

Identyfikacja barier wdrożenia rozwiązań z zakresu Internetu Rzeczy w wybranych segmentach gospodarki

Łukasz Dragun 

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: l.dragun@pb.edu.pl

Gabriela Dąbrowska

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: g.dabrowska@student.pb.edu.pl

Paulina Olszyńska

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: p.olszynska2@student.pb.edu.pl

Streszczenie

Celem niniejszej pracy jest dokonanie przeglądu literatury w odniesieniu do identyfikacji barier wdrożenia rozwiązań z zakresu IoT (ang. Internet of Things, Internet Rzeczy) w wybranych segmentach gospodarki. Czwarta rewolucja przemysłowa spowodowała, że Internet Rzeczy stał się istotnym elementem towarzyszącym w implementacji idei Przemysłu 4.0 w przedsiębiorstwach produkcyjnych. W sposób znaczący wzrosła świadomość przedsiębiorstw w zakresie możliwości technologicznych dedykowanych inteligentnemu zarządzaniu procesami produkcyjnymi. W artykule przedstawiono obszary zastosowań Internetu Rzeczy, kierunki rozwoju IoT oraz bariery wdrożenia IoT w poszczególnych branżach.

Słowa kluczowe

Przemysł 4.0, Internet Rzeczy, IoT

Wstęp

Czwarta rewolucja przemysłowa rozpoczęła się na początku XXI wieku. Charakteryzuje się ona automatyzacją procesów produkcyjnych przez IT (ang. Information Technology) i elektronikę oraz cyfryzacją usług produkcyjnych i przemysłowych poprzez wykorzystanie inteligentnych urządzeń jako głównego środka do łączenia jednostek produkcyjnych między sobą [Cedeño i in., 2018, s. 59; Siderska, 2020; Gudanowska et al., 2020]. Przepływ informacji następuje w dwóch płaszczyznach – pionowej i poziomej. Pionowy przepływ informacji charakteryzuje się przekazywaniem informacji między działem IT, a maszynami i odwrotnie, a poziomy przepływ informacji łączy ze sobą maszyny produkcyjne z systemami produkcyjnymi zaopatrzonymi w technologie Internetu Rzeczy [Główny Urząd Statystyczny, 2020, s. 22]. Internet Rzeczy jest jednym z najważniejszych komponentów w rozwoju Przemysłu 4.0 w każdym przedsiębiorstwie.

Celem niniejszej pracy jest dokonanie przeglądu literatury w odniesieniu do identyfikacji barier wdrożenia rozwiązań z zakresu IoT (ang. Internet of Things, Internet Rzeczy) w wybranych segmentach gospodarki. Przedstawiono obszary zastosowań Internetu Rzeczy, kierunki rozwoju oraz bariery wdrożenia w poszczególnych branżach na podstawie przeglądu literatury oraz źródeł statystycznych.

1. Przegląd literatury w zakresie IoT

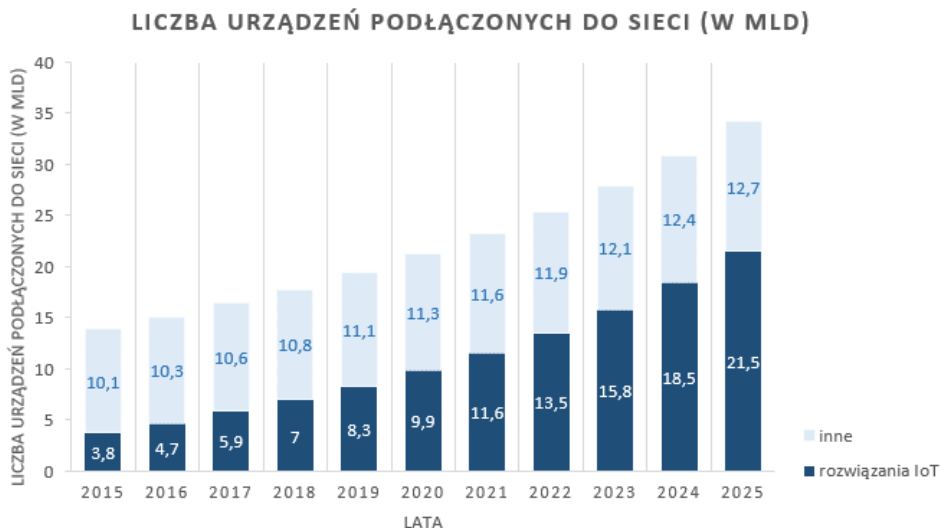
Pojęcie Internetu Rzeczy (ang. Internet of Things) zostało po raz pierwszy użyte w 1999 roku przez Kevina Ashtona, jako tytuł prezentacji dla Procter&Gamble, w której zostało zdefiniowane jako „technologia pozwalająca na automatyczną komunikację między aktywnymi elementami systemów technicznych” [Ashton, 2009]. Od tego czasu IoT, dzięki dynamicznemu rozwojowi urządzeń z dostępem do sieci, stał się jednym z kluczowych trendów rozwojowych światowej gospodarki i zaczął być definiowany w bardziej rozbudowany sposób.

