

# Innowacyjne rozwiązania w logistyce XXI wieku

## *Innovative solutions in the 21st century logistics*

Logistyka posiada ogromny, lecz w dużej mierze niewykorzystany innowacyjny potencjał. W branży, w której kluczową rolę pełnią: niezawodność, terminowość oraz efektywne wykorzystanie zasobów, innowacje stają się nieuniknione. Szczególnie istotna rola przypada innowacjom technologicznym. Celem niniejszego artykułu jest prezentacja wiodących rozwiązań innowacyjnych w obszarze logistyki, głównie technologii informacyjnych ze szczególnym uwzględnieniem Internetu rzeczy (ang. *Internet of Things* — IoT). Wiodące innowacje technologiczne omówiono w kontekście głównych trendów w rozwoju logistyki, wpływu tych technologii na funkcjonowanie łańcuchów dostaw oraz głównych barier i ograniczeń we wdrażaniu tychże rozwiązań w logistyce.

### **Słowa kluczowe:**

logistyka, łańcuch dostaw, innowacyjne technologie, Internet rzeczy.

Logistics has a huge but largely untapped innovation potential. In an industry in which a key role is played by reliability, punctuality and efficient use of resources, innovation is becoming inevitable. A particularly important role is assigned to technological innovations. The purpose of this article is to present the leading innovative solutions in logistics, mainly in the area of information technologies with special emphasis on *Internet of Things* (IoT). Leading technological innovations will be discussed in the context of the major trends in the development of logistics. The impact of innovative technologies on the functioning of supply chains will be discussed as well as the main barriers and constraints in the implementation of these solutions in logistics.

### **Key words:**

logistics, supply chain, innovative technologies, Internet of Things.

## Wprowadzenie

Innowacje w logistyce niosą ze sobą wymierne korzyści tak w czasach kryzysu, jak i prosperity. Pozwalają na obniżenie kosztów, lepsze wykorzystanie zasobów oraz skrócenie czasów reakcji, a tym samym na szybszą odpowiedź firm na wciąż zmieniające się uwarunkowania rynkowe. Innowacyjność rozwiązań w obszarze logistyki pozwala ponadto na pozytywne wyróżnienie się na rynku. Niniejszy artykuł stawia sobie za cel prezentację innowacyjnych rozwiązań stosowanych w logistyce XXI wieku, ze szczególnym uwzględnieniem Internetu rzeczy (ang. *Internet of Things* — IoT). Poza przedstawieniem wiodących trendów rozwojowych w logistyce, będących przyczyną wdrażania innowacji, zaprezentowano dominujące obszary implementacji innowacji w logistyce oraz główne bariery we wdrażaniu IoT.

## Wiodące trendy rozwojowe w logistyce

Wiodące trendy rozwojowe w logistyce formują się pod wpływem uwarunkowań współczesnej gospodarki. Specyficzną cechą tej ostatniej jest jej zmienność

i nieprzewidywalność. Pojęcie tak zwanej „nowej normalności” (Podhorecka, 2015/2016) odnosi się do rzeczywistości turbulentnej, pełnej zmian i ryzyka. Do czynników wywołujących wzrost ryzyka zalicza się:

- postęp techniczny i rewolucję informatyczną,
- przełomowe technologie i innowacje,
- wschodzące gospodarki,
- hiperkonkurencję,
- środowisko,
- wzrost siły klienta (Kotler, Casilione, 2009).

Wszystkie one kształtują współczesną logistykę. Wydaje się jednak, że wiodąca rola przypada rewolucji informatycznej, której wpływ na logistykę omówiono w dalszej części artykułu, oraz regulacjom prośrodowiskowym. Oba te czynniki zazębiają się, gdyż rewolucja informatyczna istotnie ułatwia wdrożenie rozwiązań prośrodowiskowych, m.in. poprzez Internet rzeczy.

