



Natalia Szozda

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
Wydział Zarządzania, Informatyki i Finansów
Katedra Logistyki
natalia.szozda@ue.wroc.pl

ZNACZENIE INTERNETU RZECZY W PLANOWANIU PRZEPLÝWÓW PRODUKTÓW I INFORMACJI W ŁAŃCUCHU DOSTAW*

Streszczenie: W ciągu ostatnich kilku dekad pojawił się nowy model komunikacji w szeroko pojętym przemyśle. Gromadzenie, przetwarzanie oraz transfer danych pomiędzy m.in. budynkami, samochodami, centrami medycznymi, przedmiotami, urządzeniami, a także przedsiębiorstwami w łańcuchach dostaw został przeniesiony do świata wirtualnego, zwanego Internetem rzeczy (*Internet of Things*). Celem artykułu jest określenie, czy i w jaki sposób Internet rzeczy wpływa na organizację przepływów informacji i produktów w łańcuchu dostaw. Zależność pomiędzy łańcuchem dostaw a technologią IoT jest rozpatrywana w podziale na podmioty będące uczestnikami danego łańcucha dostaw oraz w kontekście organizacji przepływów produktów i informacji, która to decyduje o podziale na łańcuchy typu *pull* i *push*. Podstawą przeprowadzonych badań są studia przypadków.

Słowa kluczowe: Internet rzeczy, IoT, łańcuch dostaw, *pull*, *push*.

JEL Classification: O30, D20, D30.

Wprowadzenie

Wzrost znaczenia roli konsumentów w łańcuchu dostaw powoduje zmianę tradycyjnego podejścia do planowania przepływów informacji i produktów, w którym najpierw wytwarza się produkty, a dopiero potem szuka się dla nich nabyw-

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

cy. W nowym ujęciu w pierwszej kolejności identyfikuje się potrzeby, w tym popyt klienta, a później uruchamia wszystkie procesy w łańcuchu dostaw, w tym zaopatrzenie, produkcję i dystrybucję [Skowronek, Saryusz-Wolski, 2008; Szozda, Tubis, 2011]. Zmiana ta powoduje, że w organizacjach tych kładzie się nacisk na dostęp do informacji we wszystkich ogniwach, co jest możliwe m.in. dzięki wykorzystaniu systemów komputerowych klasy ERP, systemów automatycznej identyfikacji ładunków, a także nowoczesnych technologii komunikacyjnych, w tym komunikacji maszyn (M2M – *Machine to Machine Communication*) oraz Internetu rzeczy (IoT – *Internet of Things*). Nowy model komunikacji ma coraz większe znaczenie w przedsiębiorstwach, szczególnie w ogniwach wiodących łańcucha dostaw. To tam zmienia się sposób pozyskania informacji, który skutkuje m.in. powstaniem nowych miejsc odbioru produktów przez ostatecznych klientów, a co za tym idzie – tworzeniem się nowych sieci dystrybucji, które są nazywane wielokierunkowymi (*omnichannel*) [Brdulak, 2016].

W związku z powyższym nasuwa się pytanie badawcze, w jaki sposób nowy model komunikacji, zwany Internetem rzeczy, wpływa na przepływy produktów i informacji w łańcuchu dostaw. Odpowiedzią na postawione pytanie jest hipoteza badawcza, która zakłada, że łańcuchy dostaw typu *pull* są bardziej skłonne do stosowania nowoczesnych technologii komunikacyjnych, w tym Internetu rzeczy, od łańcuchów dostaw działających zgodnie ze strategią *push*.

Zastosowaną metodą badawczą, która pozwoli na znalezienie odpowiedzi na pytanie badawcze oraz weryfikację postawionej hipotezy, są studia przypadków stanowiące jakościową metodę pozwalającą na zobrazowanie przedstawionego w artykule zjawiska, czyli wpływu Internetu rzeczy na funkcjonowanie łańcuchów dostaw.

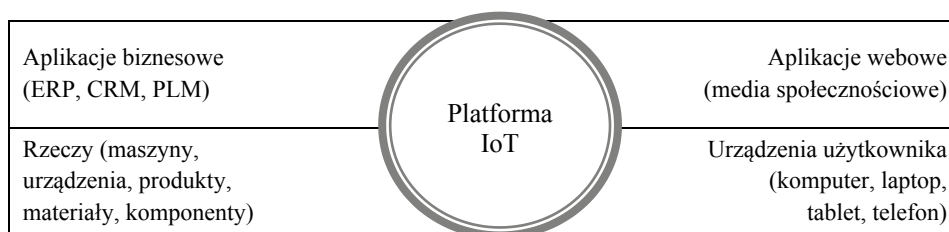
1. Internet rzeczy

Termin „Internet rzeczy” po raz pierwszy został użyty w 1999 roku przez brytyjskiego pioniera technologii Kevina Ashtona [2009]. Tematem jego wystąpienia, podczas którego posłużył się tym pojęciem, było wykorzystanie w nieco odmienny, szerszy sposób technologii RFiD w łańcuchu dostaw Procter & Gamble.

