

Olga Borowska, Joanna Parakiewicz

Politechnika Poznańska

Studenckie Koło Doskonalenia Procesów

Zastosowanie innowacyjnych rozwiązań w gospodarce magazynowej

Application of innovative solutions in the inventory management

Synopsis. Obecnie, dążąc do maksymalizacji zysków, szuka się rozwiązań, mających na celu redukcję wysokich kosztów związanych z magazynowaniem. Rynek wymusza, w tym zakresie zastosowanie nowoczesnych technologii. Zdobycie przewagi konkurencyjnej, dyktowane jest koniecznością wdrażania innowacyjnych rozwiązań w firmach przemysłowych. Jest to wyzwanie, w dużej mierze opierające się na dobrej współpracy i komunikacji dwóch podmiotów – magazynu i zakładu produkcyjnego. Przegląd innowacji, wprowadzanych na kolejny poziom rozwoju, pozwolił na wyróżnienie kilku wyraźnych trendów odnoszących się m.in. do: automatyzacji, robotyzacji, urządzeń mobilnych, systemów zarządzania i optymalizacji produkcji. Celem pracy jest prezentacja tych rozwiązań w kreowaniu inteligentnego magazynu jako swoistego trendu w obszarze gospodarki magazynowej. Badaniem objęto sposoby wdrażania automatyzacji i systemów IT w gospodarce magazynowej.

Słowa kluczowe: inteligentny magazyn, beacon, pick-by, czwarta rewolucja przemysłowa, automatyczne składowanie

Abstract. Increasing competition and growing up customers requirements pay entrepreneurs attention to necessity of initiating innovative solutions, which will improve realised processes. Innovation enables progress and makes crucial component of it. Every dynamic entrepreneur or manager knows about the necessity of introducing innovative solutions in manufacturing companies to gain competitive supremacy. To fulfill needs of an individual customer it is required to keep appropriate level of flexibility. High level of flexibility has a sector in which process of transformation the manufacturing base assumes that at each step of delivery, including designing, production, and storage, there are used modern and intelligent technologies of automation. For that reason, the necessity of introduction improvements in companies by product and process innovation, which will improve production and storage processes and enable to reduce costs becomes natural.

Key words: intelligent warehouse, beacon, pick-up, fourth industrial revolution, automatic storage

Wstęp

Nasilająca się konkurencja i rosnące wymagania klientów zwracają uwagę przedsiębiorstw na konieczność wdrażania innowacyjnych rozwiązań, usprawniających procesy. Postęp jest możliwy dzięki innowacji, jest ona jego kluczowym składnikiem. Każdy dynamicznie działający przedsiębiorca czy menedżer wie o konieczności wdrażania innowacyjnych rozwiązań w firmach przemysłowych, w celu zdobycia przewagi konkurencyjnej. By było możliwe zaspokojenie zindywidualizowanych potrzeb klienta, wymagane jest utrzymanie odpowiedniego stopnia elastyczności. Wysokim stopniem elastyczności charakteryzuje się przemysł, w którym proces transformacji bazy produkcyjnej zakłada, że na każdym etapie łańcucha dostaw, począwszy od fazy projektowej poprzez produkcję i magazynowanie, konieczne jest zastosowanie nowoczesnych inteligentnych technologii automatyzacji jak i informatycznych. Dlatego też niezbędne staje się wprowadzanie ulepszeń do przedsiębiorstwa przez innowacje – produktowe lub procesowe, które usprawniają procesy nie tylko produkcyjne, ale również magazynowe oraz umożliwiają obniżanie kosztów¹.

Cel i metodyka badań

Celem przeprowadzonych badań jest zwrócenie uwagi na zmiany zachodzące w gospodarce magazynowej, przez wprowadzanie innowacyjnych rozwiązań. W celu realizacji powyższej tematyki pracy przeprowadzono badania, które polegały na przeglądzie literatury naukowej. Dostępne źródła literaturowe po starannej selekcji zostały przeanalizowane i przedstawione w niniejszej pracy.

