

WYKORZYSTANIE ROZSZERZONEJ RZECZYWISTOŚCI W ŁAŃCUCHACH DOSTAW – STUDIA PRZYPADKÓW*

Natalia Szozda

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

e-mail: natalia.szozda@ue.wroc.pl

DOI: 10.15611/noz.2017.2.07

JEL Classification: L0, O3

Streszczenie: Nowe technologie wywierają ogromny wpływ na sposób komunikacji i interakcji między przedsiębiorstwami. W przemyśle obserwuje się coraz powszechniejsze wykorzystanie automatyzacji, przetwarzania i wymiany danych, także w chmurze, systemów cyberfizycznych oraz Internetu rzeczy. Ciekawe jest także zagadnienie rozszerzonej rzeczywistości (*Augmented Reality* – AR), technologii, która pozwala na nałożenie na rzeczywisty obraz dodatkowej, wirtualnej informacji. Czy jednak technologia AR ma wpływ na prowadzenie biznesu i kształtowanie współczesnych łańcuchów dostaw? Celem artykułu jest określenie wpływu, jaki technologia rozszerzonej rzeczywistości wywiera na funkcjonowanie globalnych łańcuchów dostaw. Na wybranych przykładach zostanie ukazane znaczenie AR w kontekście głównych procesów łańcucha dostaw, tj. zarządzania relacjami z klientami, obsługi klienta, realizacji zamówień, zarządzania zwrotami czy też zarządzania przepływami w procesie produkcji.

Słowa kluczowe: łańcuch dostaw, zarządzanie procesami, rozszerzona rzeczywistość, nowe technologie.

1. Wstęp

Współczesne łańcuchy dostaw działają w turbulentnym i niestabilnym otoczeniu. Potrzeby klientów zmieniają się coraz szybciej, oczekiwana jest wysoka jakość dostarczanych produktów i usług. Niezależnie od sposobu dokonywania zakupu przez nabywców spodziewany jest szybki czas dostawy, praktycznie w każde miejsce na świecie. Skracają się cykle życia produktów, co wymusza nie tylko elastyczność w dostawach, ale również elastyczność w produkcji. Aby w odpowiedni sposób reagować na zmieniające się potrzeby klientów, konieczne jest uzyskanie dostępu do informacji o popycie rynkowym, praktycznie w każdym z ogniw łańcucha dostaw. Tylko działanie w zintegrowanym środowisku, w spłaszczonych strukturach organizacyjnych, jest w stanie zapewnić sukces rynkowy.

Na działalność współczesnych łańcuchów dostaw, dla których liczy się przede wszystkim szybkość reakcji na potrzeby klienta, ma w dużym stopniu wpływ wykorzystanie nowych technologii. Jest to nie tylko komputeryzacja i automatyzacja pracy w magazynach, trans-

porcie i produkcji, ale także cyberprodukcja i inteligentna fabryka, nazwana przez rynek niemiecki *Industry 4.0*, co oznacza czwartą rewolucję przemysłową. W obiektach tych występuje elektroniczny obieg procesów produkcyjnych [Hermann, Pentek, Otto 2015], czyli urządzenia sterowane centralnie komunikują się na zasadzie działania sieci społecznościowych, dzięki czemu możliwe staje się organizowanie i planowanie produkcji bez ingerencji człowieka. Technologiami wspierającymi czwartą rewolucję przemysłową są m.in. Internet rzeczy (IoT), komunikacja maszyn (M2M), technologie w chmurze (*Cloud Technology*), systemy eksploracji danych (*Data Mining*), a także rozszerzona rzeczywistość (*Augmented Reality*) [Industry 4.0.... 2015; Lee, Kao, Yang 2014].