Według grupy roboczej do spraw Internetu Rzeczy przy Ministerstwie Cyfryzacji Rzeczypospolitej Polskiej, IoT należy definiować z różnych perspektyw. Na potrzeby niniejszego artykułu skupiono się na definicji technologicznej, która określa Internet Rzeczy jako „Sieć łączącą przewodowo lub bezprzewodowo urządzenia charakteryzujące się autonomicznym (nie wymagającym zaangażowania człowieka) działaniem w zakresie pozyskiwania, udostępniania, przetwarzania danych lub wchodzenia w interakcje z otoczeniem pod wpływem tych danych. Jest to koncepcja budowy sieci telekomunikacyjnych i systemów informatycznych o wysokim stopniu rozproszenia, które służyć mogą między innymi tworzeniu inteligentnych systemów

kontrolno-pomiarowych, analitycznych, czy układów sterowania, praktycznie w każdej dziedzinie życia, gospodarki czy nauki” [Maśniak i Kawecki, 2019, s. 5].

W definicji przytoczonej przez Instytut Innowacyjna Gospodarska IoT jest opisany jako: koncepcja bazująca na idei łączności między urządzeniami elektronicznymi podpiętymi do wspólnej (globalnej) sieci. Połączone przedmioty mogą wymieniać ze sobą dane bez pośrednictwa człowieka dzięki uniwersalnym protokołom komunikacyjnym [Kobza, 2019, s. 8].

Koncepcja Internetu Rzeczy wiąże się bezpośrednio z postępem technologicznym oraz z istnieniem sieci, która połączy ze sobą wiele urządzeń i czujników zdolnych, bez udziału człowieka, do gromadzenia i przesyłania między sobą zebranych informacji [Rot i Blaike, 2017, s. 189]. Według badań IoT Analytics przeprowadzonych w 2018 roku liczba aktywnych urządzeń IoT w 2021 roku powinna wynosić 11,6 mld. Szacuje się, że do 2025 roku liczba wzrośnie dwukrotnie (rys. 1).



Rys. 1. Liczba urządzeń podłączonych do sieci (w mld)

Źródło: [IoT Analytics Research, 2018, 18.01.2021].

Biorąc pod uwagę sieć globalną, niezbędna jest jej ogólna dostępność i duża prędkość. W tabeli 1 przedstawiony jest przewidywany wzrost globalnych prędkości sieci z podziałem na części świata.

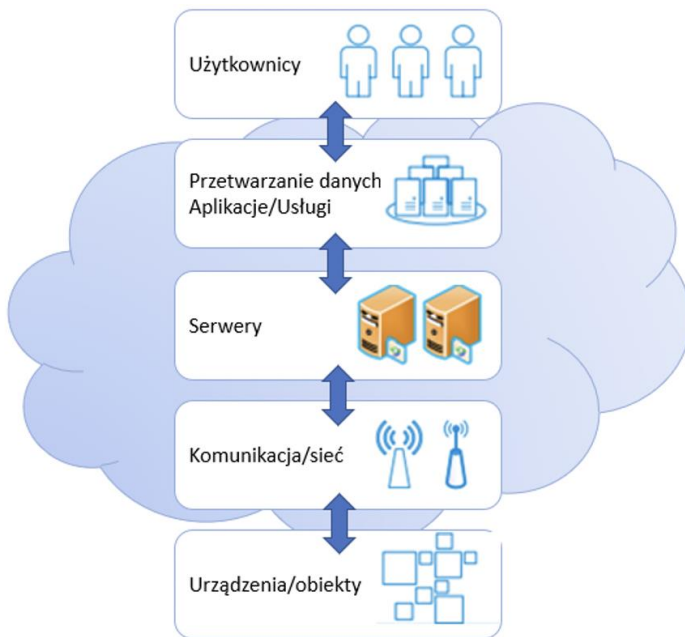
Tab. 1. Przewidywany wzrost globalnych prędkości Wi – Fi w latach 2017-2022.