Już sama nazwa sugeruje, że pod terminem tym kryje się połączenie rzeczy za pomocą Internetu. IoT to technologia z obszaru systemów informacyjnych, której zadaniem jest zwiększenie efektywności komunikacji poprzez połączenie wielu procesów czy też przedmiotów w jeden spójny system wymiany informacji [Weber, Weber, 2010]. Internet rzeczy umożliwia gromadzenie, przetwarzanie

oraz automatyczny transfer danych w złożonych sieciach połączonych urządzeń. Komunikacja pomiędzy m.in. budynkami, samochodami, centrami medycznymi, przedmiotami, urządzeniami, a także przedsiębiorstwami w całych łańcuchach dostaw zostaje przeniesiona do świata wirtualnego. Dzięki tej technologii połączone obiekty stają się inteligentne (tzw. *smart*), co oznacza, że w standardowych sytuacjach są w stanie zarządzać przedmiotami włączonymi w sieć.

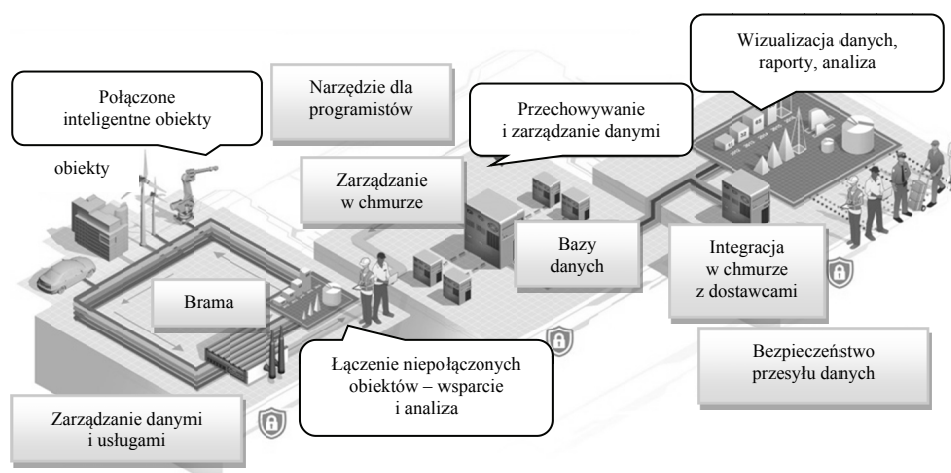
Technologia Internetu rzeczy wykorzystuje, oprócz wcześniej wymienionej technologii RFID, komunikację maszyn zwaną M2M (*Machine to Machine Communication*), technologie w chmurze (*Cloud Computing*) i systemy wbudowane (*Embedded Systems*). Jest to kompleksowa platforma pozwalająca na połączenie i komunikację pomiędzy przedmiotami i obiektami w świecie wirtualnym [Xia i in., 2012].



Rys. 1. Elementy platformy IoT

Źródło: Industrie 4.0 / Internet of Things Vendor Benchmark [2016, s. 25].

Platformy tego typu pozwalają na kontrolę infrastruktury oraz kosztów jej utrzymania, jak również zapewniają odpowiednią skalowalność. Urządzenia IoT otrzymują cyfrową reprezentację przypominającą profile znane z serwisów społecznościowych. Na danym profilu są gromadzone wszelkie dane zebrane przez podłączone urządzenia. Platforma potrafi komunikować się z rozwiązaniami różnych producentów oraz pozostałych organizacji włączonych do danej sieci. Umożliwia również komunikację dwukierunkową – zaawansowane rozwiązania IoT mogą nie tylko transmitować dane, ale także otrzymywać polecenia, informacje oraz potrzebne wsparcie z zewnętrznych jednostek [Industrie 4.0 / Internet of Things Vendor Benchmark, 2016]. Rysunek 2 przedstawia przykładową platformę IoT firmy Intel.



Rys. 2. Platforma IoT na przykładzie firmy Intel

Źródło: [www 5].

Cisco spodziewa się, że do 2020 roku będzie 50 miliardów urządzeń włączonych w IoT [Berger, 2014]. US National Intelligence Council [www 7] uznało Internet rzeczy za jedną z sześciu przełomowych technologii, która do 2025 roku będzie miała istotny wpływ na funkcjonowanie amerykańskiego społeczeństwa. L. Atzori, A. Iera i G. Morabito [2010] podkreślają, że IoT w przyszłości będzie odgrywało największą rolę w takich obszarach działalności biznesowej, jak: automatyzacja, automatyka przemysłowa, inteligentny transport produktów i ludzi, logistyka oraz zarządzanie procesami.

2. Łańcuchy dostaw typu *push* i *pull*

Łańcuch dostaw jest dość młodą koncepcją. Uznaje się, że po raz pierwszy o zacieraniu granic pomiędzy organizacjami wspomniano w artykule Arnolda Kransdorffa pt. *Booz Allen's rather grandly titled supply chain management concept* opublikowanym 4 czerwca 1982 roku w „Financial Times” [Szozda, Świerczek, 2016]. Od tej pory zaczęto prace nad integracją procesów pomiędzy przedsiębiorstwami, a pierwszym z nich był proces zintegrowanego zarządzania zapasami. Obecnie łańcuch dostaw uznaje się za jeden z kluczowych elementów decydujących o przewadze konkurencyjnej danych podmiotów, a prowadzone badania tego skomplikowanego obiektu są wieloaspektowe. Łańcuch dostaw można rozpatrywać z punktu widzenia budowania strategii, sięgając do podstaw