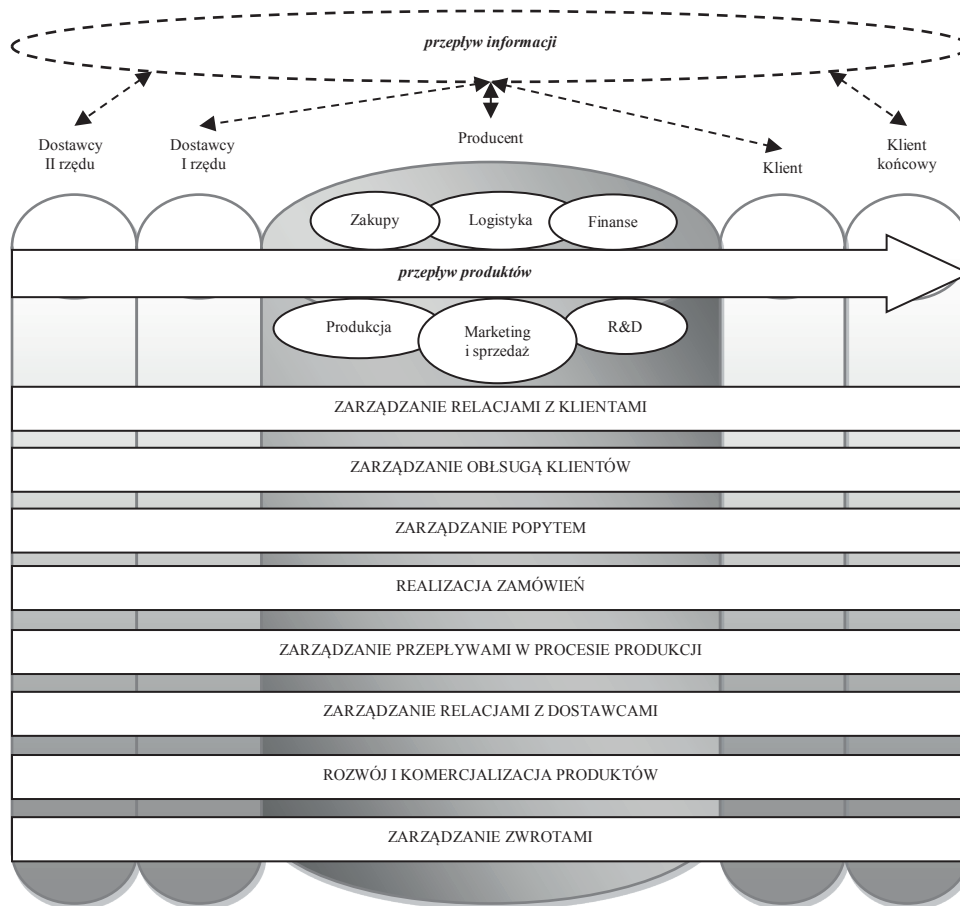
2. Współczesne łańcuchy dostaw

Pojęcie łańcucha dostaw oznacza zbiór obiektów między którymi występują realne oddziaływania w postaci przepływu fizycznego produktów, informacji oraz pieniędzy, poczynając od źródła pozyskania określonych dóbr, kończąc na odbiorcy finalnym [Szozda, Świerczek 2016]. Jednymi z pierwszych koncepcji

* Badania sfinansowano ze środków Narodowego Centrum Nauki przyznanych na podstawie projektu nr 2015/18/M/HS4/00388.

wykorzystywanych w zarządzaniu łańcuchami dostaw były koncepcje szczupłe, oparte na długoterminowym partnerstwie ogniw oraz planowaniu zgodnie ze strategią *pull*. Są to łańcuchy nazywane efektywnymi, w których redukuje się wszelkie źródła marnotrawstwa i ciągle obniża koszty dostawy produktu na rynek. Kolejne podejście, zgodnie z założeniami Fishera [1997], to łańcuchy reaktywne, adaptujące się do zmian w otoczeniu, w których liczy się elastyczność produkcji oraz skracanie czasu dostawy produktu na rynek. Planowanie opiera się na zamówieniach klientów, czyli nadal preferowana jest strategii *pull*, a struktury organizacyjne ulegają spłaszczaniu. Od elastycznych łańcuchów przechodzi się do łańcuchów zwinnych (*agile*), które są w pewnym sensie kolejnym poziomem elastyczności. To umiejętność łańcuchów do ciągłej zmiany, dopasowywania się do zmieniających się warunków biznesowych [Christopher, Harrison, van Hoek 2016]. Na bazie łańcuchów zwinnych powstają współczesne sieci, które Potter i in. [Potter, Towill, Christopher 2015] nazwali migrującymi łańcuchami dostaw (*migratory supply chains*). Działalność tych podmiotów także opiera się na stra-

tegi *pull*, czyli działają one pod zamówienie klienta i łączą w sobie zarówno *agile*, jak i *lean*. Głównym celem współczesnych sieci dostaw jest wygoda i łatwość dokonywania zakupów przez odbiorców. To klient jest inicjatorem działań podejmowanych w łańcuchu dostaw i to on kreuje jego strukturę [Abney 2014] przez określenie jak, kiedy i gdzie ma się odbyć dystrybucja wybranego produktu. To ostateczny nabywca wybiera miejsce, skąd towar ma być odebrany, a jego sklep jest „wszędzie” [Brdulak 2016]. Powoduje to, że różnica między łańcuchami dostaw fizycznymi a *on-line* zaczyna zanikać [Potter, Towill, Christopher 2015] i powstają nowe sieci dystrybucji, nazywane wielokierunkowymi (*omnichannel*). Jest to pojęcie, które wywodzi się z marketingu i związane jest z wykorzystaniem zintegrowanej komunikacji. W łańcuchach wielokierunkowych można wyróżnić kanały dystrybucji w układzie pionowym i poziomym, następuje tzw. krzyżowanie się istniejących połączeń między produkcją a ostatecznym nabywcą [Brynjolfsson, Hu, Rahman 2013; Cummins, Peltier, Dixon 2016]. W *omnichannels* istotne jest zapewnienie „jednorodnego doświadczenia przy zakupie”



Rys. 1. Integracja i zarządzanie procesami w łańcuchu dostaw

Źródło: [Lambert, Pohlen 2001; Szozda, Świerczek 2016].

(termin użyty przez prof. Brdulaka, oznaczający takie same odczucia klientów podczas zakupu produktów różnymi kanałami), zwrocie czy też reklamacji produktów przez klientów – to połączenie wszystkich wykorzystywanych kanałów dystrybucji w jeden spójny system, dostosowany do potrzeb i przyzwyczajen kupującego [Brdulak 2016].

Niezależnie od strategii wykorzystywanej w organizacji przepływów w łańcuchu dostaw jest to pojęcie nierozdzielnie związane z podejściem procesowym; i tak Lambert i in. [Lambert, Stock, Ellram 1998] definiują osiem głównych procesów, które należy integrować wzdłuż całego łańcucha dostaw. Zalicza się do nich: zarządzanie relacjami z klientami, zarządzanie obsługą klientów, zarządzanie popytem, realizacja zamówień, zarządzanie przepływami w procesie produkcji, zarządzanie relacjami z dostawcami, rozwój i komercjalizacja produktów oraz zarządzanie zwrotami – rys. 1.