Jednym z wiodących trendów w logistyce światowej jest podążanie w kierunku rozwiązań proekologicznych, pozwalających na ograniczenie emisji szkodliwych substancji w łańcuchu dostaw produktów. Jest to konsekwencją uzgodnień zawartych na szczeblu międzynarodowym. Konwencja Narodów Zjednoczonych dotycząca zmian klimatycznych zobowią-

zuje poszczególne państwa do istotnych ograniczeń emisji dwutlenku węgla. W przypadku Unii Europejskiej jest to redukcja o 20% emisji gazów cieplarnianych do roku 2020, regulowana przez politykę energetyczną. W USA rolę tę spełnia „Global Warming Solutions Act”, nakładający na wszystkie stany obowiązek redukcji emisji o 25% do roku 2020. W Angli, „The UK Climate Change Act” zobowiązuje do redukcji emisji dwutlenku węgla o 80% do roku 2050 (Doherty, Hoyle, 2009).

Innym efektem docelowym, ukierunkowanym na rozwiązanie prośrodowiskowe, jest stworzenie tzw. zamkniętej pętli łańcucha dostaw (ang. *closed loop supply chain*). Pod pojęciem tym rozumie się łańcuch dostaw niegenerujący żadnych strat i wykorzystujący powtórnie wszystkie materiały (World Economic Forum and Accenture Report, 2015).

Niewymienionym w powyższym zestawieniu, lecz niezwykle doniosłym czynnikiem kształtującym współczesną logistykę, jest oczekiwanie od firm tak zwanej społecznej odpowiedzialności oraz zrównoważonego rozwoju. Firmy są w stanie zrealizować obydwa te wymogi stosując koncepcję wartości ekonomiczno-społecznej (ang. *shared value*). Jest to koncepcja antagonistyczna do dawnej wykładni kapitalizmu, opartej na przekonaniu, że *wkład firmy w życie społeczeństwa polega na generowaniu zysku, dzięki któremu stać ją na zatrudnianie pracowników, wypłacanie im wynagrodzeń, zakupy, inwestycje i płacenie podatków* (Porter, Kramer, 2011). W myśl tradycyjnej logiki kapitalizmu firma jest samowystarczalnym bytem, a zagadnienia związane z funkcjonowaniem lokalnej społeczności nie wchodzą w zakres jej podstawowej działalności. Stosowanie takiego modelu mentalnego prowadzi siłą rzeczy do antagonistycznych relacji: firma — społeczeństwo. Pojęcie „wartość ekonomiczno-społeczna” oznacza procedury i praktyki zwiększające konkurencyjność firmy i jednocześnie generujące wartość dla ludzi, wśród których ta firma działa. Są to zarówno inne firmy kooperujące z nią w łańcuchu dostaw, jak i jej pracownicy oraz szeroko rozumiane społeczeństwo.

## Obszary innowacji w logistyce

Branża logistyczna, pełniąca funkcję usługową wobec całej gospodarki i nosząca miano „gospodarczego barometru”, posiada ogromny, lecz w dużej mierze wciąż jeszcze niewykorzystany innowacyjny potencjał. W branży, w której kluczową rolę pełnią: niezawodność, terminowość oraz efektywne wykorzystanie zasobów, innowacje stają się nieuniknione.

Eksperti z Bundesvereinigung Logistik (Stowarzyszenie Logistyków w Niemczech) uważają, że innowacje są dla logistyki bardzo istotne. Jednocześnie ponad 60% ankietowanych ocenia innowacje w logistyce jako niewielkie (BVL, 2013). Warto dodać, że

opinie te prezentują logiści z kraju o najwyższym wskaźniku efektywności logistycznej (ang. *Logistics Performance Index — LPI*) na świecie. Wskaźnik efektywności logistycznej (LPI), publikowany przez Bank Światowy, pozwala na syntetyczną ocenę jakości systemów logistycznych 161 krajów.

Innowacje w logistyce rozkładają się nierównomiernie. Wiele z nich dotyczy różnorodnych zastosowań technologii komputerowo-informacyjnych (ICT). Stosowanie takich rozwiązań jak GPS przez firmy kurierskie i świadczenie usług śledzenia przesyłek (ang. *track and trace*) stanowi już standard. W ofercie firm dostarczających aplikacje komputerowe istnieje wiele rozwiązań usprawniających funkcje logistyczne, takie jak m.in. prognozowanie, magazynowanie, planowanie optymalnych tras transportu i punktów dystrybucji, rozlokowanie ładunku na środkach transportu czy planowanie sieci logistycznych.