Obszar	2017 (Mbps)	2022 (Mbps)	Wzrost
Globalnie	24,4	54,2	2,2 ↑
Azja	26,7	63,3	2,4 ↑
Ameryka Łacińska	9	16,8	1,9 ↑
Ameryka Północna	37,1	83,8	2,3 ↑
Europa Zachodnia	25	49,5	2,0 ↑
Centralna i Wschodnia Europa	19,5	32,8	1,7 ↑
Bliski Wschód i Afryka	6,2	11,2	1,8 ↑

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Nižetić i in., 2020, s. 2].

Globalnie przewiduje się dwukrotny wzrost prędkości Wi-Fi w 2022 roku względem 2017 roku. Największy wzrost szacuje się w regionie azjatyckim, co doprowadzi do łatwiejszego wdrażania technologii IoT. Najniższa prędkość Internetu zauważalna jest w rejonie Bliskiego Wschodu, Afryki i Ameryki Łacińskiej, co w konsekwencji przyczyni się do problemów wdrożenia innowacyjnych rozwiązań [Nižetić i in., 2020].

Łącząc ze sobą wszystkie opisane wyżej elementy ogólny model Internetu Rzeczy z uwzględnieniem powiązań między jego poszczególnymi warstwami został przedstawiony na rysunku 2. Całość obejmuje chmura obliczeniowa, która zakłada przechowywanie danych, plików oraz aplikacji w chmurze – na serwerach rozmieszczonych po całym świecie, poza lokalną siecią firmową. Chmura obliczeniowa (ang. *cloud computing*) jest nieograniczonym zasobem danych [Witryna internetowa IT.INTEGRO, 2018].



Rys. 2. Ogólny model Internetu Rzeczy.

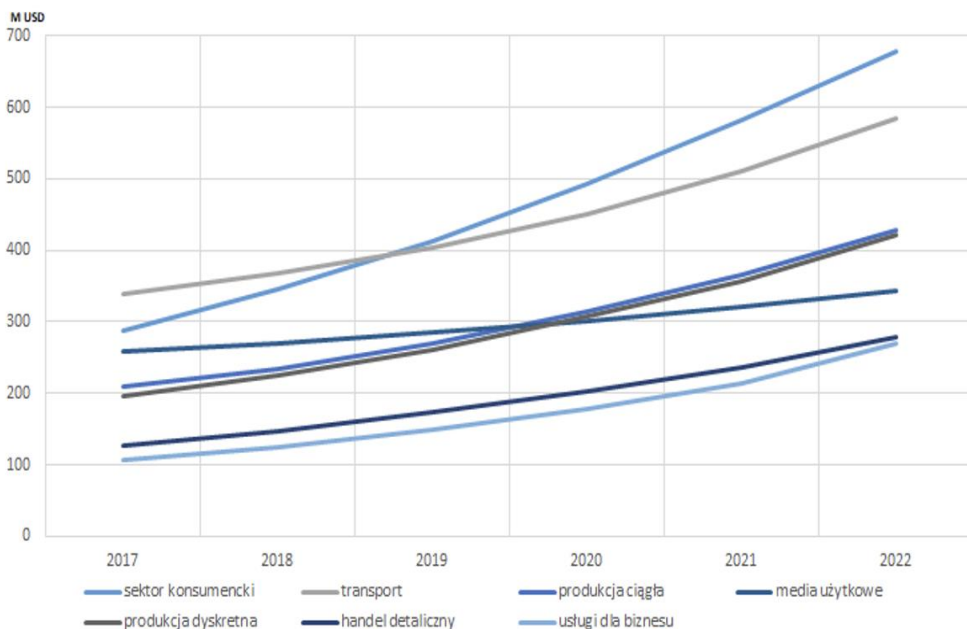
Źródło: [Rot i Blaićke 2017, s.190].