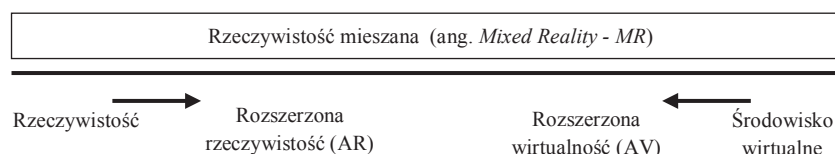
Pierwszy z procesów – zarządzanie relacjami z klientami, to stworzenie struktury budowania i utrzymywania więzi z ostatecznym nabywcą. To podział na grupy klientów ze względu na określone kryteria, dla których ustalane są m.in. reguły obsługi, koszty, zyski, systemy rabatów oraz budowane są systemy mierników i wskaźników do pomiaru poziomu obsługi. Drugim z procesów dotyczących klientów jest zarządzanie ich obsługą. Dzięki niemu klienci w czasie rzeczywistym uzyskują informacje o produkcie czy usłudze, ich dostępności, a także po złożeniu zamówienia o statusie przesyłki i terminie realizacji zamówienia. W dole łańcucha dostaw znajduje się także proces zarządzania popytem. Jego zadaniem jest znalezienie balansu – równowagi między oczekiwaniami klientów (popytem) a możliwościami danego łańcucha dostaw (podażą), czyli dostępnymi zasobami. Procesem integrującym plany produkcyjne, logistyczne i marketingowe, wzdłuż całego łańcucha, rozwijającym partnerstwo w tym obszarze w celu zaspokojenia potrzeb klienta, jest realizacja zamówień. Za produkcję odpowiada proces zarządzania przepływami w procesie produkcji, który obejmuje wytwarzanie produktu i tworzenie elastycznego systemu produkcyjnego pozwalającego zaspokoić popyt, czyli obsłużyć na odpowiednim poziomie ryn-

ki docelowe. To wybór między strategią *pull* i *push*, aby koszty w całym łańcuchu były jak najniższe. Na wejściu procesu produkcyjnego, w górze łańcucha dostaw, można zlokalizować proces zarządzania relacjami z dostawcami, który odpowiada za interakcję, komunikację oraz współpracę z dostawcami. To wybór odpowiedniej strategii zaopatrzenia ze względu na branżę, dostarczane produkty czy też obsługiwane rynki. Jednym z najważniejszych obszarów decydujących o sukcesie danego łańcucha dostaw jest rozwój i komercjalizacja produktów, będący integracją podaży i popytu w procesie rozwoju produktów w celu redukcji czasu dostawy wyrobów na rynek, Obejmujący również jedną z początkowych faz cyklu życia produktów – fazę wprowadzenia produktów na rynek, szczególnie istotną dla skracających się cykli. Osmym, ostatnim procesem często niedocenianym przez zarządzających łańcuchami dostaw, jest zarządzanie zwrotami, pomagające w poprawie wydajności produkcji i sprzedaży.

3. Rozszerzona rzeczywistość

Carmigniani i Furht [2011] definiują rozszerzoną rzeczywistość (*Augmented Reality* – AR) jako poszerzenie fizycznej rzeczywistości przez dodanie do niej dodatkowej warstwy informacji generowanej przez komputer. Azuma [1997] rozszerza nieco definicję AR, określając ją jako system, który łączy świat realny z rzeczywistością wirtualną, jest interaktywny w czasie rzeczywistym oraz umożliwia swobodę ruchów w trzech wymiarach. Nie należy jednak mylić pojęcia rozszerzonej rzeczywistości z pojęciem wirtualnej rzeczywistości (*Virtual Reality* – VR). VR to generowane komputerowo środowisko wyświetlane przez ekran komputera lub przez specjalne stereoskopowe wyświetlacze, takie jak *Oculus Rift* [Glockner i in. 2014]. W 1994 roku Milgram i Kishino [Milgram i in. 1994] opracowali schemat wirtualnego kontinuum, w którym to zostały przedstawione relacje między poszczególnymi sferami.

W systemie AR na rzeczywisty obraz nałożona jest grafika 3D, która jest generowana w tym samym czasie, w którym wyświetlany jest dany obraz. Użytkownicy technologii AR są w stanie ciągle czuć real-



Rys. 2. Realność a wirtualność

Źródło: [Milgram i in. 1994, s. 283].

ny świat wokół nich i być jego uczestnikami; w przypadku VR to nie jest możliwe. Aby można było wykorzystać technologię AR, trzeba mieć do dyspozycji możliwość projekcji dodatkowej informacji. Do tego celu wykorzystywane są platformy, do których zalicza się [Glockner i in. 2014]:

1. Urządzenia przenośne, np. smartfony i tablety.
2. Systemy stacjonarne AR, np. wirtualna przebiegalnia, szafa.
3. Przestrzenne systemy AR (SAR), np. mobilne projektory, wirtualne stoły i inteligentne projektory; SAR to wykorzystanie cyfrowych projektorów do wyświetlania informacji graficznych na obiektach fizycznych, co ważne, w systemach tych wyświetlana informacja jest oddzielona od użytkowników systemu.
4. Wyświetlacze umieszczone na głowie (HMD) – jest to urządzenie w formie opaski na czole czy też kasku; pierwszy taki wyświetlacz AR został opracowany w 1960 roku przez Ivana Sutherlanda w Harvardzie; był to początek rozwoju technologii AR.
5. Inteligentne okulary.
6. Inteligentne soczewki.

Rozszerzona rzeczywistość to technologia, która ciągle jest w fazie rozwoju. Świadczy o tym wartość rynku. W 2011 roku przychody ze sprzedaży rozwiązań AR wynosiły 181 mln dolarów, dwa lata później rynek ten był już szacowany na 1,7 miliarda dolarów, w roku 2016 jego wartość osiągnęła 5,2 miliardów dolarów, a prognozy na 2020 rok zakładają, że rynek ten osiągnie wartość nawet 56,8 miliardów dolarów [Research and Markets 2011; Markets and Markets... 2015].