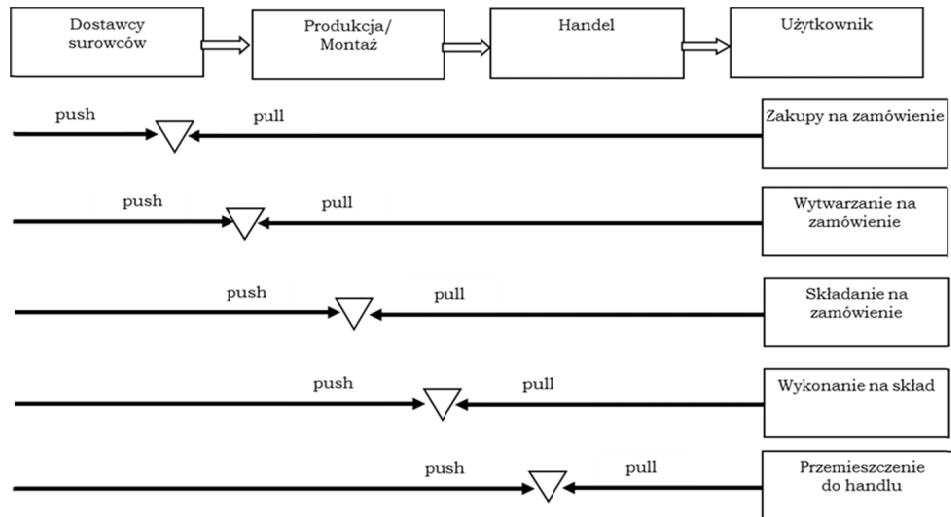
koncepcji zarządzania, a także z pozycji operacyjnej, gdzie nurtem wiodącym są badania operacyjne (*Operations Management*).

Nawiązując do nurtu strategicznego, łańcuch dostaw można zdefiniować jako sieć organizacji, które są zaangażowane w kształtowanie procesów i czynności w dole i górze łańcucha poprzez tworzenie wartości dodanej dla ostatecznych nabywców [Christopher, 2016]. Góra łańcucha dostaw to dostawy i współpraca w obszarze zaopatrzenia – od dostawców do producenta. Natomiast dół łańcucha to dystrybucja towarów od producenta do finalnego odbiorcy. W łańcuchu dostaw każde z ogniw jest zależne od siebie i działa w celu maksymalizacji zysku, minimalizacji kosztów oraz skrócenia czasu w całej sieci.

Jedną z kluczowych koncepcji determinujących sposób przepływu produktów oraz informacji w dole i górze łańcucha jest koncepcja *push* i *pull* [Razim, Rahnejat, Khan, 1998]. W łańcuchach dostaw typu *push* podstawą wyznaczonych planów jest prognoza sprzedaży bądź też popytu, która determinuje podejmowanie działań w poszczególnych ogniwach. Na jej podstawie jest ustalana produkcja, zaopatrzenie i dystrybucja. W związku z tym, że plany opierają się na prognozach, które zazwyczaj są obciążone dość dużym marginesem błędu, firmy inwestują w nowe technologie w obszarze planowania, w tym systemy klasy ERP (*Enterprise Resource Planning*). Zazwyczaj w łańcuchach tych jest stosowana strategia planowania centralnego i kontrola produkcji za pomocą takich systemów, jak MRP (*Material Requirements Planning*), MRP II (*Manufacturing Resource Planning*), CMI (*Co-Managed Inventory*) oraz DRP (*Distribution Resource Planning*). Zapasy są utrzymywane na dość wysokim poziomie, gdyż stanowią one bufor bezpieczeństwa na wypadek wzmożonego popytu klientów. Dlatego też w podmiotach tych są wdrażane systemy informatyczne z obszaru gospodarki magazynowej – WMS (*Warehouse Management Systems*).

W przypadku łańcuchów dostaw typu *pull* występuje odmienna sytuacja. Tutaj firmy podejmują działanie w łańcuchu dopiero w momencie otrzymania zamówień od klientów. To właśnie zamówienia klientów uruchamiają produkcję, zaopatrzenie oraz dystrybucję. W łańcuchach dostaw typu *pull* ważna jest współpraca między ogniwami, partnerstwo wobec konkurencji oraz likwidacja skomplikowania całej organizacji na rzecz prostoty i przejrzystości w celu łatwiejszego i szybszego zarządzania przedsiębiorstwem. Wykorzystuje się takie strategie i filozofie, jak *just-in-time*, QR (*Quick Response*), a podstawą jest współdzielenie informacji w całym łańcuchu dostaw. Wdrażane są technologie automatycznej identyfikacji ładunków, które umożliwiają śledzenie materiałów, surowców, półproduktów i produktów na każdym etapie przepływu.

Jednak rozgraniczenie na łańcuchach dostaw typu *pull* i *push* nie jest do końca oczywiste. W praktyce gospodarczej najczęściej występują hybrydy, które w różnym punkcie łańcucha dostaw rozdzielają go na łańcuch typu *push* lub też *pull* [Bose i Rao, 1998; Miltenburg, 1990; Ptak, 1991], co przedstawia rys. 3.



Rys. 3. *Push* i *pull* w łańcuchach dostaw ze względu na materiałowy punkt rozdziału

Źródło: Naylor, Naim, Berry [1999, s. 113].