Internet Rzeczy składa się z infrastruktury materialnej i wirtualnej. Do pierwszej z nich zalicza się: wszelkiego typu czujniki oraz urządzenia takie jak serwery czy komputery. Natomiast sieci przewodowe i bezprzewodowe, bazy danych, obrazy video, kody kreskowe, sygnały lokalizacyjne, czy procesy zalicza się do infrastruktury wirtualnej [Rot i Blaićke, 2017, s. 189]. Dzięki powyższej wymienionej infrastrukturze, zarówno materialnej jak i wizualnej, Internet Rzeczy odnajduje zastosowanie w różnych branżach i dziedzinach [Rot i Blaićke, 2017, s. 190].

2. Obszary zastosowań IoT

Technologie związane z Internetem Rzeczy rozwijają się w sposób bardzo dynamiczny. Oznacza to, że mogą mieć zastosowanie w wielu różnych branżach i zastosowaniach biznesowych. Według danych dotyczących rynku globalnego, prze-

prorowadzonych przez IDC (ang. *International Data Corporation*) w 2018 roku, największe wydatki na technologie IoT w 2021 roku dotyczyć będą odpowiednio sektora konsumenckiego, transportu, produkcji ciągłej i dyskretnej, mediów użytkowych, handlu detalicznego i usług dla biznesu (rys. 3) [Maśniak i Kawecki, 2019, s. 18].



Rys. 3. Wydatki na IoT w poszczególnych branżach

Źródło: [Maśniak i Kawecki, 2019, s. 18].

W tabeli 2 zastosowano przykładowe zastosowanie technologii IoT w różnych branżach.

Tab. 2. Obszary zastosowań Internetu Rzeczy (IoT)

Lp.	Obszar zastosowania	Zastosowanie
1.	Inteligentny dom	alarmy, sterowanie energią, oświetleniem, urządzeniami w domu, na podstawie zebranych informacji przez czujniki – włączanie nawadniania ogrodu, uchylanie/zastanianie okien, czujniki w lodówkach generujące listy zakupów
2.	Inteligentne miasta	inteligentne przystanki autobusowe, kontrolowanie za pomocą czujników ruchu ulicznego, zanieczyszczeń, automatyczne zarządzanie oświetleniem ulic czy sygnalizacją świetlną, wykrywanie awarii i optymalizacja działania sieci wodociągowych na podstawie informacji z czujników
3.	Bezpieczeństwo	zdalnie sterowane systemy alarmowe
4.	Logistyka	czujniki pomiaru zużytego paliwa, czujniki informujące o zdarzeniach drogowych
5.	Produkcja	systemy kontroli jakości wyrobu, czujniki analizujące czasy trwania operacji, czasy postojów maszyn, systemy diagnostyki maszyn technologicznych, czujniki monitorujące płynność produkcji i wskazujące „wąskie gardła” procesu
6.	Handel detaliczny	zarządzanie łańcuchem dostaw (RFID), zarządzanie zapasami
7.	Ochrona zdrowia	inteligentne łóżka szpitalne, kamery o wysokiej rozdzielczości monitorujące noworodki wcześniaki, monitorowanie parametrów życiowych pacjentów, czujniki w domu analizujące aktywność osoby starszej i w razie braku aktywności automatyczne powiadomienie służb ratunkowych, telemedycyna, „inteligentne tabletki” przypominające pacjentom o konieczności ich użycia
8.	Transport	parkometry, inteligentne pojazdy, system kontroli ruchu lotniczego
9.	Rolnictwo	inteligentne systemy podlewania pól, inteligentne maszyny rolnicze zbierające dane o panujących w danym miejscu warunkach atmosferycznych
10.	Sektor IT	centra danych, infrastruktura transmisji mobilnej

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Lipski, 2015, s. 755-756; Piątek, 2019; Kwiatkowska, 2014, s. 61-64; Rot i Blaike, 2017, s. 191; Piwiński, 2019, s.49-50; Siemens Polska, 2019, s. 21-24].

3. Identyfikacja barier wdrożenia rozwiązań z zakresu Internetu Rzeczy

W Polsce istnieją przedsiębiorstwa, które stosują różne rozwiązania z zakresu Internetu Rzeczy. Wykorzystanie jest uzależnione od sektora, do którego należy działalność. Jednak mimo dynamicznych zmian, wciąż stworzenie warunków dla możliwości dalszego rozwoju przedsiębiorstw, które wychodzą naprzeciw potrzebom jest kluczowym czynnikiem dla ciągłego rozwoju IoT, a w efekcie także polskiej gospodarki.

