

**Ekonomia**

# **Innowacyjne rozwiązania w logistyce**

**Aspekty wybrane**

**Agnieszka Bukowska-Piestrzyńska**

**Jakub Doński-Lesiuk**

**Tomasz Adam Karkowski**

**Urszula Motowidlak**



# **Innowacyjne rozwiązania w logistyce**

Aspekty wybrane



WYDAWNICTWO  
UNIWERSYTETU  
ŁÓDZKIEGO

**Ekonomia**

# **Innowacyjne rozwiązania w logistyce**

Aspekty wybrane

Agnieszka Bukowska-Piestrzyńska

Jakub Doński-Lesiuk

Tomasz Adam Karkowski

Urszula Motowidlak



**WYDAWNICTWO**  
UNIwersytetu  
ŁÓDZKIEGO

Łódź 2020

Agnieszka Bukowska-Piestrzyńska, Jakub Doński-Lesiuk, Tomasz Adam Karkowski  
Urszula Motowidlak – Uniwersytet Łódzki, Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny  
Instytut Logistyki i Informatyki, Katedra Logistyki i Innowacji  
90-214 Łódź, ul. Rewolucji 1905 r. nr 37

RECENZENT

*Aneta Nowakowska-Krystman*

REDAKTOR INICJUJĄCY

*Beata Koźniewska*

REDAKCJA

*Magdalena Czarnecka*

SKŁAD I ŁAMANIE

*AGENT PR*

KOREKTA TECHNICZNA

*Anna Sońta*

PROJEKT OKŁADKI

*Agencja Reklamowa efectoro.pl*

Zdjęcie wykorzystane na okładce: © Depositphotos.com/denisismagilov

© Copyright by Authors, Łódź 2020

© Copyright for this edition by Uniwersytet Łódzki, Łódź 2020

Publikacja jest udostępniona na licencji Creative Commons. Uznanie autorstwa-Użycie  
niekomercyjne-Bez utworów zależnych 4.0 (CC BY-NC-ND)

Wydane przez Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego

Wydanie I. W.09552.19.0.K

Ark. wyd. 8,5; ark. druk. 8,25

ISBN 978-83-8220-276-2

e-ISBN 978-83-8220-277-9

<https://doi.org/10.18778/8220-276-2>

Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego

90-131 Łódź, ul. Lindleya 8

[www.wydawnictwo.uni.lodz.pl](http://www.wydawnictwo.uni.lodz.pl)

e-mail: [ksiegarnia@uni.lodz.pl](mailto:ksiegarnia@uni.lodz.pl)

tel. 42 665 58 63

# Spis treści

Wstęp	7
Rozdział 1	
<b>Innowacje – teoria i aspekty praktyczne</b>	<b>11</b>
1.1. Innowacja – przegląd wybranych pojęć	12
1.2. Typologia innowacji	14
1.3. Rewolucje przemysłowe – wynik innowacji rewolucyjnych	22
1.4. Internet Rzeczy	25
1.5. Proces tworzenia innowacji	27
1.6. Idea Przemysłu 4.0 w życiu gospodarczo-społecznym	30
Rozdział 2	
<b>Innowacyjność rozwiązań transportowych i kreowania łańcuchów dostaw</b>	<b>39</b>
2.1. Ekonomiczne aspekty innowacyjności	40
2.2. Zapotrzebowanie na innowacyjność w transporcie	44
2.3. Logistyczny wymiar procesów gospodarczych	51
2.4. Współczesne znaczenie przepływów towarowych	55
2.5. Innowacyjność w podejściu do obsługi przepływów transeurazjatyckich	59
Rozdział 3	
<b>Potencjał elektromobilności w zakresie innowacyjnych rozwiązań systemowych</b>	<b>63</b>
3.1. Wpływ innowacji na kształtowanie koncepcji elektromobilności	64
3.2. Rozwój rynku pojazdów elektrycznych	71
3.3. Istota systemu elektroenergetycznego w elektryfikacji transportu samochodowego	77
3.4. Charakterystyka inteligentnych systemów integracji pojazdów elektrycznych z siecią elektroenergetyczną	81
3.5. Implementacja wybranych innowacyjnych rozwiązań w zakresie integracji systemów elektromobilności i elektroenergetycznego	87

Rozdział 4

<b>Smart hospital z wykorzystaniem technologii RFID jako przykład innowacji</b>	<b>91</b>
4.1. System GS1	93
4.2. Elektroniczny kod produktu	94
4.3. Zarządzanie aktywami	96
4.4. Optymalizacja w identyfikacji pacjentów	100
4.5. RFID na straży walki z podróbkami leków	105
4.6. RFID w zarządzaniu odpadami medycznymi	110
Podsumowanie	113
Bibliografia	115
Spis tabel	129
Spis rysunków	131

# Wstęp

Cały rozwój gospodarczy, który nastąpił od XVIII w.,  
ostatecznie zawdzięczamy innowacjom

William Baumol<sup>1</sup>

W gospodarkach wysoko rozwiniętych panuje pogląd, że zdolność przedsiębiorstw do tworzenia i rozprzestrzeniania innowacji należy do najważniejszych kryteriów stanowiących o ich przewadze konkurencyjnej i efektywnym działaniu<sup>2</sup>. W dzisiejszych czasach jedyną stałą rzeczą są zmiany. Ich źródła tkwią przykładowo w<sup>3</sup>:

- regionalizacji towarzyszącej globalizacji, czego przejawem jest m.in. przenoszenie centrów biznesowych do krajów azjatyckich i afrykańskich oraz Europy Wschodniej,
- rosnącej urbanizacji (przewiduje się, że do 2050 r. ponad 70% społeczeństwa światowego będzie mieszkało w miastach),
- ruchu ekologicznym, który przyczynia się do wzrostu znaczenia zrównoważonego rozwoju w strategii przedsiębiorstw (co stanowi jeden z przejawów ich działalności innowacyjnej),
- starzeniu się społeczeństw, zwłaszcza w krajach wysoko uprzemysłowionych (szacuje się, że w 2050 r. ludność powyżej 60. roku życia będzie stanowiła 21% populacji),
- dynamicznym rozwoju e-handlu i usieciowieniu gospodarki.

W niniejszej pracy przyjęto za P.F. Druckerem szerokie rozumienie „innowacyjności”. Pojmuje się ją jako każdą zmianę, która zastąpi dotychczasową rzeczywistość lepszym rozwiązaniem<sup>4</sup>. Ponadto pokazano różne oblicza zmian w życiu społeczno-gospodarczym, np. ideę *smart hospital* czy szanse, jakie stwarza elektromobilność oraz innowacyjne rozumienie i kreowanie łańcuchów dostaw.

- 
- 1 W. Baumol, *The Free-market Innovation Machine: Analyzing the Growth Miracle of Capitalism*, Princeton University Press, Princeton 2002, s. 25.
  - 2 C.M. Christensen, M.E. Raynor, *Innowacje – napęd wzrostu*, Wydawnictwo Studio Emka, Warszawa 2008, s. 7.
  - 3 H. Brdulak, *Megatrendy i ich wpływ na branżę TSL*, „Dziennik Gazeta Prawna. Magazyn Transport, Spedycja, Logistyka” 2014, nr 1.
  - 4 P. Drucker, *Innowacyjność i przedsiębiorczość*, PWE, Warszawa 1992, s. 160.



W pierwszym rozdziale zdefiniowano pojęcie innowacji i procesu innowacyjnego, a także przedstawiono typologię innowacji według różnych ujęć. Punktem wyjścia do dalszych rozważań były innowacje o charakterze rewolucyjnym, co pozwoliło na pokazanie rewolucji technologicznych jako ich konsekwencji. Następnie skupiono się na czwartej rewolucji przemysłowej wyrażającej się m.in. w idei *Industry 4.0*. Krótko scharakteryzowano jej kluczowe elementy (w ujęciu teoretycznym) i pokazano jej praktyczne przejawy nie tylko w samym przemyśle, ale również w magazynowaniu, transporcie oraz usługach społecznych (edukacji, ochronie zdrowia).

W rozdziale drugim na tle szerokiego rozumienia istoty gospodarki opartej na wiedzy zaprezentowano wieloaspektowe związki pomiędzy rozwojem gospodarczym a transportem rozumianym jako istotna składowa systemu logistycznego. Na bazie pojęcia kanału logistycznego i poziomów współpracy pomiędzy ogniwami łańcucha dostaw zaprezentowano przykład możliwej optymalizacji łańcuchów dostaw obsługujących dwie kluczowe światowe gospodarki – Chin i Unii Europejskiej. Czas pokaże, czy koncepcja Autora przewidująca wzrost znaczenia przewozów intermodalnych z Chin do Europy z wykorzystaniem Leny – jednej z największych rzek Federacji Rosyjskiej – zostanie pozytywnie zweryfikowana przez podmioty globalnego rynku logistycznego.

Rozdział trzeci poświęcono badaniu relacji zachodzących między rozwojem elektromobilności a możliwościami kreowania innowacyjnych usług na rzecz systemu elektroenergetycznego. Celem głównym tego badania jest ocena potencjału rozwiązań systemowych służących integracji pojazdów elektrycznych z siecią elektroenergetyczną. W tej części książki dokonano identyfikacji głównych przesłanek rozwoju koncepcji elektromobilności. Ponadto określono zasadnicze efekty synergii pojazdów elektrycznych i sieci elektroenergetycznej, ukazując ich istotę, cele i potencjał w zakresie realizacji koncepcji zrównoważonego rozwoju mobilności i energetyki. Analiza dotyczyła także identyfikacji głównych kierunków rozwoju elektromobilności, które implikują wzrost zapotrzebowania na energię. Jednym z elementów tej analizy jest ukazanie głównych wyzwań dla systemu elektroenergetycznego, związanych z potrzebami energetycznymi pojazdów elektrycznych. Dalszą część rozważań podporządkowano ocenie potencjału inteligentnych systemów integracji wspomnianych pojazdów z siecią elektroenergetyczną. Przedmiot rozważań stanowią uwarunkowania niezbędne dla upowszechnienia rozwiązań systemowych oraz prezentacje dotychczasowych postępów w zakresie implementacji wybranych projektów.

Przedmiotem rozważań w ostatnim rozdziale monografii jest innowacyjne rozwiązanie wykorzystywane przez inteligentny szpital (*smart hospital*), a mianowicie technologia RFID. W tej części książki opisano możliwości zastosowania wskazanej technologii w stworzeniu inteligentnego szpitala przez opracowanie Internetu Przedmiotów, pomocy w identyfikacji pacjentów, zarządzaniu aktywami placówki, walce z podróbkami leków i zarządzaniu odpadami medycznymi. Ponadto koncepcja inteligentnego szpitala to przykład, który chyba najpełniej oddaje specyfikę praktycznego zastosowania BI (*Business Intelligence*) w ochronie zdrowia. Należy

podkreślić, że stosowanie technologii RFID w segmencie infrastruktury medycznej może przynieść korzyści w trzech podstawowych obszarach, począwszy od poprawy zarządzania wyposażeniem, poprzez obszerne zastosowania w zakresie polepszenia opieki nad pacjentem, a skończywszy na kontroli zaopatrzenia i dostaw. Należy również zaznaczyć, że jednym z największych wyzwań dotyczących tej technologii jest koszt systemu i zwrot z inwestycji.

Autorzy wyrażają nadzieję, że lektura niniejszej książki nie tylko sprawi, że Czytelnik spojrzy w nowy sposób na zmiany, jakie zachodzą w różnych obszarach współczesnej logistyki, ale i zapewni mu pełniejsze ich rozumienie.



## Rozdział 1

# Innowacje – teoria i aspekty praktyczne

Czynnikiem kształtowania konkurencyjności przedsiębiorstw i gospodarek jest innowacyjność, która wynika z następujących przesłanek<sup>1</sup>:

- zawiera element nowości i zmiany (ma charakter dynamiczny i twórczy),
- oddziałuje na inne czynniki (głównie zasoby niematerialne, tj. zgromadzoną wiedzę, relacje z klientami i biznesowymi partnerami, uznaną markę, wyrazistą kulturę organizacyjną, ściśle wiąże się z nadaniem przedsiębiorstwu nowej wewnętrznej architektury sprzyjającej poziomej, bezpośredniej i otwartej komunikacji, procesom przepływu informacji i wiedzy, uczeniu się pracowników<sup>2</sup>), a w kontekście konkurencji ma na ogół charakter synergicznie pozytywny,
- jest powiązana z innymi materialnymi i niematerialnymi czynnikami wpływającymi na wzrost konkurencyjności (tak na wejściu, jak i na wyjściu), co oznacza kształtowanie ogólnej efektywności działania podmiotu,
- silnie warunkuje kreowanie popytu rynkowego.

Innowacje stanowią o rozwoju i możliwości lepszego zaspokajania ludzkich potrzeb na płaszczyźnie zarówno mikro (w podmiocie rynkowym, np. w przedsiębiorstwie, szpitalu), mezo (w danej branży, chociażby w transporcie czy przestrzeni geograficznej, np. mieście), jak i makro (w danym państwie bądź w ramach międzynarodowych powiązań). W tym rozdziale zostanie wskazana istota i typologia innowacji, a także ich wybrane społeczno-gospodarcze egzemplifikacje.

---

1 T. Bał-Woźniak, *Innowacyjność w ujęciu podmiotowym. Uwarunkowania instytucjonalne*, PWE, Warszawa 2012, s. 57.

2 M. Morawski, *Zarządzanie profesjonalistami*, PWE, Warszawa 2009, s. 24.

## 1.1. Innowacja – przegląd wybranych pojęć

„Innowacje”<sup>3</sup> to pojęcie, które oznacza zmianę, nowość, reformę czy też ideę postrzeganą jako nową. Mogą być rozumiane jako zarówno rezultat, jak i proces. W pierwszym znaczeniu są traktowane jako wynik zastosowania postępu wiedzy, w drugim zaś niczym zjawiska innowacyjne, które obejmują nie tylko końcowy rezultat określonego rozwiązania techniki, lecz także działania poprzedzające ostateczny efekt. Innowacja jest tu procesem obejmującym powstanie pomysłu, prace badawczo-rozwojowe i projektowe, produkcję oraz upowszechnianie. Proces innowacyjny należy rozumieć jako kreatywne działanie polegające na tworzeniu, projektowaniu i realizacji innowacji. Można go określić jako całokształt czynności niezbędnych do powstania i praktycznego zastosowania nowych rozwiązań technologicznych, które dotyczą nowych procesów wytwórczych oraz zmian organizacyjnych.

W literaturze przedmiotu pojęcie innowacji jest interpretowane dwojako:

- *sensu stricto* – pojmowanie innowacji ogranicza się do zmian w metodach wytwarzania i produktach (ewentualnie w organizacji procesu produkcyjnego), bazujących na nowej lub dotychczas niewykorzystanej wiedzy,
- *sensu largo* – innowacje oznaczają zmiany nie tylko w technice, ale i w systemie społecznym, w strukturze gospodarczej, a nawet w przyrodzie.

Jako pierwszy w teorii ekonomii pojęcia „innowacja” w 1912 r. użył J.A. Schumpeter. Jego zasługą było utworzenie kompleksowej teorii innowacji, zgodnie z którą motorem rozwoju gospodarczego są innowacje oraz przedsiębiorcy gotowi ponieść ryzyko ich wprowadzania<sup>4</sup>. Ekonomista zaproponował szeroką definicję innowacji, odnosząc ją do pięciu przypadków<sup>5</sup>:

- wytworzenie i wprowadzenie nowego produktu czy towaru na rynek,
- wprowadzenie nowej metody produkcji,
- otwarcie nowych rynków zbytu,
- pozyskanie nowego źródła surowców lub półfabrykatów,
- przeprowadzenie nowej organizacji jakiegoś przemysłu, np. utworzenie lub zlikwidowanie monopolu.

Dla J.A. Schumpetera innowacja obejmowała urzeczywistnienie i praktyczne zastosowanie wynalazku, a nie sam fakt jego stworzenia. Rozwiązania nieznanego zastosowania w życiu nie mogły być traktowane jako innowacje. Podobnie działo się z dyfuzją innowacji. Ekonomista nie postrzegał tego zjawiska jako innowacji, rozumiejąc pod omawianym pojęciem wyłącznie pierwsze zastosowanie w życiu danego rozwiązania<sup>6</sup>.

3 W. Kasperkiewicz, *Procesy innowacyjne w gospodarce rynkowej. Teoria i praktyka*, Naukowe Wydawnictwo Piotrkowskie, Piotrków Trybunalski 2008, s. 13.

4 *Ibidem*, s. 14.

5 *Ibidem*.

6 E. Skrzypek, *Jakość życia w społeczeństwie informacyjnym*, [w:] C. Fales (red.), *Spółeczeństwo informacyjne. Wizja, elementy i determinanty rozwoju*, Max-Druk Drukarnia Medyczna, Rzeszów 2009, s. 33 i nast.

Podobnie jak J.A. Schumpeter rozumienie innowacji *sensu largo* reprezentują m.in.: J.A. Allen (innowacje to nowe lub ulepszone produkty czy procesy wprowadzane do gospodarki), E.M. Rogers (innowacja to obiekt lub idea, która jest odbierana jako nowa; przykład takiego rozwiązania będzie przedstawiony w rozdziale czwartym), P. Kotler (innowacja to każde dobro, które postrzega się jako nowe<sup>7</sup>), P.R. Whitfield (innowacja to ciąg skomplikowanych działań, polegających na rozwiązywaniu problemów i dających kompleksową nowość<sup>8</sup>) czy M.E. Porter lub P.F. Drucker.

Jeden z ostatnich wspomnianych ekonomistów, M.E. Porter<sup>9</sup>, uważał, że innowacje to nowe zarówno produkty, jak i procesy wytwarzania, nowoczesny marketing, innowacyjna dystrybucja oraz nowoczesne kierowanie ludźmi. Jego zdaniem obejmują one eksploatację nowych pomysłów, które mają przynieść korzyści ekonomiczne, ulepszenia technologiczne oraz skuteczniejsze metody czy sposoby wykonywania danej rzeczy<sup>10</sup>. W takim rozumieniu zawierają się nie tylko proste modyfikacje istniejących procesów, produktów i praktyk, mogące stanowić nowość dla przedsiębiorstwa, ale również zupełnie nowe produkty i procesy będące nowością tak dla przemysłu, jak i dla przedsiębiorstwa<sup>11</sup>.

Peter F. Drucker mówi o praktykowaniu systematycznej innowacji polegającej na „celowym i zorganizowanym poszukiwaniu zmian oraz na systematycznej analizie możliwości, jakie te zmiany mogą oferować dla innowacji ekonomicznej bądź społecznej”<sup>12</sup>. Rozumie przez to stałe monitorowanie siedmiu źródeł możliwości innowacyjnych, podzielonych na dwie grupy:

- 1) źródła znajdujące się w przedsiębiorstwie i/lub wewnątrz sektora usług<sup>13</sup>:
  - a) to, co niespodziewane, np. niespodziewany sukces, nieoczekiwana porażka, zaskakujące wydarzenie zewnętrzne,
  - b) niezgodność pomiędzy rzeczywistością istniejącą faktycznie a stanem rzeczy, jaki zakłada się, że jest albo „powinien być”,
  - c) konkretna potrzeba procesu, np. jego doskonalenie, wymiana słabego ogniw, zmiana procedur,
  - d) zaskakujące wszystkich zmiany w strukturze rynku albo strukturze branży;

7 Ph. Kotler, *Marketing. Analiza, planowanie, wdrażanie i kontrola*, Gebethner & Ska, Warszawa 1994, s. 322.

8 P. Whitfield, *Innowacje w przemyśle*, PWE, Warszawa 1979, s. 26.

9 *Ibidem*, s. 17.

10 M.E. Porter, *The Competitive Advantage of Nations*, „Harvard Business Review” 1990, Vol. 68, No. 2, March–April, s. 75.

11 K.B. Matusiak (red.), *Innowacje i transfer technologii – słownik pojęć*, PARP, Warszawa 2011, s. 12.

12 P.F. Drucker, *Natchnienie i fart, czyli innowacja i przedsiębiorczość*, Wydawnictwo Studio EMKA, Warszawa 2004.

13 *Ibidem*.

- 2) źródła obejmujące zmiany dokonujące się poza przedsiębiorstwem lub branżą:
  - a) demografia,
  - b) zmiany w postrzeganiu (np. świata), tendencjach (zmian globalnych) i wartościach (wyznawanych przez ludzi/społeczeństwa),
  - c) nowa wiedza.

W ujęciu P.F. Druckera innowacja jest „specyficznym narzędziem przedsiębiorczości – działaniem, które nadaje zasobom nowe możliwości tworzenia bogactwa”<sup>14</sup>. Definicja ta różni się od schumpeterowskiej interpretacji innowacji tym, że pojawia się tutaj nowe pojęcie – zasób. Innowacja tworzy zasoby. W gospodarce nie ma jednak większego zasobu od tego, jakim jest siła nabywca budowana przez przedsiębiorcę, który wprowadza innowacje. Peter F. Drucker głosił, że innowacja stanowi pojęcie społeczne i ekonomiczne, a nie tylko mające wymiar techniczny. Twierdził też, że to rynek zweryfikuje ostatecznie jej przydatność dla ludzkości. Jako przykład tego podejścia można wskazać elektromobilność, którą omówiliśmy w trzecim rozdziale.

Szerokie rozumienie pojęcia „innowacja” można również znaleźć w *Podręczniku Oslo* zaproponowanym przez OECD<sup>15</sup>. Została ona określona jako wdrożenie nowego lub znacząco udoskonalonego produktu (wyrobu, usługi) lub procesu, nowej metody marketingowej bądź organizacyjnej w praktyce gospodarczej, w obrębie organizacji miejsca pracy czy też w stosunkach z otoczeniem (przykład takiego rozumienia pokazaliśmy w rozdziale drugim).

Reprezentantami wąskiego pojmowania innowacji byli m.in.: S. Kuznets (mianem tym określał wykorzystanie nowej lub starej wiedzy inicjującej zastosowanie wynalazku), E. Mansfield (pojęcie to stosował w odniesieniu do pierwszego zastosowania wynalazku) czy Ch. Freeman (definiował innowacje jako pierwsze handlowe wprowadzenie i zastosowanie produktu, procesu, systemu lub urządzenia).

## 1.2. Typologia innowacji

Wielorakość poglądów dotyczących istoty innowacji utrudnia sformułowanie dokładnej i jednocześnie ponadczasowej definicji tego pojęcia, a w konsekwencji ogranicza możliwość proponowania jednej klasyfikacji. W literaturze przedmiotu można znaleźć liczne odniesienia do typologii innowacji proponowanych w *Podręczniku Oslo*<sup>16</sup>:

14 K.B. Matusiak (red.), *Innowacje...*, s. 16.

15 *Podręcznik Oslo Manual, Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation*, 4th Edition, OECD, Eurostat 2018, s. 48.

16 *Podręcznik Oslo. Pomiar działalności naukowej i technicznej. Zasady gromadzenia i interpretacji danych dotyczących innowacji*, wyd. 3, OECD, Eurostat, Warszawa 2008, s. 49.

- innowacje w obrębie produktów – nowe lub udoskonalone wyroby i usługi oraz ich znaczące udoskonalenia w zakresie zastosowań bądź cech funkcjonalnych/użytkowych; udoskonalenia istniejących produktów mogą polegać na zmianach komponentów, materiałów oraz innych cech zapewniających lepsze działanie tych produktów; innowacje produktowe w sektorze usług to dodanie nowych funkcji lub cech do istniejących usług, udoskonalenie w sposobie świadczenia usług lub wprowadzenie całkowicie nowych usług;
- innowacje w obrębie procesów – wdrażanie nowych lub znacząco udoskonalonych metod produkcji lub dostawy; metody produkcji obejmują urządzenia, oprogramowanie i techniki wykorzystywane do produkcji wyrobów lub usług; metody dostawy to techniki, urządzenia i oprogramowanie używane do pozyskiwania środków produkcji, alokowania zasobów w ramach firmy lub dostarczania produktów końcowych; celem innowacji procesowych może być obniżenie kosztów jednostkowych produkcji lub dostawy, podniesienie jakości, produkcji lub dostarczanie nowych lub znacząco udoskonalonych produktów;
- innowacje organizacyjne – wprowadzenie nowych metod organizacyjnych w przyjętych przez przedsiębiorstwo zasadach działania, w organizacji miejsca pracy lub w stosunkach z otoczeniem; mogą mieć na celu podniesienie wydajności pracy, redukcję kosztów administracyjnych lub transakcyjnych, uzyskanie dostępu do aktywów niebędących przedmiotem wymiany handlowej czy obniżenie kosztów dostaw;
- innowacje marketingowe – wdrożenie nowych metod marketingowych, wiążących się ze zmianami w projekcie/konstrukcji produktu lub opakowaniu, dystrybucji, promocji lub strategii cenowej; jest to wdrożenie metod marketingowych niestosowanych wcześniej przez dane przedsiębiorstwo; mają na celu skuteczniejsze zaspokojenie potrzeb konsumentów, otwarcie nowych rynków zbytu lub nowe pozycjonowanie produktu przedsiębiorstwa na rynkach w celu zwiększenia sprzedaży.