Na rysunku 3 rozdział pomiędzy strategią *push* i *pull* w danym łańcuchu jest dokonany dzięki tzw. materiałowemu punktowi rozdziału (MDP – *material decoupling point*). Jest to konkretne miejsce w łańcuchu dostaw, w którym następuje rozdzielenie części łańcucha realizującej popyt rynkowy na podstawie prognozowania od części, która realizuje popyt rynkowy na podstawie informacji o popycie płynącej bezpośrednio od klientów [Naylor, Naim, Berry, 1999]. Warunkiem po stronie popytowej, mającej dostęp do informacji o potrzebach ostatecznych nabywców, jest współdziałanie przedsiębiorstw [Szoza, Świerczek, 2016].

W łańcuchu dostaw można jeszcze wyróżnić drugi punkt rozdziału, który nie jest tożsamy z MDP, a jest nim informacyjny punkt rozdziału (IDP – *Information Decoupling Point*). Oddziela on od siebie ogniwa łańcucha dostaw posiadające dostęp do aktualnych, spójnych i rzeczywistych danych, od podmiotów, które w celu realizacji procesu decyzyjnego gromadzą dane historyczne wykorzystywane do symulacji i prognozy przyszłości [Mason-Jones, Towill, 1999]. Różnicą pomiędzy tymi dwoma punktami jest rodzaj przepływu. W MDP mówi się o organizacji przepływów rzeczowych/produktowych, w przypadku IDP podstawą rozdziału jest przepływ informacji [Mason-Jones, Towill, 1999].

W zależności od wzajemnej lokalizacji materiałowego i informacyjnego punktu rozdziału w łańcuchach dostaw można wyróżnić trzy strefy [Szozda, Świerczek, 2016]. Strefa 1 obejmuje ogniwa, które nie mają bezpośredniego dostępu do informacji o popycie klientów, stąd realizują go na podstawie prognoz popytu na produkty zgodnie ze strategią *push*. Strefa 2 obejmuje ogniwa, które mają dostęp do informacji o popycie klientów, ale popyt na produkty realizują wciąż zgodnie z koncepcją *push*, na podstawie prognoz popytu rynkowego. Natomiast strefa 3 grupuje przedsiębiorstwa, które mają bezpośredni dostęp do informacji o popycie klientów, stąd realizują popyt na produkty zgodnie z koncepcją *pull*¹, co zaprezentowano na rys. 4.

		Lokalizacja informacyjnego punktu rozdziału				
		Pierwsze ogniwo w górnej części łańcucha dostaw DOSTAWCA	Ogniwo w górnej części łańcucha dostaw WYTWÓRCA	Ogniwo w środkowej części łańcucha dostaw MONTAŻYSTA	Ogniwo w dolnej części łańcucha dostaw DYSTRYBUTOR	Ostatnie ogniwo w dole łańcucha dostaw DETALISTA
Lokalizacja materiałowego punktu rozdziału	Pierwsze ogniwo w górnej części łańcucha dostaw DOSTAWCA	1 strefa	niezgodność	niezgodność	niezgodność	niezgodność
	Ogniwo w górnej części łańcucha dostaw WYTWÓRCA	3 strefy	2 strefy	niezgodność	niezgodność	niezgodność
	Ogniwo w środkowej części łańcucha dostaw MONTAŻYSTA	3 strefy	3 strefy	2 strefy	niezgodność	niezgodność
	Ogniwo w dolnej części łańcucha dostaw DYSTRYBUTOR	3 strefy	3 strefy	3 strefy	2 strefy	niezgodność
	Ostatnie ogniwo w dole łańcucha dostaw DETALISTA	3 strefy	3 strefy	3 strefy	3 strefy	1 strefa

Rys. 4. Łańcuchy dostaw ze względu na liczbę stref wyróżnionych na podstawie lokalizacji materiałowego i informacyjnego punktu rozdziału

Źródło: Szozda i Świerczek [2016, s. 153].

¹ Szczegóły dotyczące podziału na trzy strefy ze względu na MDP i IDP przedstawiono w publikacji: Szozda, Świerczek [2016].

Rysunek 4 dowodzi, że kluczowa w łańcuchu dostaw staje się odpowiednia organizacja przepływów produktów i informacji. Aby tego dokonać i mieć dostęp do rzeczywistej informacji popytowej, konieczna jest integracja procesów. Pomagają w tym nowe technologie, które pozwalają na komunikację i wymianę informacji nie tylko pomiędzy ludźmi, ale także pomiędzy maszynami. Ze względu na fakt, że idea działania łańcucha dostaw typu *pull* opiera się na dostępie do informacji popytowej, można postawić hipotezę, że łańcuchy te są bardziej skłonne do stosowania nowoczesnych technologii komunikacyjnych, w tym Internetu rzeczy, niż łańcuchy dostaw działające zgodnie ze strategią *push*.

3. Studia przypadków

Zastosowaną w niniejszym artykule metodą badawczą są studia przypadków. Jest to metoda jakościowa pozwalająca na zobrazowanie badanego zjawiska, którym jest wpływ technologii Internetu rzeczy na funkcjonowanie łańcuchów dostaw. W artykule przedstawiono kilka przypadków zastosowania Internetu rzeczy w różnych ogniwach łańcucha dostaw w podziale na: górną (zaopatrzenie), środkową (produkcję) oraz dolną część łańcucha (dystrybucję). Przedstawiono również wykorzystanie tej technologii w transporcie oraz przez podmioty wspierające przepływy w całej sieci.

