyżujących się ścieżkach.

Metoda optyczna polega na mierzeniu natężenia odbitego światła od przyklejonych do podłoża odbłaskowych taśm. Do tego celu pojazd wyposażony jest w fotokomórki (czujniki optyczne). Zaletą tej metody jest łatwość modyfikacji trasy, wadami natomiast duża czułość na zabrudzenia oraz ograniczenie tylko do zastosowania wewnątrz budynku.

W metodzie ultradźwiękowej pojazd wyposażony jest w zespół czujników pozwalających na wychwytywanie fal ultradźwiękowych emitowanych przez sygnał nawigacyjny. Odległość mierzona jest na podstawie oceny parametrów odbitej fali, na której wynik wpływa ciśnienie, wilgotność czy temperatura. To decyduje o rzadkim stosowaniu tego typu nawigacji, sprawdza się ona bowiem jedynie w niewielkich przestrzeniach. Zaletą tej metody jest natomiast brak konieczności instalacji dodatkowych znaczników.

W metodzie GPS wykorzystuje się odbiornik zamontowany na pojeździe i system nawigacji satelitarnej. Wdrożenie jest stosunkowo proste, jednak charakteryzuje się małą dokładnością (0,5–2 m). W celu zwiększenia dokładności konieczne jest umieszczenie stacji referencyjnych. Metoda ta sprawdza się na otwartych przestrzeniach.

Metoda opierająca się na identyfikacji obiektów w oparciu o fale radiowe (RFID – *Radio-Frequency Identification*) pozwala na automatyczne zapisywanie i odczytywanie danych, bez kontroli operatora. Pojazd rozpoznaje trasę, odczytując czytniki RFID zamontowane w podłożu. Metoda ta pozwala na precyzyjne i szybkie działanie. Wiąże się natomiast z inwestycją w postaci zakupu i montażu czytników.

Metoda linii refleksyjnej opiera się na wyznaczeniu trasy poprzez naniesienie farby lub taśmy refleksyjnej na podłożu oraz instalacji kamery stanowiącej układ nawigacji pojazdu. Korzyścią w przypadku tej metody jest łatwość w wyznaczeniu i modyfikowaniu trasy, zaś wadą – ograniczone zastosowanie jedynie wewnątrz budynku (*Zrobotyzowane wózki widłowe – zastosowanie i korzyści*, 2020).

W praktyce gospodarczej najczęściej wykorzystywane są systemy laserowe, liniowe (głównie indukcyjne) oraz magnetyczne (Kurzac, 2017: 36).

Wśród dodatkowych korzyści z zastosowania określonego rodzaju przenośnika, odpowiednio dobranego do potrzeb przemieszczania ładunków wymienia się bieżą-

ce śledzenie produkcji oraz zleconych działań logistycznych, możliwość weryfikacji produktów w postaci skanowania kodów kreskowych, zapewnienie ciągłości pracy maszyn oraz uniwersalne zastosowanie (*Czym są roboty AGV i jaka jest ich funkcjonalność?*, 2019: 1).

Biorąc pod uwagę rodzaj najczęściej wykorzystywanych pojazdów AGV, poniżej przedstawiono charakterystykę dostępnych na polskim rynku robotów.

Charakterystyka wybranych robotów mobilnych AGV

Szeroki wachlarz robotów mobilnych AGV dostępnych na polskim rynku dostosowany jest do oczekiwań przedsiębiorstw reprezentujących różne gałęzie/branże (od producenta AGD po motoryzację).

Robot mobilny MiR 200 (rys. 1) jest autonomicznym robotem, który może służyć do przewożenia części pomiędzy liniami montażowymi. Nazwa robota pochodzi od nazwy producenta – Mobile Industrial Robots (MiR).



Rysunek 1. MiR 200

Źródło: *Roboty autonomiczne MiR*, 2020.

Jego parametry to: ładowność do 200 kg, udźwig do 500 kg, dostępna powierzchnia na ładunek – 60 x 80 cm, czas jazdy 10 h lub 15 km, samodzielne ładowanie w stacji dokującej. Robot porusza się, korzystając z wbudowanych z przodu i z tyłu skanerów laserowych oraz kamery 3D, dzięki której bezkolizyjnie może omijać napotykaną na swojej drodze przeszkodę oraz ludzi. Taka metoda nawigacji pozwala na szybką instalację pojazdu bez konieczności wprowadzania zmian w układzie hali magazynowej/produkcyjnej. MiR 200 posiada oprogramowanie MirFleet pozwalające na programowanie pojazdu. Dodatkową zaletą jest to, że można go połączyć z innymi urządzeniami na hali produkcyjnej, po uprzednim wdrożeniu dedykowanej aplikacji. Istnieje także możliwość dołączenia modułów w formie pojemników, przenośników, podnośników czy stelaży w zależności od wykonywanych zadań (*Roboty autonomiczne MiR*, 2020).