Całkowicie nowy wymiar logistyki stał się możliwy dzięki pojawieniu się różnego rodzaju platform, m.in. zakupowych, sprzedażowych i wspomagających zarządzanie łańcuchami dostaw, które są dostępne w tzw. chmurze. Jedną z nich jest najczęściej wykorzystywana w Europie otwarta platforma IT do zarządzania łańcuchem dostaw firmy Axit. Już w roku 2011 posiadała ona 85 tysięcy użytkowników (Pfeidler, 2011). Z rozwiązania AX4 Open korzystają m.in. takie firmy, jak: Deutsche Post i DHL. Za pośrednictwem platformy logistycznej AX4 operatorzy i firmy spedycyjne mogą sprawnie koordynować przepływ danych, nawet w bardzo złożonych łańcuchach dostaw. AX4 uwzględnia wszystkie istotne procesy, punkty przeładunkowe, zaangażowane osoby i nośniki transportu. Platforma dostarcza zarządzającym dane operacyjne oraz przekrojowe wskaźniki i dane statystyczne. System ostrzegawczy (ang. *Supply Chain Event Management*) umożliwia wczesne reakcje w przypadku niestandardowych zdarzeń. Korzystanie z platformy AX4 zapewnia: poprawę komunikacji poprzez natychmiastową dostępność informacji dla wszystkich uczestników, przejrzystość oraz automatyzację przetwarzania danych w całym łańcuchu dostaw, a także wyższą jakość i bezpieczeństwo informacji, łatwą integrację partnerów w systemie SCM i rozwój działalności oraz redukcję kosztów związanych z implementacją rozwiązania (nie występuje konieczność zakupu sprzętu ani instalacji oprogramowania w firmie) oraz usprawnienie procesów logistycznych, takich jak: transport, zarządzanie zapasami (www.axit.pl, 2012). Udoskonalona w ramach współpracy z klientami wersja oferuje funkcję, wśród których znajdują się możliwość wyliczenia frachtu i rezerwacji okienek czasowych w składach, hubach bądź centrach cross-dockingowych. Zarządzaniu okienkami czasowymi przypisane są trzy role: właściciela (składu, hubu), bukującego, którym jest spedytor lub firma świadcząca usługi logistyczne,

i obserwatora, pełniącego funkcje „wieży kontrolnej” firmy Axit (Kohagen, 2011).

Kolejny zauważalny obszar wprowadzania innowacji w logistyce stanowią centra dystrybucyjne firm kurierskich, niektórych operatorów logistycznych bądź firm produkcyjnych lub usługowych. Im wyższa wartość dystrybuowanych towarów, tym większy ekonomiczny sens inwestycji w innowacyjne rozwiązania w centrach dystrybucji, takie jak np. technologia fal radiowych (ang. *Radio-frequency identification* — RFID), automatyzacja, komputeryzacja, nowoczesne wyposażenie czy rozwiązania mobilne. Stosowanie technologii RFID w centrach dystrybucji czy też poza nimi pozwala na znaczące obniżenie kosztów oraz skrócenie czasu realizacji zlecenia. Dzięki technologii RFID możliwe jest skanowanie ładunków cało-paletowych lub całopojazdowych w czasie odpowiadającym zeskanowaniu jednego produktu w technologii kodów kreskowych. Oznacza to znaczącą oszczędność czasu i zwiększenie efektywności procesów logistycznych. Innym innowacyjnym rozwiązaniem w centrach dystrybucyjnych są roboty. I tak np. w centrach logistycznych Amazon wykorzystuje się roboty, które znacznie usprawniają proces kompletacji zamówienia. Amazon robotics wdrożono w centrach w USA oraz w Europie m.in. w Bielanach Wrocławskich. Polskie centra dystrybucyjne Amazon należą do najbardziej innowacyjnych z sieci 109 centrów rozmieszczonych na świecie (Libiszewska, 2015).