Wyniki badań

W 2014 roku Panel Polskich Menadżerów Logistyki przeprowadził badania, w ramach których menedżerowie logistyki dzielą się doświadczeniem związanym ze stanem automatyzacji magazynowej w przedsiębiorstwach w Polsce. Badania te wykazały, że choć automatyzacja w hali produkcyjnej obecna jest od dawna, to prawie 60% firm w Polsce nawet nie zastanawiało się nad wdrożeniem automatyzacji magazynowej². Konieczność automatyzacji różnych segmentów zakładów produkcyjnych, w tym magazynów, jest większa zagranicą, gdzie coraz więcej producentów automatyzacji opracowuje innowacyjne rozwiązania. Są one sprawdzonym sposobem na obniżenie kosztów dzięki usprawnieniom w działaniu magazynów, kontroli zgromadzonych zasobów i ich drogi na linię produkcyjną oraz wyeliminowaniu błędów ludzkich³. Struktura pracy hali produkcyjnej i magazynu z nią połączonego powinna opierać się na maszynach i systemach IT, które je kontrolują i nimi sterują.

¹ <http://www.portalspozywczy.pl/technologie/wiadomosci/najpopularniejsze-innowacje-w-magazynach-wielkopowierzchniowych,113683.html> [dostęp: 10.04.2017].

² <http://www.logistyka.net.pl/aktualnosci/logistyka/item/85956-nowoczesny-magazyn-to-automatyczny-magazyn> [dostęp: 20.03.2017].

³ <https://e-promag.pl/automatyzacja-w-logistyce,619.html>.

Coraz częstszą praktyką staje się łączenie działania inteligentnej fabryki z inteligentnym magazynem. Magazyn i hala produkcyjna to bez wątpienia dwa najważniejsze pomieszczenia w przedsiębiorstwie produkcyjnym. To właśnie one zapewniają fabryce sprawne funkcjonowanie i niezależnie od tego, co jest produkowane, potrzebny jest sprawnie działający magazyn. Od charakteru produkcji zależeć będzie, jakiego typu magazyn okaże się najlepszym rozwiązaniem. Od typu i wielkości magazynowanych produktów zależeć będzie konstrukcja i organizacja miejsc składowania oraz wybór najlepszego rodzaju systemów transportowych.

Magazyn jest miejscem realizacji operacji wejścia/wyjścia w fabryce. Wyroby, które są wyprodukowane przez linie produkcyjne, muszą być składowane na terenie manufaktury do czasu skompletowania zamówienia oraz wysłania do klienta. Aby powstały wyroby, należy mieć bazę, gdzie zdobywa się je i gdzie są kształtowane, w każdym procesie produkcyjnym wykorzystywane są surowce, które w celu zapewnienia płynności produkcji powinny być zgromadzone w odpowiedniej ilości w takim miejscu, by mogły być szybko dostarczone na linię produkcyjną [Jaroszewski 2015].

O sprawne funkcjonowanie magazynu oraz jego współpracę z linią produkcyjną dbają systemy zarządzania i optymalizacji produkcji w ramach koncepcji *Lean Management*. Niewątpliwym łącznikiem magazynu z produkcją jest system informatyczny, który pozwala planować dostawy do magazynu i wydanie z niego materiałów, a także rozlokowanie gotowych wyrobów, półproduktów i surowców w magazynach. Rozbudowane systemy umożliwiają obsługę wielu urządzeń mobilnych, całkowitą eliminację papierowej formy dokumentów, a dzięki połączeniu z modułem produkcyjnym przekazywanie planów na produkcję, kompletację wydań z magazynu materiałów, raportowanie produkcji w czasie rzeczywistym, indywidualną integrację ze sterownikami obiektowymi maszyn produkcyjnych, realizację procesów kontrolnych i prowadzenie statystyk produkcyjnych. Nowoczesne systemy umożliwiają kontrolę procesów produkcyjno-magazynowych oraz możliwość ścisłej kontroli całego procesu na podstawie wiedzy o skoordynowaniu przepływu procesów, oraz danych. Dąży się do integracji systemów ERP z innymi wyspecjalizowanymi systemami takimi jak SCM (*Supply Chain Management*) – zarządzanie łańcuchem dostaw i CRM (*Customer Relationship Management*) – system zarządzania relacjami z klientami⁴.