Bogactwo poglądów w kwestii ujmowania przedmiotu innowacji wynika z faktu, że występują one w różnych dziedzinach praktyki gospodarczej, przez co wąskie postrzeganie ich zakresu przedmiotowego okazuje się niesłuszne. Z drugiej strony nie wydaje się użyteczne posługiwanie się w każdym przypadku bardzo szeroką definicją. Wynika z tego potrzeba wyodrębnienia różnych rodzajów innowacji w zależności od rodzaju desygnatów obejmowanych zakresem tego pojęcia<sup>17</sup>. Tym sposobem, biorąc pod uwagę innowacje w znaczeniu względnym, można wskazać:

- innowacje pionierskie (kreatywne, oryginalne, inicjujące),
- innowacje imitujące (powielające, adaptacyjne, naśladownicze).

Różnią się one przede wszystkim funkcją, jaką pełnią w rozwoju gospodarczym przyswajających je podmiotów (przedsiębiorstw, przemysłu, kraju). Pionierskie

17 M. Romanowska, *Determinanty innowacyjności polskich przedsiębiorstw*, „Przegląd Organizacji” 2016, nr 2, s. 29 i nast.



zastosowanie wynalazku stanowi zaledwie pierwsze ogniwo całego łańcucha innowacji. Dopiero pełne upowszechnienie oraz dalsze doskonalenie decydują o jego faktycznym znaczeniu gospodarczym. Odmienne role innowacji pionierskich i imitujących oraz różnice w skali zmian, jakie w gospodarce wywołuje ich zastosowanie, stały się podstawą podziału na innowacje<sup>18</sup>:

- radykalne (rewolucyjne) – są rzadkie i mają przełomowy charakter (odniesienie do nich pojawi się w kolejnym punkcie tego rozdziału); jako przykład można wskazać telefon, radio, samochód, komputer, Internet; wiążą się one z korzyściami ekonomicznymi, które później są eksploatowane przez innowacje rekombinacyjne i modyfikacyjne (przedstawiono je w punkcie trzecim i piątym niniejszego rozdziału);
- rekombinacyjne – polegają na wykorzystaniu istniejących rozwiązań technologicznych, produkcyjnych i organizacyjnych w celu tworzenia nowych produktów, technologii czy systemów zarządzania;
- modyfikacyjne (usprawniające, doskonalące) – sprowadzają się do wprowadzenia nieznacznych zmian w istniejących produktach, technologiach i systemach zarządzania, co służy ich poprawie i ulepszeniu.

W rozwiniętych gospodarkach rynkowych można wyszczególnić cztery typy innowacji<sup>19</sup>:

- innowacje usprawniające – związane są z ciągłymi zmianami w produktach i procesach wytwórczych; wynikają na ogół z sugestii pracowników obsługujących bezpośrednio proces produkcyjny, a także z uwag klientów korzystających z danego produktu,
- innowacje radykalne – wynikają ze skokowych zmian prowadzących do wytworzenia nowego produktu lub też do znacznego zmniejszenia kosztów produkcji bądź do wyższej jakości produktów; zazwyczaj są rezultatem prac B+R,
- innowacje tworzące system technologiczny – łączą innowacje radykalne z działaniami organizacyjnymi, dzięki czemu mogą być stosowane w kilku firmach, gdyż system technologiczny tworzy nowe potrzeby i oddziałuje nie tylko na jeden sektor danej gospodarki,
- innowacje powodujące technologiczną rewolucję – wynikają z połączenia systemów technologicznych z radykalnymi innowacjami (np. dyfuzja technologii komputerowych).

Wynikowo-procesowe podejście do innowacji pozwala wskazać dwa zasadnicze wymiary tego zjawiska<sup>20</sup>:

18 J. Królik, J. Skonieczny, *Innowacja społeczna a społeczna odpowiedzialność przedsiębiorstwa*, [w:] R. Knosal (red.), *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2013, s. 164 i nast.

19 W. Kasperkiewicz, *Procesy innowacyjne...*, s. 14–15.

20 J. Duraj, M. Papiernik-Wojdera, *Przedsiębiorczość i innowacyjność*, Difin, Warszawa 2010, s. 63.

- przedmiotowy (rzeczowy i nierzeczowy) – jego przejawem są nowe lub ulepszone wyroby, usługi, technologie, metody produkcji, koncepcje zarządzania,
- funkcjonalny – przejawiający się w działaniach koniecznych do zaistnienia pożądaných efektów, tj. w tworzeniu, projektowaniu, realizacji oraz adaptacji i rozpowszechnianiu innowacji.

Ze względu na dziedzinę działalności, której dotyczą wprowadzane zmiany, można wyróżnić<sup>21</sup>:

- innowacje funkcyjne – zaspokajają nowe i nieujawnione do tej pory potrzeby społeczne oraz służą nowym funkcjom (np. wynalezienie faksu, telefonu, Internetu),
- innowacje ekologiczne – zmniejszają bądź eliminują negatywne skutki związane z oddziaływaniem przedsiębiorstwa na środowisko naturalne (np. zamknięty cykl produkcyjny, recykling, zabezpieczenia przed awariami),
- innowacje poprawiające organizację pracy oraz produkcji – ulepszają stan bezpieczeństwa i higieny pracy, a także ułatwiają pracownikom jej wykonywanie (np. wprowadzenie elastycznego systemu produkcji, ruchomego czasu pracy, technologii grupowej, rotacji na stanowiskach pracy, stosowanie technologii RFID),
- innowacje przedmiotowe – wprowadzają nowe produkty w miejsce dotychczas użytkowanych, ponieważ lepiej spełniają zadania, do których zostały wyprodukowane,
- innowacje technologiczne – wiążą się z wdrożeniem nowych sposobów wytwarzania, udoskonalają proces produkcji, sprawiając, że staje się ona tańsza i lepsza, a także poprawiając warunki pracy oraz jej otoczenie; definicja OECD<sup>22</sup> określa innowacje technologiczne jako wszelką działalność innowacyjną przedsiębiorstw, która nie jest związana z opracowywaniem i wprowadzaniem na rynek nowych lub istotnie zmienionych wyrobów i usług lub wdrażaniem nowych lub istotnie zmienionych procesów, obejmuje ona głównie innowacje organizacyjne i menedżerskie, takie jak: wdrażanie zaawansowanych technik zarządzania (np. TQM) bądź wprowadzanie istotnie zmienionych struktur organizacyjnych, oraz innowacje marketingowe.

Stosując przedmiotowe kryterium klasyfikacji innowacji, można wyróżnić innowacje ekonomiczne (obejmujące cały zakres możliwych nowości gospodarczych, a więc wszystkie dalej wymienione rodzaje), organizacyjne, techniczne, marketingowe, ekoinnowacje itd.<sup>23</sup>

Mianem innowacji organizacyjnych określa się nowe metody organizacji działania przedsiębiorstwa (np. dotyczące miejsca pracy lub stosunków z otoczeniem),

21 K. Kolterman, *Innowacje technologiczne w procesie budowy przewagi konkurencyjnej MSP*, Difin, Warszawa 2013, s. 22.

22 Raport: *Działalność innowacyjna przedsiębiorstw z sektora usług 2001–2003*, GUS, Warszawa 2005, s. 133.

23 A. Gawęł, *Sytuacja ekonomiczna w branży jako czynnik przyciągający nowo tworzone przedsiębiorstwa*, „Organizacja i Kierowanie” 2011, nr 4(147), s. 63 i nast.

które nie były dotychczas stosowane w danym podmiocie rynkowym (np. przedsiębiorstwie, szpitalu). Najczęściej są one wynikiem decyzji strategicznych. Mogą przyczyniać się do podniesienia jakości i wydajności pracy, zintensyfikowania wymiany informacji czy też podniesienia zdolności przedsiębiorstwa do uczenia się oraz wykorzystywania nowej wiedzy i nowych technologii<sup>24</sup>.

Na innowacje techniczne składają się zmiany w wytwarzanych produktach (innowacje produktowe) i w procesach produkcyjnych (innowacje procesowe). Wśród tych pierwszych można wyróżnić<sup>25</sup>:

- nowe produkty, tj. całkowicie nowe wyroby lub dotychczas produkowane, ale charakteryzujące się istotnym polepszeniem cech lub poszerzeniem zastosowania,
- nowe usługi<sup>26</sup>, tj. całkowicie nowe usługi lub dotychczas świadczone, lecz znacząco udoskonalone poprzez nowy sposób ich świadczenia czy też dodanie nowych funkcji bądź cech.

Innowacja marketingowa może być rozumiana jako wdrożenie nowej koncepcji lub strategii marketingowej różniącej się znacząco od metod marketingowych dotychczas stosowanych w danym przedsiębiorstwie. Ma na celu lepsze zaspokojenie potrzeb klientów, otwarcie nowych rynków zbytu lub nowe pozycjonowanie produktu na rynku (umożliwiające zwiększenie sprzedaży). Jej przejawem może być znacząca zmiana w konstrukcji, opakowaniu, dystrybucji bądź promocji produktów.

24 A. Herman, T. Oleksyn, I. Stańczyk, *Zarządzanie respektujące wartości. Raport z badań*, Warszawa 2016, s. 14 i nast.

25 A. Chodyński, *Odpowiedzialna innowacyjność przedsiębiorstwa oparta o synergię procesów: innowacyjnego i legitymizacji*, „Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Humanitas” 2016, nr 1, s. 9 i nast.

26 Przejawy innowacji w usługach to: (a) nowa koncepcja usługi – usługa staje się wartością dla klienta poprzez dialog z nim, dostęp do wiedzy firmy, tworzenie środowiska współpracy personelu z klientem oraz przejrzystość w działaniu firmy; usługa budowana jest na podstawie zasobów wiedzy podmiotu, na którą składają się wiedza kierownictwa, pracowników i klientów; warunkiem wprowadzenia nowej koncepcji usług jest odpowiednio ukształtowana kultura organizacyjna; (b) nowa płaszczyzna współpracy z klientem – nowy sposób budowania relacji między podmiotem a klientem, a także oferowania produktu (np. komunikowanie klientowi wizji i misji placówki, pozyskiwanie i wykorzystywanie wiedzy klienta o jego potrzebach, oczekiwaniach itp. w świadczeniu usług); (c) nowy system dostarczania usług – odnosi się do wewnętrznych warunków organizacyjnych, które muszą stwarzać pracownikom świadczącym usługi odpowiednie środowisko wykonywania zadań, rozwijania i oferowania innowacyjnych usług (chodzi o wyposażenie pracowników w odpowiednie narzędzia, umiejętności oraz uprawnienia pozwalające im na szukanie innowacyjnych rozwiązań konkretnych problemów pojawiających się w czasie pracy); (d) zastosowanie nowych technologii, które uzupełniają środowisko społeczne innowacji. P. den Hertog, *Co-producers of Innovation: On the Role of Knowledge-intensive Business Services in Innovation*, [w:] J. Gadrey, F. Gallouj, E. Elgar (red.), *Productivity, Innovation and Knowledge in Services*, New Economic and Socio-Economic Approaches, Cheltenham/Northampton 2002, s. 226 i nast.

Ekoinnowacja może być z kolei rozumiana jako taki rodzaj innowacji, który „poprawia efektywność wykorzystania zasobów naturalnych w gospodarce, zmniejsza negatywny wpływ działalności człowieka na środowisko lub wzmacnia odporność gospodarki na presje środowiskowe”<sup>27</sup>. Jako jej przykład można wskazać działanie bioelektrowni czy wykorzystanie zielonej lub białej energii dla celów zarówno gospodarstw domowych, jak i podmiotów gospodarczych. Innowacje te można podzielić na:

- przynoszące korzyści natury ekologicznej w okresie wytwarzania wyrobu lub świadczenia usług, np. obniżenie materiałochłonności/energochłonności produktu, obniżenie emisji dwutlenku węgla przez przedsiębiorstwo, używanie materiałów mniej zanieczyszczających lub niebezpiecznych dla środowiska, zmniejszenie zanieczyszczenia gleby/wody/powietrza, powtórne wykorzystanie odpadów/wody/materiałów,
- przynoszące korzyści w okresie użytkowania zakupionego wyrobu lub korzystania z usługi przez użytkowników końcowych, np. zmniejszenie zużycia energii, zanieczyszczenia powietrza/wody/gleby/poziomu hałasu, możliwość recyklingu produktu po okresie użytkowania.

Raz jeszcze należy podkreślić, że konsekwencją niejednoznacznego rozumienia pojęcia „innowacja” jest wielość typologii i klasyfikacji. Podstawę ich wyodrębnienia może stanowić sześć głównych kryteriów (wraz z dalszymi uszczegółowieniami) przedstawionych w tabeli 1.1. Zaprezentowane zestawienie stanowi swoiste podsumowanie dotychczasowych rozważań.

**Tabela 1.1.** Typologia innowacji

Ogólny parametr	Szczegółowe kryterium wyodrębnienia	Rodzaje innowacji
1	2	3
Obszar dokonywania zmian (a)	Brak dodatkowych kryteriów	<ul style="list-style-type: none"> <li>• technologiczne (dotyczą zmian zachodzących w procesie produkcji w zakresie narzędzi, maszyn i technologii wytwarzania),</li> <li>• ekonomiczno-organizacyjne (obejmują zmiany w różnych obszarach i fazach procesu społeczno-gospodarczego),</li> <li>• społeczne (wiążą się z pozaprodukcyjnym obszarem działalności przedsiębiorstwa, mają istotny udział w tworzeniu kultury organizacyjnej, w rozwoju współpracy oraz wzroście poziomu wiedzy jawnej i ukrytej)</li> </ul>

27 Z. Chyba, *Pozyskiwanie technologii a kreowanie przedsiębiorczości technologicznej*, „Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstwa” 2016, nr 4, s. 96 i nast.

Tabela 1.1 (cd.)

1	2	3
Charakter nowości (b)	Skala nowości (zasięg geograficzny)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• innowacje światowe,</li> <li>• innowacje krajowe,</li> <li>• innowacje regionalne,</li> <li>• innowacje lokalne,</li> <li>• innowacje w organizacji</li> </ul>
	Oryginalność	<ul style="list-style-type: none"> <li>• innowacje kreatywne (epokowe, pionierskie), czyli wynalazki,</li> <li>• innowacje adaptacyjne, czyli wykorzystanie wynalazku na podstawie zakupionej licencji lub postużenie się projektami racjonalizatorskimi</li> </ul>
	Stopień nowości	<ul style="list-style-type: none"> <li>• innowacje przyrostowe (stopniowe),</li> <li>• innowacje radykalne</li> </ul>
	Poziom i zakres oddziaływania	<ul style="list-style-type: none"> <li>• innowacje radykalne (podstawowe),</li> <li>• innowacje modyfikacyjne (usprawniające),</li> <li>• rekombinowane</li> </ul>
	Dziedzina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• produktowe (przedmiotowe),</li> <li>• procesowe (technologiczne),</li> <li>• organizacyjne,</li> <li>• funkcyjne (zaspokajają dotychczas nieujawnione potrzeby społeczne)</li> </ul>
Osiągane korzyści (c)	Rodzaj efektywności i użyteczności	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ekonomiczne,</li> <li>• technologiczne,</li> <li>• społeczne,</li> <li>• ekologiczne</li> </ul>
	Charakter korzyści	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gospodarcze (mające wymierne korzyści),</li> <li>• społeczne (mające niewymierne korzyści),</li> <li>• społeczno-gospodarcze (mające wymierne i niewymierne korzyści),</li> <li>• potencjalne (korzyść pojawia się po wdrożeniu innowacji),</li> <li>• rzeczywiste (korzyść została już osiągnięta)</li> </ul>
	Poziom zdolności patentowej	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wynalazki,</li> <li>• wzory użytkowe,</li> <li>• projekty racjonalizatorskie</li> </ul>
Ramy czasowe (d)	Horyzont czasowy	<ul style="list-style-type: none"> <li>• innowacje strategiczne (dotyczące przedsięwzięć o charakterze długofalowym),</li> <li>• innowacje taktyczne (obejmujące wszelkie bieżące zmiany pozwalające podnieść efektywność funkcjonowania przedsiębiorstwa),</li> <li>• innowacje operacyjne (usprawniające przebieg procesów realizowanych przez przedsiębiorstwo)</li> </ul>
	Tempo i nasilenie oddziaływania	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rewolucyjne (doniosłe, o dynamicznym przebiegu),</li> <li>• ewolucyjne (polegające na doskonaleniu lub modyfikacji w dłuższym czasie)</li> </ul>

1	2	3
Geneza powstania (e)	Przyczyny powstania	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podażowe (autonomiczne, będące wynikiem prac badawczo-rozwojowych),</li> <li>• popytowe (indukowane rynkowo przez potrzeby konsumentów)</li> </ul>
	Źródło powstania innowacji	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wewnętrzne (powstające w wyniku zaangażowania własnego potencjału wytwórczego przedsiębiorstwa),</li> <li>• zewnętrzne (dokonywane na podstawie zakupów licencyjnych lub przy współpracy z instytucjami badawczymi),</li> <li>• mieszane</li> </ul>
Złożoność (f)	Sposób wprowadzania innowacji	<ul style="list-style-type: none"> <li>• systemowe (przeprowadzane przez specjalistów na podstawie wypracowanego i ciągle udoskonalanego wzorca dochodzenia do nowych rozwiązań),</li> <li>• sporadyczne (opracowywane jako odpowiedź na oczekiwania klientów oraz szanse i zagrożenia pojawiające się w przedsiębiorstwie i jego otoczeniu)</li> </ul>
	Poziom wywoływanego sprzężenia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wiązane (sprzężone), pociągające za sobą wdrażanie dodatkowych innowacji (nie tylko w miejscu ich powstawania, ale także w innych częściach gospodarki),</li> <li>• izolowane (niesprzężone), niewymuszające powstania kolejnych innowacji</li> </ul>

**Źródło:** (a) A. Parvi, *Innowacje – podstawy ujęcia modelowego i kwalifikacja efektów w warunkach gospodarki rynkowej*, Wydawnictwo WSP w Opolu, Opole 1993, s. 15 i nast.; (b) J. Brzóska, *Innowacje jako czynnik dynamizujący modele biznesowe*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2014, s. 43; L. Berliński, *Projektowanie i ocena strategii innowacyjnych*, Biblioteka Menedżera i Służby Pracowniczej w Bydgoszczy, Bydgoszcz 2000, s. 66; R. Knosala, A. Boratyńska-Sala, M. Jurczyk-Bunkowska, A. Moczała, *Zarządzanie innowacjami*, PWE, Warszawa 2014, s. 23; A. Pomykański, *Innowacje*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 1997, s. 23; (c) I. Krawczyk-Sokołowska, *Innowacyjność przedsiębiorstw i jej regionalne uwarunkowania*, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2012, s. 19–21; W. Kotarba, *Organizacja wynalazczości w przedsiębiorstwie*, Zrzeszenie Wojewódzkich Klubów Techniki i Racjonalizacji, Warszawa 1987, s. 7; K. Szatkowski, *Zarządzanie innowacjami technicznymi*, [w:] M. Brzeziński (red.), *Zarządzanie innowacjami technicznymi i organizacyjnymi*, Difin, Warszawa 2001, s. 35; (d) A. Nowak-Far, *Globalna konkurencja*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000, s. 25 i nast.; (e) M. Baran, A. Ostrowska, W. Pander, *Innowacje popytowe, czyli jak tworzą się współczesne innowacje*, PARP, Warszawa 2012, s. 21; E. Stawasz, *Rodzaje innowacji*, [w:] G. Buczyńska, *Innowacje i transfer technologii*, PARP, Warszawa 2005, s. 145; (f) M. Dolińska, *Innowacje w gospodarce opartej na wiedzy*, PWE, Warszawa 2010, s. 19.

Reasumując, warto zauważyć, że innowacje odnosi się także do zjawisk wykraczających poza organizacje i postrzega jako wprowadzanie do układów gospodarczych i społecznych zmian, których efektem są wzrost użyteczności produktów (wyrobów

i usług), nowe procesy technologiczne i systemy zarządzania, wyższa racjonalność gospodarowania, ochrona i poprawa środowiska naturalnego, lepsza komunikacja międzyludzka oraz poprawa jakości życia ludzi<sup>28</sup>.

### 1.3. Rewolucje przemysłowe – wynik innowacji rewolucyjnych

Słowo „rewolucja” wywodzi się z języka łacińskiego (łac. *revolutio* – „odwrócenie”, „odwrót”) i jest identyfikowane z nagłą, radykalną zmianą zachodzącą w różnych dziedzinach życia człowieka (często dotyczącą różnych grup społecznych). Pomimo że rewolucje zmieniają świat w okresach od kilku do nawet kilkudziesięciu lat, to w nawiązaniu do historii ich charakter określamy jako gwałtowny<sup>29</sup>. Miały one miejsce, gdy pojawiały się nowe sposoby radzenia sobie z codziennym życiem, na skutek czego dotychczasowe procesy czy działania stosowane w danej dziedzinie diametralnie się zmieniały. W historii rewolucje odnosiły się do wielu obszarów<sup>30</sup>, np. naukowo-technicznych, kulturowych, politycznych, socjoekonomicznych, intelektualnych czy filozoficznych.

Rewolucja przemysłowa jest kombinacją nagłych zmian naukowo-technicznych, socjoekonomicznych oraz kulturowych i odnosi się przede wszystkim do gwałtownych przeobrażeń w procesach produkcyjnych (razem z nowymi metodami zarządzania pojawiają się również nowe technologie, które w sposób znaczący modyfikują rolę człowieka przy produkcji dóbr i usług)<sup>31</sup>. W dziejach ludzkości można wskazać cztery rewolucje przemysłowe, które zmieniły metody wytwórcze oraz organizacyjne, co pozwoliło na lepsze zarządzanie czasem i kapitałami pieniężnymi, a także wpłynęło na organizację pracy i poziom życia człowieka (rys. 1.1).

Pierwsza rewolucja przemysłowa zaznaczyła się na przełomie XVIII i XIX w. Wiązała się z mechanizacją, będąc momentem zwrotnym w funkcjonującej ówczesnie pracy rzemieślniczej i manufakturowej. W wyniku tych zmian ciężkie prace ręczne zastąpiono pracą maszyn, co pozwoliło na znaczne przyspieszenie produkcji dóbr, zaspokojenie rosnącego zapotrzebowania na produkty oraz obniżenie cen wytwarzanych towarów. Dzięki silnikowi parowemu Watta w miejsce prac fizycznych wprowadzono produkcję fabryczną na skalę przemysłową, a warsztaty

28 T. Kraśnicka, T. Ingram (red.), *Innowacyjność przedsiębiorstw – koncepcje, uwarunkowania i pomiar*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Katowice 2014, s. 16.

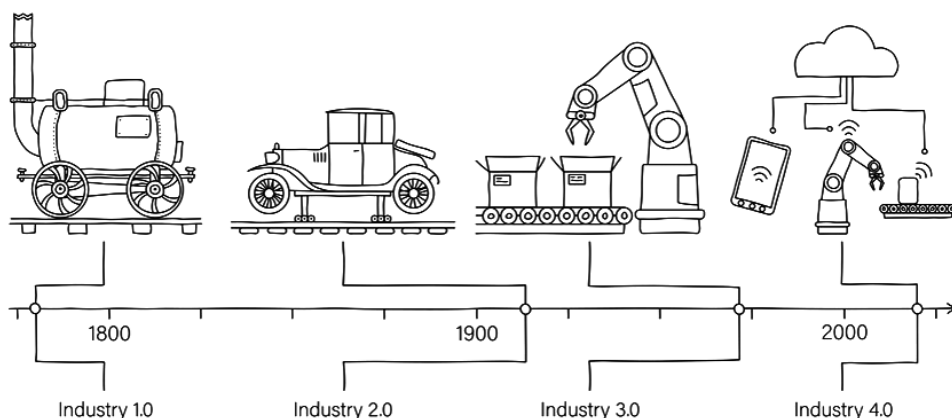
29 K. Schwab, *The Fourth Industrial Revolution*, World Economic Forum, Cologne 2017, s. 22–23.

30 W. Wrzosek, *Losy jednej metafory: „rewolucja”*, [w:] W. Wrzosek, *Historia. Kultura. Metafora. Narodziny nieklasycznej historiografii*, Wydawnictwo FNP, Wrocław 1995, s. 13–45.