### Systemowy charakter innowacji w logistyce

Choć innowacje kojarzą się najczęściej ze sferą badań i rozwoju (B+R) oraz z zaawansowanymi technologiami, należy pamiętać o tym, że innowacje to nie tylko nowe produkty, nowoczesne technologie bądź usługi. Innowacyjny może być także sposób wykonywania czynności (np. operacje załadunku czy rozładunku), podobnie jak całe procesy transportu czy produkcji. Duży potencjał do zagospodarowania w logistyce stanowią innowacje procesów i operacji. Ważne jest dostrzeżenie systemowego charakteru innowacji i tego, że różne rodzaje innowacji oddziałują pomiędzy sobą, prowadząc do zmiany całego systemu. Internetowy tygodnik *Supply Chain Digest* uznał za innowację łańcucha dostaw wszechczasów system produkcyjny Toyoty — innowację o charakterze systemowym. Obejmuje ona o wiele więcej niż sam proces produkcji, lecz także m.in.: sposób motywowania i wykorzystania potencjału intelektualnego pracowników, operacje transportowe i produkcyjne, procesy kontroli jakości, procesy współpracy w łańcuchu dostaw. Rysunek 1 ilustruje dynamiczny i systemowy charakter innowacji na przykładzie systemu produkcyjnego Toyoty.

Jak to ilustruje rysunek 1, innowacje w łańcuchu dostaw mogą przejawiać się na poziomie:

- zasobów; zasoby to przykładowo technologie informacyjne czy też pracownicy;
- operacji; poziom operacji oznacza codzienne działania firmy w obszarze logistyki, transformujące zasoby „na wejściu” w zasoby „na wyjściu”;
- procesów, składających się z wielu operacji (np. realizacja zamówienia, dodawanie wartości dla klienta);
- modelu biznesowego; model biznesowy stanowi sposób prowadzenia działalności przez firmę. Rdzeń modelu biznesowego stanowią: wartość dla klienta oraz logika działania przedsiębiorstwa. Nowy model biznesowy wymaga opracowania nowych procesów;
- modelu mentalnego; fazę implementacji innowacji poprzedza faza wiedzy, perswazji i decyzji. Jest to „niewidzialny” (mentalny) wymiar dyfuzji innowacji, gdyż ważne procesy zachodzą na poziomie mentalnym, w świadomości osób odpowiedzialnych za podjęcie decyzji o dyfuzji innowacji. Zmiana na poziomie modelu mentalnego skutkuje — z reguły, od której są wyjątki — powstaniem nowego modelu biznesowego (Laskowska-Rutkowska, 2013).

### Internet rzeczy w logistyce

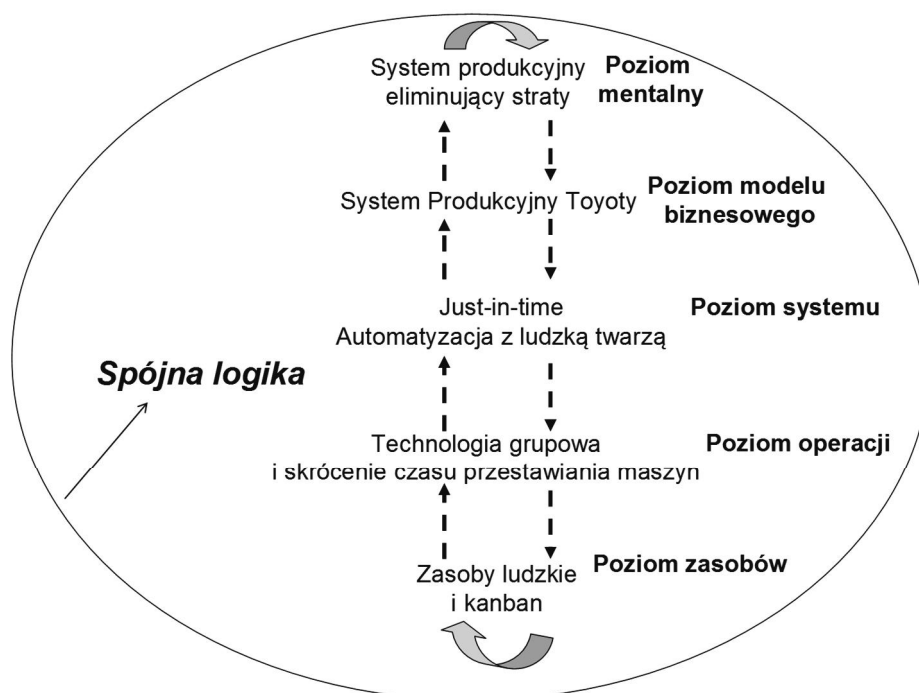
Termin Internet rzeczy (IoT) po raz pierwszy został użyty w 1999 r. przez Kevina Ashтона w 1999 roku w prezentacji Procter & Gamble (P&G) zatytułowanej *Internet of Things*. Autor zaproponował wykorzystanie transmisji danych przez Internet ze wsparciem RFID do sterowania łańcuchem dostaw w P&G (Ashton, 2015).