System informatyczny zarządzać może między innymi lokalizacją ładunków. Wysookie składowanie jest bardzo zaawansowaną formą automatyzacji i wykorzystania technologii informatycznych, realizowanych w składnicach, co odzwierciedla założenia idei Przemysłu 4.0, gdzie występują automatyczne magazyny wysokiego składowania, w których rolę operatorów wózków widłowych przejmują układnice magazynowe obsługujące palety na regałach o wysokości wynoszącej nawet do 40 metrów [Pinkas 2016]. Ładunki są przemieszczane szybko i bezpiecznie, a wykorzystanie dostępnej do zagospodarowania powierzchni magazynowej jest optymalne. Lokalizacją ładunków zarządza system informatyczny. Tego typu rozwiązanie pozwala na bieżąco śledzić ruchy surowców, opakowań i wyrobów gotowych, a także łączyć maszyny produkcyjne z magazynem i zaopatrywać je bezpośrednio oraz na bieżąco w potrzebne materiały. Wszelkie przesunięcia

⁴ <http://nf.pl/manager/nowoczesny-magazyn,11801,129> [dostęp: 07.03.2017].

magazynowe są generowane przez system i w pełni przez niego nadzorowane [Malanowska i Fajfer 2011].

Najczęściej firmy w obszarze logistyki inwestują w automatyczne strefy składowania z urządzeniami klasy AS/RS, które składają się z różnorodnych komputerowo sterowanych systemów do automatycznego umieszczania i pobierania obciążeń z określonych miejsc przechowywania, co pozwala na: oszczędności eksploatacyjne, wzrost bezpieczeństwa, redukcji błędów na poziomie kompletacji, skrócenie czasu realizowanych operacji oraz co najważniejsze na obniżenie kosztów pracy, gdzie przy czynnościach powtarzających i prostych człowieka zastępuje maszyna, która może pracować dłuższy czas, a w rezultacie w danej operacji może stać się wydajniejsza niż człowiek⁵.

Zautomatyzowane etapy finalne procesów produkcyjnych są łącznikiem produkcji z halą magazynową i miejscem automatyzacji. Przykładem takiej automatyzacji może być proces kompletacji palety, jej owijania, etykietowania i przewożenia do właściwego magazynu. Gdzie za pomocą systemu roboty podejmują wyrób z końca linii produkcyjnej. Następnie paletyzują go, a potem skompletowana paleta transportowana trafia do urządzeń owijających i etykietujących. Na koniec zautomatyzowany pojazd przewozi paletę do magazynu. Technologia ta może być nazwana mianem elastycznej i łatwej do dostosowania dla potrzeb każdej firmy. Nie mógłby powstać satysfakcjonujący wynik bez współpracy urządzeń z wózkami widłowymi, poruszającymi się wśród regałów magazynowych oraz systemem zarządzania magazynem, który w całości nadzoruje jej cały przebieg i wykonywaną pracę.

Firma ASTOR przeprowadziła badania dotyczące poziomu automatyzacji polskich zakładów produkcyjnych, które pokazują „że dla zarządzających polskimi fabrykami w dużym stopniu aktualne pozostają wyzwania trzeciej rewolucji przemysłowej, związanej z technologiami mikroelektronicznymi. Tylko 15% polskich fabryk jest w pełni zautomatyzowanych, a 76% ankietowanych wskazuje na częściową automatyzację”⁶. Dodatkowo systemy IT wciąż są wykorzystywane w niewielkiej części przedsiębiorstw. Wsparciem dla operacyjnego zarządzania i sterowania produkcją jest IT. Aby zrealizować etap Przemysł 4.0, polskie fabryki muszą mieć doświadczenie z poprzedniego etapu. Niezbędne jest zbudowanie silnej infrastruktury, która jest bazą pozwalającą na automatyzację i informatyzację produkcji. Reasumując studium trzeciej rewolucji przemysłowej stanowi fundament do inwestycji w bardziej „inteligentne” technologie i umożliwia przejście na „poziom 4.0” [Pinkas 2016].