3.1. Zaopatrzenie – górna część łańcucha dostaw

Przykładem firmy stosującej Internet rzeczy w górnej części łańcucha dostaw jest kopalnia Dundee Precious Metals (DPM) w Kanadzie. IoT jest wykorzystywane w komunikacji pomiędzy ludźmi i maszynami, nad i pod ziemią. Każdy górnik pracujący pod ziemią jest wyposażony w urządzenie, które pozwala na jego lokalizację i śledzenie pracy (ruchów) w czasie rzeczywistym, co ma szczególnie istotne znaczenie w momencie zagrożenia życia. Kolejne połączone obiekty to pojazdy, narzędzia, kamery oraz tablety i telefony, które są wyposażone w odpowiednie oprogramowanie pozwalające na sterowanie ich pracą oraz na komunikację z pracownikami kopalni. Umożliwia to m.in. kierowanie pojazdów w miejscu wydobywania, zarządzanie pracą górników, lokalizację narzędzi, zarządzanie usterkami i naprawami maszyn. IoT w kopalni to nie tylko działania operacyjne, ale także zarządzanie całą kopalnią. Przykładem może być komunikacja menedżerów kopalni, geologów i hutników będących w różnych miejscach w celu określenia bieżących potrzeb oraz celów krótko- i długookresowych. Wykracza to poza działalność wewnętrzną i IoT zahacza wówczas o komunika-

cję zewnętrzną z dostawcami (w tym przypadku geologami) i odbiorcami (hutnikami) kopalni. Internet rzeczy umożliwia również zarządzanie scentralizowane kilkoma obiektami (kopalniami) na raz, co daje możliwość efektywnego rozłożenia zasobów np. ze względu na potrzeby klientów. Oczywiście cała komunikacja odbywa się w czasie rzeczywistym [www 6].

Dzięki zastosowanemu rozwiązaniu z zakresu Internetu rzeczy w kopalni Dundee Precious Metals zwiększyło się bezpieczeństwo górników oraz wydajność – z 0,5 mln ton wydobywanych rocznie do 2 mln.

3.2. Produkcja – środkowa część łańcucha dostaw

Mówiąc o wykorzystaniu technologii Internetu rzeczy na produkcji, używa się terminu Internet rzeczy przemysłowych (IIoT – *Industrial Internet of Things*). Przykładem firm stosujących w swoich strukturach tego typu rozwiązania są: ABB, Bosch, GE i Rockwell Automation. Podobnie jak w kopalni, zastosowanie IoT w fabryce można podzielić na dwa obszary. Pierwszym jest połączenie zasobów fabryki w wewnętrzną sieć internetową. Jest to integracja systemów komputerowych, surowców, materiałów, produktów i maszyn. Obiekty komunikują się między sobą, przesyłając sobie informacje, m.in. na kiedy będzie potrzebny konkretny surowiec, czy na danym stanowisku pracy znajduje się odpowiedni materiał, a także kiedy stanowisko pracy zakończy proces wykonania konkretnych części, półproduktów. Przekazywana jest także informacja o przeglądach serwisowych czy też usterkach danych urządzeń. W ten sposób maszyny i magazyny synchronizują pracę między sobą, aby nie występowały przestoje na produkcji, a praca była zorganizowana w sposób optymalny. IoT na produkcji to również wyjście poza granice przedsiębiorstwa. Zaleca się centralne zarządzanie, zgodnie z którym menedżerowie z każdego miejsca na świecie są w stanie kierować pracą fabryki, sprawdzać w czasie rzeczywistym m.in. harmonogramy, wydajność oraz zapasy, niezależnie od lokalizacji produkcji. To także możliwość wglądu w inne fabryki zlokalizowane w różnych rejonach świata. Pozwala to na odpowiednie rozłożenie zasobów, uwzględnienie możliwości produkcyjnych danych zakładów, eliminację przestojów czy też nadgodzin [www 8].

3.3. Dystrybucja – dolna część łańcucha dostaw

Przykładem wykorzystania Internetu rzeczy w obszarze dystrybucji są Beacons. Są to małe nadajniki sygnału radiowego mogące komunikować się ze smartfonami. Beacon nie tylko może pomóc w znalezieniu szukanych produk-

tów, ale też na podstawie historii transakcji zaproponować rabat albo ułatwić zakup. Dzięki wykorzystaniu spersonalizowanych danych o kliencie i o miejscu, w którym przebywa, klientowi zostaje przedstawiona oferta dostosowana dokładnie do jego potrzeb. Komunikująca się ze smartfonem aplikacja może od razu przekierować klienta do sklepu internetowego (jeżeli brakuje towaru na półce sklepowej) oraz pozwolić na zamówienie produktu i zapłacenie za niego. Według badań przeprowadzonych przez Deloitte do końca tego roku Beacons zainstaluje prawie jedna trzecia sklepów w USA i 15-20% w Wielkiej Brytanii [www 1]. Technologia Beacon jest również wykorzystywana jako wirtualny przewodnik w muzeach, pozwalając w sposób interaktywny zwiedzać dany obiekt. Dostarcza dodatkowych informacji o przedmiotach, jak również połączona z wirtualną rzeczywistością (*Augmented Reality*) pozwala nałożyć na rzeczywisty obraz dodatkową informację w postaci np. wizualizacji pomieszczenia czy też obiektu w latach jego świetności [www 2].