Można dokonać podziału przedsiębiorstw pod względem oferowanego segmentu. Największe znaczenie mają przedsiębiorstwa, które opierają swoją działalność na modelu B2B. Ich udział wynosi około 26% wszystkich podmiotów oferujących rozwiązania z zakresu Internetu rzeczy. Na drugim miejscu (20%) usytuowani są dostawcy usług programistycznych i rozwoju oprogramowania [Maśniak i Kawecki, 2019, s. 8]. W tabeli 3. zostały przedstawione rodzaje przedsiębiorstw, które posiadają największy odsetek wykorzystania IoT.

Tab. 3. Przedsiębiorstwa oferujące rozwiązania IoT w podziale na segmenty

Rodzaj firmy	Odsetek
Producenci	7%
Wydawcy oprogramowania	4%
Wydawcy oprogramowania wykorzystywanego do konkretnych sektorów lub obszarów działalności firm	3%
Wydawcy oprogramowania wykorzystywanego do konkretnych procesów firmy	7%
Integratorzy rozwiązań lub usług programistycznych (tworzonych przez inny podmiot)	2%
Usługi informatyczne, rozwój oprogramowania	20%
Usługi telekomunikacyjne (np. operatorzy telekomunikacyjni, dostawcy usług internetowych)	5%
Integratorzy infrastruktury sieciowej i telekomunikacyjnej	6%
Integratorzy infrastruktury IT	4%
Doradztwo	1%

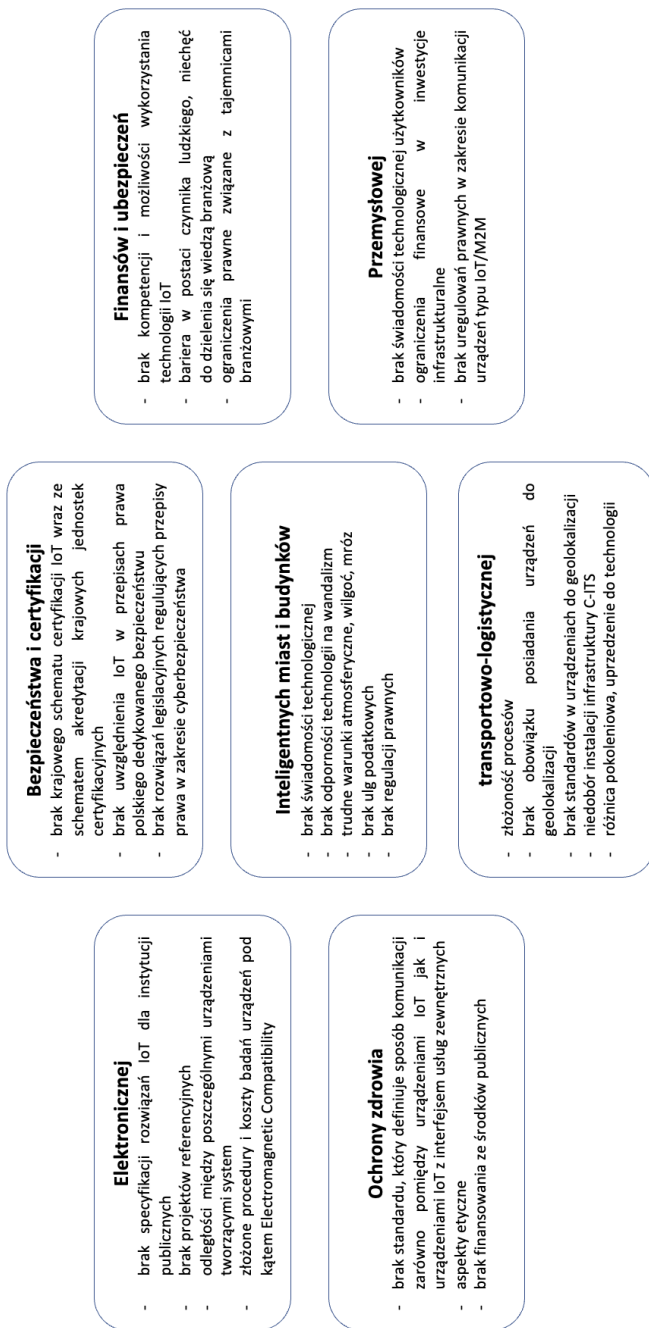
Sprzedaż rozwiązań klientom indywidualnym	6%
Sprzedaż rozwiązań dla klientów biznesowych (sprzęt, oprogramowanie i usługi)	26%
Sprzedaż hurtowa (sprzedaż produktów IT i telekomunikacyjnych sprzedawcom detalicznym lub biznesowym)	6%
Agencje sieciowe	0%

Źródło: [Maśniak i Kawecki, 2019, s. 9].