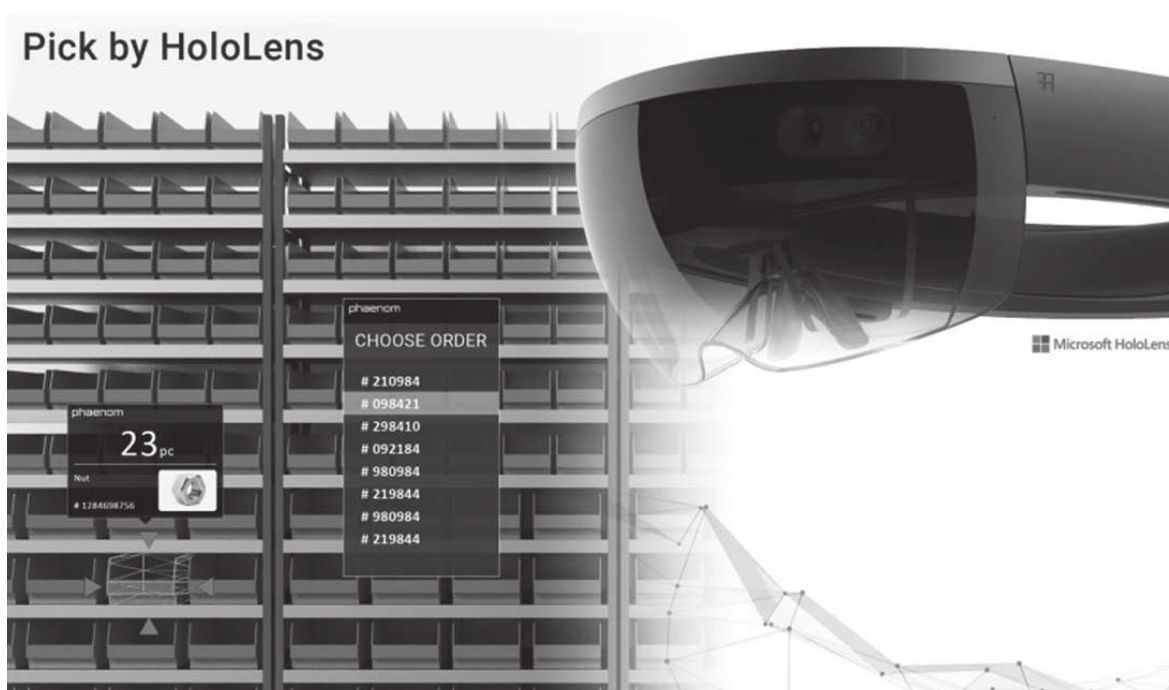
Innym z zautomatyzowanych rozwiązań występujących w magazynach są systemy, które mają w nazwie słowa: *pick-by*. Mogą to być m.in. systemy: *Pick-by-Voice*, *Pick-by-Point*, *Pick-by-Light* itd. Wsparcie tych rozwiązań informatycznych znacznie ułatwia pracę pracownikom magazynu, zwiększa efektywność magazynów i jakość wykonywanych przez nie usług. Rozwiązania są oferowane przez wielu dostawców, zdarza się, że nazwa jest zastrzeżona przez producenta, ale zasady działania są podobne [Złoch 2012].

Pick-by-HoloLens to system wspomagający kompletację dzięki użyciu okularów interaktywnych. System ten otrzymał nagrodę główną w konkursie „Najlepszy produkt dla logistyki, transportu, produkcji 2016”. System za pomocą rzeczywistości rozsze-

⁵ Ibidem.