Pracownicy, pomimo wielu obaw związanych ze stosowaniem robotów, dostrzegają wymierne korzyści – mogą lepiej skupić się na wykonywaniu czynności o większej wartości dodanej. Zastosowanie pojazdów MiR 200 wpływa także na poprawę bezpieczeństwa, pozwala uniknąć kolizji nie tylko z człowiekiem, ale również z innymi urządzeniami, takimi jak wózek widłowy czy *tugger*. Dodatkowo można zainstalować dedykowany system MiRFleet pozwalający na kolejkovanie zamówień schodzących z linii, a zarazem nadzorowanie stanu naładowania baterii, aby zachować ciągłość pracy. Pojazd optymalizuje przepływ pracy, zwiększa produktywność, elastyczność, odciąża zasoby ludzkie w zakresie mniej wymagających zadań, redukuje koszty. Zastosowanie robotów zapewnia firmie niskie koszty automatyzacji (Piątek, 2019: 1).

Innym przykładem mającym zastosowanie w branży meblarskiej może być pojazd autonomiczny AIV ROBOTIC (rys. 2).



Rysunek 2. Pojazd AIV ROBOTIC

Źródło: *Wózki autonomiczne AIV*, 2020.

Przeznaczony jest do przewożenia towarów na europalecie. Implementacja transportera wiąże się z brakiem konieczności wprowadzania zmian w posadzce w celu wyznaczenia trasy przejazdu. Sterowany jest za pomocą nawigacji laserowej dzięki wbudowanym czujnikom i kamerom, reaguje także na pojawiające się przeszkody, optymalizując trasę przejazdu. AIV ROBOTIC umożliwia szybką, zdalną zmianę trasy. Porusza się precyzyjnie z prędkością do 6 km/h. Maksymalne obciążenie wynosi do 800 kg. Czas pracy pojazdu wynosi do 14 godzin, a na naładowanie akumulatora litowo-żelazowo-fosforanowego potrzeba tylko 45 minut (*Wózek autonomiczny AIV ROBOTIC*, 2020).

Zastosowanie tego typu pojazdów w przedsiębiorstwie produkującym meble wpływa na automatyzację procesów oraz bezpieczeństwo pracy, zapewniając niezawodność i wysoką efektywność realizowanych procesów, a także eliminując błędy ludzkie. Z poziomu użytkownika można w systemie rekonfigurować urządzenie, zintegrować system robota z przenośnikami rolkowymi. Autonomiczny wózek AIV sprawdza się w produkcji masowej, seryjnej do transportu komponentów, surowców na linii produkcyjnej, montażowej. Pojazd wpływa na zachowanie wysokiego bezpieczeństwa pracy, dodatkowo wyposażony jest w zderzak bezpieczeństwa, który odłączy funkcje napędowe wózka w przypadku fizycznie napotkanej przeszkody. Za pomocą AIV ROBOTIC mogą być wykonywane proste, powtarzalne czynności, co odciąża pracowników (*Wózki autonomiczne AIV*, 2020).

W branży motoryzacyjnej zastosowanie znalazł robot do przewozu ciężkich ładunków MOBOT AGV FlatRunner MW (rys. 3). To pojazd o maksymalnym udźwigu 1800 kg, który może wykonywać swoją pracę do 8 godzin, osiągając przy tym maksymalną prędkość do 3 km/h. Porusza się za pomocą nawigacji laserowej lub taśmy magnetycznej czy kolorowej linii, a dzięki zamontowanym kołom może przemieszczać się w dowolnym kierunku. Komunikacja z robotem odbywa się poprzez Wi-Fi. Może on także współpracować z robotami paletyzującymi (*Robot mobilny MOBOT® AGV FlatRunner MW*, 2020).



Rys. 3. Robot MOBOT AGV FlatRunner MW

Źródło: *Polskie roboty mobilne transportują przekładnie hybrydowe w polskiej fabryce Toyoty*, 2020.

Wnioski

W dobie Przemysłu 4.0 kluczowe działania pozwalające na redukcję kosztów oraz wzrost wydajności związane są z automatyzacją transportu wewnętrznego (intralogistyki). Automatyzacja i robotyzacja intralogistyki dzięki wykorzystaniu autonomicznych robotów mobilnych może ułatwić kluczowe operacje obejmujące produkcję just in sequence czy just in time, optymalizując przepływy wewnątrz zakładu, oraz poprawić zarządzanie magazynem.