31 *Ibidem*.



rzemieślnicze przekształcono na zakłady przemysłowe. Na początku wielkie zmiany wprowadzono w przemyśle włókienniczym, gdzie w 1784 r. zastosowano pierwsze krosno mechaniczne, które następnie równie szybko wykorzystano dla nowego rozwiązania również w innych gałęziach przemysłu<sup>32</sup>.



**Rysunek 1.1.** Rewolucje przemysłowe na przestrzeni lat

**Źródło:** <https://www.newsweek.pl> (dostęp: 12.01.2020).

Druga rewolucja (na przełomie XIX i XX w.) zainicjowana została przez szybki rozwój nauki i techniki. To wówczas powstało wiele wynalazków, które w bardzo krótkim czasie znalazły zastosowanie w przemyśle (np. użycie taśmy produkcyjnej czy wykorzystanie samochodu). Jednym z najbardziej charakterystycznych odkryć tego okresu było wynalezienie elektryczności, która umożliwiła m.in. zastąpienie silnikami elektrycznymi silników parowych, co z kolei spowodowało wzrost wytwórczości fabryk. Dzięki podziałowi pracy wprowadzono masową produkcję (m.in. w branży chemicznej i samochodowej)<sup>33</sup>.

Kolejna rewolucja przemysłowa – tym razem naukowo-techniczno-cyfrowa (lata 70. XX w.) – wprowadziła do przemysłu komputery, które umożliwiły sterowanie maszynami, przyczyniając się do dalszej automatyzacji produkcji. Zastosowanie nowych technologii w przemyśle (m.in. pierwsze systemy sterowania z programowaną pamięcią) pozwoliło na zmniejszenie liczby błędów

32 J.M. Laboa, *Robotnicy: rewolucja przemysłowa*, Wydawnictwo Jedność, Kielce 2014, s. 13–14; P. Moore, *Discoveries and Inventions That Changed Our World*, Apple Press, London 2006, s. 112–113.

33 S. Spalek, *Zarządzanie projektami w erze przemysłu 4.0*, „Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstwa” 2017, nr 9(812), s. 107–108; W. Furmanek, *Najważniejsze idee czwartej rewolucji przemysłowej (Industrie 4.0)*, „Dydaktyka Informatyki” 2018, nr 13, s. 56; P. Moore, *Discoveries...*, s. 114–115.



w produkcji i zastąpienie wielu fizycznych czynności<sup>34</sup>. Wówczas opatentowano również technologię pasywnego odbiornika z pamięcią, który pobudzony sygnałem z zewnątrz oddawał przez wbudowaną antenę zwrotną informację radiową, co stworzyło podwaliny RFID<sup>35</sup>.

U progu XXI w. pojawiły się nowe technologie, a tym samym kolejne możliwości. Rozwijająca się sieć internetowa oraz wykorzystujące jej potencjał techniki stały się fundamentem kolejnej – czwartej – rewolucji przemysłowej, która integruje realnie istniejące obiekty i procesy wirtualne i jest określana od 2011 r. jako *Industry 4.0* (Przemysł 4.0)<sup>36</sup>. Odpowiada ona na rosnące tempo zmian na świecie i zwiększające się potrzeby rynków oraz klientów<sup>37</sup>. Z uwagi na fakt, że przemysł czwartej generacji czerpie ze stworzonej infrastruktury cyfrowo-technicznej, uznawany jest czasami za kontynuację poprzedniej rewolucji. Stanowi przykład na racjonalne wykorzystanie nowych technologii IT, połączonych z wszechobecnym Internetem oraz dostępnymi urządzeniami. Wśród głównych różnic dzielących czwartą rewolucję przemysłową od trzeciej są wymieniane<sup>38</sup>:

- powszechny dostęp do Internetu,
- zmiana formy przechowywania danych,
- mobilność (telefony, laptopy, tablety itp.),
- czujniki wspomagające produkcję i życie codzienne,
- wykorzystanie odnawialnych źródeł energii,
- sztuczna inteligencja.

Jak już zostało powiedziane, w dobie czwartej rewolucji najbardziej zmodernizowanym elementem jest technologia będąca podstawowym narzędziem wsparcia rozwoju nowoczesnych przedsiębiorstw.

34 S. Spatek, *Zarządzanie...*, s. 107–108; W. Furmanek, *Najważniejsze...*, s. 56.

35 System jest wykorzystywany do dziś w wielu branżach (np. w handlu, logistyce, medycynie). W zależności od typu zasilania tagi RFID można podzielić na: (a) aktywne – poprzez zasilanie bateryjne emitują sygnał radiowy same z siebie i mogą być odczytywane ze znacznych odległości, (b) pasywne – prąd zasilający procesor jest generowany przez czytnik (tzn. tag emituje sygnał po pobudzeniu falami czytnika), (c) chipless RFID – tagi pozbawione procesora działają na zasadzie odbicia fal; [www.transinfo.pl/uzycie-rfid-usprawnia-lancuch-dostaw-visibility-i-optimalizacje-zapasow-169960](http://www.transinfo.pl/uzycie-rfid-usprawnia-lancuch-dostaw-visibility-i-optimalizacje-zapasow-169960) (dostęp: 25.02.2020).

36 M. Hermann, T. Pentek, B. Otto, *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios*, Dortmund 2015, [www.snom.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design-Principles-for-Industrie-4\\_0-Scenarios.pdf](http://www.snom.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design-Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf) (dostęp: 12.01.2020).

37 W. Wieczerzycki (red.), *E-logistyka*, PWE, Warszawa 2012, s. 243–244.

38 M. Götz, J. Gracel, *Przemysł czwartej generacji (Industry 4.0) – wyzwania dla badań w kontekście międzynarodowym*, „Kwartalnik Naukowy Uczelni Vistula” 2017, nr 1(51), s. 221–222.

## 1.4. Internet Rzeczy

Internet Rzeczy (*Internet of Things*, IoT)<sup>39</sup> to sieć urządzeń fizycznych, pojazdów, budynków i różnych elementów z wbudowaną elektroniką, oprogramowaniem, czujnikami, urządzeniami uruchamiającymi i łącznością umożliwiającą gromadzenie i wymianę danych. Ich gromadzenie i analizowanie jest możliwe dzięki centrom danych – chmurze obliczeniowej (ang. *cloud computing*). Jej istotę stanowi wymiana danych na poziomie wirtualnych serwerów. Wykorzystywane chmury opierają się na bezpiecznych i niestandardowych serwerach, posiadających zaufany, szybki i szerokopasmowy dostęp do sieci<sup>40</sup>. W chmurze obliczeniowej przetwarza się większość danych pochodzących z urządzeń połączonych IoT i przeprowadza wszystkie procesy obliczeniowe z nimi związane<sup>41</sup>. Do zalet płynących z korzystania z chmury można zaliczyć<sup>42</sup>:

- mniejsze koszty (wylimitowane zostają takie czynniki kapitałochłonne jak serwery czy wsparcie techniczne),
- szybszy dostęp i użyteczność (dostęp do danych nie zależy od fizycznego posiadania sprzętu, na którym one się znajdują; dodatkowo przedsiębiorstwom łatwiej jest wprowadzać na rynek nowe produkty i usługi),

39 Na świecie pojawiły się już kolejne systemy wykorzystujące połączenia między obiektami, takie jak: (a) Internet Rzeczy Robotycznych (*Internet of Robotic Things*, IoRT) – inteligentne urządzenia, które mogą monitorować zdarzenia, łączyć dane z różnych czujników oraz wykorzystywać lokalne i rozproszone „dane wywiadowcze” w celu określenia najlepszego sposobu funkcjonowania; robotyczne zasady wykrywania, przemieszczania, mobilności, manipulacji, autonomii i wywiadu są wzbogacane przez Internet Rzeczy; (b) Internet Usług (*Internet of Services*, IoS) – jego istotą jest stworzenie sieci współdziałających ze sobą usług i ich funkcjonalności; (c) Internet Wszelchrzeczy (*Internet of Everything*, IoE) – jego koncepcją jest przyłączenie wszystkich dostępnych jednostek do Internetu (oprócz IoT i IoS do IoE zalicza się także sieć ludzi i procesów). W literaturze pojawia się również tematyka *Everything as a Service* (XaaS), co można uznać za rozszerzenie i być może przyszłość usług wykorzystywanych w przedsiębiorstwach. XaaS zakłada istnienie w przyszłości w chmurze obliczeniowej rynku (targu), na którym wszystko będzie usługami (np. przy zakupie części zamiennej do maszyny na rynku zaoferują się wszyscy jej producenci, ale produkt przedstawiają jako „usługę dostawy towaru, jego zamontowania i dalszego serwisowania”). Wybory będą dokonywane przez systemy przedsiębiorstw na podstawie odpowiedniego algorytmu w oparciu o aktualne dane, koszty usług, czas transportu i inne. W. Furmanek, *Najważniejsze...*, s. 58; M. Pasternak, *Internet Rzeczy, czyli przyszłość w sieci www*, [www.marketingautomagic.pl/201/10/internet-rzeczy-tak-wyglada-przyszlosc-sieci](http://www.marketingautomagic.pl/201/10/internet-rzeczy-tak-wyglada-przyszlosc-sieci) (dostęp: 19.05.2019); A. Sieradzka, A. Reńda, *Przemysł 4.0 i jego wpływ na logistykę*, „Logistyka” 2018, nr 3, s. 65–68; [www.farnell.com/datasheets/1732990.pdf?\\_ga=2.102419458.2063149826.15106795974.19697015.1487005164](http://www.farnell.com/datasheets/1732990.pdf?_ga=2.102419458.2063149826.15106795974.19697015.1487005164) (dostęp: 25.02.2020).

40 B.D. Grant, *Logistics Management*, Pearson, Harlow 2012, s. 144–145.

41 J. Sobieraj, *Rewolucja przemysłowa 4.0*, Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji, Radom 2018, s. 95.

42 B.D. Grant, *Logistics...*, s. 145.

- niezawodność i elastyczność (dane znajdujące się w chmurze mogą być edytowane, magazynowane i dostępne dla urządzeń znajdujących się w różnych lokalizacjach),
- wsparcie operacyjne i dostępne aktualizacje (nie jest koniecznym zatrudnianie fachowej obsługi serwerów, ponieważ wszystkie naprawy i modernizacje należą do obowiązków dostawcy, w tym przypadku przedsiębiorstwa oferującego korzystanie z chmury).

Podsumowując, IoT zapewnia wzmożoną bezpośrednią integrację świata fizycznego z systemami komputerowymi, co przekłada się na większą wydajność, dokładność i korzyści finansowe. Dodatkowo znacząco zmienia sposób funkcjonowania wielu sektorów, np. produkcji, transportu, rolnictwa, medycyny czy automatyki budynków i inteligentnych domów<sup>43</sup> (por. rys. 1.2). Odniesienie do tego zagadnienia można znaleźć również w czwartym rozdziale niniejszej publikacji.



**Rysunek 1.2.** Elementy składowe IoT

**Źródło:** [www.farnell.com/internet-of-things](http://www.farnell.com/internet-of-things) (dostęp: 12.01.2020).

Coraz powszechniej implementowana automatyzacja i częściej wykorzystywana robotyzacja stają się czynnikami mającymi największy wpływ na podnoszenie efektywności procesów wytwórczych jednostek (a w konsekwencji sprzyjają zwiększaniu ich konkurencyjności)<sup>44</sup>. Do głównych czynników/rozwiązań kreujących koncepcję Przemysłu 4.0 można zaliczyć<sup>45</sup>:

- Przemysłowy Internet Rzeczy (*Industrial Internet of Things*, IIoT), czyli możliwość globalnego działania przedsiębiorstwa, wygodny dostęp do potrzebnych danych oraz zdalna kontrola nad przebiegiem procesu,
- autonomiczne systemy wytwarzania, które w inteligentnych fabrykach autonomicznie organizują proces produkcji z minimalnym udziałem ludzi, elastycznie reagują na zmiany wymogów (zarówno zewnętrznych, czyli rynkowych, jak i wewnętrznych), by dostarczać produkty „szyte na miarę”,

<sup>43</sup> [www.farnell.com/internet-of-things](http://www.farnell.com/internet-of-things) (dostęp: 25.02.2020).

<sup>44</sup> J. Gracel, M. Makowiec, *Kluczowe kompetencje menedżera w dobie czwartej rewolucji przemysłowej – Przemysłu 4.0*, „Acta Universitatis Nicolai Copernicus. Zarządzanie” 2017, nr 4, s. 112–113.

<sup>45</sup> A. Bujak, *Rewolucja przemysłowa – 4.0 i jej wpływ na logistykę XXI wieku*, „Autobusy: Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2017, nr 6, s. 1338–1344.

- robotyzację, która wiąże się z wdrażaniem elastycznych gniazd produkcyjnych, opartych na robotach przemysłowych – cobotach (kooperujących z człowiekiem<sup>46</sup>),
- wdrażanie architektury opartej na systemach cyberfizycznych – Big Data (obejmuje duże, zmienne i różnorodne zbiory danych, których pozyskiwanie, przetwarzanie oraz analizowanie jest skomplikowane, ale wartościowe, ponieważ prowadzi do zdobycia nowej wiedzy), blockchain (ma zapewniać trwałość i bezpieczeństwo danych oraz zmniejszać koszty prowadzenia działalności m.in. dzięki wyeliminowaniu papierowej dokumentacji).

Obecna rewolucja najczęściej identyfikowana jest z rozwojem techniki i technologii komputerowych, ponieważ są to najbardziej zauważalne elementy rozwoju przemysłu. Zmiany da się jednak zauważyć i odczuć na poziomie zarówno materialnym, jak i niematerialnym. Przemysł 4.0 to nie tylko inteligentne połączenie wiedzy o naukach inżynierskich i informatycznych, ale także nauk o zarządzaniu<sup>47</sup>. Czwarta rewolucja przynosi wiele możliwości, powodując jednocześnie zwiększenie tempa życia i zmienności otoczenia. Co za tym idzie, zarządzanie organizacjami będzie wymagało większej elastyczności niż w poprzednich latach. Przewiduje się, że część z dotychczas wykorzystywanych metod zarządzania w ciągu kilku/kilkunastu kolejnych lat zostanie całkowicie zaniechana jako zbyt sztywna i sformalizowana. Niektórzy autorzy literatury nauk ekonomicznych twierdzą, że nowa rewolucja będzie szansą dla rozwoju i intensyfikacji wykorzystania metodyk zwinnych lub sieciowych, które charakteryzują się większą elastycznością i możliwością dostosowania do nowych kompetencji<sup>48</sup>.

## 1.5. Proces tworzenia innowacji

Proces innowacyjny jest ciągiem przebiegających w czasie czynności niezbędnych do urzeczywistnienia określonej koncepcji innowacyjnej i przekształcenia jej w nowy stan rzeczy<sup>49</sup>. *Podręcznik Oslo* definiuje go jako całokształt działań naukowych,

46 W 2015 r. sprzedano 253 748 robotów, z których 33% trafiło do sektora motoryzacyjnego, 25% – do branży elektrycznej i elektronicznej, 12% – do przemysłu metalowego i maszynowego, pozostałe zaś do przemysłu lotniczego i kosmicznego, branży opakowań żywności, przemysłu farmaceutycznego czy usług zdrowotnych. Szacuje się, że do 2025 r. wartość rynku cobotów wyniesie 5,6 mld dolarów, a w 2030 r. – 12 mld; [www.farnell.com/datasheets/1732990.pdf?\\_ga=2.102419458.2063149826.1510679597419697015.1487005164](http://www.farnell.com/datasheets/1732990.pdf?_ga=2.102419458.2063149826.1510679597419697015.1487005164) (dostęp: 25.02.2020), [www.trans.info/pl/w-ciagu-3-lat-coboty-zawladna-logistyka-branza-pobije-automotive171957](http://www.trans.info/pl/w-ciagu-3-lat-coboty-zawladna-logistyka-branza-pobije-automotive171957) (dostęp: 25.02.2020).

47 M. Götz, J. Gracel, *Przemysł czwartej...*, s. 221–222.

48 S. Spatek, *Zarządzanie projektami...*, s. 109.

49 J. Baruk, *Procesowe uwarunkowania działalności innowacyjnej*, [w:] M. Brzeziński (red.), *Zarządzanie innowacjami technicznymi i organizacyjnymi*, Difin, Warszawa 2001, s. 76.

technologicznych, organizacyjnych, finansowych i handlowych, które prowadzą lub mają prowadzić do wdrażania nowych lub udoskonalonych produktów albo procesów<sup>50</sup>. Wprowadzenie innowacji – od pomysłu do wdrożenia i upowszechnienia zmiany – wymaga działań realizowanych w określony, uporządkowany sposób, czyli procesu innowacyjnego<sup>51</sup>, który ma złożony i wielowymiarowy charakter. Ową wielowymiarowość określają następujące cechy<sup>52</sup>:

- interakcyjny charakter (obejmuje relacje przedsiębiorstwa wewnętrzne i z otoczeniem – z dostawcami, odbiorcami, z jednostkami badawczymi, władzami lokalnymi, instytucjami finansowymi i konsultingowymi),
- lokalizacja (odnosi się do danego terytorium, które cechuje się określonymi zasobami kluczowymi w procesie tworzenia innowacji, powodującymi, że jej „przeniesienie” jest niemożliwe),
- wewnętrzna integracja (wewnętrzna forma organizacji sprzyjająca kreacji, absorpcji i dyfuzji innowacji),
- proces uczenia się (interaktywny proces wynikający z kontekstu organizacyjnego i instytucjonalnego),
- pozatechnologiczny charakter,
- wymiar społeczny (jest wynikiem różnorodnych interakcji i relacji zachodzących między indywidualnymi podmiotami, a przez to innowacja zostaje zakorzeniona w systemach i w instytucjach społecznych),
- kreatywna destrukcja (wprowadzenie innowacji zmienia istniejącą strukturę rynku i gospodarki, a także systemy organizacyjne, pociąga za sobą również zmiany zarządzania, zachowania itp.),
- źródła kulturowe (innowacja wynika z kultury, tradycji i systemu wartości – ma zatem kontekst historyczny),
- poziom ryzyka i kosztów istotny z punktu widzenia tworzenia oraz komercjalizacji innowacji.

We współczesnych gospodarkach można zaobserwować znaczne zwiększenie się zakresu motywów i bodźców do wprowadzania zmian. Główną przyczyną tego zjawiska jest istnienie wielowymiarowych obszarów konkurencji (na płaszczyźnie m.in. ceny, udziałów w rynku, typów produktów, jakości użytkowej i technicznej produktów, roli i renomy firmy) oraz ograniczeń rynkowych (wynikających ze skali popytu i tempa jego zmian) i pozarynkowych (uwarunkowanych np. bezpieczeństwem użytkownika, ochroną środowiska naturalnego, względami kulturowymi i religijnymi). Wdrażając nieznanie wcześniej rozwiązania, przedsiębiorstwo liczy na to, że stanie się liderem w którymś

50 *Podręcznik Oslo Manual...*, s. 22.

51 I. Krawczyk-Sokołowska, *Innowacyjność przedsiębiorstw i jej regionalne uwarunkowania*, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2012, s. 150.

52 J. Guinet, *National Systems of Financing Innovation*, OECD, Paris 1995, s. 21; K. Poznańska, *Projekty innowacyjne a zapotrzebowanie na kapitał*, [w:] E. Skrzypek (red.), *Wpływ zarządzania logistycznego na jakość i innowacyjność przedsiębiorstw*, Wydawnictwo UMCS, Lublin 2008, s. 183.

z wyżej wymienionych obszarów. Z kolei konkurenci w obawie przed pogorszeniem swojej pozycji rynkowej wprowadzają podobne zmiany i odpowiednio je adaptują do własnych warunków. Prowadzi to do upowszechniania się zmian, spadku atrakcyjności wcześniej wprowadzonych ulepszeń i utraty przez lidera dotychczasowej pozycji<sup>53</sup>.

Patrząc na proces innowacyjny z perspektywy makro, można wskazać jego następujące fazy<sup>54</sup>:

- badania podstawowe – działalność zmierzająca do odkrycia nowych prawidłowości lub zasad metodologicznych; ich celem jest osiągnięcie postępu wiedzy w danej dziedzinie przez odkrycie nowych prawd, twierdzeń, reguł itp.,
- badania stosowane – dotyczą sprawdzenia możliwości wykorzystania rezultatów badań podstawowych; polegają na wykorzystaniu osiągnięć wiedzy dla ułatwienia jakiegoś zadania praktycznego w zakresie techniki, technologii, organizacji,
- badania rozwojowe (wdrożenia, inwencje) to systematycznie prowadzone prace czerpiące z zasobu istniejącej wiedzy powstałej w wyniku badań i praktyki, mają na celu wytwarzanie nowych materiałów, wyrobów i urządzeń, instalowanie nowych procesów, systemów usług oraz istotne usprawnienia tych, które są już wytwarzane lub zainstalowane.

Przyjmując perspektywę mikro, działania zachodzące w procesie innowacyjnym w podmiocie rynkowym można generalnie odnieść do trzech obszarów<sup>55</sup>:

- kreowania idei innowacyjnej, u której źródeł znajdują się z jednej strony potrzeby i oczekiwania rynku (głównie klientów), a z drugiej – efekty prowadzonych badań naukowych w postaci wynalazków i nowości technicznych,
- rozwijania idei w projekt innowacyjny, co wymaga konfrontacji idei z realiami, rzeczywistymi możliwościami wytwórczymi i stworzenia dojrzałego do wdrożenia projektu innowacyjnego,
- wdrażania strategii, co jest uwarunkowane uzyskaniem prototypu (w przypadku innowacji produktowej) i rozpoczęciem produkcji na przemysłową skalę, a w dalszej kolejności polega na eksploatacji innowacji w wyniku jej dyfuzji.

Bardziej rozbudowany schemat procesu innowacyjnego może obejmować pięć etapów<sup>56</sup>:

- tworzenie pomysłów (analiza potrzeb konsumentów, ocena możliwości pod względem technicznym i rynkowym, wstępne tworzenie pomysłów, ich uszczegółowienie i ocena, identyfikacja konkurencyjnych rozwiązań itp.),
- analiza wykonalności (definicja produktu, początkowe określenie ceny i badanie rynku docelowego, wstępne prognozowanie rynku, ocena klientów,

53 W. Świtalski, *Innowacje i konkurencyjność*, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2005, s. 22–23.

54 [www.biznesowe.edu.pl/1979-fazy\\_procesow\\_innowacyjnych](http://www.biznesowe.edu.pl/1979-fazy_procesow_innowacyjnych) (dostęp: 11.12.2019).

55 A. Parvi, *Innowacje – podstawy ujęcia modelowego i kwalifikacja efektów w warunkach gospodarki rynkowej*, Wydawnictwo WSP w Opolu, Opole 1993, s. 31 i nast.

56 R. Knosala, A. Boratyńska-Sala, M. Jurczyk-Bunkowska, A. Moczala, *Zarządzanie innowacjami*, PWE, Warszawa 2014, s. 40–41.



szacowanie zwrotu z inwestycji, architektura produktu, identyfikacja dostawców, analiza prawna, ocena możliwości finansowania, analiza wykonalności opakowania, wstępny plan projektu itp.),

- opracowanie planu i projektu (testowanie koncepcji, szczegółowa konstrukcja produktu, schemat montażu, całkowita analiza określająca kierunki rozwoju produktu, analiza prognoz marketingowych, projektowanie opakowania, szczegółowy plan realizacji projektu, uszczegółowienie analizy zwrotu z inwestycji, ocena wiarygodności planów i wskaźników itp.),
- rozwój i testy (opracowanie i zatwierdzenie technologii wytwarzania, planowanie montażu, badanie opakowania, testowanie wydajności i niezawodności produktu, ostateczne ustalenie ceny, przeprowadzenie prognoz rynkowych, sporządzenie planów marketingowych, określenie zwrotu z inwestycji, pozyskiwanie certyfikatów itp.),
- uruchomienie produkcji i sprzedaży, czyli komercjalizacja (szkolenie pracowników, planowanie procesów zapewniania jakości, opracowanie materiałów promocyjnych, ocena kosztów i analiza rynku w celu ustalenia ceny, projektowanie kanałów dystrybucji, plan kampanii reklamowej, przegląd reklamacji, prognozy rozszerzenia rynku, podsumowanie i ocena projektu).

Podsumowując, uwarunkowania procesów innowacyjnych można podzielić na wewnętrzne i zewnętrzne<sup>57</sup>. Do tej pierwszej grupy należą np. własna motywacja i aktywność twórcza osób, które uczestniczą w procesie innowacyjnym, ich ambicje i chęć zdobycia awansu zawodowego, nagromadzone przez przedsiębiorstwo zasoby rzeczowe, kapitałowe, ludzkie, system zarządzania i rozwiązania motywacyjne. Czynniki te stanowią potencjał innowacyjny przedsiębiorstwa, czyli jego zdolność do efektywnego wprowadzania innowacji. Z kolei uwarunkowania zewnętrzne wynikają z otoczenia przedsiębiorstwa, np. konkurencji na rynku, jego tendencji wzrostowych (czy jest chociażby stagnacja, wzrost czy spadek), tempa postępu technicznego, koniunktury oraz zakresu wpływu państwa na gospodarkę<sup>58</sup>.