⁶ <https://www.phaenom.com/intro/> [dostęp: 24.12.2017].

rzonej (*Augmented Reality*), na którą spojrzenie umożliwiają okulary Microsoft HoloLens, pozwala na zwiększenie szybkości i jakości pracy. Jest to możliwe ze względu na to, że wszelkie niezbędne informacje o produktach oraz dane o miejscu ich odłożenia pracownik widzi jako trójwymiarowe hologramy. Znak wskazujący na miejsce w regale widzi tylko operator w okularach, jednocześnie wciąż widzi świat zewnętrzny. Informacje o lokalizacji są pobierane bezprzewodowo, do uruchomienia systemu potrzebna jest jedynie sieć Wi-Fi. System ma wiele innych zalet między innymi: niskie koszty wdrożenia i eksploatacji, łatwość w obsłudze, brak konieczności przeprowadzania specjalistycznych szkoleń, pozytywny wpływ na ochronę środowiska, poprzez ograniczenie produkowanej makulatury. Obecnie powstał działający prototyp interaktywnych okularów, a system czeka na wdrożenie w czeskiej fabryce Škoda Auto. Okulary Microsoft HoloLens oraz sposób ich działania został przedstawiony na rysunku 1 [Magazyn... 2017].



Rysunek 1. Okulary Microsoft HoloLens

Figure 1. Microsoft HoloLens glasses

Źródło: <https://www.phaenom.com/intro/> [dostęp: 24.12.2017].

W celu zapewnienia sprawnego przepływu towarów między punktami magazynu – obszarem przyjęć, miejscem magazynowania i obszarem wydań – mogą być stosowane różnego rodzaju środki transportu. Do najbardziej wydajnych zaliczają się te zrobotyzowane, umiające bez udziału człowieka dostarczyć lub pobrać produkt ze wskazanego miejsca.

Przykładem takiej innowacji w magazynie może posłużyć StilliGoneo – system automatyzacji pracy, zainstalowanych w pojeździe do kompletacji (rys. 2). Wózek, o którym mowa samodzielnie rozpoznaje operatora i podąża za nim, analizuje w czasie rzeczywistym topografię magazynu, usytuowanie operatora, innych osób i przeszkód, następnie



Rysunek 2. Wózek iGo neo CX 20

Figure 2. Trolley iGo neo CX 20

Źródło: <http://www.still.pl/igo-neo-cx20-pl.0.0.html> [dostęp: 24.12.2017].

objeżdża przeszkody i zatrzymuje się, gdy droga jest zablokowana, zapewnia to szczególną ochronę dla ludzi przebywających w magazynie, wyposażenia magazynu oraz towarów. Jest to możliwe dzięki wyposażeniu go w oprogramowanie, laserowe skanery i czujniki. Dotychczasowe testy pozwalają wysunąć stwierdzenie, że dzięki zastosowaniu omawianego systemu można skrócić czas pracy o 30% (podczas 8-godzinnej zmiany pozostają 2 godziny na inne zadania), a w niektórych przypadkach nawet o 60%. Pozwala na to wyeliminowanie konieczności kontroli wózka oraz czynności wsiadania i wysiadania z pojazdu, co natomiast wiąże się ze zwiększeniem bezpieczeństwa⁷ [Magazyn ... 2017].

Telematyka to branża, której nazwa wciąż nie jest powszechnie rozpoznawalna. Jest obecna niemal w każdym aspekcie naszego życia, coraz częściej można usłyszeć o branży telematycznej, tworzącej nowe rozwiązania, które wspierają pracę przedsiębiorstw w zakresie technologii zarządzania i kontroli. Beacons są częścią systemów telematycznych w skali mikro (rys. 3).