Obecnie technologia ta ma zastosowanie w wielu branżach. Może być wykorzystana w sztuce, archeologii, architekturze, przemyśle, marketingu, handlu, turystyce, telewizji, sporcie, rozrywce, wojsku, opiece zdrowotnej, edukacji, grach, kosmetyce, a nawet codziennym życiu. Osoby niepełnosprawne mogą rysować i pisać za pomocą tzw. *eye tracking* [Webley 2010]. Architekci wykorzystują AR do wizualizacji projektów budowlanych, które pokazują, w jaki sposób dany obiekt będzie wyglądał w określonym miejscu, ale także umożliwiają wejście wewnątrz budynku i sprawdzenie rozkładu ścian, okien, a nawet widoku z danego piętra [Divecha 2011]. W archeologii AR umożliwia lokalizację i konfigurację starych obiektów we współczesnym krajobrazie oraz odbudowę ruin, budynków, krajobrazów, rzeczy, a także historycznych bohaterów [Stuart 2012]. AR ma bardzo szerokie zastosowanie w marketingu i handlu, szczególnie w prezentacji produktów i usług w nowej odsłonie, np. przez wykorzystanie wirtualnych przymierzalni [Bell, Gallino, Moreno 2014]. AR

umożliwia również klientowi wgląd wewnątrz opakowania danego produktu bez otwierania go [Humphries 2011]. To także możliwość uzyskania dodatkowych informacji o produkcie, w tym zdjęć w różnych ujęciach. W branży kosmetycznej użycie aplikacji z obszaru AR pozwala klientowi sprawdzić nowy makijaż czy też fryzurę [Tanase 2014]. W trakcie podróży rozszerzona rzeczywistość umożliwia zaczerpnięcie dodatkowych informacji o odwiedzanych obiektach [Benderson 2012]. To źródło informacji i przewodnik w jednym. AR w nauce pozwala na wizualizację przestrzenną poznawanych obiektów, m.in. figur geometrycznych, wszechświata, systemu solarnego, budowy kodu genetycznego, narządów i całych układów człowieka, a także cząsteczek chemicznych [Lubrecht 2012]. Podobne zastosowanie ma w medycynie, gdzie jest stosowana m.in. do zobrazowania anatomii człowieka: zlokalizowania żył w celu łatwiejszego przeprowadzenia badania [Miyake i in. 2006]. Ciekawe są również rozwiązania wykorzystywane w branży motoryzacyjnej i kosmicznej: dodatkowe informacje o ruchu drogowym, zawiadomienia o zagrożeniu mogą być wyświetlane na przedniej szybie pojazdu [Griggs 2012]. Hybrydowy system wizyjny został zastosowany w statku kosmicznym NASA X-38 i miał na celu zapewnienie kontroli sytuacji w momencie wystąpienia ograniczonej widoczności [Delgado i in. 2000].

Można podawać jeszcze bardzo wiele przykładów zastosowania AR we współczesnej gospodarce i życiu codziennym, jednak powstaje pytanie, czy technologia ta jest możliwa do wykorzystania w organizacji przepływów w ramach procesów łańcucha dostaw, czy wspiera ona jedynie wykonywane operacje logistyczne?

4. Studia przypadków

Możliwości wykorzystania technologii AR w różnych obszarach działalności ogniw łańcucha dostaw przedstawione są na przykładach europejskich liderów. Niemiecki DHL to przedstawiciel firmy działającej w obszarze magazynowania i transportu. Rozszerzona rzeczywistość w obszarze produkcji omówiona jest na przykładach niemieckich łańcuchów dostaw: z branży motoryzacyjnej, Mercedesa oraz przedsiębiorstwa Bosch zajmującego się produkcją techniki motoryzacyjnej i przemysłowej, dóbr użytkowych oraz technicznego wyposażenia budynków. Kiedyś szwedzka, a obecnie holenderska Ikea, i brytyjskie Tesco to przykłady wykorzystania rozszerzonej rzeczywistości w handlu.

4.1. DHL

AR ma duże znaczenie w usprawnieniu operacji magazynowych, które stanowią około 20% wszystkich ewidencjonowanych kosztów logistycznych w łańcuchu dostaw, z czego koszty kompletacji stanowią wartość między 55% a 65% [De Koster 2006]. System AR wykorzystywany w magazynie to kamera umiejscowiona w polu widzenia pracownika, najczęściej w postaci specjalnych okularów bądź też przenośnego komputera. Dzięki tej technologii możliwe są śledzenie obiektów w czasie rzeczywistym, odczyt kodów kreskowych lub/i RFID, nawigacja dla transportu wewnętrznego oraz integracja informacji z systemem zarządzania magazynem (*Warehouse Management System – WMS*) [*Augmented Reality in Logistics...* 2014]. Magazynier w polu widzenia uzyskuje informację o liście produktów do pobrania, następnie system lokalizuje obiekty i wyznacza optymalną ścieżkę pobrania, przy zachowaniu należytej kolejności. W momencie pobrania zostaje sprawdzony kod pobieranego produktu z kodem produktu na liście. Rozwiązanie to pozwala na śledzenie lokalizacji produktów w czasie rzeczywistym, zwolnienie rąk magazyniera przez pozbycie się zbędnego nośnika papierowego oraz skrócenie czasu potrzebnego na przeszkolenie nowego pracownika. Zmniejszają się też popełniane błędy w trakcie procesu kompletacji, które według ekspertów można zredukować do poziomu 0,35% [*Augmented Reality in Logistics...* 2014].