Dzięki podłączeniu do globalnej sieci wszystkich urządzeń, przetwarzających dane (mogą to być m.in. przedmioty codziennego użytku, takie jak np.: pralki, grzejniki, samochody, lampy czy liczniki prądu, wyposażane w chipy i podłączone do Internetu), urządzenia mogą się wzajemnie komunikować bez pośrednictwa człowieka. Za prawdziwy początek IoT uważany jest przełom lat 2008 i 2009, kiedy liczba urządzeń podłączonych do sieci po raz pierwszy przekroczyła liczbę mieszkańców globu. Obecnie do Internetu podłączonych jest mniej niż 1% wszystkich fizycznych obiektów, które potencjalnie mogłyby być do niego podłączone ([internetofeverything.cisco.com](http://internetofeverything.cisco.com), 2015).

Oczekuje się, że IoT wygeneruje w ciągu najbliższej dekady wartość w wysokości 8 trylionów USD. Wartość ta będzie pochodziła z przychodów z innowacji, lepszego zagospodarowania aktywów, logistyki i łańcucha dostaw, zwiększonej produktywności zatrudnionych oraz doświadczeń klien-

Rysunek 1

Systemowy i dynamiczny charakter innowacji na przykładzie Toyota Production System



Źródło: Laskowska-Rutkowska, 2013.

tów. Oczekuje się następującego rozkładu przychodów:

- przychody z innowacji: 2,1 trylion USD,
- lepsze zagospodarowanie aktywów: 2,1 trylion USD,
- logistyka i łańcuch dostaw: 1,9 trylion USD,
- efektywność zatrudnionych: 1,2 trylion USD,
- doświadczenie klientów: 0,7 trylion USD.

Szacunki te pochodzą z analiz ekonomicznych firmy Cisco i bazują na doświadczeniach z wielu wdrożeń IoT tak w sektorze prywatnym, jak i publicznym (Macaulay, Buckalew, Chung, 2015).

IoT oznacza prawdziwą rewolucję w funkcjonowaniu branży logistycznej. W jej efekcie ulegnie transformacji cały proces zarządzania łańcuchem dostaw, wykorzystanie aktywów oraz zarządzanie operacjami.

Zastosowanie IoT w logistyce oznacza korzyści dla operatorów logistycznych, ich klientów oraz klientów końcowych. Wykorzystanie IoT stwarza możliwość monitorowania w czasie rzeczywistym: statusu aktywów, przesyłek i ludzi w całym łańcuchu dostaw. Pozwala to na pomiar efektywności poszczególnych działań i operacji oraz automatyzację wielu procesów biznesowych. Wszystko to prowadzi do podniesienia jakości, zwiększenia przewidywalności oraz obniżenia kosztów, również środowiskowych. Dzięki IoT możliwe staje się nie tylko monitorowanie aktywów w łańcuchach dostaw, lecz także przetwarzanie ogromnej ilości danych, przesyłanych przez urządzenia podłączone do Internetu. Właściwe wykorzysta-

nie tych danych umożliwi usprawnienie dotychczasowych operacji i procesów logistycznych.

Do obszarów zastosowań IoT w logistyce należy zaliczyć:

- zarządzanie flotą pojazdów i ich ruchem,
- monitoring zasobów i energii,
- monitoring produkcji,
- monitoring ludzi, wyposażenia i obiektów (np. centra dystrybucji, składy),
- zarządzanie ryzykiem w łańcuchu dostaw.