Beacons to miniaturowe komputery wyposażone w nadajnik *Bluetooth Low Energy*, ich funkcjonalność reguluje stosowne oprogramowanie. Beacons to nowa technologia pozwalająca na zdalny odczyt danych, umożliwiającą znaczne skrócenie czasu produkcji i obsługi⁸ [Krzykała 2016]. Przedstawione zastosowania to tylko ich namiastka, które są dostępne na rynku rozwiązań bazujących na technologii beacon.

⁷ <http://www.still.pl/igo-neo-cx20-pl.0.0.html> [dostęp: 24.12.2017].

⁸ <https://telematicworld.com/inteligentny-magazyn/> [dostęp: 10.04.2017].

Instruowanie i precyzyjna nawigacja w pomieszczeniach, poprawa bezpieczeństwa i funkcjonalności obiektów publicznych oraz innowacyjna logistyka, to tylko nieliczne zastosowania tego urządzenia. Inną możliwością beaconów jest szybka identyfikacja pracownika, pozwalająca na rejestrację czasu pracy z jednoczesną kontrolą obecnej lokalizacji każdego z pracowników magazynowych⁹. Pozwala to na zaoszczędzenie czasu zarówno dla pracownika, jak i pracodawcy. Poza tym te mikrouządzenia mogą być użyte podczas kompletowania zamówienia oraz prowadzenia wózka według najszybszej trasy przejazdu. Dzięki wyposażeniu w beacony, samochody i rampy zostaną szybko i zdalnie rozpoznane, system jest zdolny do pokierowania samochodem do konkretnego beacona przy rampie. Za pomocą odbiornika w bramie odbierane jest ID beaconów palet, które zostały załadowane i sprawdzana jest kompletność zamówienia. Z kolei w centrach logistycznych i magazynach beacony mogą wspierać i ułatwiać prace w okresie inwentaryzacji.

Pobór energii beaconów plasuje się na niskim poziomie. Urządzenia potrafią komunikować się praktycznie z każdym smartfonem, tabletem czy laptopem. Ich przewagą są łączenia w sieci wspomagające szeroki zakres działalności. Beacony to tak naprawdę mikrokomputery, które dzięki wykorzystaniu technologii BLE mogą bez większego problemu skontaktować się z naszym smartfonem. Jeżeli więc znajdujemy się w promieniu kilkudziesięciu metrów, beacony mogą przesłać kierowany do nas komunikat lub też aktywować określone funkcje w telefonie. Beacony ze względu na niewielki rozmiar oraz zasilanie na baterie sprawiają, że mogą zostać umieszczone praktycznie wszędzie. Popularyzacja beaconów łączy się również z głównym trendem w branży IT *Internet of Things*, który znany jest również pod pojęciem „Internetu Rzeczy” zakłada, iż poszczególne przedmioty mogą komunikować się ze sobą za pośrednictwem sieci komputerowej.



Rysunek 3. Zastosowanie beaconów

Figure 3. Application of beacons

Źródło: [https:// www.onyxbeacon.com](https://www.onyxbeacon.com) [dostęp: 26.12.2017].

⁹ <https://beecron.com/index.php?page=beacony-w-budynkach-nowy-sposob-na-lokalizacje&lang=pl> [dostęp: 10.04.2017].

Przez automatyzację magazynu należy rozumieć wprowadzenie nowoczesnej technologii. Jednak często jest nie tylko innowacyjna, ale i droga, ostatecznie jej wdrożenie prowadzi do obniżenia kosztów i podniesienia konkurencyjności firmy na rynku. W zależności od stopnia zautomatyzowania magazynu wykorzystywane są różne rozwiązania przyspieszające procesy magazynowe. Inteligentne sterowanie logistyki wewnętrznej jest możliwe przy pomocy innowacyjnych urządzeń jak beacons, automatyczne systemy składowania, roboty itd. Pozwolą one w przyszłości stworzyć inteligentny magazyn, który według Korzenia definiuje się jako „organizacyjno-funkcjonalne ogniwo logistyczne zdolne do ilościowo-czasowego wyrównywania przepływu materiałowego w łańcuchu dostaw, dysponujące zespołem możliwości zdalnego »odczuwania« swoich stanów wewnętrznych i zewnętrznych w celu efektywnego sterowania wszystkimi zasobami funkcjonującymi w jego obrębie”. Przedstawione w pracy rozwiązania stanowią elementy „inteligentnego odczuwania” stanów nowoczesnego systemu magazynowego, których zastosowanie ma spowodować wzrost wydajności procesów magazynowych i wpłynąć na redukcję kosztów [Korzeń 2000].