Kolejnym przykładem zastosowania IoT w dystrybucji jest sklep z odzieżą męską Dandy Lab. Jest to innowacyjny projekt sklepu skomunikowanego z klientem, który powstał w Londynie. Wykorzystano w nim, na wzór wcześniej opisywanych Beacons, inteligentne manekiny, które wysyłają klientom informację o prezentowanych przez nich ubraniach. W przymierzalniach są zainstalowane kamery *Kinect* i ekrany dotykowe, dzięki którym można przymierzać ubrania w wirtualnej rzeczywistości. Witryna sklepowa to z kolei „wirtualna ściana”, która skanuje i analizuje ubiór klienta, a następnie przedstawia mu ofertę dostosowaną do jego gustu. Na półkach sklepowych są umieszczone tablety skomunikowane z magazynem sklepowym, dzięki którym można sprawdzać w czasie rzeczywistym dostępność konkretnych produktów. Jednak Dandy Lab to nie tylko komunikacja wewnętrzna, ale również możliwość bezpośredniej komunikacji klientów i pracowników sklepu z producentami i dostawcami w celu sprawdzenia dostępności produktów w innych lokalizacjach [www 3].

Ostatnim prezentowanym w artykule przykładem wykorzystania Internetu rzeczy w dystrybucji jest sklep Home Plus należący do sieci Tesco. Jest to wirtualny sklep spożywczy, którego oferta jest przedstawiona w metrze w postaci plakatów, na których są wydrukowane zdjęcia produktów opatrzone kodami QR. Czekać na przystanku, Koreańczycy mogą zakupić wybrane produkty poprzez wykorzystanie aplikacji zainstalowanej w telefonie czy też tablecie, umożliwiającej zeskanowanie kodów QR wybranych produktów. Produkty trafiają do wirtualnego koszyka. Jeżeli kupujący zdecyduje się na zakup i dokona płatności za wybrane produkty (co również można dokonać przez telefon czy tablet), zamówiony towar jest kompletowany w sklepie i jeszcze tego samego

dnia dostarczany pod wskazany adres [www 4]. Można pójść jeszcze dalej. Obecne technologie, m.in. tworzone przez wrocławską firmę GlobalLogic, pozwalają na sprawdzenie przez sklep zawartości lodówki klienta. Na tej podstawie jest tworzona lista zakupów realizowana po zatwierdzeniu przez klienta, a towar zostaje dostarczony bezpośrednio pod wskazany adres. By zastosować to rozwiązanie, nie wystarczy wykorzystanie kodów QR, warunkiem koniecznym jest zastosowanie technologii RFID do znakowania produktów².

3.4. Transport – integrator wzdłuż łańcucha dostaw

Technologia IoT ma dość szerokie zastosowanie w obszarze transportu ładunków wzdłuż całego łańcucha dostaw. Dotyczy to zarówno transportu wewnętrznego w magazynie i na hali produkcyjnej, jak i transportu zewnętrznego pomiędzy węzłami logistycznymi.

Przykładem zastosowania IoT w transporcie jest Port Hafen w Hamburgu, gdzie występuje w pełni zautomatyzowany transport wewnętrzny. Pojazdy przewożące kontenery są sterowane przez system informatyczny, a przemieszczają się dzięki wbudowanym transponderom znajdującym się w platformie jezdnej oraz czujnikom sterującym wbudowanym w pojazdy. Samochody poruszają się z maksymalną prędkością 21 km/godz. po niedostępnej dla ludzi powierzchni komunikacyjnej znajdującej się za mostami kontenerowymi, transportując ładunki pomiędzy statkiem a innymi środkami transportu³.

Innym przykładem zastosowania Internetu rzeczy w transporcie jest transport miejski. Rozbudowany system o nazwie TOPIS został wdrożony w Seulu. Są w nim gromadzone dane ze wszystkich środków transportu publicznego (m.in. autobusów, taksówek, metra) oraz z infrastruktury (m.in. czujników drogowych, kamer), a także telefonów komórkowych mieszkańców. Wykorzystuje on urządzenia z włączonym sygnałem GPS w celu zarządzania transportem w mieście. Informacje są rejestrowane w czasie rzeczywistym. Daje to mieszkańcom możliwość zaplanowania najszybszej drogi dotarcia do celu (jakim transportem, jaką linią itp.) oraz otrzymania bieżącej informacji o lokalizacji wybranego środka transportu publicznego czy ewentualnych opóźnieniach. Bieżące informacje otrzymują również kierowcy i zarządzający transportem publicznym. Kierowcom jest dostarczana informacja o natężeniu ruchu, a zarzą-

² Opracowanie na podstawie materiałów firmy GlobalLogic S.A.

³ Opracowanie na podstawie własnych obserwacji dokonanych podczas wizyty studyjnej w Porcie Hafen w 2012 roku.

dzającym transportem publicznym o przepustowości oraz utrudnieniach w ruchu. Każdy z użytkowników dostaje powiadomienie o kolizjach, korkach ulicznych i innych problemach występujących w czasie rzeczywistym w transporcie miejskim. Pozwala to m.in. na szybkie rozładowanie nadmiernego natężenia ruchu [www 9].

4. Wnioski

Starając się odpowiedzieć na postawione pytanie badawcze – w jaki sposób nowy model komunikacji, zwany Internetem rzeczy, wpływa na przepływy produktów i informacji w łańcuchach dostaw – na podstawie przedstawionych studiów przypadków można stwierdzić, że technologia IoT w znacznym stopniu oddziałuje na sposób organizacji przepływów informacji i produktów, wspierając głównie procesy komunikacji. IoT jest wykorzystywana we wszystkich obszarach funkcjonowania łańcucha dostaw. Różnice pomiędzy zastosowaniem tej technologii w poszczególnych ogniwach łańcucha przedstawiono w tab. 1.