Pojazdy stanowią jedno z „najdojrzalszych” aktywów do zastosowania IoT w logistyce. IoT stwarza możliwości zwiększenia bezpieczeństwa ruchu i jego optymalizacji. Przykładem zwiększenia bezpieczeństwa ruchu może być System Mobileye. System Mobileye składa się z warstwy oprogramowania oraz inteligentnej kamery umieszczonej wewnątrz kabiny pojazdu, najczęściej między lusterkiem wstecznym i przednią szybą. Kamera skierowana w kierunku jazdy rozpoznaje kilka obiektów, jak pieszy, samochód, rower czy poziome linie na drodze oddzielające pasy ruchu. Kamera analizuje obraz przed pojazdem, głównie pod kątem tego, czy obiekty zbliżają się, czy oddalają. Połączenie dwóch elementów: zmian odległości względnej między obiektami i pojazdem oraz użycia (lub nie) hamulca, pozwala zaalarmować kierowcę sygnałem dźwiękowym i wizualnym, jeżeli znajduje się w zbyt małej odległości od poprzedzającego pieszego, pojazdu lub rowerzysty. Alarm następuje, gdy jest to odległość dająca kierowcy czas na re-

akcję krótszy niż 2,7 sekundy. Z badań wynika, że ostrzeżenie kierowcy o zagrożeniu na 1,5 sekundy przed jego wystąpieniem może zapobiec 90% wypadków tego typu. System ten można zintegrować z systemami zarządzania flotą pojazdów. Dzięki temu menedżer floty ma dostęp do informacji o stylu i bezpieczeństwie jazdy każdego kierowcy. Wiadomo, czy kierowca nie jeździ zbyt szybko, zachowuje bezpieczną odległość, czy prawidłowo korzysta z kierunkowskazów. Dzięki stosowaniu tego systemu automatycznie spada wypadkowość — o ok. 50% w ciągu kilku tygodni stosowania. Zmiana stylu jazdy przez kierowców prowadzi do oszczędności paliwa rzędu 15–22%. W związku z powyższym maleją całkowite koszty floty. W Rosji, na Litwie, Łotwie i w Estonii firmy ubezpieczeniowe po instalacji systemu obniżają koszty AC i OC (Laskowska-Rutkowska, 2013).

Wartym przytoczenia przykładem zastosowania IoT w obszarze transportu jest port morski w Hamburgu. Celem inicjatywy smartPORT opartej na IoT był rozwój infrastruktury IT z zamiarem podniesienia efektywności operacji portowych i jednoczesnym zminimalizowaniem wpływu ruchu portowego na mieszkańców miasta. Zarząd portu zainstalował ponad 300 sensorów, aby monitorować ruch drogowy w porcie. Poprzez sensory monitorowany jest także ruch statków. Dane te są integrowane, aby uczestnicy ruchu miejskiego mogli być informowani o ewentualnych utrudnieniach, gdy np. ruch statków wymaga zamknięcia mostu. Poprzez aplikacje mobilne dostępna jest informacja o aktualnym natężeniu ruchu i możliwościach parkowania (Macaulay, Buckalew, Chung, 2015).

IoT stwarza także niespotykane dotąd możliwości śledzenia ruchu, warunków przewozu i bezpieczeństwa towaru. Stanowi najnowszą generację rozwiązań typu *track and trace*, pozwalającą na kontrolę ruchu towarów metr za metrem i z sekundy na sekundę. Nowoczesne sensory, jak np. Smart sensor firmy DHL, pozwalają na śledzenie temperatury, wilgotności, natężenia oświetlenia, a także niespodziewanych zdarzeń (Macaulay, Buckalew, Chung, 2015).