## 1.6. Idea Przemysłu 4.0 w życiu gospodarczo-społecznym

Dzisiejszy świat opiera się na Internecie – dzięki niemu możliwa jest szybsza komunikacja i łatwiejszy dostęp do wiedzy. Od kilku lat Internet – oprócz komputerów i telefonów – obejmuje także inne urządzenia, np. maszyny, pojazdy oraz różne przedmioty połączone z siecią, przez co umożliwia komunikację między nimi

<sup>57</sup> A. Pomykański, *Innowacyjność organizacji*, Wydawnictwo WSzK, Łódź 2009, s. 79.

<sup>58</sup> *Ibidem*, s. 31.

(komunikacja M2M – ang. *machine to machine*), a także w kierunku użytkowników – wspomniany w punkcie 3 niniejszego rozdziału Internet Rzeczy.

W dobie czwartej rewolucji przemysłowej do wielu przedmiotów, kategorii lub organizacji dodawany jest przymiotnik „inteligentny” (ang. *smart*). Pojęcie to występuje w sytuacji, gdy osoba lub przedmiot wykorzystuje zgromadzoną wcześniej wiedzę do podejmowania różnego rodzaju decyzji<sup>59</sup>. Stosowanie sztucznej inteligencji (*artificial intelligence*, AI) wyznacza kierunek rozwoju nie tylko produkcji, ale również łańcuchów dostaw. Zakres stosowania technologii AI ciągle się zwiększa – w 2019 r. wzrost jej wykorzystania w standardowych procesach biznesowych oszacowano na 25%. Z raportu McKinsey and Company wynika, że w branży produkcyjnej 64% respondentów badania zauważyło redukcję kosztów dzięki poprawie „wydajności, energii i przepustowości”, 61% zaobserwowało zmniejszenie kosztów planowania łańcucha dostaw, a 14% stwierdziło, że oszczędności w łańcuchu dostaw przekraczają 20% kosztów<sup>60</sup>.

Gromadzenie danych przez maszyny jest podstawowym narzędziem, pozwalającym na pełne wykorzystanie idei Przemysłu 4.0. Do celów implementacji założeń czwartej rewolucji przemysłowej w przedsiębiorstwach należy zaliczyć:

- dostęp do informacji w czasie rzeczywistym,
- zapewnienie automatyzacji w dziedzinie technologii informacyjnej,
- zwiększenie efektywności dotychczasowych procesów produkcyjnych,
- zwiększenie poziomu kontroli,
- wprowadzenie kompatybilności systemów.

Jak widać, głównym celem idei Przemysłu 4.0 było i jest usprawnienie działań w sferze przemysłu. W ramach tego założenia zrodziła się koncepcja inteligentnej fabryki/przedsiębiorstwa (*smart factory*)<sup>61</sup>, czyli takiej, która w pełni wykorzystuje zasady IoT i inwestuje w nowe technologie, co stało się rozwiązaniem docelowym czwartej rewolucji<sup>62</sup>.

Pojęcie „przedsiębiorstwa przyszłości” utożsamiane jest z wykorzystaniem nowych technologii, wdrażaniem innowacji, a także pełną automatyzacją. Nie ma jednoznacznej definicji takiego przedsiębiorstwa, jednak w większości pozycji literatury przedmiotu zwraca się uwagę na zdolność adaptacyjną jednostki do napotkanych problemów sytuacyjnych i trudności rynkowych oraz na nieustający rozwój (również infrastrukturalny)<sup>63</sup>. Cechuje je autonomizacja procesów produkcyjnych

59 K. Ficoń, *Sztuczna inteligencja nie tylko dla humanistów*, Wydawnictwo Bel Studio, Warszawa 2013, s. 70–71.

60 [www.trans.info/pl/wiekszosc-firm-ktore-wdrozyly-sztuczna-inteligencje-odnotowala-wymierne-korzyści-to-dotyczy-również-logistyki-170846](http://www.trans.info/pl/wiekszosc-firm-ktore-wdrozyly-sztuczna-inteligencje-odnotowala-wymierne-korzyści-to-dotyczy-również-logistyki-170846) (dostęp: 25.02.2020).

61 W niektórych pozycjach literatury przedmiotu zamiast pojęcia „inteligentna fabryka/przedsiębiorstwo” wykorzystywana jest zamiennie nazwa Przemysłowego Internetu Rzeczy (ang. *Industrial Internet of Things*, IIoT). Por. J. Sobieraj, *Rewolucja...*, s. 99–100.

62 *Ibidem*, s. 17–32.

63 J. Długosz, *Przedsiębiorstwo przyszłości*, [w:] W. Wieczerzycki (red.), *E-logistyka*, PWE, Warszawa 2012, s. 241–242.



(„inteligencja maszynowa”), zdolność do komunikowania się z innymi podmiotami, by koordynować produkcję w wielu miejscach jednocześnie, a w konsekwencji umożliwienie dostosowania produkcji do zindywidualizowanych potrzeb klientów. Inteligentne przedsiębiorstwo to takie, które<sup>64</sup>:

- posiada zdolność do wytwarzania, przechowywania i przesyłania wiedzy,
- korzysta z wiedzy zewnętrznej (również w warunkach kooperacji),
- jest zdolne do adaptacji w zakresie innowacji,
- posiada wykwalifikowaną cyfrowo kadrę pracowników,
- wytwarza inteligentne wyroby, generujące wysoką wartość dodaną.

W fabryce przyszłości jedynymi stałymi elementami będą ściany, dach i podłoga. Tradycyjne linie produkcyjne zastąpi zestaw modułów, które samodzielnie będą łączyły się w taki sposób, by zrealizować krótkie serie produkcyjne – zindywidualizowane zamówienia klientów – w możliwie najkrótszym czasie i przy najniższym koszcie. Inteligentne maszyny, działając w sieci IIoT, będą nieprzerwanie i w czasie rzeczywistym wymieniać się informacjami<sup>65</sup>.

Kluczowym celem inteligentnej fabryki jest wspomaganie lub nawet zastępowanie powtarzalnych i łatwych do odtworzenia prac fizycznych, aby zwiększyć efektywność pracy, ograniczyć liczbę błędów i zmienić zaangażowanie pracowników z fizycznego na umysłowe. Ponadto atutem takiego przedsiębiorstwa jest mechanizm samoorganizacji, dzięki któremu łatwiejsze problemy rozwiązywane są bez zbędnego angażowania człowieka<sup>66</sup>. Dodatkowe wsparcie nowoczesnej produkcji stanowi diagnostyka przez Internet. Zakłada się, że w przyszłości większość maszyn będzie wyposażona w czujniki i sensory na bieżąco kontrolujące ich pracę i stan. Dzięki dodatkowo wbudowanym modułom naprawczym producenci maszyn będą w stanie nawiązywać z nimi rzeczywisty kontakt, co umożliwi ich zdalną naprawę. Jedną z niewielu firm, mających już w swojej ofercie takie produkty, jest spółka Bosch<sup>67</sup>, która potrafi zbadać stan techniczny maszyny, wykryć błędy i usunąć usterki w maszynie znajdującej się na drugim końcu kraju. Dzięki takiemu rozwiązaniu przedsiębiorstwa produkcyjne mogłyby obniżyć koszty oraz znacząco uprościć proces naprawczy swoich produktów<sup>68</sup>.

64 H. Godlewska-Majkowska, M. Aluchna, H. Kałuża, A. Ginter, T. Kijek, A. Komor, *Inteligentna organizacja – dystrybucja wiedzy, kompetencje pracowników, miejsce na rynku*, Związek Pracodawców Warszawy i Mazowsza, Warszawa 2013, s. 5–13, 161.

65 [www.boschrexroth.com/pl/pl/produkty/przemysl/przemysl40](http://www.boschrexroth.com/pl/pl/produkty/przemysl/przemysl40) (dostęp: 25.02.2020).

66 W. Furmanek, *Najważniejsze...*, s. 59.

67 W 2015 r. Bosch uruchomił pierwszą linię montażową do półautomatycznej produkcji rozdzielaczy hydraulicznych. W 2020 r. dzięki technologii, oprogramowaniu i Przemysłowi 4.0 Bosch zamierza jednocześnie zaoszczędzić miliard euro i wygenerować obroty w wysokości miliarda euro, [www.boschrexroth.com/pl/pl/produkty/przemysl/przemysl40](http://www.boschrexroth.com/pl/pl/produkty/przemysl/przemysl40) (dostęp: 25.02.2020).

68 M. Pobocha, *Co to jest przemysł 4.0?*, [www.mojafirma.infor.pl/moto/logistyka/spedycja/716940,Co-to-jest-Przemysl-40](http://www.mojafirma.infor.pl/moto/logistyka/spedycja/716940,Co-to-jest-Przemysl-40) (dostęp: 19.05.2019).

W fabrykach przyszłości będą mogły znaleźć zastosowanie również rozwiązania z zakresu wirtualnej rzeczywistości (*Virtual Reality*, VR), obejmujące np. szkolenia pracowników w zakresie konserwacji maszyn i urządzeń oraz upraszczania wykonywanych procesów (pracownicy mogą relatywnie szybko nauczyć się funkcjonowania na swoim stanowisku pracy oraz obsługiwać zaawansowane technologicznie maszyny, zanim faktycznie zaczną ich używać). Innym przykładem może być wykorzystanie VR do oceny projektów nowych modeli produktów. Audi testuje takie rozwiązanie, by zmniejszyć liczbę tworzonych fizycznie modeli testowych oraz zapewnić lepszą współpracę osób z obszaru R&D i produkcji<sup>69</sup>.

Specyficznym przedsiębiorstwem przyszłości są inteligentne magazyny – budynki, które, wyposażone w niezbędne sprzęty i systemy, są w stanie w większości bądź całkowicie wyeliminować pracę ludzi. Stosunkowo prostym rozwiązaniem jest stosowanie aktywnych tagów RFID o wysokiej częstotliwości, które można wykorzystać do znakowania wewnątrzmagazynowych środków transportu (pozwala to na określenie, który wózek porusza się i w jakiej sekcji magazynu się znajduje), do lokalizowania towarów (bez konieczności wyjmowania ich z opakowań) czy do sprawdzania stanów magazynowych<sup>70</sup>. Postępująca automatyzacja, chociażby stosowanie automatów do pomiaru i pakowania ładunków, inteligentnych rękawic (np. rozpoznających kody kreskowe, QR), terminali skanujących, regałów automatycznych czy autonomicznych środków transportu wewnętrznego, pozwala na wyłączanie pracowników z prostych, powtarzalnych zadań<sup>71</sup>. Pierwszym w Polsce w pełni bezzałogowym i do tej pory największym inteligentnym magazynem jest ten należący do przedsiębiorstwa Amica we Wronkach<sup>72</sup>. Z zajmujących się paletyzacją oraz wspieraniem procesów magazynowych cobotów korzystają również m.in. Uniliver i Modelez<sup>73</sup>.

Pozostając w obszarze wykorzystywania IoT w logistyce, można odnieść się do transportu, w którym technologia ta obejmuje<sup>74</sup>:

69 [www.przemysl-40.pl/index.php/2-18/02/23/udi-testuje--wykorzystanie-vr-w-rozwoju-produktow](http://www.przemysl-40.pl/index.php/2-18/02/23/udi-testuje--wykorzystanie-vr-w-rozwoju-produktow) (dostęp: 5.03.2020).

70 [www.transinfo.pl/uzycie-rfid-usprawnia-lancuch-dostaw-visibility-i-optymalizacje-zapasow-169960](http://www.transinfo.pl/uzycie-rfid-usprawnia-lancuch-dostaw-visibility-i-optymalizacje-zapasow-169960) (dostęp: 25.02.2020).

71 [www.trans.info.pl/praca-w-logistyce-kogo-firmy-bede-potrzebowac-najbardziej-170801](http://www.trans.info.pl/praca-w-logistyce-kogo-firmy-bede-potrzebowac-najbardziej-170801) (dostęp: 25.02.2020).

72 Magazyn mieści 26 tysięcy miejsc paletowych, a przy procesach wchodząco-wychodzących nie uczestniczy żaden człowiek. Towarem od wejścia do wyjścia zajmują się 44-metrowe ruchome ramiona. Magazyn generuje dodatkowe oszczędności z uwagi na brak potrzeby jego ogrzewania i oświetlania. Por. Z. Korzeń, *Inteligentne magazyny – logistyczne uwarunkowania integracji systemów*, 2007, <https://www.logistyka.net.pl> (dostęp: 12.02.2020).

73 [www.trans.info.pl/w-ciagu-3-lat-coboty-zawladna-logistyka-branza-pobije-automotive-171957](http://www.trans.info.pl/w-ciagu-3-lat-coboty-zawladna-logistyka-branza-pobije-automotive-171957) (dostęp: 25.02.2020).

74 [www.trans.inf.pl/platformy-cyfrowe-szansa-dla-malych-przwoznikow-171808](http://www.trans.inf.pl/platformy-cyfrowe-szansa-dla-malych-przwoznikow-171808) (dostęp: 25.02.2020).

- podstawową digitalizację, tj.: informatyzację procesów wewnętrznych w przedsiębiorstwach, automatyzację obsługi administracyjnej, optymalizację sieci transportowych przy wykorzystaniu rozwiązań do modelowania geograficznego sieci, platformizację sprzedaży (automatyzację procesów zakupów i wykorzystanie platform cyfrowych, skupiających różne usługi),
- zaawansowane technologie cyfrowe, tj.: telematykę, rozwiązania oparte na AI, blockchain oraz automatyzację procesów.

IoT pomaga w śledzeniu pozycji ciężarówek i jest w stanie zwiększyć czas ich sprawnej pracy poprzez planowanie konserwacji predyktywnej (zamiast prewencyjnej). Rozwiązanie to w praktyce znalazło zastosowanie m.in. w International Truck, który wykorzystuje techniki Big Data i IoT od 2015 r., wyposażając swoje ciężarówki w system telemetryczny, który zaczytuje dane z różnych podzespołów, umożliwiając przykładowo<sup>75</sup>:

- monitorowanie prędkości obrotowej silnika, szybkości poruszania się pojazdu, temperatury płynu chłodniczego, zużycia hamulców,
- zbieranie danych i transmitowanie ich przez sieć komórkową głównie do serwerów Amazon Web Services (gdzie są przeglądane przez producenta i klientów), co pozwala je analizować z użyciem algorytmów uczenia maszynowego, a następnie na tej podstawie wdrażać konserwację predykcyjną aut,
- bieżące monitorowanie zużycia paliwa, co pozwala ocenić płynność jazdy konkretnego kierowcy,
- zarządzanie czasem pracy kierowców, by zapewnić zgodność z przepisami oraz zastąpić pracę tachografu.

Dzięki wykorzystaniu urządzeń telematycznych (połączonych jednocześnie przez IoT z giełdą transportową) przedsiębiorstwa transportowe mogą wyszukiwać odpowiednie trasy, by uniknąć pustych lub nie do końca wykorzystanych przebiegów lub chociaż ograniczyć ich liczbę. Jednym z przykładów już wprowadzonych na rynek rozwiązań jest przewoźnik i twórca aplikacji Uber, który za sprawą IoT integruje zapotrzebowanie na transport z dostępnymi, znajdującymi się w pobliżu taksówkami<sup>76</sup>.

IoT umożliwia również realizację nowoczesnego śledzenia przesyłek w transporcie. Do opakowań przewożonych towarów dołączane są sensory, które przekazują informacje do centrali (lub chmury) za pomocą bramek (mobilnych – zlokalizowanych na ciężarówkach lub stałych – rozmieszczonych w poszczególnych punktach trasy). Umożliwia to chociażby<sup>77</sup>:

- dostęp zleceniodawcy do bieżącej informacji o stanie przesyłki podczas jej przemieszczania,

75 [www.farnell.com/the-transportation-process-in-the-iot-world](http://www.farnell.com/the-transportation-process-in-the-iot-world) (dostęp: 25.02.2020).

76 *Logistyka 4.0 – kiedy warto po nią sięgnąć?*, <https://trans.info/logistyka-4-0-warto-nia-siegnac-72280> (dostęp: 16.06.2019).

77 [www.farnell.com/the-transportation-process-in-the-iot-world](http://www.farnell.com/the-transportation-process-in-the-iot-world) (dostęp: 25.02.2020).

- monitorowanie warunków transportu (np. przy przewozie kwiatów ciętych, łatwo psującej się żywności, niektórych grup leków, żywych zwierząt) i podejmowanie odpowiednich działań w razie potrzeby.

Innym przykładem rozwoju technologii w połączeniu z wykorzystaniem idei IoT są samochody autonomiczne. Dzięki wbudowanym czujnikom monitorującym pracę i stan techniczny pojazdu (i naczepy) oraz urządzeniom telematycznym wspieranym przez sygnał GPS są w stanie przewieźć towar bez ingerencji zewnętrznej, a w razie awarii poinformować menedżera o powstałych błędach (o tym, jakie one są i w jakiej części maszyny się pojawiły)<sup>78</sup>.

Konwoje ciężarówek również stwarzają możliwość automatyzacji prowadzenia pojazdów. Kontrolę nad nimi ma kierowca wiodący, który ustala kierunek jazdy i narzuca tempo ich całej kolumnie. Tego typu system zmniejsza częstość wypadków i może ograniczyć zużycie paliwa o ok. 15%, lepiej wykorzystuje powierzchnię drogi, a także zmniejsza emisję dwutlenku węgla<sup>79</sup>. Do rozpowszechnienia tego rozwiązania konieczne jest przygotowanie odpowiednich przepisów, które wskazywałyby m.in. podmiot odpowiedzialny w przypadku kolizji drogowej (konstruktora pojazdu, wykonawcę, właściciela bądź użytkownika). Przykładem stosowania tej innowacji w praktyce jest konglomerat górniczy Rio Tinto w Australii, w którym od 2008 r. wykorzystuje się floty zautomatyzowanych ciężarówek. Pozwoliło to na zredukowanie kosztów ładowania i transportu o ok. 13%, wyeliminowanie przerw, nieobecności w pracy, kosztów modyfikacji planu zmian i dostarczania posiłków, dodatkowo usunięcie pracowników ze środowiska kopalni poprawiło bezpieczeństwo<sup>80</sup>.

Wydatki na IoT w transporcie rosną dynamicznie. Jak wynika z raportu *IoT w polskiej gospodarce* (przygotowanym przez Grupę Roboczą ds. Internetu Rzeczy z Ministerstwa Cyfryzacji), w 2018 r. przeznaczono na to rozwiązanie 367,43 mln dolarów, w 2019 r. – 404,24 mln, a w 2022 r. kwota ta ma wynosić 590 mln dolarów<sup>81</sup>.

Sprawdzone metody i nowoczesne urządzenia równie szybko znalazły swoje zastosowanie w innych dziedzinach współczesnego życia<sup>82</sup>, np. w urządzeniach codziennego użytku. Smartfony rozpoznające twarze, automatycznie dopasowujące scenariusz podczas robienia zdjęć, oferujące usługę szybkiego tłumaczenia tekstu mówionego, czy smartwatche kontrolujące stan zdrowia użytkownika to dziś już niemal standard<sup>83</sup>. Te pierwsze urządzenia dają również możliwość sterowania zaawansowanym

78 Jak uzdrowić sektor TSL przy pomocy Internetu rzeczy i rozwiązań telematycznych?, <https://www.logistyka.net.pl/aktualnosci/logistyka/item/90045-jak-uzdrowic-sektor-tsl-przy-pomocy-internetu-rzeczy-i-rozwiazan-telematycznych> (dostęp: 28.05.2019).

79 [www.farnell.com/the-transportation-process-in-the-iot-world](http://www.farnell.com/the-transportation-process-in-the-iot-world) (dostęp: 25.02.2020).

80 *Ibidem*.

81 [trans.info/pl/logistyka-4-0-niemcy-moga-odstawic-zacofane-polskie-firmy-na-bocznik-169877](https://trans.info/pl/logistyka-4-0-niemcy-moga-odstawic-zacofane-polskie-firmy-na-bocznik-169877) (dostęp: 25.02.2020).

82 M. Miller, *Internet rzeczy: jak inteligentne telewizory, samochody, domy i miasta zmieniają świat*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2016, s. 21–25.

83 *Ibidem*, s. 33–35.

technologicznie domem – inteligentnym domem. W budynkach, które posiadają system czujników i detektorów, połączonych siecią teleinformatyczną monitorującą instalacje wodno-elektryczno-kanalizacyjne oraz stan bezpieczeństwa, oprócz możliwości automatycznego dostosowywania elementów zewnętrznych (np. oświetlenie wokół domu) i wewnętrznych (np. ogrzewanie) do warunków pogodowych, można również na bieżąco monitorować i sterować urządzeniami AGD (np. pralką czy lodówką)<sup>84</sup>.

Oprócz rozwiązań, z których może korzystać pojedynczy człowiek, IoT znajduje swoje zastosowanie w zaspokajaniu potrzeb szerokich grup społecznych. Jako przykład wskazuje się możliwości oferowane przez inteligentne miasto (*smart city*), czyli „terytorium o wysokiej zdolności uczenia się i innowacji”<sup>85</sup>, które ma być odpowiedzią na wizję nowoczesnego miasta, zaspokajającego potrzeby mieszkańców (w zakresie np. transportu i komunikacji, jakości życia). Idea inteligentnego miasta odbierana jest również jako odpowiedź na współczesne problemy środowiskowe, ponieważ to ona ma być narzędziem wspomagającym dostosowanie życia ludzkiego do stanów i poziomów posiadanych zasobów<sup>86</sup>.

Kolejnym obszarem, który już czerpie z IoT, są sektory ochrony zdrowia. To w nich stworzono system łączący dane zakładów opieki zdrowotnej zastępujący papierowe karty pacjentów elektronicznymi i umożliwiający wielu podmiotom medycznym dostęp do informacji na temat leków, ich gramatury i terminów leczenia. Kolejnym krokiem było wprowadzenie e-zwolnienia, e-recepty i e-skierowania. Bardziej rozwiniętym rozwiązaniem jest telemedycyna, umożliwiająca nie tylko prowadzenie wirtualnych konsultacji lekarskich (podczas których oprócz bieżącego obrazu dostępne są także podstawowe badania wstępne), ale również wgląd do wyników badań specjalistycznych i wiedzy lekarzy z innych dziedzin w czasie rzeczywistym. Innymi przykładami korzystania z idei IoT w medycynie może być zastosowanie czujników przy monitorowaniu stanów zdrowia pacjentów (w tym z uwagi na tętno, ruch, wykonywane aktywności, zmęczenie, stres itp.); mikro-robotów wykonanych z DNA do mieszania nanocząsteczek wokół obwodów, łączenia związków terapeutycznych, doprowadzania leków do komórek w organizmie, które ich potrzebują; cyfrowych tabletek (posiadających microchip, informujących lekarza o godzinie zażycia) czy inteligentnej soczewki monitorującej poziom cukru u diabetyków<sup>87</sup>. Ponieważ możliwości wykorzystania IoT w ochronie zdrowia są olbrzymie, to powstaje wiele start-upów, które czerpią z tego obszaru, np.<sup>88</sup>:

84 J. Tomanik, *Inteligentny dom? Po co to komu?*, <https://www.spidersweb.pl/2015/06/inteligentny-dom-po-co-to-komu.html> (dostęp: 29.05.2019).

85 D. Sikora-Fernandez, *Koncepcja „smart city” w założeniach polityki rozwoju miasta – polska perspektywa*, „Acta Universitatis Lodziensis. Folia Oeconomica” 2013, nr 290; M. Sokołowicz, E. Kina (red.), *Oblicza innowacyjności w regionie*, s. 83–85.

86 D. Cagáňová, M. Bawa, D. Rolando, A. Saniuk, *Internet of Things and Smart City*, Wydawnictwo Instytutu Zarządzania Produkcją Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra 2017, s. 90–91.

87 J. Sobieraj, *Rewolucja...*, s. 102–103.

88 *Top disruptors in healthcare. Przegląd innowacyjnych start-upów medycznych w Polsce*, Termedia Wydawnictwa Medyczne i Specjalistyczne, Poznań 2020.