Tabela 1. Technologia IoT w poszczególnych częściach łańcucha dostaw

Część łańcucha dostaw	Góra	Środek	Dół
Zakres zastosowania technologii IoT	<ul style="list-style-type: none"> – bezpieczeństwo – automatyzacja – kontrola – współpraca z dostawcami i odbiorcami – scentralizowane zarządzanie procesami 	<ul style="list-style-type: none"> – bezpieczeństwo – automatyzacja – kontrola – współpraca z dostawcami i odbiorcami – scentralizowane zarządzanie procesami 	<ul style="list-style-type: none"> – wspieranie sprzedaży wielokanałowej – omnichannel – zbieranie informacji ze źródła (POS) – kontrola – współpraca z dostawcami – scentralizowane zarządzanie procesami

Źródło: Opracowanie własne.

Ogniwa w górze i w środku łańcucha dostaw stosują Internet rzeczy w celu zwiększenia bezpieczeństwa pracy, które jest tak istotne w branży wydobywczej i na produkcji. To również automatyzacja oraz kontrola procesów. Technologia ta ułatwia także współpracę i wymianę informacji z dostawcami i odbiorcami oraz pozwala na centralizację zarządzania. Procesy są sterowane odgórnie, co zapobiega przestojom, nadgodzinom i umożliwia równomierne rozplanowanie pracy ludzi i maszyn z uwzględnieniem potrzeb klientów. W dole łańcucha dostaw technologia IoT jest wykorzystywana w nieco odmiennym zakresie niż w pozostałych ogniwach łańcucha dostaw. To już nie tylko komunikacja z odbiorcami, ale kreowanie popytu na produkty. Internet rzeczy jest wykorzystywa-

ny jako narzędzie do zbierania informacji z punktów sprzedaży detalicznej oraz do wspierania sprzedaży wielokanałowej.

Przedstawione studia przypadków obalają postawioną hipotezę badawczą, że łańcuchy dostaw typu *pull* są bardziej skłonne do stosowania nowoczesnych technologii komunikacyjnych, w tym Internetu rzeczy, niż łańcuchy dostaw działające zgodnie ze strategią *push*. Wszystkie przedstawione przykłady to ogniwa łańcuchów dostaw działających zgodnie ze strategią *push*. Oczywiście w tych łańcuchach są również wykorzystywane elementy strategii *pull*, tworząc swego rodzaju hybrydę. Sytuacja taka występuje na przykład w branży odzieżowej, która jest sterowana przez prognozy, ale kolekcje sezonowe są przygotowywane pod potrzeby i gusty klientów, uwzględniając ich obecne upodobania. Jednak w pozostałych prezentowanych przykładach podstawą wyznaczanych planów popytowych są prognozy sprzedaży, a nie zamówienia ostatecznych nabywców. Na bazie przedstawionych studiów przypadków oraz podążając za słowami H. Kopetz [2011], można domniemywać, że technologia Internetu rzeczy w przepływach typu *push* pozwala na zbadanie rynków oraz zarządzanie magazynami i produkcją z chmury, a w łańcuchach typu *pull* w czasie rzeczywistym przekazuje informację o popycie na produkty ostatecznych nabywców ogniwo łańcucha dostaw, które ją współdzieli.

Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonego badania jakościowego można wykazać, że IoT ma duże znaczenie w organizacji przepływów informacji i produktów w łańcuchu dostaw. Przedstawione przypadki dowodzą, że technologia Internetu rzeczy pozwala na pozyskanie informacji w czasie rzeczywistym we wszystkich ogniwach łańcucha. Wspiera procesy komunikacji w całych sieciach, zarówno wewnątrz przedsiębiorstw, jak i pomiędzy nimi. Niewątpliwą zaletą IoT jest możliwość integracji informacji (np. miejsc lokalizacji materiałów i produktów, czasu cyklu produkcyjnego, harmonogramów produkcji, wykorzystania mocy produkcyjnych i zasobów) w całym łańcuchu dostaw. To również wsparcie przepływów produktów poprzez scentralizowane zarządzanie, które umożliwia odpowiednią alokację planowanej produkcji i synchronizację pracy, by równomiernie i efektywnie wykorzystać zasoby.

Jednakże zastosowanie Internetu rzeczy jest związane z ponoszeniem pewnego rodzaju ryzyka. Do największych ograniczeń w wykorzystaniu tej technologii wskazywanych przez przedsiębiorstwa zalicza się przede wszystkim prze-

pustowość sieci oraz zarządzanie dużymi zbiorami danych przechowywanymi w tzw. chmurze. To także wysokie koszty niezbędnego oprogramowania, systemów, jak również maszyn i urządzeń niezbędnych, by ta technologia mogła zostać wdrożona. Są to ryzyka, które w pewien sposób hamują możliwość wykorzystania IoT we wszystkich przedsiębiorstwach, łańcuchach dostaw, a nawet branżach. Przedstawione studia przypadków dowodzą jednak, że zakres zastosowania Internetu rzeczy w łańcuchu dostaw jest bardzo szeroki i na pewno do końca sami twórcy tej technologii nie znają wszystkich jej możliwości.