Zastosowanie IoT przekłada się także znacząco na funkcjonowanie centrów dystrybucji odgrywających rolę istotnych węzłów w systemie logistycznym. IoT stwarza szereg możliwości efektywnego zarządzania przepływem informacji, produktów, poziomem zapasów, a także bezpieczeństwem ludzi i sprzętu oraz wykorzystaniem energii w centrach dystrybucji. Zastosowanie technologii RFID pozwala na skanowanie informacji o produktach w momencie ich przejścia przez wewnętrzne bramki wyposażone w czytniki etykiet RFID oraz przekierowanie informacji do systemu zarządzania magazynem (WMS). Dzięki temu rozwiązaniu możliwe jest efektywne zarządzanie przepływem towarów oraz ich składowanie, gdyż ich lokalizacja jest zapamiętywana przez system. Do bramek można także podłączyć kamery, które mają za

zadanie wykrywanie uszkodzeń ładunku. IoT ułatwia także optymalne wykorzystanie aktywów. Podłączenie pojazdów i wyposażenia centrum dystrybucyjnego do centralnego systemu pozwala na monitorowanie ich wykorzystania. I tak np. menedżerowie mogą uzyskać informacje o przeciążeniu taśmociągów lub systemów sortujących. Analiza danych pozwala na optymalne zaplanowanie wykorzystania zasobów. Ocena przeciążenia maszyn sortujących może być dokonana za pomocą urządzeń mierzących temperaturę maszyny, która wzrasta wraz z czasem jej wykorzystania.

Inną funkcją realizowaną przez IoT w centrach dystrybucji jest zapewnienie większego bezpieczeństwa ludzi i pojazdów. Zgodnie ze statystykami wózki widłowe odpowiadają za ponad 100 000 wypadków rocznie na terenie USA. Zainstalowanie czujników i aparatów wraz z radarami lub kamerkami zamieszczonymi na wózkach widłowych pozwala na wykrywanie zagrożeń i eliminowanie kolizji poprzez np. zaprogramowanie wózków, by zwalniały po wykryciu innego obiektu na linii ruchu.

Dzięki IoT możliwe jest także efektywne zarządzanie energią w centrum dystrybucji. Standardowe oświetlenie odpowiada za 70% zużycia energii. Połączenie urządzeń grzewczych, wentylacyjnych, klimatyzacyjnych i oświetleniowych w sieć umożliwia sterowanie konsumpcją energii w zależności od zapotrzebowania. Rozwiązanie tego typu pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla oraz kosztów ogólnych centrum dystrybucji (Macaulay, Buckalew, Chung, 2015).

Zastosowanie IoT na długości łańcucha dostaw oznacza innowację procesu zarządzania przepływami produktów i informacji przez tenże łańcuch. Oznacza to rewolucję we wszystkich aspektach zarządzania łańcuchem dostaw. Polega ona na dostępie do ogromnej liczby danych i możliwości reagowania na nie w czasie rzeczywistym. Przykładowo, dane dotyczące warunków pogodowych czy lokalnych konfliktów pozwolą na odpowiednio szybkie wdrożenie tzw. planu Bo czyli np. zmianę tras lub środków przewozu towarów. IoT pozwala także na znaczne obniżenie kosztów energii oraz emisji gazów cieplarnianych do atmosfery poprzez lepsze planowanie tras oraz efektywniejsze wykorzystanie zasobów.

Wdrożenie IoT w logistyce niesie ze sobą wiele korzyści. Na drodze do pełnego wykorzystania potencjału IoT stoją jednak także przeszkody. Jedną z podstawowych jest bezpieczeństwo danych. Dane te są własnością wielu użytkowników, stąd też konieczność wypracowania mechanizmów zabezpieczania danych oraz oceny wiarygodności źródeł ich pochodzenia. Inną przeszkodą jest brak wystandaryzowanych rozwiązań pozwalających na łączenie danych pochodzących z różnych systemów i na ich sprawną integrację. Nie należy także zapominać o barierze kosztowej, ograniczającej w przypadku wielu firm

możliwość wykorzystania potencjału IoT. Chodzi o koszty oprogramowania, niezbędnych urządzeń, licencji, instalacji, utrzymania sprzętu oraz szkolenia pracowników. Innym ograniczeniem są kwestie organizacyjne. W przypadku niektórych rozwiązań wymagane jest uczestnictwo graczy z różnych sektorów, np. branży motoryzacyjnej, producentów sprzętu, operatorów dróg i operatorów telekomunikacyjnych. Konieczne jest określenie sposobu pobierania opłat z oferowanych rozwiązań, zapewnienie niezbędnych regulacji prawnych i niejednokrotnie zaangażowanie władz lokalnych bądź centralnych (Blecker, Kersten, Ringle, 2014).