- Orthyo ([www.aisens.co](http://www.aisens.co)) dla rehabilitantów oraz dla pacjentów, które pozwala na kompleksową obsługę tych ostatnich podczas diagnostyki i telerehabilitacji oraz zapewnia obiektywne pomiary w czasie terapii (monitoring postępów),
- cardiomatics ([www.cardiomatics.com](http://www.cardiomatics.com)), który wspiera diagnostykę kardiologiczną – lekarz przesyła sygnały EKG dowolnej długości, które są analizowane przez zawansowane algorytmy, czego efektem jest raport wykorzystywany do diagnostyki,
- Szpitalny Kiosk Telemedyczny ([www.mediwell.pl](http://www.mediwell.pl)), czyli stacjonarne urządzenie diagnostyczne (pozwalające na pomiar poziomu ciśnienia, EKG serca, natlenienia organizmu itp.) przeznaczone do wykonywania badań przez pacjentów (lub z asystą personelu medycznego), oferujące spójną i automatyczną informację zwrotną o stanie zdrowia badanej osoby,
- SaaS ([www.radpoint.pl](http://www.radpoint.pl)), który stanowi platformę dla podmiotów świadczących usługi z zakresu radiologii, diagnostyki obrazowej i teleradiologii oraz lekarzy specjalistów (i podmiotów ochrony zdrowia) w zakresie telekonsultacji.

Innym przykładem wykorzystania IoT w usługach społecznych może być edukacja, w której rozwiązanie to okazuje się pomocne w następujących obszarach<sup>89</sup>:

- codziennej pracy dydaktycznej: inteligentne pulpity rozpoznające nauczycieli/wykładowców i łączące się z pozostałymi urządzeniami danej osoby lub komputery automatycznie włączające rzutnik i zasłaniające rolety podczas prezentacji,
- badaniach naukowych: bieżąca komunikacja zespołu badawczego, uzupełnianie oraz analiza danych przez zespół w czasie rzeczywistym bądź automatyczne monitorowanie zmian w pracach,
- samodzielnej pracy uczniów/studentów: monitorowanie zaawansowania i terminowości prac bieżących, analiza postępów czy dostęp do materiałów dydaktycznych/naukowych.

Konkludując, można powiedzieć, że większość podmiotów (tak komercyjnych, jak i niekomercyjnych) bycie innowacyjnym traktuje jako szczególny imperatyw funkcjonowania, zapewniający możliwości kontynuowania działalności, przez co na trwałe wpisuje innowacyjność w swój system zarządzania i kulturę organizacyjną. Rozwój nowych technologii, a w szczególności IoT, staje się współczesnym źródłem innowacyjności i niewątpliwie wiele branż (być może wszystkie) będzie do niego sięgać, by móc funkcjonować na rynku. Wymaga to coraz szerszej aktywności zespołów specjalizujących się w różnych dziedzinach nauki i techniki, a w konsekwencji stworzenia uwarunkowań do utrzymania atmosfery sprzyjającej innowacyjności w różnych środowiskach (charakteryzujących się odmiennością posiadanej wiedzy i doświadczenia)<sup>90</sup>.

89 G. Baran, *Uniwersytet jako otwarty projekt w świecie Internet of Things*, [w:] Ł. Sułkowski, D. Kaczorowska-Spychalska (red.), *Internet of Things. Nowy paradygmat rynku*, Difin, Warszawa 2018, s. 159 i nast.

90 J. Bessant, K. Pavitt, J. Tidd, *Zarządzanie innowacjami: integracja zmian technologicznych, rynkowych i organizacyjnych*, Wolters Kluwer Polska, Warszawa 2011, s. 151.



Innowacje stwarzają i rozwijają możliwości lepszego zaspokajania (często nie-uświadomionych) potrzeb człowieka jako jednostki i członka społeczności. W polskim ustawodawstwie, np. w art. 2 Ustawy z dnia 30 maja 2008 r. o niektórych formach wspierania działalności innowacyjnej<sup>91</sup>, można znaleźć wskazówkę, że działalność innowacyjna polega na opracowaniu nowej technologii i uruchomieniu na jej podstawie wytwarzania nowych lub znacząco ulepszonych towarów, procesów bądź usług. W konsekwencji innowacje pozwalają przedsiębiorstwu osiągnąć różnorakie cele, do których m.in. należą<sup>92</sup>:

- polepszenie i unowocześnienie procesów wytwórczych oraz podniesienie ich wydajności i jakości,
- lepsze przystosowanie do otoczenia oraz poprawa jakości wyrobów i konkurencyjności ich sprzedaży,
- likwidacja barier i aktywizacja zasobów oraz zwiększenie ogólnej sprawności i efektywności działania,
- usprawnienie organizacji i metod pracy oraz polepszenie warunków i bezpieczeństwa pracy,
- zwiększenie zdolności eksportowych i możliwości realizacji celów strategicznych.

W kolejnych rozdziałach niniejszej książki zostaną pokazane sposoby realizacji wybranych celów.

---

91 Ustawa z dnia 30.05.2008 r. o niektórych formach wspierania działalności innowacyjnej, Dz.U. z 2008 r. Nr 116, poz. 730.

92 M. Strużycki, B. Bojewska, *Rola państwa i rządu w kształtowaniu innowacyjności gospodarki*, [w:] J. Perenc, J. Hołub-Iwan (red.), *Innowacje w rozwijaniu konkurencyjności firm*, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa 2011, s. 18.

## Rozdział 2

# Innowacyjność rozwiązań transportowych i kreowania łańcuchów dostaw

Współczesna gospodarka charakteryzuje się rosnącym znaczeniem wiedzy oraz informacji w procesie wytwórczym tak na poziomie produktu, jak i organizacji procesów. Wynika to bezpośrednio z zaistniałej w latach dziewięćdziesiątych XX w. koncepcji gospodarki opartej na wiedzy. Wówczas to podstawę jej rozwoju wiązano z rosnącym znaczeniem globalizacji i rozwojem technik informatycznych. Metodologia nawiązująca do opracowanej przez ekspertów OECD definicji, zgodnie z którą gospodarka oparta na wiedzy (GOW) bazuje bezpośrednio na produkcji, dystrybucji oraz stosowaniu wiedzy i informacji<sup>1</sup>, zastosowana została początkowo do opisu procesów ekonomicznych zachodzących w Stanach Zjednoczonych. Pojęcie to na stałe zaś weszło do kanonu słownictwa ekonomicznego, m.in. za sprawą prac K. Smitha, P.F. Druckera, L. Thurowa, B.A. Lundvalla i B. Johnsona<sup>2</sup>. W polskim piśmiennictwie, poza dorobkiem A. Kuklińskiego<sup>3</sup>, warto odnotować, że – zdaniem A. Koźmińskiego – „gospodarka oparta na wiedzy to taka gospodarka, w której działa wiele przedsiębiorstw, które na wiedzy opierają swoją przewagę konkurencyjną”<sup>4</sup>. Jednocześnie, w kontekście niniejszych rozważań, istotnym uzupełnieniem powyższej definicji jest stwierdzenie A. Bylickiego<sup>5</sup>, że w gospodarce tej działają

1 *The Future of the Global Economy. Towards a Long Boom?*, OECD, Paris 1999, s. 81–82.

2 K. Smith, *What is the knowledge economy? Knowledge intensity and distributed knowledge bases*, Discussion Paper Series, The United Nations University, Institute for New Technologies, June 2002, s. 6; P.F. Drucker, *Post-Capitalist Society*, Harper Business, New York 1993; L. Thurow, *Building Wealth: The New Rules for Individuals, Companies and Nations in a Knowledge-Based Economy*, Harper Business, New York 2000; B. Lundvall, B. Johnson, *The Learning Economy*, „Journal of Industry Studies” 1994, Vol. 1, No. 2, December.

3 A. Kukliński (red.), *Gospodarka oparta na wiedzy. Wyzwanie dla Polski XXI w.*, Komitet Badań Naukowych, Warszawa 2001 i późn.

4 A. Koźmiński, *Jak tworzyć gospodarkę opartą na wiedzy?*, [w:] *Strategia rozwoju Polski u progu XXI w.*, Kancelaria Prezydenta RP, Komitet Prognoz Polska 2000 Plus, PAN, Warszawa 2001, s. 87.

5 A. Bylicki, *Uwagi dotyczące realizacji w Polsce programu budowy gospodarki opartej na wiedzy*, [w:] A. Kukliński (red.), *Gospodarka oparta na wiedzy. Perspektywy Banku Światowego*, Komitet Badań Naukowych, Warszawa 2003, s. 123.



mechanizmy prowadzące do wykorzystania wiedzy dla zwiększenia konkurencyjności przedsiębiorstw. Autor podkreśla bowiem znaczenie kształtowania infrastruktury, zwracając tym samym uwagę na zespół zagadnień dotyczących polityki naukowej i prorozwojowej państwa.

## 2.1. Ekonomiczne aspekty innowacyjności

Obecnie jednym z filarów rozwoju systemu innowacji jest tworzenie solidnego, kompleksowego zaplecza naukowego i technologicznego, które ma przeciwdziałać marnotrawieniu zasobów nauki i technologii. Innowacje odgrywają bowiem kluczową rolę w poprawie standardów życia, mogą również w wieloraki sposób wpływać na podmioty, instytucje, sektory gospodarki i państwa. Ich właściwy pomiar, wraz z wykorzystaniem danych o innowacjach w badaniach, przyczynia się do lepszego zrozumienia zmian gospodarczych i społecznych<sup>6</sup>. W odniesieniu do procesów biznesowych innowacyjność można traktować jako nowy lub ulepszony proces biznesowy dla jednej lub wielu funkcji biznesowych, różniący się znacznie od wcześniejszych procesów biznesowych firmy i wprowadzony przez nią do użytku<sup>7</sup>.

Zdaniem P. Romera<sup>8</sup>, za uzyskiwanie efektów gospodarczych odpowiadają trzy rodzaje czynników: materialne (ang. *hardware*), wiedza jawna, kodyfikowana (ang. *codified knowledge/explicite knowledge/software*), będąca wiedzą o zasadach naukowych, faktach, oraz wiedza niekodyfikowana (ang. *tacit knowledge/venture*), a więc niewypowiedziana, ukryta, istniejąca w ludzkich umysłach. Ta ostatnia wyraża ludzkie umiejętności i doświadczenia, warunkując jednocześnie możliwości przyswajania wiedzy kodyfikowanej. Z kolei wiedza ukryta obejmuje z jednej strony zdolności i umiejętności wykonywania zadań (ang. *know-how*), jest typowa dla ekspertów, gromadzona w postaci doświadczenia, ukryta w ludzkich umysłach i w związku z tym trudno dostępna. Charakteryzuje ją ograniczony transfer w społeczeństwie. Z drugiej strony wiedza ta obejmuje atrybuty zdolności i umiejętności realizowania określonych zadań, jak również wiedzę i umiejętności osób będących ekspertami w konkretnych dziedzinach (ang. *know-who*, tzw. *knowing*, „*who know what*”). Daje ona możliwość identyfikacji osób będących ekspertami<sup>9</sup>. Okazuje się to istotne w zakresie uznania, że zastosowanie nowego rozwiązania systemowego w skali makro stanowi

6 J. Kordos, *Pomiar i wykorzystanie innowacji*. Czwarte wydanie „Podręcznika Oslo”, „Wiadomości Statystyczne. The Polish Statistician” 2019, nr 4, s. 85.

7 *Ibidem*, s. 86.

8 P. Romer, *Economic Growth*, [w:] D.R. Henderson (red.), *The Fortune Encyclopedia of Economics*, Warner Books, New York 1996, zob.: *The Future of the Global Economy. Towards...*, s. 83–84.

9 A.J. Kukuła, *Gospodarka oparta na wiedzy jako strategia rozwoju gospodarczego XXI wieku*, [w:] M. Chorośnicki, J.J. Węc, A. Czubiak, A. Głogowski, I. Krzyżanowska-Skowronek, A. Nitszke, E. Szczepankiewicz-Rudzka, M. Tarnawski (red.), *Nowe strategie na nowy wiek. Granice*

czynnik innowacyjny. Podejście to uzasadnia np. zastosowanie modelu systemowego<sup>10</sup> analizy skupionej wokół zdolności konkurencyjnej w otoczeniu w mikro i makro skali.

Modelem dość powszechnie stosowanym w literaturze do pomiaru konkurencyjności, na którą zasadniczy wpływ ma obecnie poziom innowacyjności, jest tzw. *romb Portera*<sup>11</sup>. Biorąc pod uwagę fakt, że w niniejszym rozdziale innowacyjność przedstawiona będzie przez pryzmat międzynarodowych projektów infrastrukturalnych, obsługujących przepływy globalne z uwzględnieniem powiązań transgranicznych, istotnym czynnikiem ekonomicznym, jaki powinien być wzięty pod uwagę, jest pozycja konkurencyjna gospodarki narodowej. Co do zasady stanowi ona efekt udziału danego kraju w międzynarodowym podziale pracy i obrocie gospodarczym. Jest to rynkowy wynik oceny tego, co przedsiębiorstwo na nim oferuje, mierzony najczęściej udziałem w rynku oraz określany poprzez wynik finansowy. Taki sposób podziału i traktowania konkurencyjności międzynarodowej wpisuje się we wspomniane ujęcie modelowe M.E. Portera. W swoich rozważaniach skupiał on uwagę na przedsiębiorstwach, czyli podmiotach zapewniających wzrost gospodarce. To właśnie do nich odnoszą się elementy modelowego rombu, przy czym koszyk konsumencki zależy od poziomu rozwoju kraju i występowania konkurencji<sup>12</sup>. *Model Portera* koncentruje uwagę na charakterze popytu krajowego. Determinuje on w pewien sposób poziom rozwoju, przez co może wpływać na decyzje rządu. W modelu tym ważny jest trudny do klasyfikacji, pomiaru i oceny czynnik losowy, którego wpływ na całość badania powinien być znikomy, niemniej – przy wystąpieniu fluktuacji – istotnie wzrasta. Określając zalety i wady *modelu Portera*, do tych pierwszych można zaliczyć skrupulatne przedstawienie elementów i wzajemnych relacji na poziomie mikro. Z kolei wśród wad wskazuje się pobeżne potraktowanie stanu i wpływu otoczenia makroekonomicznego. Model Portera jest jednak wynikiem analizy doświadczeń i działań prorozwojowych Stanów

---

*i możliwości integracji regionalnych i globalnych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2013, s. 567–568.

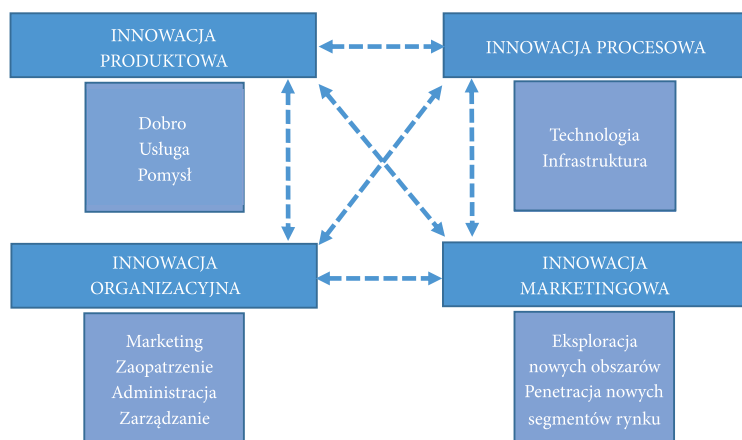
10 J. Dunning, *Multinationals, Technology and Competitiveness*, Unwin & Hyman, London 1988, s. 65–67.

11 Model ten zwany jest również „diamentem Portera” i obejmuje cztery kategorie mikroekonomiczne: strategię (struktura, rywalizacja firm), warunki (czynniki produkcji), sektory pokrewne i wspomagające oraz warunki popytu. W późniejszym okresie autor dołączył do niego kategorie makro, tj. czynnik losowy i rząd. Cztery wyodrębnione przez M.E. Portera rodzaje czynników decydujących o przewadze konkurencyjnej państw określone są mianem *diamentu konkurencyjności* lub *diamentu Portera* bądź *rombu Portera*: (a) wyposażenie kraju w czynniki wytwórcze – dostęp do wykwalifikowanej siły roboczej, zaplecza naukowego i infrastruktury; (b) czynniki popytowe na rynku krajowym – występowanie w danym kraju zapotrzebowania na określone produkty i usługi; (c) sektory wspierające i pokrewne – obecność sektorów dostawców lub wspomagających albo ich brak; (d) strategia, struktura i metody walki konkurencyjnej – warunki tworzenia, organizacji i zarządzania przedsiębiorstwami.

12 M.E. Porter, *The Competitive Advantage of Nations*, „Harvard Business Review” 1990, Vol. 68, No. 2, March–April, s. 73–93. Przedstawiony model uwzględnia kluczowe znaczenie przedsiębiorstw i ich strategii, nie pozwala zatem na jednoznaczne określenie najbardziej konkurencyjnego państwa.

Zjednoczonych, Unii Europejskiej i Japonii, przez co ma ograniczoną skuteczność w odniesieniu do innych obszarów<sup>13</sup>.

Zagadnienie innowacyjności rozpatrywane jest najczęściej na płaszczyźnie produkcyjnej, wytwórczej. Tymczasem innowacyjność nie jest jedynie wprowadzaniem nowych produktów czy metod produkcji. Z tego względu szczególnie ważne okazuje się spojrzenie na nią w szerszej perspektywie: z jednej strony jako na rezultat działań, w efekcie których powstają różnego rodzaju dobra i usługi o charakterze nowatorskim, z drugiej zaś jako na proces obejmujący nie tylko ostateczny rezultat, ale także wszelkie działania poprzedzające powstanie innowacji. Do tych ostatnich zaliczyć należy: pojawienie się pomysłu, prace badawczo-rozwojowe i projektowe, wytworzenie, działania marketingowe oraz ostatecznie upowszechnianie innowacji (przedstawione w rozdziale pierwszym). W takim ujęciu mamy do czynienia ze swoistym dynamicznym procesem innowacyjnym, będącym ciągiem interakcji od chwili powstania samej idei zmiany do momentu jej wdrożenia i upowszechnienia. Efektem jest modyfikacja produktowa, technologiczna, organizacyjna lub społeczna, która ma zapewnić sukces rynkowy podmiotowi wdrażającemu innowację. Podejście takie w sposób wyrazisty akcentuje istotę i rolę, jaką odgrywają innowacje przy budowie „nowej gospodarki”<sup>14</sup>. Zaprezentowane w rozdziale pierwszym, zgodne z definicją M.E. Portera rozumienie innowacyjnej dystrybucji warto rozszerzyć o bardziej rozległe spektrum możliwych obszarów innowacji, co zostało przedstawione na rysunku 2.1.



**Rysunek 2.1.** Obszary innowacji

**Źródło:** S. Ciok, H. Dobrowolska-Kaniewska, *Polityka innowacyjna państwa a regionalny potencjał innowacyjny. Przykład Dolnego Śląska*. Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław 2009, s. 11.

<sup>13</sup> P. Krugman, *Competitiveness: A Dangerous Obsession*, „Foreign Affairs” 1994, March/April, s. 36–39.

<sup>14</sup> A.J. Kukuła, *Gospodarka oparta na wiedzy...*, s. 569.

Podstawą współczesnego gospodarowania staje się tworzenie i implementacja nowych pomysłów w technikach procesów oraz pomysłów wprowadzających nowe procesy wraz z ich efektami, skutkujących przykładowo nieznanymi do tej pory funkcjami użytkowymi wytwarzanych produktów lub świadczonych usług. Źródłem sukcesu w czasach „nowej gospodarki” nie jest zatem alokacja rzadkich zasobów, a tworzenie nowej wiedzy, dającej pomysły, których realizacja zwiększa wartość efektów gospodarowania. Przy rozprzestrzenianiu się „nowej gospodarki” kluczowe znaczenie mają procesy globalizacyjne. W znaczący sposób zwiększają one wpływ wiedzy na gospodarkę, wszak bazują na technologiach, za sprawą których następuje rozszerzenie zasięgu, przyspieszenie i obniżenie kosztów powiązań informacyjnych w skali globalnej<sup>15</sup>.

W ocenie D. Makulskiej<sup>16</sup>, odwołującej się do korelacji pomiędzy „nową gospodarką” a transformacją, gospodarka oparta na wiedzy niesie także pewne zagrożenia. Wśród nich autorka wskazuje m.in.:

- szybki postęp technologiczny, który może doprowadzić do pogłębienia luki pomiędzy krajami najbardziej zaawansowanymi a zacofanymi technologicznie,
- ryzyko dodatkowej marginalizacji krajów rozwijających się bez absorpcji światowych osiągnięć technologicznych, dodatkowo możliwość wystąpienia rosnących dysproporcji w poziomie stosowania technologii,
- różnice w jakości organizacji mogące wzmacniać dysproporcje w poziomie wydajności i tempa rozwoju gospodarczego poszczególnych krajów,
- ewentualność stopniowego nasilenia się w gospodarce podziału na sektory czerpiące z dobrodziejstw technologii i na te, które są pozbawione możliwości ich stosowania,
- powstawanie w strukturze przestrzennej podziałów na regiony posiadające nowoczesną infrastrukturę i jej pozbawione,
- umacniające się relacje pomiędzy krajami wysoko rozwiniętymi, mogące sprzyjać powstawaniu wzajemnie wspierających się grup wdrażających nowe technologie, co z kolei niesie ryzyko dodatkowego pogłębiania się przepaści między poszczególnymi państwami.

Naturalnym jest, że powstająca cywilizacja wyznacza nowy kodeks postępowania. Alvin Toffler<sup>17</sup>, który przewiduje, że w nowej fali kluczowe staną się cztery branże: elektronika i komputery, przemysł kosmiczny, eksploatacja głębin morskich oraz inżynieria genetyczna, podkreśla wykorzystanie wiedzy i informacji. Przekonuje, że zapewni to silny rozwój gospodarczy na świecie, przynosząc dodatkowe korzyści społeczeństwu. Zmiany przyczyniają się do wielkiej transformacji, a sama innowacja zmienia kulturę społeczeństwa.

15 K. Porwit, *Cechy gospodarki opartej na wiedzy*, [w:] A. Kukliński (red.), *Gospodarka oparta na wiedzy. Wyzwanie...*, s. 115.

16 D. Makulska, *Kluczowe czynniki rozwoju w gospodarce opartej na wiedzy*, [w:] *Pomiędzy polityką stabilizacyjną i polityką rozwoju*, „Prace i Materiały Instytutu Rozwoju Gospodarczego SGH” 2012, nr 88, s. 174.

17 A. Toffler, *Trzecia fala*, PIW, Warszawa 1986.

## 2.2. Zapotrzebowanie na innowacyjność w transporcie

Wiadomo, że na obecnym etapie rozwoju procesy innowacyjne rozpatrywane są w sposób zintegrowany, obejmujący kreację nowych pomysłów oraz ich implementację w praktyce<sup>18</sup>. Można przyjąć, że innowacyjność w transporcie oznacza działania polegające na udoskonaleniu istniejących lub wprowadzeniu nowych rozwiązań bądź procesów odnoszących się do wszelkich aspektów zmian i przyczyniających się do zwiększenia efektywności ekonomicznej, finansowej, technicznej i technologicznej środowiska naturalnego systemów transportowych w celu maksymalizacji efektów społecznych i wyników gospodarowania przez sektor publiczny i prywatny<sup>19</sup>. O ile trudno jednoznacznie wskazać granice wielkości konsumpcji dóbr, o tyle już teraz gospodarka przejawia ogromne potrzeby transportowe, a inwestowanie w transportowe czynniki produkcji w tradycyjnej formie nie gwarantuje ich zaspokojenia w zgodzie z potrzebami. Znaczenie rozwiązań innowacyjnych na etapie kreowania współczesnych korytarzy i rozwiązań transportowych jest powszechnie znane i znajduje odzwierciedlenie w dokumentach szeregu organizacji, które nie mają bezpośredniego związku z transportem<sup>20</sup>.

Istnieje zatem realne zagrożenie dojścia do granicy intensywności ruchu i przewozów, po przekroczeniu której zatory mogą przybrać charakter chroniczny. Zabraknie przestrzeni dla nowych obiektów infrastrukturalnych lub też wyczerpią się zasoby energii, na jakich bazuje dominująca część technologii transportu zmechanizowanego<sup>21</sup>. Działania przyczyniające się do poprawy warunków realizacji procesów transportowych, a więc efektywności transportu, mogą przybierać formę nowych rozwiązań usprawniających, modernizacyjnych lub innowacji. Na poziom nowoczesności gospodarowania w transporcie zdecydowany wpływ ma liczba, zakres i poziom wprowadzanych innowacji<sup>22</sup>.

Oczekiwany przez gospodarkę poziom nowoczesności może wynikać z faktu, że planowanie strategiczne, obejmujące zagadnienia bezpieczeństwa, ekologii,

18 A. Zorska, M. Mołęda-Zdziech, B. Junga (red.), *Kreatywność i innowacyjność w erze cyfrowej. Twórcza destrukcja 2*, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2014, s. 12.