Zastosowanie tego typu urządzeń pozwala przedsiębiorstwom osiągnąć wiele korzyści między innymi:

- oszczędności kosztów robocizny,
- efektywne wykorzystanie zasobów,
- odciążenie pracowników i skierowanie ich działań na bardziej wymagające czynności (*Intralogistyczna automatyzacja. Kiedy w magazynach zapanują roboty?*, 2017),
- usprawnienie procesów przepływu produktów,
- optymalizację tras przejazdu, omijając napotkane przed sobą przeszkody,

- zapewnienie wysokiego poziomu bezpieczeństwa,
- zachowanie ciągłości pracy dzięki dostarczaniu materiałów i komponentów dokładnie na czas,
- możliwość zdalnego sterowania, przyjmowania zleceń i wymiany danych dzięki wyposażeniu w inteligentne systemy,
- wspieranie wdrożonych narzędzi i metod związanych z zachowaniem ciągłości przepływu, kolejkowaniem zamówień czy utrzymaniem standardów pracy (Bányai, 2017: 142–143).

Chociaż implementacja robotów mobilnych niesie ze sobą wiele korzyści, to wiąże się ona z wieloma wyzwaniami, wśród których na pierwszym miejscu wymienia się duże nakłady finansowe i dłuższy okres czasu zwrotu inwestycyjnego. Niekiedy wymaga to także zmian organizacyjnych, layoutu fabryki czy przekształcenia kultury organizacyjnej przedsiębiorstwa.

Odpowiednio przeanalizowana obecna sytuacja przedsiębiorstwa, możliwości udoskonaleń i dopasowanie do specyfiki organizacji robota AGV pozwoli na osiągnięcie zamierzonych korzyści.

Bibliografia

- Bányai T. (2017), *Toyota Production System in Milkrun based in-plant supply*, “Journal of Production Engineering”, No. 1, Vol. 20.
- Bednarz P., Popiel J. (2018), *Roboty AGV w intralogistyce – terażniejszość i wyzwania na przyszłość*, „*Ekonomika i Organizacja Logistyki*”, nr 3(4).
- Bonini M., Urru A., Steinau S., Ceylan S., Lutz M., Schuhmacher J., Andrews K., Halfar H., Kunaschk S., Haque A., Nair V., Rollenhagen M., Shaik N., Reichert M., Bartneck N., Schlegel C., Hummel V., Echelmeyer W. (2018), *Automation of Intralogistic Processes through Flexibilisation – A Method for the Flexible Configuration and Evaluation of Systems*, Proceedings of the 15th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics – Volume 1, ICINCO.
- Czym są roboty AGV i jaka jest ich funkcjonalność?* (2019), <http://www.logistics-manager.pl/2019/10/02/czym-sa-roboty-agv-i-jaka-jest-ich-funkcjonalnosc/> [dostęp: 24.06.2020].
- Dankiewicz R., Ostrowska-Dankiewicz A., Bulut C. (2020), *The attitudes of entrepreneurs of the small and medium-sized enterprises sector in Poland to key business risks*, “Quarterly Journal of Economics and Economic Policy”, nr 15(3), s. 511–536.
- Dieter A. (2006), *Einleitung des Herausgebers*, [w:] A. Dieter (Hrsg.), *Intralogistic. Potentiale, Perspektiven, Prognosen*, Springer, Karlsruhe.