Operatorzy logistyczni w swoich centrach logistycznych rozszerzają zakres wykonywanych usług. Prócz czynności związanych ze składowaniem i z komisjonowaniem coraz częściej wykonywane są inne operacje, jak składanie, znakowanie, przepakowywanie oraz naprawa produktów. Rozszerzenie zakresu działalności zmusza do nowej organizacji powierzchni i pracy, która może być zaplanowana i sprawdzona w technologii AR. Przykładowo firma DHL wykonuje usługę składania produktu, ostatnią fazę produkcji, dla Audi. W obecnym systemie składanie odbywa się na zlecenie firmy produkcyjnej, a operacje te są bardzo proste i wykonują je przeszkoleni pracownicy. W przypadku wykorzystania rozszerzonej rzeczywistości możliwe będzie w przyszłości przekazywanie instrukcji wykonywania operacji produkcyjnych u operatora logistycznego w czasie rzeczywistym. Wtedy też powstanie sposobność wykonywania bardziej skomplikowanych operacji, bez konieczności zatrudniania wysoce wyspecjalizowanych pracowników. Producent natomiast uzyska możliwość sprawdzania jakości wykonanej pracy, co zmniejszy liczbę reklamacji i podwyższy jakość, która jest kluczowa dla branż wykorzystujących w swoich strukturach zarządzanie szczupłe (*Lean Management*).

Kolejny obszar zastosowania AR u operatora logistycznego to załadunek, transport i wyładunek. Już przy samym załadunku odpowiednia aplikacja jest w stanie sprawdzić, czy towar, np. palety, które znajdują się w danym środku transportu, miały się tam znaleźć. Sprawdzane są także niezgodności ilościowe i towarowe oraz ewentualne zniszczenia produktów bądź opakowań. Dzięki zastosowaniu technologii 3D kontener jest sprawdzany bez konieczności wchodzenia w przestrzeń ładunkową. Dodatkowo w handlu międzynarodowym technologia ta pomogą w poprawnym wypełnieniu dokumentów przewozowych. Jest w stanie przetłumaczyć i przesłać niezbędne dokumenty między ogniwami łańcucha dostaw w czasie rzeczywistym, co ma znaczenie przede wszystkim na rynku europejskim, gdzie w krajach obowiązują różne języki urzędowe. W samym transporcie zastosowanie technologii AR to m.in. wyznaczanie tras przez wykorzystanie systemów nawigacji satelitarnej. Umożliwia to wyświetlenie informacji w polu widzenia kierowcy, dzięki czemu kierujący pojazdem w czasie jazdy nie odrywa wzroku od drogi. W procesie transportu technologia ta największe znaczenie ma w momencie wyładunku towarów. Kierowcy poświęcają 40-60% [*Augmented Reality in Logistics...* 2014] swojego czasu pracy nie na prowadzenie pojazdu, lecz właśnie na wyładunek i znalezienie odpowiedniej przesyłki, która ma trafić do odbiorcy, zwłaszcza w przypadku rozwożenia małych paczek do indywidualnych klientów. Rozszerzona rzeczywistość pozwala na szybkie zidentyfikowanie paczki, a także na wyznaczenie drogi dojścia do konkretnego budynku, a nawet mieszkania.

Kolejne zastosowanie AR u operatora logistycznego to obsługa klienta. DHL jest w trakcie opracowywania nowej aplikacji dla klientów, która umożliwi pomiar ładunku i określenie wielkości paczki przy minimalnych kosztach wysyłki do miejsca docelowego. Skaner wbudowany w aplikację zmierzy przedmiot, który ma być wysłany i na podstawie określonych wymiarów i wagi dobierze opakowanie i odpowiedni sposób wysyłki.

4.2. Bosch i Mercedes

Rozszerzona rzeczywistość jest wykorzystywana coraz powszechniej w obszarze produkcji, szczególnie w branży produktów o wysokiej wartości sprzedaży, stosujących zaawansowane technologie, jak branża lotnicza czy motoryzacyjna. AR w fabrykach to przede wszystkim trzy obszary zastosowania: wspomaganie procesu produkcji, kontrola parku maszynowego oraz wspomaganie sterowaniem robotów [Novak-Marcincin i in. 2013].

W niemieckiej firmie Bosch [2015] wdrożony jest system zarządzania maszynami (*tool management*), który optymalizuje pracę urządzeń. Zapewnia on analizę i pomiar pracy całego parku maszynowego we wszystkich fabrykach w czasie rzeczywistym, co umożliwia ciągłe śledzenie pracy danych urządzeń, sprawdzanie dostępności, awaryjności oraz występowania usterek. System ten ułatwia naprawę maszyny, identyfikuje przyczynę wystąpienia usterki i daje gotowe rozwiązanie, jak naprawić dane urządzenie. Jeżeli nie jest w stanie zidentyfikować usterki, problem zostaje przekazany do eksperta, który rozwiązuje go *on-line*. Posiadanie informacji o pracy parku maszynowego we wszystkich ogniwach produkcyjnych łańcucha dostaw pozwala w sposób optymalny ustalić harmonogramy produkcji, bez zbędnych przestoju i przy maksymalnym wykorzystaniu posiadanych zasobów. Co ważne, system ten jest zarządzany centralnie, co zapewnia elastyczność działania i możliwość znalezienia najlepszego rozwiązania w przypadku wystąpienia problemów.

Technologia AR w firmie Bosch jest także wykorzystywana do przekazywania instrukcji dotyczącej montażu. Jest to bardzo podobne zastosowanie do tego, które jest stosowane w procesie kompletacji w magazynie. Przez rozszerzenie pola widzenia pracownika linii montażowej o dodatkową informację uzyskuje on wskazówki w jakiej kolejności, i w jaki sposób ma wykonywać czynności na swoim stanowisku pracy. Dodatkowo system informuje, czy pracownik pobrał właściwe materiały do montażu.