19 *Innowacyjność w transporcie do 2020 roku – podstawowe pojęcia i tezy*. Skróć materiału analitycznego Fundacji Centrum Analiz Transportowych i Infrastrukturalnych (CATI). Warszawa 15 listopada 2012, s. 2.

20 Zob. *Transportation corridors and facilities (1968, R1990, R2001, R2008, R2009)*, American Society of Landscape Architects, [https://www.asla.org/uploadedFiles/CMS/Government\\_Affairs/Public\\_Policies/Transportation.pdf](https://www.asla.org/uploadedFiles/CMS/Government_Affairs/Public_Policies/Transportation.pdf) (dostęp: 17.02.2020).

21 J. Burnewicz, *Perspektywa innowacyjna transportu i logistyki*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego” 2010, nr 603, „Ekonomiczne Problemy Usług” nr 59, s. 51.

22 M. Kaup, D. Łozowicka, *Wpływ innowacji na efektywność transportu wodnego śródlądowego*, „Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport” 2018, z. 120, s. 180.

innowacyjności i integracji systemów transportowych, stało się kluczowym czynnikiem determinującym kształtowanie korytarzy obsługujących procesy rynkowe. Rozwój transportu, jako niezbędny wymóg wzrostu gospodarczego, z jednej strony sprzyja zacieśnianiu współpracy pomiędzy przemysłem a instytucjami władzy, czego efektem jest maksymalizacja rozwoju; z drugiej zaś wymaga implementacji rozwiązań innowacyjnych, co dotyczy tak sfery kreowania polityki transportowej, jak i regulacji rynku czy optymalizacji łańcuchów dostaw<sup>23</sup>. System transportowy, będący stykiem powiązań wewnętrznych (krajowych) i międzynarodowych, stanowi obiekt szczególnego zainteresowania sfery publicznej. Co oczywiste, ma to także związek z różnie rozumianymi względami bezpieczeństwa, ochrony środowiska czy zagospodarowania przestrzennego. Szeroki zakres interwencji, wynikający z traktowania szeregu elementów infrastruktury transportowej jako obiektów użyteczności publicznej, powoduje, że regulacja rozprzestrzenia się nie tylko na przestrzeń ekonomiczną, towarzysząc systemowi transportowemu, ale również na korelacje z otoczeniem czy rynki transportowe, zwłaszcza na sferę podaży. Efektywność i skuteczność wpływu odrębnego podsystemu regulacji na sferę realną sektora transportowego, w tym na procesy innowacyjne, ich zakres, charakter i dynamikę, wynika w znacznym stopniu ze stopnia spójności mechanizmów poszczególnych typów rynków. Określa go poziom liberalizacji każdego z nich. Im bardziej jest wyrównany, tym większa skuteczność charakteryzuje podsystem regulacji rynkowej, będący ważnym instrumentem formowania systemu transportowego. Stopień liberalizacji nie pozostaje również bez wpływu na efektywność systemu stymulowaną wdrażaniem nowych technologii, organizacji transportu, rozumianego przez pryzmat jego funkcji produkcyjnej czy relacji z innymi rodzajami działalności w ramach łańcucha dostaw<sup>24</sup>.

Transport jest współcześnie działalnością wykazującą duży stopień złożoności nie tylko z punktu widzenia technologicznego, ale także organizacyjnego i społecznego. Wielopodmiotowość działalności transportowej, związana z różnorodnością organizacji i szeregiem powiązań gospodarczych, sprawia, że może być ona rozpatrywana jako aktywność samoistna. Od poszczególnych jej ogniw wymaga się zatem efektywnej interakcji. Podmioty kreujące i zarządzające na wszystkich szczeblach systemu transportowego stoją przed problemem realizacji celu – dostarczenia wartości dla klientów lub, myśląc szerzej, interesariuszy. Wymaga to zastosowania nowego sposobu zarządzania transportem, zapewniającego szybką i elastyczną reakcję w przypadku występowania zmian, w którym sformalizowane mechanizmy bezpośredniej kontroli są zastępowane przez budowanie trwalszych,

23 Doskonałym odniesieniem do problematyki jest m.in. dokument strategiczny przyjęty przez Rząd Kanady pn. *Transportation 2030*. Źródło: <https://www.tc.gc.ca/eng/future-transportation-canada-trade-corridors-global-markets.html> (dostęp: 8.02.2020).

24 A. Grzelakowski, *Rynek transportowy jako stymulator innowacyjności w transporcie*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego” 2010, nr 603, „Ekonomiczne Problemy Usług”, nr 59, s. 132–133.



często nieformalnych relacji, opartych na współpracy i zaufaniu. Organizacje transportowe, biorące tak bezpośredni, jak i pośredni udział w procesie transportowym, łączą różnego rodzaju powiązania i relacje<sup>25</sup>. Innowacyjność na tym poziomie jest ze wszech miar wskazana. Z perspektywy logistyki i z punktu widzenia innowacyjności sieć nie powinna być traktowana wyłącznie w typowy dla sfery transportu sposób, a więc jako połączone ze sobą elementy infrastruktury liniowej i sieciowej. Warto dostrzec znaczenie sieci na poziomie społecznym. Luka, zauważalna pomiędzy dwoma wariantami teorii o sieciach społecznych, tj. między tzw. *właściwą teorią sieci*, która według S.P. Borgattiego i D.S. Halgina<sup>26</sup> obejmuje twierdzenia na temat konsekwencji pewnych cech sieci (m.in. centralności i gęstości) dla całej sieci bądź jej aktorów, a szerszymi koncepcjami, pozwalającymi cechy sieci interpretować w różnych dyscyplinach<sup>27</sup>, daje podstawę do rozwijania tego drugiego wymiaru. Jak bowiem podkreśla wielu autorów, sama analiza sieciowa jest nie tyle nawet perspektywą, co techniką badawczą<sup>28</sup>. Indywidualne osoby lub podmioty dążące do realizacji wspólnego celu, dysponujące specyficznymi zasobami informacyjnymi bądź wiedzą, są powiązane ze sobą relacjami i również tworzą sieć. Na poziomie organizacyjnym jest to zinstytucjonalizowana forma współpracy pomiędzy organizacjami zaangażowanymi w określony proces prowadzący do wspólnego celu. Sieci – na poziomie społecznym i organizacyjnym – tworzą zatem integralną całość powstałą w wyniku istnienia relacji między grupą podmiotów, które zostały zinstytucjonalizowane w momencie dostrzeżenia takiej potrzeby. Szereg czynników decydujących o warunkach przepływu informacji, możliwościach pozyskania wiedzy bądź innych zasobów, będących ostatecznie wyznacznikiem efektywności sieci, w konsekwencji zaś decydujących o jej efektywności, składa się na jej strukturę. Liczebność, różnorodność, komplementarność wpływają na jakość powiązań pomiędzy organizacjami, przesądzając o zwartości czy wielocentrowości sieci, a więc jej parametrach. Zwartość sprzyja budowaniu zaufania, umożliwia tworzenie norm, prowadzi do rozwoju kooperacji, tworząc możliwości pozyskania dodatkowej wiedzy. Zwarte sieci pomagają w tworzeniu koalicji pomiędzy organizacjami, które wspólnie są w stanie skutecznie występować na zewnątrz. Rozbudowane sieci często

25 W. Downar, *Budowanie sieci relacji a innowacyjność transportu*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego” 2010, nr 603, „Ekonomiczne Problemy Usług”, nr 59, s. 103.

26 S.P. Borgatti, D.S. Halgin, *On Network Theory*, „Organization Science” 2011, nr 22, s. 1168–1181, <https://pubsonline.informs.org/doi/pdf/10.1287/orsc.1100.0641> (dostęp: 9.02.2020).

27 Pojęcie „sieć”, podobnie jak „sieciowość”, pojawia się bardzo często w różnorodnych kontekstach. Jest stosowane w odmiennych dziedzinach nauki, wobec czego mamy do czynienia z terminem o bardzo obszernym polu operacyjnym. Pojęcia te opierają się jednak na wspólnej podstawie koncepcyjnej, odwołującej się do wspólnego modelu, a więc w tym sensie można mówić o jednej, nadrzędnej koncepcji sieciowości, będącej ich podstawą. Zob. R. Maciąg, *Sieć i społeczeństwo sieci – zarys rozwoju najważniejszych idei*, „Zarządzanie Mediami” 2014, t. 2, nr 4, s. 157–167.

28 M. Theiss, *Perspektywa sieci społecznych w badaniach lokalnej polityki społecznej*, „Problemy Polityki Społecznej. Studia i Dyskusje” 2013, t. 3, nr 22, s. 100.

mają charakter wielu skupisk organizacji, z których każde powiązane jest z innymi relacjami międzyorganizacyjnymi<sup>29</sup>. Okazuje się to kluczowe dla optymalizacji rozwiązań transportowych, wpływających na wydolność systemu logistycznego. W tym ujęciu pojęcie „sieć” należy rozumieć jako sieci międzyorganizacyjne, wykraczające poza jednolite ujęcie strukturalne i relacyjne. Zarządzanie relacjami międzyorganizacyjnymi i społecznymi na poziomie indywidualnym wydaje się istotnym źródłem innowacji. Poszukiwanie dróg innowacyjności może odbywać się na wiele sposobów, nie tylko poprzez rozwijanie nowoczesnych technologii. Służy temu bez wątpienia pozyskiwanie wiedzy oraz budowanie i zarządzanie siecią relacji pomiędzy organizacjami transportowymi. Te trzy sposoby stanowią odrębne obszary poszukiwania źródeł innowacyjności. Z punktu widzenia funkcjonowania sieci i jej efektywności zasadnicze znaczenie mają dwa czynniki – pozyskiwanie partnerów do sieci oraz zarządzanie nią. Służy temu określenie wspólnego obszaru wzajemnych korzyści, wśród których najczęstszymi są: dostęp do nowych rynków, wyższa efektywność, obniżenie kosztów, zwiększenie potencjału badawczego, dostęp do komplementarnych kompetencji, możliwość lepszego zaspokojenia zindywidualizowanych potrzeb klientów, rozwój technologii, standaryzacja, większa siła przetargowa przy pozyskaniu środków finansowych i inne<sup>30</sup>.

Wielokierunkowe i wieloaspektowe związki pomiędzy rozwojem gospodarczym a transportem, będące niejednokrotnie skutkiem transformacji społeczno-gospodarczych, determinują kierunki i zakres zmian zachodzących na arenie krajowej i międzynarodowej. Podstawowym celem wprowadzania innowacji jest jak najpełniejsze sprostanie wymaganiom i preferencjom użytkowników końcowych<sup>31</sup>. W dobie multimodalności i interoperacyjności w sektorze transportu tworzenie sieci relacji, które zapewnią korzyści potencjalnym użytkownikom, wydaje się kluczowe. Skoro efektywność dalszego inwestowania w tradycyjną infrastrukturę i konwencjonalne środki transportu może być stopniowo podważana, konieczne staje się stworzenie i upowszechnienie nowych technologii i nowej organizacji ruchu w ograniczonej przestrzeni gospodarczej, środowiskowej i społecznej. Innowacje ogniskowane są na zwiększeniu sprawności i funkcjonalności systemów transportowych, zmniejszeniu zapotrzebowania energetycznego, rozwoju transportu na różnych poziomach, powszechnym stosowaniu inteligentnych systemów zarządzania czy wręcz na rozwoju logistyki nowej generacji skuteczniej selekcjonującej i optymalizującej powstawanie potrzeb transportowych<sup>32</sup>. Mechanizm przymusu ekonomicznego, wyrażający się celowością wprowadzania optymalnych rozwiązań poprzez oddziaływanie na zachowania producentów i konsumentów usług transportowych działających w warunkach konkurencji, determinuje wpływ rynku na innowacyjność. Widoczne jest

29 W. Downar, *Budowanie sieci relacji...*, s. 106–107.

30 *Ibidem*, s. 109–110.

31 M. Kaup, D. Łozowicka, *Wpływ innowacji na efektywność...*, s. 183–184.

32 J. Burniewicz, *Perspektywa innowacyjna...*, s. 51–52.



to tak w sferze produkcji (nowe rodzaje i źródła napędu, technologie i formy oraz organizacja przewozu; na poziomie jakościowym zaś w postaci nowych procesów i produktów), jak i wymiany dóbr oraz usług (integracja techniczno-technologiczna łańcuchów transportowych, ich wkomponowanie w logistyczne koncepcje zarządzania przy zastosowaniu rozwiązań IT)<sup>33</sup>. Integracja ta, traktowana powszechnie jako zdolność ludzi, systemów lub produktów do bezkolizyjnego i kompatybilnego współdziałania przy świadczeniu usług użytkownikom, jest cechą produktów lub systemów, których funkcjonalność odbywa się bez zakłóceń<sup>34</sup>. W logistyce winna być kojarzona z pojęciem interoperacyjności, której ramy to uzgodnione podejście, przewidziane dla organizacji pragnących współdziałać ze sobą na rzecz wspólnego świadczenia usług. Wykazują one zbiór wspólnych elementów (słownictwo, koncepcje, zasady, strategie, wytyczne, zalecenia, normy, specyfikacje i praktyki)<sup>35</sup>. Każdy z tych czynników, istotnych dla sformułowania warunków zapewniających interoperacyjność, musi uwzględniać wzajemne powiązania między kluczowymi bytami, jakimi są dane, informacja i wiedza. Ich relacje w najbardziej rozpowszechnionym rozumieniu tych pojęć przedstawione są w hierarchii trójpoziomowej. Na najwyższym poziomie umieszcza się dane będące nośnikami informacji rozumianych jako dane podlegające interpretacji. Wiedza pozyskiwana jest z informacji wymagającej odpowiedniego znaczenia i rozumienia, czyli semantyki, przy uwzględnieniu wiedzy istniejącej już wcześniej<sup>36</sup>. Integracja stwarza warunki do ujednolicania celów działania w odniesieniu do zaopatrzenia, produkcji i dystrybucji. Sprzyja to integrowaniu podejmowanych czynności i ich kontroli, co z kolei przekłada się na zmniejszanie ewentualnego ryzyka, a ponadto stanowi źródło generujące nowe sposoby wykorzystania narzędzi i techniki, przyczyniając się do innowacyjności<sup>37</sup>. Zaprezentowane podejście wydaje się potwierdzać, że wiedza i jej mobilność to istotny warunek osiągania wysokiego poziomu innowacyjności w sieci. Mobilność, a więc łatwość, z jaką wiedza jest pozyskiwana i dzielona pomiędzy organizacjami wchodzącymi w skład sieci, zależy od potencjału i możliwości absorpcji wiedzy wewnątrz organizacji oraz od relacji zewnętrznych, dzięki którym wiedza ta zostanie pozyskana<sup>38</sup>. Budowanie potencjału absorpcji oraz tworzenie relacji zewnętrznych okazują się kluczowymi obszarami zarządzania. Są także wyzwaniem tak dla

33 A. Grzelakowski, *Rynek transportowy jako stymulator innowacyjności...*, s. 129–130.

34 M. Kowalewski, B. Kowalczyk, B. Chojnacki, H. Parapura, *Interoperacyjność inteligentnych systemów transportowych*, „Telekomunikacja i Techniki Informatyczne” 2012, nr 1/2, s. 40.

35 Europejskie ramy interoperacyjności dla europejskich usług użyteczności publicznej. COM (2010) 744 final. Bruksela, 16.12.2010 r., s. 7 (wersja online), [https://www.csioz.gov.pl/fileadmin/user\\_upload/projekty/europejskie\\_ramy\\_interoperacyjnosci\\_5770d331809d9.pdf](https://www.csioz.gov.pl/fileadmin/user_upload/projekty/europejskie_ramy_interoperacyjnosci_5770d331809d9.pdf) (dostęp: 29.05.2018).

36 G. Bliźniuk, *O kilku warunkach zapewniających interoperacyjność systemów informacyjnych i informatycznych*, „Biuletyn Instytutu Systemów Informatycznych” 2009, nr 1(3), s. 13–14.

37 D. Kisperska-Moroń, *Wpływ tendencji integracyjnych na rozwój zarządzania logistycznego*, Wydawnictwo Uczelniane Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 1999, s. 44–45.

38 W. Downar, *Budowanie sieci relacji...*, s. 111.

integratora, jak i dla poszczególnych partnerów w sieci. Osiągnięciu wysokiego poziomu innowacyjności nie sprzyja blokada przepływu wiedzy w granicach poszczególnych organizacji. Doskonałym narzędziem zapewnienia i podnoszenia jej mobilności jest właśnie interoperacyjność.

Trzy wskazane przez T. Skjoett-Larsena, C. Thernøe'a i C. Andresena<sup>39</sup> poziomy współpracy w łańcuchu dostaw – podstawowy, rozwojowy i zaawansowany – prowadzą do uzyskania odmiennych efektów. Pierwszy, podstawowy to usprawnienie wymiany informacji i redukcja kosztów transakcyjnych. Skutki te wiążą się ze stosunkowo wysokim kosztem, podczas gdy efektywność współpracy pozostaje względnie niska. Wartością dodaną na poziomie rozwojowym (drugim) jest uzyskanie wyższej jakości usługi. Sprawniejsze, bardziej precyzyjne dostawy, w połączeniu z wymianą informacji, sprzyjają zwiększeniu sprzedaży i stwarzają możliwość bardziej efektywnego wykorzystania własnego potencjału. Ostatni, najwyższy poziom partnerstwa wymaga wzajemnej aktywnej koordynacji. Tylko wówczas możliwe jest zsynchronizowanie procesów marketingowych i planowania, a w konsekwencji – rozwój. Wywołanie wymiany informacji, opinii i wniosków z realizacji procesów skutkuje podniesieniem poziomu wiedzy, innowacyjności oraz kompetencji uczestników sieci<sup>40</sup>, co towarzyszy wdrażaniu interoperacyjnych rozwiązań.

Jednym z zasadniczych powodów generowania i implementowania nowych koncepcji w transporcie jest z pewnością niewystarczająca efektywność szeregu elementów systemu transportowego jako ogniw łańcucha dostaw. Jest to dostrzegalne w działaniach służących chociażby zwiększeniu zdolności przepustowej, nośności, ograniczeniu barier formalnoprawnych, ale także poprawie jego relacji z otoczeniem poprzez zwiększenie dostępności przestrzennej i czasowej, podniesienie jakości usług oraz ograniczenie uciążliwości środowiskowej. Zadaniem nowych technologii jest poprawa bezpieczeństwa, wydajności i niezawodności sieci. Rosnąca dostępność danych, możliwych do generowania w czasie rzeczywistym, wraz z nowymi podejściami do zarządzania popytem i do mobilności pozwalają w sposób znacząco efektywniejszy korzystać z istniejącego systemu transportowego. Wykorzystując pojawiające się rozwiązania technologiczne, możemy poprawić funkcjonowanie tej sieci, wspierając jej żywotność i wydajność ekonomiczną. Efektem innowacji powinno być zaoferowanie użytkownikowi nowej generacji usługi. Udana innowacja może zatem obejmować środek transportu nowej generacji, jej infrastrukturę, nową technikę sterowania ruchem, rozwiązanie w zakresie poprawy bezpieczeństwa, zmniejszania uciążliwości ekologicznej bądź społecznej<sup>41</sup>. Sprzyjają temu istniejące mankamenty współczesnych rozwiązań transportowych, za sprawą których tworzy się od podstaw nowe podsystemy transportowe, a ich znaczenie rozumie się jako składowe szerszego

39 T. Skjoett-Larsen, C. Thernøe, C. Andresen, *Supply Chain Cooperation: Theoretical Perspectives and Empirical Evidence*, „International Journal of Physical Distribution and Logistics Management” 2003, Vol. 33, No. 6, s. 531–549.

40 W. Downar, *Budowanie sieci relacji...*, s. 112–113.

41 <https://www.cmap.illinois.gov/2050/mobility/transportation-technology> (dostęp: 29.02.2020).

systemu logistycznego obsługującego procesy gospodarcze. Postrzeganie działalności gospodarczej przez pryzmat rozbudowanych sieci zależności i powiązań istniejących w wielorakich układach w ramach przedsiębiorstwa pomiędzy przedsiębiorstwami, ale także pomiędzy przedsiębiorstwami a klientami i innymi podmiotami otoczenia (a więc sieci) stanowi – obok koncepcji czasu – drugą, kluczową przesłankę rozwoju logistyki<sup>42</sup>. Istotą, na której opiera się ta ostatnia, są właściwe relacje. Jej celem jest realizacja wielowarstwowej i wielopłaszczyznowej koordynacji współpracy pożądaney z punktu widzenia efektywności przepływu zasobów. Ich funkcja sprowadza się do zabezpieczenia racjonalnego wykorzystania nakładów niezbędnych do zapewnienia obsługi jednostek (podmiotów) wymagających tych zasobów na odpowiednim poziomie. Logistyka posiada więc funkcje integracyjne, związane z efektem synergii, dostrzegalnej w łańcuchach przepływów zaopatrzenia i dystrybucji<sup>43</sup>.

Rynek transportowy, wchodzący w skład rynku usług logistycznych, pełni szereg funkcji dla wszystkich uczestników procesu wymiany usług transportowych<sup>44</sup>, m.in.:

- kształtuje wzajemne relacje,
- formuje ogół relacji ekonomicznych i – fragmentarycznie – finansowych,
- współtworzy korelacje techniczno-technologiczne między systemem transportowym a jego otoczeniem,
- współokreśla formy powiązań między sektorem transportu a innymi rodzajami rynków, np. towarowymi, rynkami pracy.

Jako mechanizm efektywnej realizacji popytu i kreowania potrzeb transportowych rynek towarowy jest podstawowym stymulatorem szeroko rozumianej innowacyjności w transporcie. Musi to być jednak mechanizm sprawny i skuteczny, bazujący na sile konkurencji stanowiącej dźwignię przymusu ekonomicznego i wyznacznik postępu na płaszczyźnie funkcjonalnej (techniczno-technologicznej, organizacyjnej). Ze specyfiki działalności transportowej wynika, że każda zmiana jakościowa produktu wymaga modyfikacji w procesie produkcji, ta zaś wynika najczęściej z zastosowania innowacji na poziomie operacyjnym. Inny zakres proinnowacyjnych rozwiązań w sferze rynku transportowego sprowadza się do reorganizacji tradycyjnego modelu funkcjonowania rynków transportowych w segmencie usług świadczonych przez zarządców infrastruktury. Rolę generatora nowego, przejrzystego w swej strukturze i funkcjach modelu organizacji rynku transportowego może pełnić polityka transportowa<sup>45</sup>. Wymaga to, by w wyniku decyzji, przyjmowanych na

42 M. Chaberek, *Logistyka – zarządzanie logistyczne – zarządzanie logistyką*, „Gospodarka Materialowa i Logistyka” 2000, nr 9, s. 199.

43 M. Chaberek, *Makro- i mikroekonomiczne aspekty wsparcia logistycznego*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2002, s. 16.

44 A. Grzelakowski, *Rynek transportowy jako stymulator innowacyjności...*, s. 129–130.

45 Pomimo wielu inicjatyw podejmowanych w UE transport intermodalny przez długi czas pozostawał niekonkurencyjny względem transportu drogowego. Do zasadniczych barier ograniczających jego rozwój zaliczano: zbyt niską efektywność funkcjonowania terminali intermodalnych, brak ujednoliconych, interoperacyjnych systemów wymiany danych

poziomie politycznym, następowało wdrażanie przejrzystych, możliwie najbardziej funkcjonalnych formuł organizacji i zarządzania rynkiem transportowym, opartych na modelu organizacji rynków przemysłów sieciowych<sup>46</sup>.