W najbliższych latach przemysł będzie tym sektorem, który w największym stopniu będzie wykorzystywał technologię proponowaną przez IoT. Dużym wyzwaniem będzie z pewnością podejście polskiej gospodarki do innowacyjności, a także do umiejętności wdrażania nowych rozwiązań. Pojawiające się bariery mogą w znaczny sposób ograniczyć dynamiczny rozwój [Maśniak i Kawecki, 2019, s. 64].

Obecnie w Polsce większość przedsiębiorstw należy do grupy małych i średnich szczególnie w odniesieniu do branży energetycznej, paliwowej, przemysłu ciężkiego, elektrotechnicznego, motoryzacyjnego, meblarskiego, a także innych branż. Do głównych barier, które mają ścisły związek z Przemysłem 4.0 można zaliczyć brak wiedzy, brak wzorców do naśladowania, a także niepewność co do sytuacji ekonomicznej, która jest związana z cyfrową transformacją przemysłu. Nowoczesny przemysł jest “motorem napędowym” gospodarki w ujęciu zarówno globalnym jak i lokalnym. Kraje, które nie są w stanie wyjść na rynki globalne są skazane na marginalizację na światowym rynku [Maśniak i Kawecki, 2019, s. 65].

Najważniejsze bariery wdrożenia IoT w branży:



Rys. 4. Najważniejsze bariery wdrożenia IoT z podziałem na branże
 Źródło: opracowanie własne na podstawie [Maśniak i Kawecki, 2019, s. 13-101].

Poddając analizie rys.4, należy podkreślić, iż przedsiębiorstwa z różnych branż borykają się z wieloma problemami natury prawnej, organizacyjnej oraz technicznej. Jednym z głównych powodów dla którego implementacja IoT staje się problemem, który automatycznie jest odsuwany w czasie z uwagi na napotkane bariery. Brak wiedzy w aspekcie IoT oraz korzyści jakie niesie ze sobą jego wdrożenie staje się przyczynkiem do sceptycznego nastawienia, które jest barierą mentalną do nowych technologii. Wszystko jednak wskazuje na to, że strefa komfortu przedsiębiorstw zostanie naruszona mimo ich dokładnie zaplanowanych strategii rozwoju, np. z uwagi na pandemię COVID-19, która niejako zmusiła przedsiębiorstwa do sięgnięcia po nowoczesne technologie ułatwiające komunikację i zarządzanie.

Podsumowanie

Internet Rzeczy przeszedł przez pierwszy, koncepcyjny etap. Mimo faktu, że jest on w fazie ciągłego rozwoju, ciągle wiele przedsiębiorstw obawia się wdrożenia IoT. Pomimo ogromnego potencjału, które niesie ze sobą wdrażanie Internetu Rzeczy w Polsce, jego kierunek i tempo rozwoju będą głównie zależeć od adaptacji na poziomie zarówno producentów jak i usługodawców [Kolenda, 2016, s. 14].

Współczesny przemysł produkcyjny, nie opiera się tylko i wyłącznie na systemach produkcyjnych. Oprócz podstawowych elementów (maszyny i urządzenia wytwórcze, roboty, manipulatory przemysłowe) bardzo ważne jest otoczenie dalsze, do którego zalicza się system logistyczny, zasoby bądź obsługę klienta. Połączenie tych aspektów jest w myśl koncepcji Przemysłu 4.0 bardzo ważną kwestią [Kwiatkowska, 2014, s. 70].

Wraz z ciągłym wzrostem liczby urządzeń podłączonych do sieci wzrasta możliwość wykorzystania technologii, która daje szereg nowych możliwości. IoT pozwala na łączenie ludzi z ludźmi, ludzi z przedmiotami i przedmiotów między sobą [Kwiatkowska, 2014, s. 70].