## Podsumowanie

Branża logistyczna jest ze swej natury predestynowana do wdrażania najnowszych innowacyjnych tech-

nologii. Największy potencjał rozwojowy niesie ze sobą IoT. Zastosowanie IoT w logistyce stanowi przełomową systemową innowację, która w pełni zmienia obraz branży logistycznej. Pełne wykorzystanie potencjału IoT zapewni całkowitą przejrzystość informacji w logistyce oraz niespotykaną do tej pory możliwość integracji danych z wielu źródeł. Jednym z efektów integracji danych na niespotykaną wcześniej skalę będzie możliwość efektywniejszego zarządzania ryzykiem na całej długości łańcucha dostaw. IoT stwarza również niespotykaną wcześniej możliwość zwiększenia efektywności wykorzystania aktywów w łańcuchu dostaw oraz rozwiązań pro-środowiskowych. Pozytywnie przekłada się to na możliwość generowania wartości ekonomiczno-społecznej dla firm oraz społeczeństwa. Zanim jednak dojdzie do pełnego wykorzystania IoT w logistyce, konieczne będzie pokonanie barier: prawnych, organizacyjnych, finansowych i technologicznych stojących na drodze jego wdrożenia

## Bibliografia

- Ashton, K. <http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>, 10 listopada 2015.
- Blecker, T., Kersten, W., Ringle, C.H. (2014). *Innovative Methods in Logistics and Supply Chain Management* (epubli). Berlin: GmbH. Bundesvereinigung Logistik, Management (2013). *Summary zur Mitgliederbefragung „Innovation in der Logistik”*, 23.10.
- Doherty, S., Hoyle, S. (2009). *Supply chain decarbonization. The role of logistics and transport in reducing supply chain carbon emissions*. Genewa: World Economic Forum and Accenture report. SUPPLY CHAIN CARBONIZATION.
- Kohagen, J. (2011). Axit bietet AX4-Nutzern mehr Freiheiten, *Deutsche Logistik Zeitung*, 10 marca.
- Kotler, P., Casilione, J. (2009). *Chaos. Zarządzanie i marketing w erze turbulencji*. MT Biznes.
- Laskowska-Rutkowska, A. (2013). *Koncepcja falowego rozwoju logistyki. Dyfuzja innowacji w łańcuchu dostaw*. Szczecin: PTE.
- Libiszewska, M. (2015). Amazon robotics już w magazynie WR03. *Nowoczesny Magazyn*, (5).
- Macaulay, J., Buckalew, L., Chung, G. (2015). *Internet of things in logistics*. A collaborative report by DHL and Cisco on implications and use cases for the logistics industry. DHL Customer Solutions & Innovation.
- Pfeidler, R. (2011). Lieferketten auf Knopfdruck managen, *Frankfurter Allgemeine*, 05.10.
- Podhorecka, W. (2015–16). Recepta na sukces w zmiennym środowisku. *Harvard Business Review Polska*, (12–1).
- Porter, M.E., Kramer, M.R. (2011). Tworzenie wartości dla biznesu i społeczeństwa. *Harvard Business Review Polska*, (5).
- World Economic Forum and Accenture Report (2015 January). *Beyond supply chains. Empowering responsible value chains*. <http://blogs.cisco.com/news/cisco-connections-counte>, 10 listopada 2015.
- [http://internetofeverything.cisco.com/sites/default/files/docs/en/ioe\\_vas\\_public\\_sector\\_top\\_10%20insights\\_121313final.pdf](http://internetofeverything.cisco.com/sites/default/files/docs/en/ioe_vas_public_sector_top_10%20insights_121313final.pdf), 10 listopada 2015.
- <http://www.axit.pl/rozwiazania/ax4-open/> 3 stycznia 2012.
- <http://www.axit.pl/rozwiazania/ax4-platform/> 3 stycznia 2012.

---

Księgarnia internetowa Polskiego Wydawnictwa Ekonomicznego  
zaprasza na zakupy z **rabatem 15%**

**www.pwe.com.pl**