## 2.3. Logistyczny wymiar procesów gospodarczych

Przyjmując, że istotą logistyki jest sterowanie procesami przepływu wszelakich zasobów w ramach organizacji, należy konstatować, że jej podstawowe zadanie stanowi zatem integrowanie tych przepływów oraz optymalizacja kosztów ich realizacji. Koordynacja i kierowanie współpracą pomiędzy poszczególnymi ogniwami mają znaczenie zwłaszcza w obliczu stałego wzrostu zakresu zagadnień towarzyszących procesom przepływu<sup>47</sup>. Integracja zaś, będąca celem logistyki, jest szczególnie ważna w sferze przepływów, również międzynarodowych, istotnych z punktu widzenia badań. Dotyczy ona wszystkich aspektów procesu przemieszczania, tak w zakresie samego urzeczywistnienia, jak i optymalizacji w oparciu o kryterium czasu, a także kosztów realizacji, powiązań przestrzennych czy zapewnienia pożądanego poziomu obsługi. Optymalizacja następuje na poziomie operacyjnym i strategicznym. Stąd też integracja w ujęciu logistycznym rozumiana jest w aspekcie przedmiotowym (integrowanie strumieni zasobów i samych funkcji logistycznych) oraz podmiotowym (integrowanie funkcji logistycznych poszczególnych jednostek w ramach przedsiębiorstwa, pomiędzy przedsiębiorstwami oraz systemami społeczno-gospodarczymi)<sup>48</sup>. Integracja procesów logistycznych stwarza możliwość lepszego planowania inwestycji, które z kolei wpływają na usprawnienie przepływu dóbr. Sprzyjają temu działania w zakresie interoperacyjności. Dostrzegalny we współczesnych procesach zwiększający się dostęp do informacji będzie decydował o źródłach przewagi konkurencyjnej wielu firm (w tym wirtualnych). Ma to związek m.in. ze specyficznymi umiejętnościami ich liderów, a także ze zdolnością do kreowania rynków, które jeszcze nie istnieją<sup>49</sup>. W sferze działań gospodarczych występują szerokie spektra

---

w łańcuchach międzygałęziowych, niewystarczającą zdolność obsługową, niesatysfakcjonujący czas trwania operacji przeładunkowych, brak kompatybilności taboru i wyposażenia do obsługi jednostek intermodalnych, niewystarczający zakres nowoczesnych systemów informacyjnych dla klientów terminali. Zob. J. Wronka, *Innowacyjne rozwiązania w transporcie intermodalnym – wybrane przykłady najlepszych praktyk*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego” 2010, nr 603, „Ekonomiczne Problemy Usług”, nr 59, s. 277.

46 *Ibidem*, s. 137.

47 M. Chaberek, *Makro- i mikroekonomiczne aspekty...*, s. 15.

48 *Ibidem*, s. 33.

49 H. Brdulak, M. Ciesielski, *Konkurencyjność firm w łańcuchu dostaw*, [w:] J. Wojtczak (red.), *Logistics 2000: Wyjść naprzeciw logistycznym wyzwaniom XXI wieku*, Polski Kongres Logistyczny,

przepływów zasobów, czego koordynacja w ramach podmiotu i pomiędzy podmiotami musi dotyczyć wszelkich zasobów.

Zmianom, z którymi mamy do czynienia w tradycyjnych modelach prowadzenia biznesu, jak również w organizacji i funkcjonowaniu procesów gospodarczych, towarzyszy powstawanie nowych układów podmiotów rynkowych. Stanowią one wynik szeregu zjawisk na płaszczyźnie zarządzania, zwłaszcza zaś globalizacji gospodarowania, rozwoju informatyki czy powstawania zależności polityczno-społecznych i gospodarczych. Szeroko rozumiana internacjonalizacja zwiększa znaczenie logistyki w sferze międzynarodowej. Przepływy, wkraczając w sferę transgraniczną i transkontynentalną, przekraczają także granice stref odmiennych praktyk, wartości, struktur i modeli zarządzania. Naturalnym i oczywistym wydaje się zatem wniosek, że realny rozwój koncepcji otwartej gospodarki globalnej nie jest możliwy bez urzeczywistnienia narzędzi i rozwiązań logistycznych determinujących współczesne łańcuchy dostaw, które w tym samym czasie nie mogą ewoluować bez nowych rozwiązań logistycznych, a więc tzw. łańcuchów logistycznych.

W literaturze można spotkać wielorakie definicje pojęcia „łańcuch dostaw”. Bywa on rozumiany jako sieć organizacji zaangażowanych poprzez powiązania z dostawcami i odbiorcami w różne procesy i działania, które tworzą wartość w postaci produktów i usług dostarczanych ostatecznym konsumentom<sup>50</sup>. Zdaniem M.C. Cooper i L.M. Ellram<sup>51</sup> łańcuch dostaw to nic innego jak integrująca filozofia zarządzania całym przepływem w kanale dystrybucji od dostawcy do ostatecznego klienta. Z kolei A. Kawa<sup>52</sup>, bazując na analizie podejść wielu autorów, zdefiniował interesującą nas kategorię jako przepływ rzeczy (surowców, materiałów, półproduktów, produktów gotowych), informacji i środków finansowych poprzez sieci przedsiębiorstw, będących względem siebie dostawcami i odbiorcami. Przepływ ten dotyczy też dostaw do klienta ostatecznego. Łańcuch dostaw może obejmować wszystkie przepływy od początku tworzenia wartości do finalnego użytkownika, ale także mniejszy (wybrany) zakres przepływu. Niemniej istota systemu logistycznego obsługi procesów gospodarczych (będących procesami głównymi) i wymiany handlowej odbywa się w ramach łańcuchów towarowych. Każdy z nich obsługiwany jest w rzeczywistości przez odpowiedni łańcuch logistyczny. W podejściu M. Chaberka mianem łańcucha dostaw określa się systemową jedność łańcucha towarowego i powiązanego z nim łańcucha logistycznego<sup>53</sup>.

---

Poznań 1–2 czerwca 2000. Materiały kongresowe, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2000, s. 138.

50 M. Christopher, *Logistics and Supply Chain Management: Strategies for Reducing Costs and Improving Service*, Financial Times – Prentice Publishing, London 1998, s. 14.

51 J.J. Coyle, E.J. Bardi, C.J. Langley Jr., *Zarządzanie logistyczne*, PWE, Warszawa 2002, s. 30.

52 A. Kawa, *Konfigurowanie łańcucha dostaw: teoria, instrumenty i technologie*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań 2011, s. 12.

53 J. Doński-Lesiuk, *Nowy Jedwabny Szlak. Transport kolejowy w obsłudze logistycznej*, Wydawnictwo CeDeWu, Warszawa 2020, s. 54.

Niezależnie od przyjętej definicji, z punktu widzenia oceny innowacyjności łańcuchów dostaw, istotne jest, że współczesne łańcuchy mają w większości charakter globalny. Wynika to z faktu, że miejsca pozyskiwania surowców, ich przetwarzania, montażu gotowych produktów, jak również centra magazynowania, dystrybucji oraz ośrodki konsumpcji rozkładają się przestrzennie na wiele krajów. Łańcuchy logistyczne, zapewniające obsługę logistyczną łańcuchów towarowych, stają się skomplikowaną przestrzenią działalności gospodarczej o złożonych uwarunkowaniach. Cel owej aktywności polega na sprawnym, efektywnym i skutecznym zorganizowaniu oraz wykonaniu pełnej gamy funkcji logistycznych, warunkujących zaistnienie, a także prawidłowe funkcjonowanie łańcuchów towarowych (lokalnych i transnarodowych). Pomijając znaczenie funkcji koordynujących i zarządczych, związanych z przebiegiem samego procesu wytwórczego, obsługa logistyczna globalnych łańcuchów towarowych wymaga stosowania coraz to efektywniejszych, zoptymalizowanych, innowacyjnych rozwiązań.

Brak homogeniczności otoczenia biznesowego, z czym mamy do czynienia na różnych obszarach, determinuje konieczność zastosowania wiedzy specjalistycznej z zakresu odmiennych procesów biznesowych, która jest niezbędna dla efektywnego zarządzania międzynarodowym łańcuchem dostaw, co można wyprowadzić z podejścia D. Longa<sup>54</sup>. Wzrost zarówno aktywności międzynarodowej przedsiębiorstw, zwłaszcza zaś rozszerzanie stref pozyskiwania surowców, jak i ekspansji dystrybucyjnej na nowe rynki zbytu był czynnikiem sprawczym swoistej kompilacji procesów logistycznych, projektowania znacznie bardziej zaawansowanych metod zarządzania logistycznego czy wreszcie złożonych jak na ówczesne warunki łańcuchów dostaw. Zacieśnianie współpracy pomiędzy podmiotami zaangażowanymi w podprocesy procesu obsługi logistycznej międzynarodowych łańcuchów dostaw, integracja funkcji zarządzania w poprzek korporacji, jak również wzrost znaczenia powiązań geograficznych łączących przedsiębiorstwa i odbiorców ich produkcji stanowiły kluczowe elementy zmian, które zachodziły w funkcjonowaniu podmiotów rynku światowego końca XX i początku XXI w.<sup>55</sup> Zapewnienie właściwych relacji w układzie rachunek ekonomiczny–bezpieczeństwo–środowisko naturalne–oczekiwania (korzyści) klienta stają się centralnym czynnikiem skutecznej obecności na rynku. Jednocześnie nie da się ich osiągnąć bez zastosowania rozwiązań innowacyjnych tak na etapie kreowania, jak i wdrażania działań. Warto odnotować, że u niektórych autorów postulowane jest odrzucenie paradygmatu innowacji produkcyjnych. Wynika to zapewne z rosnącego znaczenia usług. Przesunięcie punktu ciężkości w kierunku zintegrowanego paradygmatu innowacji przemysłowych i usługowych systemu innowacyjnego wydaje się uprawnione,

54 D. Long, *International Logistics. Global Supply Chain Management*, Kluwer Academic Publishers, Norwell 2004, s. 11.

55 P.P. Dornier, R. Ernst, M. Fender, P. Knavelis, *Global Operation and Logistics*, John Wiley & Sons, New York 1998, s. 9.



wszak – jak wskazują badania – funkcje produkcyjne i usługowe współistnieją, znajdują się w strefie wzajemnego wpływu i tworzą system innowacyjny<sup>56</sup>.

Skoro wszelkie powiązania ekonomiczne pomiędzy poszczególnymi obszarami geograficznymi przybierają od strony rzeczowej postać przepływu towarów i usług oraz czynników produkcji, to warunkiem realizacji przepływów jest istnienie lub powstanie niezbędnych ku temu warunków. Brak komplementarności poszczególnych obszarów pod względem gospodarczym oraz wysoki stopień ograniczeń definiowanych przez politykę ekonomiczną (cła, ograniczenia ilościowe itp.) stanowią zatem istotną przeszkodę w realizacji przepływów, będących podstawą istnienia kanałów logistycznych. Bariery naturalne (np. odległość, właściwości przestrzeni) za sprawą rozwoju techniki i innowacyjności stają się coraz łatwiejsze do przezwyciężenia, choć niezmiennie mogą generować dodatkowe koszty. Z ekonomicznego punktu widzenia zasadniczą rolę odgrywają jednak czynniki warunkujące przepływ towarów i usług oraz kapitału i siły roboczej – komplementarność oraz brak istotnych przeszkód ze strony polityki ekonomicznej<sup>57</sup>.

Skuteczność polityki gospodarczej wymaga zastosowania planowania uwzględniającego różne warianty oddziaływania na sferę społeczno-gospodarczą. Planowanie gospodarcze, rozumiane jako świadome i systematyczne przetwarzanie informacji o charakterze ekonomicznym i technicznym oraz konstruowanie wewnętrznie spójnych koncepcji strategii działania (uwzględniające występowanie ograniczeń i uwarunkowań) pod kątem optymalnego osiągnięcia wyznaczonych celów<sup>58</sup>, przestaje być domeną władz państwowych. W coraz większym stopniu wykazują się nim organizacje o charakterze ponadnarodowym, które w warunkach globalizacji podejmują się misji regulacyjnej i prób kreowania polityki gospodarczej o zasięgu międzynarodowym. W warunkach globalizacji, wobec upowszechniania się „nowej gospodarki”, na etapie planowania gospodarczego zmieniające się uwarunkowania (ekonomiczno-społeczne, polityczne, środowiskowe) nabierają szczególnego znaczenia. W praktyce obejmują one niejednokrotnie rekomendacje, opinie czy wręcz oczekiwania wielkich korporacji bądź organizacji ponadnarodowych, mających wpływ na sferę gospodarczą w skali ogólnosiwiatowej. Działania w zakresie budowy nowego typu gospodarki opartej na wiedzy i innowacjach wytyczają nowe kierunki rozwoju. Wymagają jednocześnie zastosowania nowych metod działania w sferze gospodarczej oraz uwzględnienia nowych form oddziaływania na sferę społeczną i polityczną. Koncepcje kreowania takiego typu gospodarki stają się dominującą strategią rozwoju gospodarczego XXI w.<sup>59</sup>

56 Por. J. Howells, *Innovation and Services: New Conceptual Framework*, CRIC Discussion Paper No. 38, August 2000, [https://www.researchgate.net/publication/246477886\\_Innovation\\_Services\\_New\\_Conceptual\\_Frameworks](https://www.researchgate.net/publication/246477886_Innovation_Services_New_Conceptual_Frameworks) (dostęp: 4.03.2020); R. Evangelista, G. Sirilli, *Measuring Innovation in Services*, „Research Evaluation” 1995, No. 5(3), s. 207–215.

57 J. Doński-Lesiuk, *Sfera polityczna jako determinanta integracji kanałów logistycznych. Przypadek Rosji po aneksji Krymu*, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka” 2019, nr 10, s. 157.

58 B. Winiarski, *Polityka ekonomiczna a planowanie gospodarcze*, [w:] B. Winiarski (red.), *Polityka gospodarcza*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006, s. 91.

59 A.J. Kukuła, *Gospodarka oparta na wiedzy...*, s. 571–572.

O ile dość powszechny wydaje się pogląd, że warunkiem osiągnięcia wysokiego stopnia integracji jest zapewnienie swobody przepływu towarów i czynników produkcji, o tyle zastosowanie rozwiązań formalnoprawnych zmierzających do liberalizacji handlu i transferu czynników produkcji nie może być utożsamiane z rzeczywistym wprowadzeniem integracji. Wynika to z faktu, że jej istota tkwi głębiej w sferze procesów ekonomicznych, a nie jedynie w sferze środków polityki gospodarczej. Ponadto, oprócz swobodnego przepływu towarów i czynników produkcji, integracja wymaga ustanowienia organów ponadnarodowych (tzw. koncepcja instytucjonalna). Obok powiązań rzeczowych uwzględnia się również te o charakterze instytucjonalnym. Mogą one występować w postaci wyspecyfikowanych dziedzin podlegających unifikacji lub być domyślnie zawarte w określaniu zintegrowanego obszaru jako „pewnego organizmu gospodarczego”. Zaliczanie powiązań instytucjonalnych do istoty integracji w niektórych sytuacjach wynika z obserwacji rzeczywistego przebiegu procesów integracyjnych, a nie tylko z przesłanek czysto teoretycznych. Rozwój rzeczowych powiązań ekonomicznych pomiędzy poszczególnymi obszarami jest uwarunkowany określonymi relacjami natury formalnoprawnej. Integracja gospodarcza musi obejmować nie tylko zespolenie istniejących na poszczególnych obszarach mechanizmów rynkowych, ale także elementy koordynacji, kontroli i unifikacji środków polityki ekonomicznej w skali całego obszaru. Do tego rodzaju powiązań instytucjonalnych można zaliczyć np. umowy handlowe, międzynarodowe systemy rozliczeń, koordynację określonych dziedzin polityki ekonomicznej, wprowadzenie wspólnych dla całego obszaru jednostek gospodarczych czy instytucji społeczno-ekonomicznych. Charakter więzi zależy zarówno od warunków polityczno-ustrojowych, jak i od stopnia zaawansowania procesów integracyjnych. Jednocześnie formy więzi instytucjonalnych mogą ulegać zmianom w czasie i przestrzeni, co następuje w wyniku rozwoju czynników politycznych i ekonomicznych<sup>60</sup>.

## 2.4. Współczesne znaczenie przepływów towarowych

W 2018 r. Chiny czwarty rok z rzędu były największą gospodarką świata. Według danych Międzynarodowego Funduszu Walutowego wartość wytworzonej produkcji sięgała w tym państwie 25,3 trylionu USD, stanowiąc 19% światowego PKB. Unia Europejska zajęła drugie miejsce, generując 22 biliony dolarów. Chiny i UE wytworzyły wspólnie 35% światowej produkcji gospodarczej<sup>61</sup>. Dane te uzasadniają istotę

60 J. Doński-Lesiuk, *Sfera polityczna jako determinanta...*, s. 157–158.

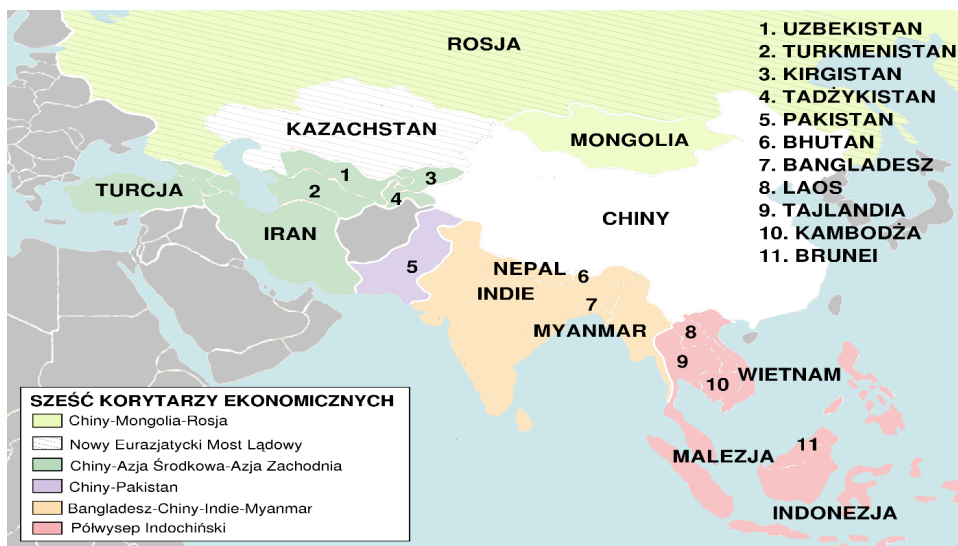
61 <https://www.thebalance.com/world-s-largest-economy-3306044> (dostęp: 9.03.2020). Trzy największe światowe gospodarki, do których – poza ChRL i UE – zaliczyć należy Stany Zjednoczone (wartość produkcji na poziomie 20,5 biliona USD), odpowiadają łącznie za 50% światowej gospodarki.



i znaczenie łączących te dwie gospodarki przepływów towarowych. W odniesieniu do zagadnienia korytarzy transportowych obsługujących wymianę gospodarczą Chin i UE nie sposób pominąć kwestii projektu *One Belt, One Road*, utożsamianego błędnie skądinąd z bardzo modnym określeniem *Nowy Jedwabny Szlak*. Inicjatywa ta jest *de facto* strategią gospodarczą władz chińskich, skoncentrowaną na – poza inwestycjami w infrastrukturę transportową – zaangażowaniu w sferę nieruchomości i budownictwa, energetyki oraz w rynek żelaza i stali. W dziedzinie transportu obejmuje kilka kierunków ekspansji i korytarzy<sup>62</sup>, a mianowicie:

- eurazjatycki most lądowy, łączący zachodnią część Chin z europejską częścią Rosji (przez Kazachstan),
- Chiny–Mongolia/Mandżuria–Rosja (część azjatycka),
- Chiny–Azja Środkowa–Turcja,
- Chiny–Azja Południowo-Wschodnia (Singapur),
- Chiny–Mjanma–Bangladesz–Indie,
- Chiny–Pakistan,
- morski szlak wodny Chiny–Singapur–Ocean Indyjski–Morze Śródziemne.

Kierunki, w których w ramach koncepcji *One Belt, One Road* ma być realizowana ekspansja, zostały zobrazowane na rysunku 2.2.



**Rysunek 2.2.** Udział krajów azjatyckich w implementacji strategii *One Belt, One Road*

**Źródło:** opracowanie własne na zlecenie JDL CONSULTING Jakub Doński-Lesiuk.

Gospodarki pasów i korytarzy odpowiadają za niemal 40% światowego eksportu globalnego (dane z 2017 r.), a ich udział wzrósł pięciokrotnie od 2000 r. Eksport

62 *One Belt One Road. New opportunities in China and beyond*, China Britain Business Council, s. 9.

z krajów Azji Południowo-Wschodniej, Azji Środkowej i Europy stanowi obecnie ponad 80% eksportu obszaru OBOR<sup>63</sup>. We wspomnianym wcześniej modelu Portera tzw. koszyk konsumencki zależy m.in. od poziomu rozwoju kraju i tradycjonalizmu kupujących. Poza podkreśleniem roli państwa jako źródła stanowienia prawa, Porter odnotowywał poziom konkurencji gospodarek. Gdyby spróbować przeanalizować pozycję wybranych państw poprzez pryzmat posiadanych zasobów, inwestycji, innowacyjności, to na etapie czerpania bogactwa z posiadanych zasobów można by wskazać m.in. Rosję, z produkcji i przyciągania inwestycji-kapitału z pewnością Chińską Republikę Ludową, z innowacyjności zaś Japonię, Tajwan czy Stany Zjednoczone. Taki podział jest dużym uproszczeniem, a dodatkowo okazuje się problematyczny, kiedy próbujemy do jakiejś z jego kategorii bezpośrednio zaklasyfikować poszczególne kraje: Rosja coraz prężniej zabiega o inwestorów, chociaż nadal siłą napędzającą jej gospodarkę pozostają surowce, a w Chinach rozwój technologiczny stał się jednym z priorytetów polityki Komunistycznej Partii Chin<sup>64</sup>. W tym ostatnim państwie polityka proeksportowa wraz z polityką proinnowacyjną umożliwiły uzyskanie ponadprzeciętnego i długotrwałego wzrostu gospodarczego. Co charakterystyczne, pozyskane za sprawą handlu zagranicznego środki w znacznym stopniu reinwestowano, zasilając kolejne przedsięwzięcia biznesowe. Procesy inwestycyjne proporcjonalnie wdrażano pomiędzy sektor publiczny i prywatny, co jest znamienne nawet na tle porównawczym względem państw wysoko rozwiniętych.

Skoro, jak wiadomo, koszty procesów transportowych stanowią istotną część nakładów w logistyce, infrastruktura transportu determinuje zaś zdolność tworzenia łańcuchów logistycznych, a więc i jakość usług logistycznych, to oczywistym jest, że poziom obsługi logistycznej łańcuchów towarowych na linii Europa-Chiny zależy od stanu infrastruktury logistycznej. Jednym z istotnych czynników likwidacji dysproporcji w rozwoju regionalnym jest podejmowanie działań zmierzających do wzrostu gospodarczego w regionach. Wśród podstawowych jego wymogów znajduje się odpowiednia dostępność transportowa, której rola w kształtowaniu atrakcyjności inwestycyjnej wynika m.in. z obniżenia kosztów transportu materiałów (w tym tych niezbędnych do produkcji), zmniejszenia kosztów dystrybucji oraz usprawnienia kontaktów pomiędzy kontrahentami. Zapewnienie odpowiedniego poziomu dostępności transportowej, która zależy od dostępności i stopnia rozwoju infrastruktury, stanowi konieczny warunek rozwoju społeczno-gospodarczego.

Wielopłaszczyznowość zróżnicowania kontynentu eurazjatyckiego wynika z odmienności geograficznej, rozmaitych systemów politycznych obowiązujących w poszczególnych krajach, a także z występujących różnic społecznych i – oczywiście

63 *Belt and Road Economics. Opportunities and Risks of Transport Corridors*, World Bank 2019, s. 13.

64 K. Waligóra, *Determinanty rozwoju państw BRICS w aspekcie międzynarodowej konkurencyjności*. Rozprawa doktorska złożona na Wydziale Ekonomii i Zarządzania Uniwersytetu w Białymstoku, Białystok 2019, s. 52, [https://repozytorium.uwb.edu.pl/jspui/bitstream/11320/8587/1/K\\_Waligora\\_Determinanty\\_rozwoju\\_panstw\\_BRICS.pdf](https://repozytorium.uwb.edu.pl/jspui/bitstream/11320/8587/1/K_Waligora_Determinanty_rozwoju_panstw_BRICS.pdf) (dostęp: 4.03.2020).

– różnorodnego stanu rynku gospodarczego i poziomu rozwoju ekonomicznego. Między innymi z tych względów, omawiając i analizując przesłanki brane pod uwagę przy projektowaniu i budowie przestrzennego układu lądowych korytarzy transportowych, trzeba mieć na uwadze, że wszystkie one znajdują odbicie w realnie tworzonemu transportowym zagospodarowaniu Eurazji<sup>65</sup>. Pojęcie korytarza transportowego pozostaje niejednoznaczne i bywa w różny sposób definiowane. Z jednej strony wyjaśnia się je w sposób bardzo ogólny, jako „strefę geograficzną, przez którą przechodzą znaczące potoki ruchu”<sup>66</sup>, z drugiej strony postrzega się je bardziej szczegółowo, objaśniając przykładowo, że „korytarz transportowy jest elementem narodowej lub międzynarodowej sieci transportowej, obsługującym zasadniczą część przewozów (tak towarowych, jak i pasażerskich) pomiędzy regionami geograficznymi łącznie ze środkami transportu i urządzeniami zlokalizowanymi na stacjach, służącymi obsłudze ładunków obsługiwanych także przez inne (wspomagające) gałęzie transportu, jak również technologiczną i organizacyjno-prawną bazę, pozwalającą łącznie wykonywać przewozy po danym korytarzu. Korytarz transportowy stanowi część międzynarodowego systemu logistycznego”<sup>67</sup>. W praktyce jednak pojęcie „korytarz” stosuje się także w odniesieniu do kierunków, na których budowa drogi transportowej (np. linii kolejowej) pozostaje w sferze planów. O funkcjonowaniu korytarza transportowego decyduje zatem nie tylko istnienie infrastruktury, ale również skala odbywających się przez niego przewozów<sup>68</sup>.