Podsumowanie i wnioski

1. Obecnie automatyzacja i systemy informatyczne to rozwiązania, bez których żadne hale produkcyjne, jak i centra dystrybucyjne bądź też magazyny nie osiągnęłyby satysfakcjonujących wyników
2. Usprawnienie łańcucha dostaw i zmniejszenie zapasów to sztanarowe cele, jakie towarzyszą każdemu przedsiębiorstwu logistycznemu
3. Wprowadzenie nowoczesnych rozwiązań technologicznych jest związane z wdrażaniem automatyki magazynowej, której zadaniem jest optymalizacja całego procesu przepływu towarów oraz obniżenie kosztów operacji związanych z magazynowaniem.
4. Rozwiązania z zakresu mechaniki i elektroniki wsparte działaniem oprogramowania sterującego pozwalają na osiągnięcie korzyści wynikających z wykluczenia błędów przy czynnościach magazynowych m.in. przy składowaniu i wydawaniu towaru. Zindywidualizowane urządzenia pobierające, rozwiązania samojezdne czy systemy kompletacji ograniczają kontakt pracowników z towarem, przez co wyeliminowane zostaje najczęstsze źródło występowania pomyłek, jakim jest czynnik ludzki.
5. Trzeci poziom rewolucji przemysłowej jest bazą dla cyfrowej rewolucji przemysłowej, który zmienia model biznesowy.

Literatura

- Jaroszewski K., 2015: Logistyka magazynowa – sprawnie, szybko i na miejsce, [źródło elektroniczne] <http://automatykaonline.pl/Artykuly/Montaz-i-transport/Logistyka-magazynowa-sprawnie-szybko-i-na-miejsce> [dostęp: 10.04.2017].
- Korzeń Z., 2000: Inteligentne magazyny – logistyczne uwarunkowania integracji systemów, Polski Kongres Logistyczny, LOGISTICS 2000, IliM, Poznań.
- Magazyn Eurologistics, 2017: Zarządzanie łańcuchem dostaw – Supply chain magazine, 1.

- Malanowska J., Fajfer P., 2011: Zastosowanie nowoczesnych technologii dla zwiększenia efektywności zarządzania magazynem, E-mentor 2(39), [źródło elektroniczne] <http://www.e-mentor.edu.pl/artukul/index/numer/39/id/833> [dostęp: 20.03.2017].
- Pinkas A., 2016: Inteligentny magazyn – wersja 4.0, [źródło elektroniczne] <http://www.magazynprzemyslowy.pl/produkcja/Inteligentny-magazyn-wersja-4-0,8717,1> [dostęp: 10.04.2017].
- Złoch M., 2012: Artykuły systemy składowania, Nowoczesny Magazyn 1, [źródło elektroniczne] http://nm.pl/artykuly/systemy_skladowania/111/6_razy_pick_8211_automatyka_magazynowa.html [dostęp: 10.04.2017].
- Krzykała P., 2016, Zastosowanie beaconów w logistyce i przemyśle, [źródło elektroniczne] <https://prezi.com/vc8a0do6o8a6/zastosowanie-beaconow-w-logistyce-i-przemysle/> [dostęp: 10.04.2017].

Adres do korespondencji:
Politechnika Poznańska
Studenckie Koło Doskonalenia Procesów
ul. Strzelecka 11
60-965 Poznań

Borowska Olga
e-mail: b.olga96@wp.pl

Parakiewicz Joanna
e-mail: jparakiewicz@gmail.com