W fabrykach Mercedesa i Audi rozszerzona rzeczywistość jest wykorzystywana do sterowania pracy robotów. Dzięki AR możliwa jest współpraca między człowiekiem i robotem przez projekcję informacji. Człowiek steruje maszyną i ją kontroluje, a robot przekazuje informację, plan działania, zużycie, stan baterii itp. [Woodrow 2015]. Kolejnym obszarem zastosowania AR jest praca z interaktywnym ramieniem. Umożliwia ona szkolenie pracownika na wirtualnym symulatorze, idealnie oddającym pracę z rzeczywistym urządzeniem. Dzięki wykorzystaniu AR w robotyce możliwa jest praca zdalna i sterowanie robotami na odległość.

4.3. Tesco i Ikea

Technologia AR jest powszechnie wykorzystywana w obszarze dystrybucji. Jedną z firm stosujących tę technologię w sprzedaży jest brytyjska sieć hipermarketów Tesco. Jest to aplikacja Discover Tesco, której zainstalowanie na urządzeniach przenośnych pozwala na uzyskanie dodatkowej informacji o sprzedawanych produktach. przez skanowanie etykiet produktów czy też artykułów znajdujących się w katalogu

można uzyskać dodatkową, ukrytą informację, m.in. wziąć udział w konkursach, grać w gry 3D, uzyskać przepis na danie. Celem aplikacji wykorzystującej AR jest budowanie długookresowej lojalności wobec marki.

Bardzo podobne rozwiązanie, również wykorzystywane w kontakcie z ostatecznym nabywcą, zaproponowane zostało przez sieć sklepów Ikea. W przypadku większych zakupów, jak meble, klienci często stoją przed problemem, czy aby na pewno wybrany przedmiot zmieści się w pomieszczeniu oraz czy będzie pasował do wystroju wnętrza. Zakup mebli nie musi od razu wiązać się z ich transportem, męczącym wnoszeniem lub ewentualnym zwrotem. Katalog Ikea, który w nowej wersji po raz pierwszy ukazał się w 2014 roku, daje możliwość umieszczenia wirtualnego mebla we własnym domu za pomocą rozszerzonej rzeczywistości. Podobnie jak w rozwiązaniu zaproponowanym przez Tesco, najpierw trzeba zainstalować na urządzeniu przenośnym aplikację Katalog Ikea. Następnie należy zeskanować kod wybranego produktu z katalogu drukowanego bądź też korzystać z katalogu cyfrowego i za pomocą aplikacji sprawdzić, czy wybrany mebel pasuje do konkretnego wnętrza [*Place IKEA...* 2016]. Można też pójść dalej. Wybrany mebel, zgodnie z ideą sklepów internetowych, może być zakupiony oraz dostarczony bez konieczności fizycznego odwiedzania sklepu.

Nieco inne rozwiązanie jest stosowane w sklepach odzieżowych. Do tego celu wykorzystuje się wirtualne, w pełni interaktywne przymierzalnie ubrań, które powstały w 2005. System ten, prócz technologii AR, wykorzystuje także MC (*Motion Capture*). Wirtualne przymierzalnie umożliwiają przymierzenie ubrań, zmienianie ubioru i jego koloru bez konieczności przebierania się. Dają też możliwość zakupu wybranego towaru. Szczególnie szerokie zastosowanie wirtualne przymierzalnie mają w sklepach internetowych. Korzyści są po dwóch stronach. Klient, dokonując zakupu, może sprawdzić, czy produkt spełnia jego oczekiwania i to, jak wygląda w danym fasonie i kolorze. Sprzedawca natomiast m.in. sprawdza zainteresowanie produktem i może określić, dlaczego klient nie dokonał zakupu. Informacje te wykorzystywane są następnie do prognozowania popytu na produkty, co jest najlepszym źródłem informacji w procesie planowania sprzedaży.

5. Zakończenie

Na podstawie przedstawionych studiów przypadków można z całym przekonaniem stwierdzić, że technologia rozszerzonej rzeczywistości wywiera pozytywny wpływ na funkcjonowanie przedsiębiorstw.

Tabela 1. Procesy w łańcuchu dostaw a wykorzystanie technologii rozszerzonej rzeczywistości

Procesy w łańcuchu dostaw	Obszary, w których jest wykorzystana rozszerzona rzeczywistość
Zarządzanie relacjami z klientami, zarządzanie popytem	Zbieranie informacji o klientach z aplikacji umożliwiających zakupy, pakowanie i wysyłkę paczek, a także z aplikacji typu wirtualny katalog czy wirtualne przymierzalnie
Zarządzanie obsługą klientów	Wykorzystanie aplikacji do optymalizowania opakowania transportowego wysyłanego towaru Złożenie i śledzenie zamówienia
Realizacja zamówień, zarządzanie relacjami z dostawcami, zarządzanie zwrotami	Kompletacja, transport, załadunek i wyładunek
Zarządzanie przepływem w procesie produkcji	Kontrolowanie ostatniego etapu procesu produkcyjnego, czyli składania gotowego produktu u operatora logistycznego Kontrola wykonywanej pracy na danym stanowisku, a także obsługi parku maszynowego Wspomaganie sterowaniem robotów Szkolenie nowych pracowników
Rozwój i komercjalizacja produktów	Prezentacja nowego produktu, sposobu, w jaki on działa, np. na targach, przez przeniesienie klienta w inny wymiar/pomieszczenie Zbieranie informacji o popycie na nowe produkty z aplikacji umożliwiających zakupy, pakowanie i wysyłkę paczek, a także z aplikacji typu wirtualny katalog czy wirtualne przymierzalnie

Źródło: opracowanie własne.