Pomimo wielu zalet i możliwości rozwoju dla różnych branż, istnieje również wiele barier wdrożenia Internetu Rzeczy. Wątpliwości związane z cyberbezpieczeństwem przedsiębiorstwa, wysokie koszty związane z zakupem i aktualizacją urządzeń IoT, brak wystarczających kompetencji i możliwości wykorzystania potencjału technologii IoT w sektorze czy obawy pracowników przed zastąpieniem ich przez masową robotyzację i automatyzację procesów to tylko niektóre z czynników wpływających na ograniczenie dynamicznego rozwoju Internetu Rzeczy. Dalszy rozwój IoT zależy od gotowości przedsiębiorców do wprowadzania innowacyjnych rozwiązań.

ORCID iD

Łukasz Dragun: <http://orcid.org/0000-0001-6768-6818>

Literatura

1. Ashton K., *That „Internet of Things” Thing*, <https://www.rfidjournal.com/that-internet-of-things-thing>, [18.01.2021].
2. Cedeño J.M.V, Papinniemi J., Hannola L., Donoghue I. (2018), *Developing smart services by Internet of Things in manufacturing business*, Lappeenranta University of Technology, Lappeenranta, Finland.
3. Główny Urząd Statystyczny (2020), *Wypracowanie metodologii oraz badanie stopnia dostosowania wybranych przedsiębiorstw do wymogów gospodarczych, jakie stawia czwarta fala rewolucji przemysłowej (Przemysł 4.0)*, Warszawa.
4. Gudanowska A. (red.), Kononiuk A., (red.), Siderska J., Dębkowska K., (2020), *Uwarunkowania ucyfrowienia procesów produkcji i wzrostu kompetencji cyfrowych społeczeństwa*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej.
5. Kobza N. (2019), *Fabryki przyszłości w dobie rewolucji przemysłowej*, Instytut Innowacyjna Gospodarka, Warszawa.
6. Kolenda P. (2016), *Raport – Internet rzeczy w Polsce*, iab Polska.
7. Kwiatkowska E.M. (2014), *Rozwój Internetu Rzeczy – szanse i zagrożenia*, Internetowy Kwartalnik Antymonopolowy i Regulacyjny 8, s. 60-70.
8. Lipski J. (2015), *Internet Rzeczy w zastosowaniu do sterowania produkcją*, Politechnika Lubelska, s. 755-756.
9. Maśniak L., Kawecki M. (2019), Ministerstwo Cyfryzacji, *IoT w polskiej gospodarce*, Raport grupy roboczej do spraw Internetu Rzeczy przy Ministerstwie Cyfryzacji, Warszawa, s. 5-101.
10. Nižetić S., Solić P., López-de Ipiña Gonzalez-de Artaza D., Patrono L. (2020), *Internet of Things (IoT): Opportunities, issues and challenges towards a smart and sustainable future*, Journal of Cleaner Production, 274.
11. Piątek Z. (2019), *Internet Rzeczy w przemyśle* <https://przemysl-40.pl/index.php/2019/06/13/internet-rzeczy-w-przemysle-2> [29.01.2021].
12. Piwiński M. (2019), *Internet Rzeczy - rozwiązania przyszłości*, Informatyka w Edukacji, XVI UMK Toruń, 2019, s. 49-50.
13. Siderska J. (2020), *Robotic Process Automation – a driver of digital transformation?* Engineering Management in Production and Services 12(2), 21-31.
14. Siemens Polska, *Od chmury do Internetu Rzeczy. Droga do cyfrowego przemysłu*, s. 21-24.

15. Rot A., Blaić B. (2017), *Bezpieczeństwo Internetu Rzeczy. Wybrane zagrożenia i sposoby zabezpieczeń na przykładzie systemów produkcyjnych*, Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej 26, Częstochowa, s. 189-191.
16. Witryna internetowa IT.INTEGRO, <https://www.chmuramicrosoft.pl/co-to-jest-chmura-obliczeniowa/> [18.01.2021].

Identification of barriers to the implementation of Internet of Things solutions in various sectors of the economy

Abstract

The aim of this paper is to review the literature with regard to the identification of barriers to the implementation of IoT (Internet of Things) solutions in selected segments of the economy. The fourth industrial revolution has caused the Internet of Things to become an important accompanying element in the implementation of the idea of Industry 4.0 in manufacturing companies. There has been a significant increase in companies' awareness of the technological possibilities dedicated to the intelligent management of production processes. The article presents areas of application of the Internet of Things, the directions of IoT development and barriers to the implementation of IoT in individual industries.

Key words

Industry 4.0, Internet of Things, IoT