- Fernandes A., Silva F.J.G., Campilho R.D., Pinto G.F.L. (2019), *Intralogistics and industry 4.0: designing a novel shuttle with picking system*, 29th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM 2019), June 24–28, 2019, Limeric, Ireland, “Procedia Manufacturing”, Vol. 38.
- Intralogistyczna automatyzacja. Kiedy w magazynach zapanują roboty?* (2017), <https://trans.info/pl/intralogistyczna-automatyzacja-kiedy-w-magazynach-zapanuja-roboty-5951fecbbc04fa1e638b4630-20022#> [dostęp: 24.06.2020].
- Intralogistyka i logistyka zakładowa* (2020), https://automatykab2b.pl/temat-miejsiaca/52995-intralogistyka-i-logistykazakladowa?fbclid=IwAR297Gf-NEe0nAx0c7YnYsyAknj79tr7xsclIgrX_fogf9rBFkH3g2TG7aAE [dostęp: 24.06.2020].
- Kemény Z., Beregi R., Nacs J., Glawar R., Sihl W. (2018), *Expanding production perspectives by collaborating learning factories – perceived needs and possibilities*, “Procedia Manufacturing”, Vol. 23.
- Kurucz A. (2018), *Az ipar 4.0 hatása a vezetői viselkedésre impact of Industry 4.0 on managerial behavior*, XVI. Nemzetközi Tudományos Napok – 16th International Scientific Days, Conference Paper, s. 1095–1101.
- Kurzacz T. (2017), *Wózki AGV*, „Główny Mechanik”, listopad–grudzień.
- Lu S., Xu C., Zhong R.Y. (2016), *An Active RFID Tag-Enabled Locating Approach With Multipath Effect Elimination in AGV*, “IEEE Transactions on Automation Science and Engineering”, Vol. 13, No. 3.
- Osieczko K., Gazda A. (2019), *The use of intralogistic system in enterprise*, CLC 2018 – Carpathian Logistics Congress, Prague, Czech Republic.
- Piątek Z. (2019), *Whirlpool wdraża roboty mobilne*, Przemysł 4.0, <https://przemysl-40.pl/index.php/2019/11/07/whirlpool-wdraza-roboty-mobilne/> [dostęp: 26.06.2020].
- Płaczek E. (2018), *Logistyka w erze Industry 4.0*, „Przedsiębiorczość i Zarządzanie”, t. XIX, z. 11, cz. III.
- Podobińska-Staniec M., Wilkosz A. (2014), *Reinżynieria procesów magazynowania*, „Logistyka”, nr 4.
- Polskie roboty mobilne transportują przekładnie hybrydowe w polskiej fabryce Toyoty* (2020), <https://wobit.com.pl/case-studies/4939/polskie-roboty-mobilne-transportuja-przekladnie-hybrydowe-w-polskiej-fabryce-toyoty/> [dostęp: 26.06.2020].
- Robot mobilny MOBOT® AGV FlatRunner MW* (2020), <https://wobit.com.pl/produkt/12754/roboty-mobilne-mobot-agv/robot-mobilny-mobot-agv-flatrunner-mw/> [dostęp: 26.06.2020].
- Roboty autonomiczne MiR* (2020), <https://www.astor.com.pl/produkty/robotyzacja/roboty-mir/mir200.html> [dostęp: 26.06.2020].
- Rohrhofer C., Graf H.C. (2018), *Intralogistic und Logistiktechnologie. Weißbuch für den Technologieeinsatz in der Logistik*, Shaker Verlag, GmbH, Aachen.

- Scholz M., Serno M., Franke J., Schuderer P. (2017), *A Hybrid Transport Concept for the Material Supply of a Modular Manufacturing Environment*, "Procedia Manufacturing", Vol. 11.
- Sedlmayr M., Becker A., Muench U., Meier F., Prokosch H.U., Ganslandt T. (2009), *Towards a Smart Object Network for Clinical Services*, AMIA Annual Symposium Proceedings.
- Śmieszek M. (2016), *Wykorzystanie środków automatycznego transportu w logistyce*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej”m seria Organizacja i Zarządzanie, z. 99.
- Toyota rozpoczyna produkcję silników do napędów hybrydowych w nowoczesnej fabryce z automatycznym transportem wewnętrznym* (2020), <https://wobit.com.pl/case-studies/5023/toyota-rozpoczyna-produkcje-silnikow-do-napedow-hybrydowych-w-nowoczesnej-fabryce-z-automatycznym-transportem-wewnetrznym/> [dostęp: 25.06.2020].
- Winkler H., Zinsmeister L. (2019), *Trends in digitalization of intralogistics and the critical success factors of its implementation*, "Brazilian Journal of Operations & Production Management", Vol. 16.
- Wojciechowska A., Wojciechowski Ł. (2002), *Automatyzacja łańcuchów dostaw*, „Logistyka”, nr 3.
- Wózek autonomiczny AIV ROBOTIC* (2020), <https://www.utrzymanieruchu.pl/wozek-autonomiczny-aiv-robotic/> [dostęp: 26.06.2020].
- Wózki autonomiczne AIV* (2020), https://promag.pl/Wozki_autonomiczne_AIV,10266.html [dostęp: 26.06.2020].
- Zrobotyzowane wózki widłowe – zastosowanie i korzyści* (2020), http://sluzby-ur.pl/artykuly/612/zrobotyzowane_wozki_widlowe_zastosowanie_i_korzysci.html [dostęp: 26.06.2020].

Summary

The use of AGV robots in intralogistics

The issue of internal logistics in relation to the use of robots is relatively rarely discussed in Polish literature. When looking for methods of optimization, the topic of Lean Management tools and methods is most often discussed. One of the possibilities to improve internal logistics (intralogistics) is the use of transport robots. The aim of this article is to present solutions available on the Polish market in the field of optimization of the internal flow of goods in industry. This is related to the use of available technologies and process automation through the use of autonomous AGV robots. The article is descriptive and presents the available solutions.

Keywords: intralogistics, robots, AGV, AIV, MIR, MOBOT