Wprost nie widać zależności między całym sieciami tworzącymi łańcuchy dostaw a AR, jednak patrząc na łańcuch dostaw zbudowany z procesów, o których piszą Lambert i in. [1998], można tę zależność dostrzec, co przedstawia tab. 1.

Ujmując łańcuch dostaw, jako sieć powiązanych przedsiębiorstw, można zidentyfikować obszary, w których wykorzystywana jest wirtualna rzeczywistość, a technologię rozszerzonej rzeczywistości traktować jako narzędzie, technikę, wspierającą codzienne prace wykonywane w danych przedsiębiorstwach i całym łańcuchach dostaw na poziomie operacyjnym. Patrząc jednak szerzej, dostrzega się wpływ, jaki wywiera ona na skracanie czasu dostawy produktu na rynek przez szybszą kompletację, pakowanie i rozpakowanie towaru. Dzięki AR możliwe są znajdowanie najkrótszej drogi, czyli optymalizacja transportu, optymalizacja załadunku i wyładunku, uniknięcie błędów w kompletacji, załadunku, wyładunku, a nawet samym transporcie, o czym szerzej piszą Circulis i Ginters [2013]. Jest to także poprawa jakości produkcji dzięki możliwości kontroli, która polega na prowadzonej w czasie rzeczywistym obserwacji wykonywanych prac na danych stanowiskach, by szybko rozwiązywać zaistniałe problemy, wykorzystując wiedzę specjalistów, nie tylko z określonej, konkretnej fabryki, ale również z całego świata. Ponadto AR pozwala na pozyskanie informacji o popycie na produkty przez każde z ogniw łańcucha dostaw. Dzięki aplikacjom, z których korzystają użytkownicy, ostateczni klienci łańcuchów dostaw, dane ogniwa są w stanie otrzymać informacje o ich potrzebach, podejmowanych decyzjach zakupowych czy nawet rezygnacji z zakupu.

Pozyskiwanie danych popytowych w czasie rzeczywistym w każdym z ogniw łańcucha dostaw przy

wykorzystaniu rozszerzonej rzeczywistości ułatwia wprowadzenie nowych strategii w łańcuchu, jak *agile*, czy dostaw wielokanałowych, tzw. *omnichannel*. AR stwarza sposobność do integracji popytu z podażą. Sprzyja temu centralne zarządzanie fabrykami, które zapewnia dostęp do danych rzeczywistych o produktywności i pozwala na ustalenie harmonogramów produkcji i dostaw dopasowując je do popytu rynkowego.

Literatura

- Abney D., 2014, *The Consumer-Led Revolution*, <https://longitudes.ups.com/the-consumers-retail-revolution/>, dostęp: 21.02.2016.
- Augmented Reality in Logistics. Changing the Way We See Logistics – A DHL Perspective*, 2014, http://www.dhl.com/content/dam/downloads/g0/about_us/logistics_insights/csi_augmented_reality_report_290414.pdf, dostęp: 7.11.2016.
- Azuma R.T., 1997, *A survey of Augmented Reality*, Teleoperators and Virtual Environments MIT, vol. 6, no. 4, August, s. 355-385.
- Bell D.R., Gallino S., Moreno A., 2014, *How to win in an omnichannel world*, MIT Sloan Management Review, Cambridge 56.1, Fall, s. 45-53.
- Benderson B.B., 2012, *Audio Augmented Reality: A Prototype Automated Tour Guide Archived*, 15 November 2012 at the Wayback Machine, Bell Communications Research, ACM Human Computer in Computing Systems Conference, s. 210-211.
- Bosch, 2015, *Industrie 4.0. – Bosch plant in Blaichach, Germany*, <https://www.youtube.com/watch?v=GKhSTjraHIU>, dostęp: 22.09.2016.
- Brdulak H., 2016, *Rola handlu internetowego w budowaniu nowego modelu biznesu w łańcuchach dostaw*, materiały konferencyjne „Budowanie łańcuchów dostaw jutra”, 26-27.09.2016, publikacja na płycie CD.
- Brynjolfsson E., Hu Y.J., Rahman M.S., 2013, *Competing in the age of omnichannel retailing*, MIT Sloan Management Review, vol. 54 no. 4, s. 23-29.