Literatura

- Ashton K. (2009), *That "Internet of Things" Thing*, "RFiD Journal".
- Atzori L., Iera A., Morabito G. (2010), *The Internet of Things: A Survey*, "Computer Networks", No. 54(15), s. 2787-2805.
- Berger R. (2014), *Industry 4.0: A Driver of Innovation for Europe*, http://www.huffingtonpost.co.uk/roland-berger/europe-innovation_b_5629983.html (dostęp: 23.01.2017).
- Bose G.J., Rao A. (1998), *Implementing JIT with MRP II Creates Hybrid Manufacturing Environment*, "Industrial Engineering", September/November, s. 49-53.
- 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.
- Christopher M. (2016), *Logistics and Supply Chain Management*, Pearson, London, UK.
- Industrie 4.0 / Internet of Things Vendor Benchmark (2016), Experton Group AG, Monachium Niemcy.
- Kopetz H. (2011), *Internet of Things* [w:] H. Kopetz (ed.), *Real-Time Systems. Design Principles for Distributed Embedded Applications*, Springer.
- Mason-Jones R., Towill D.R. (1999), *Using the Information Decoupling Point to Improve Supply Chain Performance*, "The International Journal of Logistics Management", Vol. 10, Iss. 2, s. 13-26.
- Miltenburg G.J. (1990), *Changing MRP's Costing Procedures to Suit JIT*, "Production and Inventory Management Journal", Second Quarter, s. 77-83.
- Naylor J.B., Naim M.M., Berry D. (1999), *Leagility: Integrating the Lean and Agile Manufacturing Paradigms in the Total Supply Chain*, "International Journal of Production Economics", Vol. 62, s. 107-118.
- Ptak C.A. (1991), *MRP, MRP II, OPT, JIT, and CIM – Succession, Evaluation, or Necessary Combination*, "Production and Inventory Management Journal", Second Quarter, s. 7-11.

- Razim J., Rahnejat H., Khan M.K. (1998), *Use of Analytic Hierarchy Process Approach in Classification of Push, Pull and Hybrid Push-pull Systems for Production Planning*, "International Journal of Operations and Productions Management", Vol. 18, No. 11, s. 1134-115.
- Skowronek C., Saryusz-Wolski Z. (2008), *Logistyka w przedsiębiorstwie*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
- Szozda N., Tubis A. (2011), *Using Optimization Models to Determine the Inventory Level in the Production Process*, "Theory and Applications of Quantitative Methods" (Econometrics 31), Prace Naukowe UE nr 194, s. 164-177.
- Szozda N., Świerczek A. (2016), *Zarządzanie popytem na produkty w łańcuchu dostaw*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
- Weber R.H., Weber R. (2010), *Internet of Things. Legal Perspectives*, Springer.
- Xia F., Yang L.T., Wang L., Vinel A. (2012), *Internet of Things. Editorial*, "International Journal of Communication Systems", Vol. 25, s. 1101-1102.
- [www 1] Beacon, <http://www.newsweek.pl/styl-zycia/beacon-co-to-takiego-i-do-czego-sie-go-uzywa,artykuly,364514,1.html> (dostęp: 5.12.2016).
- [www 2] Beacon w muzeum, <https://www.youtube.com/watch?v=mAT26h5G-Fg> (dostęp: 28.01.2017).
- [www 3] Dandy Lab, <http://www.esquire.pl/aktualnosci/167/dandy-lab-nowy-wymiar-zakupow> (dostęp: 23.01.2017).
- [www 4] Home Plus, <https://www.youtube.com/watch?v=TbEznWDvArY> (dostęp: 23.01.2017).
- [www 5] IoT Platform Infographics, <http://www.intel.com/content/www/us/en/internet-of-things/infographics/iot-platform-infographic.html> (dostęp: 24.01.2017).
- [www 6] Kopalnia Dundee w Kanadzie, <http://blogs.cisco.com/digital/how-dundee-precious-metals-is-reinventing-mining-with-internet-of-everything> (dostęp: 2.12.2016).
- [www 7] National Intelligence Council, Disruptive Civil Technologies – Six Technologies with Potential Impacts on US Interest Out to 2025, (2008), Conference Report CR 2008-07, <https://www.dni.gov/index.php> (dostęp: 28.01.2017).
- [www 8] SAP, <http://go.sap.com/greece/assetdetail/2015/01/4c02dfc2-107c-0010-82c7-eda71af511fa.html> (dostęp: 04.12.2016).
- [www 9] Topis, <http://www.slideshare.net/blankqo/seoul-topis> (dostęp: 25.11.2016).

IMPORTANCE OF THE INTERNET OF THINGS IN PLANNING THE FLOW OF PRODUCTS AND INFORMATION IN THE SUPPLY CHAIN

Summary: Over the past few decades, a new model of communication in the broadly understood industry has emerged. The collection, processing and transfer of data between, among others, buildings, vehicles, medical centres, objects, devices, and also companies in the supply chain has been moved to the virtual world, known as the Inter-

net of Things. The aim of the article is to determine whether and how the Internet of Things affects the organization of flow of information and products in the supply chain. The relationship between the supply chain and the IoT technology is considered in the respect of the participants of the supply chain and in the context of the organization of the flow of products and information, which decides on the division into pull and push chains. The basis of the conducted research are case studies.

Keywords: Internet of Things, IoT, supply chain, pull, push.