- Carmigniani J., Furht B., 2011, *Augmented Reality: An Overview*, [w:] Furht B. (red.), *Handbook of Augmented Reality*, Springer, New York, s. 3-46.
- Christopher M., Harrison A., van Hoek R., 2016, *Creating the Agile Supply Chain: Issues and Challenges*, [w:] Kulwant S., Pawar, Rogers H., Potter A., Naim M., *Developments in Logistics and Supply Chain Management*, Springer, s. 61-68.
- Circulis A., Ginters E., 2013, *Augmented Reality in logistics*, *Procedia Computer Science*, 26, s. 14-20.
- Croxton K.L., Lambert D.M., Garcia-Dastugue S.J., Rogers D.S., 2002, *The demand management process*, *International Journal of Logistics Management*, vol. 13, no. 2, s. 51-66.
- Cummins S., Peltier J., Dixon A., 2016, *Omni-channel research framework in the context of personal selling and sales management: A review and research extensions*, *Journal of Research in Interactive Marketing*, vol. 10, issue 1, s. 1-25.
- De Koster R. i in., 2006, *Design and control of warehouse order picking: A literature review*, *European Journal of Operational Research*, vol. 192, no. 2, s. 481-500.
- Delgado F., Altman S., Abernathy M., White J., 2000, *Virtual Cockpit Window for the X-38*, *SPIE Enhanced and Synthetic Vision 2000*, Orlando Florida, Proceedings of the SPIE, vol. 4023, s. 63-70.
- Divecha D., 2011, *Augmented Reality (AR) used in architecture and design*, *designMENA*, 8 September 2011.
- Fisher M.L., 1997, *What is the Right Supply Chain for Your Product?*, *Harvard Business Review*, 75(2), 105-116, <https://hbr.org/1997/03/what-is-the-right-supply-chain-for-your-product>.
- Glockner H., Jannek K., Mahn J., Theis B., 2014, *Augmented Reality in Logistics. Changing the way we see logistics – a DHL perspective*. *DHL Report*, DHL Trend Research.
- Griggs B., 2012, *Augmented-reality 'windshields and the future of driving* *CNN Tech*, 13 January 2012.
- Hermann M., Pentek T., Otto B., 2015, *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review*, <http://www.leorobotics.nl/sites/leorobotics.nl/files/bestanden/2015%20-%20Hermann%20Pentek%20%26%20Otto%20-%20Design%20Principles%20for%20Industrie%204%20Scenarios.pdf>, dostęp: 22.05.2016.
- Humphries M., 2011, *Lego demos augmented reality boxes with gesture*, <http://www.geek.com/gadgets/lego-demos-augmented-reality-boxes-with-gesture-recognition-1422341/>, dostęp: 20.02.2017.
- Industry 4.0. How to navigate digitization of the manufacturing sector*, 2015, McKinsey&Company, https://www.mckinsey.de/files/mck_industry_40_report.pdf, dostęp: 16.09.2016.
- Lambert D.M., Pohlen T.L., 2001, *Supply chain metrics*, *The International Journal of Logistics Management*, vol. 12, no. 1, s. 1-19.
- Lambert D.M., Stock J.R., Ellram L.M., 1998, *Fundamentals of Logistics Management*, McGraw Hill, Boston.
- Lee J., Kao H., Yang S., 2014, *Service Innovation and Smart Analytics for Industry 4.0 and Big Data Environment*, *Proceedings of the 6th CIRP Conference on Industrial Product-Service Systems*, s. 3-8.
- Lubrecht A., 2012, *Augmented Reality for Education*, Digital Union, The Ohio State University, 24 April.
- Markets and Markets Global Forecast to 2020, 2015, <http://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/augmented-reality.asp>, dostęp: 28.02.2017.
- Milgram P., Takemura H., Utsumi A., Kishino F., 1994, *Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum*, *Proceedings of Telem Manipulator and Telepresence Technologies*, SPIE, vol. 2531, s. 283-292.
- Miyake R.K., Zeman H.D., Duarte F.H., Kikuchi R., Ramacciotti E., Lovhoiden G., Vrancken C., 2006, *Vein imaging: a new method of near infrared imaging, where a processed image is projected onto the skin for the enhancement of vein treatment*, *Dermatologic Surgery: Official Publication for American Society for Dermatologic Surgery*, August, vol. 32 no. 8, s. 1031-1038.
- Novak-Marcincin J., Barna J., Janak M., Novakova-Marcincinova L., 2013, *Augmented reality aided manufacturing*, *Procedia Computer Science*, no. 25, s. 23-31.
- Place IKEA furniture in your home with augmented reality*, 2016, <https://www.youtube.com/watch?v=vDNzTasuYEW>, dostęp: 13.11.2016.
- Potter A., Towill D.R., Christopher M., 2015, *Evolution of the migratory supply chain model*. *Supply Chain Management*, *An International Journal*, vol. 20, no. 6, s. 603-612.
- Potter A., Towill D.R., Christopher M., 2015, *Evolution of the migratory supply chain model*, *Supply Chain Management: An International Journal*, vol. 20, no. 6, s. 603-612.
- Research and Markets, 2011, *Global Augmented Reality Market Forecast by Product for Gaming, Automotive, Medical, Advertisement, Defense, E-Learning & GPS Applications*.
- Stuart E., 2012, *Augmenting phenomenology: Using Augmented Reality to Aid archaeological phenomenology in the landscape*, *Journal of Archaeological Method and Theory*, December, vol. 19, issue 4, s. 582-600.
- Szozda N., Świerczek A., 2016, *Zarządzanie popytem na produkty w łańcuchu dostaw*, PWE, Warszawa.
- Tanase A., 2014, *Augmented Beauty: L'Oreal Makeup Genius App*, <http://techacute.com/augmented-beauty-loreal-makeup-genius-app/>, dostęp: 27.02.2017.
- Webley K., *The 50 Best Inventions of 2010*. *EyeWriter*, *Time Online*, 11.11.2011, http://content.time.com/time/specials/packages/article/0,28804,2029497_2030618_2029822,00.html, dostęp: 10.12.2017.
- Woodrow B., 2015, *Fundamentals of Wearable Computers and Augmented Reality*, CRC Press.

APPLICATION OF AUGMENTED REALITY IN THE SUPPLY CHAIN – CASE STUDIES

Summary: New technologies have a huge impact on the way how the companies communicate and interact with each other. In industry, we can observe an increasing use of automation, processing and exchange of data, cyber-physical systems, the Internet of Things and cloud technology. What is also interesting is the issue of Augmented Reality, which is a technology allowing the imposition of the additional virtual information on the actual image. However, does the AR technology have an impact on the conduct of business and development of modern supply chains? The aim of the article is to show the possibilities of using the Augmented Reality technology in the management of global supply chains. On the example of the European supply chains, the article will show the ability to use the AR in the major supply chain processes, i.e. customer relationship management, customer service or production flow management.

Keywords: supply chain, process management, Augmented Reality, new technologies.