Większość prognoz odnoszących się do obsługi przepływów pomiędzy Azją a Europą opiera się na założeniu, że transport kolejowy może obsłużyć jedynie kilka procent ogólnego wolumenu towarów między Azją i Europą. Nie jest adekwatną gałęzią transportu w odniesieniu do surowców czy nieprzetworzonych metali, jak również większości towarów przemysłowych. Kolej predysponowana została do przewozu dóbr o wysokiej wartości i kapitałochłonności. Tym samym odsetek wartości towarów przewożonych transportem kolejowym pomiędzy Chinami a UE będzie wyższy niż udział w wolumenie przewożonych towarów. Transport kolejowy stanowi rozwiązanie pośrednie pomiędzy powolnym, masowo dostępnym transportem morskim a szybkim, lecz drogim frachtem lotniczym. Przeciętny czas przewozu towarów z jednego terminalu do drugiego drogą lotniczą wynosi 5–9 dni, kolejową zaś 15–19 dni<sup>69</sup>. Dystans dzielący wybrzeże Morza Wschodniocchińskiego z Europą Zachodnią środki transportu

65 Z. Krasucki, *Transport w Eurazji i przesłanki jego rozwoju w warunkach gospodarki globalnej*, [w:] *Globalizacja. Szanse. Zagrożenia. Perspektywy*, „Zeszyty Naukowe WSB w Poznaniu” 2009, nr 23, s. 249.

66 K. Fiedorowicz, *Korytarze transportowe jako przedmiot analizy planistycznej*, „Przegląd Komunikacyjny” 1990, nr 4–5.

67 S.A. Kropiwiencewa, *Organizacija mieždunarodnyh gruzowyh pierewozok. Uczebnoje posobieje*, Samarski Uniwersytet Państwowy im. S. Korolowa, Samara 2015, s. 51.

68 T. Komornicki, *Potoki towarowe polskiego handlu zagranicznego a międzynarodowe powiązania transportowe*, „Prace Geograficzne” 2000, nr 177, s. 10.

69 J. Jakóbowski, K. Popławski, M. Kaczmarski, *Kolejowy Jedwabny Szlak. Połączenia kolejowe UE–Chiny: uwarunkowania, aktorzy, interesy*, „Prace OSW” 2018, nr 72, s. 5–6.

morskiego, korzystające z korytarza prowadzącego przez Morze Południowochińskie, Cieśninę Malakka, Ocean Indyjski i Kanał Sueski, pokonują w zależności od mocy od 29 (megastatki) do 42 dni<sup>70</sup>. Konkurencyjność transportu kolejowego istotnie wzrasta w przypadku lokalizacji oddalonych od portów morskich.

Tempo przemian rynkowych jest na tyle szybkie, że w wielu branżach przedsiębiorstwa gotowe są zapłacić stawkę nieco wyższą od frachtu morskiego, aby zyskać na czasie. Kolej może być atrakcyjna dla części towarów obsługiwanych dotychczas transportem lotniczym, o ile nieco dłuższy czas dostaw okaże się akceptowalny.

## 2.5. Innowacyjność w podejściu do obsługi przepływów transeurazjatyckich

Od kilku lat mówi się o wzroście znaczenia Północnej Drogi Morskiej (zwanej także Przejściem Północno-Wschodnim). Szlak ten, wiodący wzdłuż północnych wybrzeży Rosji, od Karskich Wrót do Cieśniny Beringa, stanowi najkrótsze morskie połączenie Europy i Dalekiego Wschodu. W porównaniu ze szlakiem tradycyjnym skraca dystans o 1/3 (czas przejścia na poziomie 22 dni). Faktem jest, że zmieniające się warunki klimatyczne, zwłaszcza zaś kurczenie się pokrywy lodowej Oceanu Arktycznego, stwarzają predyspozycje do intensyfikacji handlowego wykorzystania Północnej Drogi Morskiej. W ostatnich latach liczba dni w roku, podczas których możliwa była żegluga, wynosiła np. w 2015 r. – 124 dni, a w 2016 r. – 133 dni. Władze rosyjskie wydawały coraz więcej zezwoleń dla statków komercyjnych chcących skorzystać z przejścia<sup>71</sup>. Dynamika wzrostu liczby statków kursujących Północną Drogą Morską<sup>72</sup> odzwierciedla tendencje wynikające z deklaracji władz chińskich. W 2015 r. ogłosiły one, że skłonne są przekierować na tę magistralę morską do 10–15% produktów eksportowanych do Europy (ich wartość może sięgnąć zatem 350 mld USD)<sup>73</sup>. Jednocześnie w ocenie rosyjskich ekspertów przewozy Północną

70 Megastatki przewożące do 20 000 TEU pływają ze średnią prędkością 15 węzłów, dzięki czemu odległość dzielącą Szanghaj i Rotterdam pokonują w 27–30 dni.

71 W 2010 r. zaledwie cztery zezwolenia, w 2012 r. – 46, w 2013 r. – 372, w 2015 r. – 672, w 2016 r. – 688 zezwoleń (w tym 136 dla statków zagranicznych). W 2016 r. 15 statków (w tym cztery zagraniczne) pokonało trasę bez wejść do portów. Jednocześnie od 2019 r. w miejsce zezwolenia wymagane jest wcześniejsze zgłoszenie zamiaru wykorzystania Północnej Drogi Morskiej przez statki pod zagraniczną banderą, zob. <https://www.interfax.ru/russia/640154> oraz <https://www.gazeta.ru/army/2019/03/06/12226447.shtml> (dostęp: 9.03.2020).

72 <https://neftegaz.ru/news/view/154643-Severnyj-morskoy-put-idet-na-rekord.-Obem-gruzovyh-perevozok-v-2016-g-mozhet-prevysit-6-mln-t> (dostęp: 9.12.2017).

73 J. Smirnowa, *SevMorPut: Kak Rossija zawojuet Arktiku*, [www.gazeta.ru/business/2015/09/20/7767083.shtml](http://www.gazeta.ru/business/2015/09/20/7767083.shtml) (dostęp: 24.09.2015).

Drogą Morską w 2020 r. sięgną ok. 20–25 mln ton, w 2030 r. zaś 65–70 mln ton<sup>74</sup>. W przestrzeni publicznej występują także znacznie bardziej optymistyczne plany, zgodnie z którymi przewozy te już w roku 2024 mogą wynieść 77–80 mln ton<sup>75</sup>.

Innowacyjnym podejściem do funkcjonujących korytarzy logistycznych, obsługujących rosnące przepływy towarowe pomiędzy Azją a Europą, jest z pewnością akcentowanie znaczenia Leny – największej rosyjskiej rzeki, wpadającej do Morza Łaptiewów, stanowiącego część Oceanu Arktycznego. W literaturze znaczenie Leny jako ogniwa w systemie transportowym dotyczy raczej jej istnienia jako poważnej bariery w przewozach pomiędzy Syberyjskim Okręgiem Federalnym (obwód irkucki) a Dalekowschodnim Okręgiem Federalnym (obwód magadański, Czukocki Obwód Autonomiczny, Kraj Kamczacki). Ograniczenia wynikające z braku przeprawy przez Lenę w okolicach Jakucka – stolicy autonomicznej Republiki Sacha (Jakucja) – stanowią, co naturalne, oczywistą barierę w przewozach wewnątrz samego okręgu dalekowschodniego, jednak ograniczają możliwości przewozów z Kraju Zabajkalskiego i obwodu amurskiego w kierunku północy i północnego wschodu. Obecnie średnio przez 152 dni w roku przewozy do Jakucka ma szansę realizować wyłącznie transport lotniczy. Poza tym okresem przewozy towarów żeglugą śródlądową do Republiki Sacha (Jakucja) sięgają 1,25 mln ton. Od lipca 2019 r., dzięki przekazaniu do eksploatacji odcinka od stacji Tommot<sup>76</sup>, infrastruktura transportu kolejowego dociera do miejscowości Niżnyj Bestjach leżącej na południe od Jakucka, znajdującego się na lewym brzegu Leny. Budowa mostu drogowo-kolejowego przez rzekę (3,1 km) wraz z dojazdami (10,9 km), co według szacunków ma wynieść 1,3 mld USD<sup>77</sup> i zakończyć się do 2025 r., znacząco zmieni sytuację w regionie. Nastąpi to nie tylko poprzez zwiększenie dostępności transportowej potężnego obszaru, ale także za sprawą ograniczenia o ok. 3% kosztów transportu (przewidywany spadek corocznych wydatków na ten cel powinien sięgać 58 mln USD)<sup>78</sup>.

Ukończenie budowy przeprawy mostowej spowoduje bez wątpienia wzrost znaczenia Jakucka jako węzła skupiającego wszystkie gałęzie transportu. Sprzyjać to będzie urzeczywistnieniu idei uruchomienia alternatywnego korytarza łączącego Chiny z europejską częścią Rosji i Europą, których bazę zaczął stanowić przewozy intermodalne. Ładunki kierowane od granicy chińsko-rosyjskiej lub mongolsko-rosyjskiej, przewożone transportem kolejowym przez Tyndę (węzeł kolejowy na Magistrali Bajkalsko-Amurskiej) i Neriungri do Jakucka, mogłyby być następnie kierowane ku Północnej Drodze Morskiej rzeką Leną. Podejście dopuszczające potencjał alternatywnego lądowo-śródlądowo-morskiego czy – innymi słowy

74 *Міжрегіональні економічні зв'язи і економічна інтеграція регіонів*, [w:] E.L. Lisiecki, W.G. Głuszkowa (red.), *Регіональна економіка*, Moskwa 2017, s. 368.

75 <https://www.rbc.ru/rbcfreeneews/5caae8fb9a7947a1408a7e87> (dostęp: 10.03.2020).

76 <http://ysia.ru/otkrytie-passazhirskogo-soobshheniya-ot-stantsii-nizhnij-bestyah/> (dostęp: 10.03.2020).

77 <https://www.kommersant.ru/doc/4162858> (dostęp: 10.03.2020).

78 *Ibidem*.

– kolejowo-żeglugowego korytarza obsługującego przewozy transeurazjatyckie nie jest, pomimo rosnącego wzrostu znaczenia przewozów intermodalnych, szczególnie popularne w literaturze. Wątek potencjalnego wzrostu znaczenia Leny odnaleźć można jedynie w pojedynczych publikacjach z ostatnich lat<sup>79</sup>. Stąd też pojawia się uzasadniony wniosek, że może on być traktowany albo jako przejaw megalomanii i egocentryzmu rosyjskiego, albo też jako potencjalny nowy korytarz logistyczny, który pozostaje zupełnie niedostrzegany. W ocenie autora niniejszego rozdziału po 2025 r., tj. po wdrożeniu do eksploatacji projektu infrastrukturalnego związanego z całoroczną przeprawą w rejonie Jakucka, będziemy obserwować istotny wzrost znaczenia połączenia kolejowego Tynda–Tommot–Niżnyj Bestjach (Jakuck) oraz intensyfikację ruchu statków z kontenerami w dół Leny. Stanie się to wynikiem popularyzacji takiego rozwiązania na gruncie rosyjsko-chińskiej współpracy transportowej, podobnie jak ma to miejsce w przypadku zmiany optyki kierowania przepływów, które towarzyszą rosyjskim inwestycjom w porcie Sabetta<sup>80</sup> i dostrzegane są na poziomie polityki transportowej Kazachstanu posiadającego dostęp do Zatoki Obkiej poprzez Toboł i Irtysz zasilające Ob.

Stan wzrostu zapotrzebowania na usługi transportowe w naturalny sposób generuje potrzebę optymalizacji funkcjonujących korytarzy, ale również kreowania i wdrażania nowych kanałów logistycznych. Korytarz lądowo-żeglugowy, angażujący Lenę, poza tym, że z ekonomicznego punktu widzenia stanowi interesującą alternatywę względem istniejących kierunków przepływów, wpisuje się w nurt rozwiązań proekologicznych (wykorzystanie atutów przyrodniczych rzeki, dających możliwość obsługi statków żeglugi wielkiej). Takie rozumienie istoty kreowania alternatywnych połączeń transportowych pozostaje zgodne z tendencjami do innowacyjności w logistyce, przez co wydaje się nieuniknione.

79 H. Zepp-LaRouche, M. Billington, R. Douglas, *The New Silk Road Becomes The World Land-Bridge*, „Executive Intelligence Review” 2014, s. IV.12; P.W. Kurienkow, *Razwitiye Severnogo morskogo puti kak ważniejszego mirowogo morskogo koridora*, [w:] S. Nowikow (red.), *Transport i Logistika v Arktike. Almanach*, Moskwa 2015, s. 84–85.

80 <https://www.arctictoday.com/kazakhstan-looks-to-the-arctic-for-a-new-trade-route/> (dostęp: 10.03.2020).





## Rozdział 3

# Potencjał elektromobilności w zakresie innowacyjnych rozwiązań systemowych

Dokonujący się na świecie proces transformacji elektromobilności i elektroenergetyki, obejmujący w szczególności budowę systemów energetyki rozproszonej z rosnącym udziałem odnawialnych źródeł energii (OZE), rozwój mobilnych magazynów energii oraz nowoczesnych systemów pomiaru i sterowania, jest jednym z najważniejszych trendów gospodarczych, społecznych i politycznych współczesnego świata. Przegląd wyników licznych badań i analiza wielu projektów pozwalają sformułować pogląd, że implementacja inteligentnych systemów ładowania pojazdów okazuje się kluczowa dla rozwoju konkurencyjnego rynku energii elektrycznej, którego aktywnymi uczestnikami będą pojazdy elektryczne. Wdrożenie planów zarządzania dostępem do infrastruktury ładowania pojazdów elektrycznych – zamiast, jak dotychczas, pozostawiania pod tym względem całkowitej swobody ich użytkownikom – może przyczynić się do poprawy niezawodności systemu. Jednocześnie dwukierunkowy przepływ energii elektrycznej dzięki technologii „pojazd–sieć” stwarza możliwość znacznego zwiększenia udziału OZE w ogólnym koszyku wytwarzania energii.

Wprowadzenie proponowanych rozwiązań będzie wymagać dostępności odpowiedniej infrastruktury telekomunikacyjnej, która umożliwi centralne zarządzanie stacjami ładowania na podstawie informacji o aktualnym obciążeniu sieci i dostępności energii odnawialnej. Potrzebne może się także okazać dostosowanie regulacji prawnych. To jednak przede wszystkim właściciele pojazdów elektrycznych powinni mieć świadomość, że oprócz wymiernych korzyści finansowych inteligentne ładowanie samochodów wiąże się też z potrzebą akceptacji pewnych ograniczeń, jakie nakłada na nich to rozwiązanie.

Integracja systemów elektromobilności i elektroenergetycznego może stanowić przełom w urealnieniu wizji zrównoważonej energii. Niewątpliwie jest interesującym rozwiązaniem o dużym potencjale rozwoju, które będzie ewoluowało wraz z postępującą technologią cyfrowych, wyznaczając kolejne obszary badań.



Głównym celem analiz, których wyniki zaprezentowano w niniejszym rozdziale, jest ocena potencjału rozwiązań systemowych na rzecz integracji pojazdów elektrycznych z siecią elektroenergetyczną.

### 3.1. Wpływ innowacji na kształtowanie koncepcji elektromobilności

Sposób, w jaki organizowana jest mobilność, zmienia się dzięki nowym technologiom, modelom biznesowym i wzorcom mobilności. Zakłócają one modele biznesowe transportu konwencjonalnego oraz tradycyjny przemysł motoryzacyjny, dostarczając nowych możliwości w zakresie mobilności. Rozwiązania cyfrowe niosą ze sobą ogromny potencjał w zakresie optymalizacji systemu transportowego i otwierają przed działaniami produkcji oraz usług nowe możliwości. Wspomagają również integrację transportu z systemem elektroenergetycznym i zwiększają skuteczność działań w obszarze mobilności.

Przełom XX i XXI w. przyniósł ogromne nasilenie procesów innowacyjnych w transporcie oraz szybkie ich rozprzestrzenianie. Globalne rozwiązania w dziedzinie technologii, nauki i innowacji kreują zmianę podejścia do transportu. Obecnie ulega ono przekształceniu, a tradycyjne granice między pojazdem, infrastrukturą i użytkownikiem stają się coraz mniej wyraźne. W tym kontekście w literaturze przedmiotu coraz częściej można spotkać się z pojęciem „mobilność”. Najogólniej oznacza ono zdolność do poruszania się, a zwłaszcza do szybkiego przemieszczania się. Często zamiennie stosowane są określenia „mobilność” i „ruchliwość”. Mobilność przybiera jednak szersze znaczenie niż tylko fizyczna możliwość przemieszczania się osób lub ładunków, gdyż można ją również rozumieć jako zdolność do sprawnego, elastycznego działania<sup>1</sup>. W terminologii transportowej „mobilność” oznacza skłonność do zmiany miejsca przebywania i ściśle wiąże się z pokonywaniem przestrzeni. Realizowana jest przez różnego rodzaju transport przy wykorzystaniu dostępnych środków w odpowiedzi na powstające i zmieniające się potrzeby w tym zakresie. Należy jednak podkreślić, że mobilność nie stanowi synonimu transportu, który w najbardziej ogólnym ujęciu oznacza przemieszczanie się środkami lokomocji. Mobilność bowiem to możliwość nie tylko dotarcia do miejsc, w których człowiek chce się znaleźć, ale także podjęcia przez podróżnego decyzji o czasie i celu podróży w oparciu o informacje pozwalające na jej optymalizację<sup>2</sup>. Środki transportu nie

1 A. Ciastoń-Ciulkin, *Nowa kultura mobilności – istota i ujęcie definicyjne*, „Transport Miejski i Regionalny” 2016, nr 1, s. 5.

2 H. Rogall, *Ekonomia zrównoważonego rozwoju. Teoria i polityka*, Wydawnictwo Zysk i S-ka, Poznań 2010, s. 23.

znajdują się więc w centrum uwagi, w dużej mierze z powodu zwiększonej łączności i automatyzacji – to użytkownik w większym stopniu staje się najważniejszym elementem coraz bardziej elastycznego i zintegrowanego systemu mobilności.

Dyskusja nad przyszłością rozwoju systemu mobilności, wyborem jego modelu, określeniem instrumentów działania i sposobów realizacji dotarła do ważnego momentu, jakim było zaakceptowanie w maju 2018 r. trzeciego pakietu „Łącząc Europę”<sup>3</sup>. W przyjętym dokumencie wyszczególniono działania, które Komisja Europejska zamierza podjąć na rzecz rozwoju niskoemisyjnej mobilności z zachowaniem zasad i procedur zrównoważonego rozwoju. Plan transformacji skoncentrowano na wspieraniu inicjatyw w trzech kluczowych obszarach<sup>4</sup>:

- wykorzystania technologii cyfrowych i poprawie efektywności systemu mobilności,
- promowania i wdrażania rozwiązań technologicznych w zakresie stosowania innowacyjnych paliw i energii elektrycznej oraz nowych usług mobilności,
- przyspieszenia innowacyjności systemu mobilności i konwersji w kierunku pojazdów o niskiej i zerowej emisji.

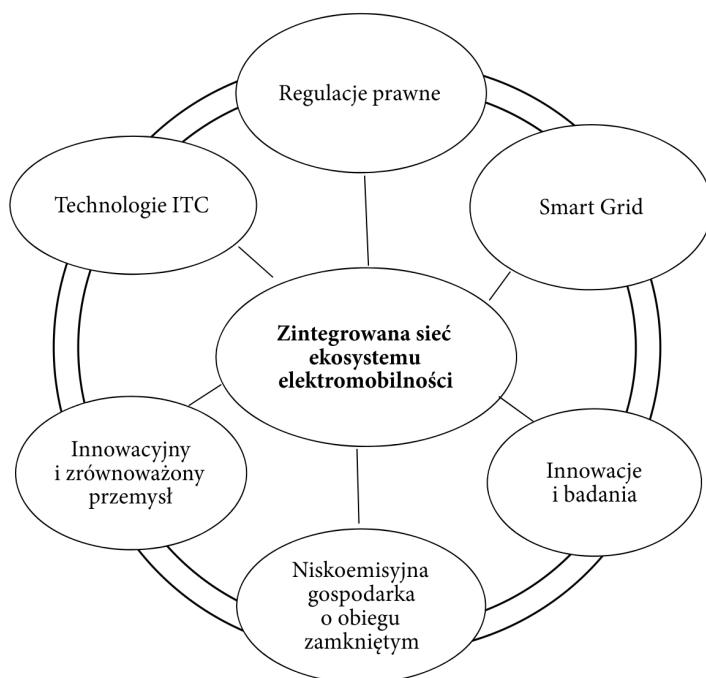
W strategii rozwoju konkurencyjnego i niskoemisyjnego transportu coraz powszechniejsze zastosowanie będą miały pojazdy z napędem elektrycznym, wyposażone w ogniwa baterii (ang. *Battery Electric Vehicle*, BEV), i autonomiczne, wdrażane na gruncie gospodarki opartej na technologii, nauce i innowacji, z wykorzystaniem instrumentów aplikowanych równolegle w kilku powiązanych ze sobą obszarach. Rozwój rynku pojazdów elektrycznych (ang. *Electric Vehicle*, EV) w dużym stopniu uwarunkuje zintegrowane planowanie i inwestowanie w infrastrukturę, aby wyposażyć drogi w pełni interoperacyjne urządzenia ładujące. Wdrażane rozwiązania będą efektem synergii między systemem transportowym, elektroenergetycznym oraz przemysłem elektromobilności, prowadząc do tworzenia nowych form instytucji w postaci sieciowych powiązań (ang. *networks*) podmiotów publicznych i niepublicznych<sup>5</sup>. Oznacza to przejście z obecnych fragmentarycznych sieci transportowych do zintegrowanej sieci, funkcjonującej zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju (rys. 3.1). Efektywność jej funkcjonowania wymaga współpracy wszystkich podmiotów na różnych poziomach, tj. instytucji UE, państw członkowskich, władz miejskich i lokalnych, przemysłu oraz partnerów społecznych. Krytycznym wyznacznikiem sukcesu tej współpracy jest konsekwentne wsparcie finansowe ze strony

3 *Europa w ruchu. Zrównoważona mobilność dla Europy: bezpieczna, połączona i ekologiczna*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, COM(2018) 293, Bruksela 2018, s. 2–19.

4 *Europejska strategia na rzecz mobilności niskoemisyjnej*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, COM(2016) 501, Bruksela 2016, s. 2.

5 U. Motowidlak, *Koncepcja public governance w polityce Unii Europejskiej na rzecz rozwoju konkurencyjnego i niskoemisyjnego transportu*, „Studia i Prace Kolegium Zarządzania i Finansów” 2018, z. 166, s. 97.

wszystkich uczestników ekosystemu elektromobilności na rzecz rozwoju rynku pojazdów elektrycznych. Transformacja systemu mobilności w kierunku rozwiązań bezemisyjnych jest jednym z priorytetów strategii UE. W okresie programowania 2014–2020 z budżetu Funduszu Spójności i Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego przeznaczono 70 mld EUR na transport, w tym 39 mld EUR na rozwój mobilności niskoemisyjnej w ramach Europejskiego Funduszu na rzecz Inwestycji Strategicznych<sup>6</sup>. Ponadto badania i projekty wdrożeniowe zostały objęte wsparciem finansowym w wysokości 6,4 mld EUR w ramach programu Horyzont 2020<sup>7</sup>.



**Rysunek 3.1.** Zintegrowana sieć ekosystemu mobilności

**Źródło:** opracowanie własne.

Proces przechodzenia na elektromobilność rozpoczął się już na całym świecie, a jego tempo nabrało wyraźnego przyspieszenia. Rozwój elektryfikacji transportu samochodowego zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju jest wyzwaniem o charakterze globalnym, wspólnym dla coraz większej liczby państw i miast na świecie. Kreuje światowy popyt na przyjazne dla środowiska i zgodne z potrzebami społeczeństwa produkty, technologie oraz nowe modele biznesowe, tworząc tzw.

6 [https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/docs/pages/initiative\\_10\\_mobility\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/docs/pages/initiative_10_mobility_en.pdf) (dostęp: 15.01.2020).

7 *Horizon 2020 – Funding areas*, <https://ec.europa.eu/inea/en/horizon-2020> (dostęp: 15.01.2020).

efekty sieciowe. Stanowią one wartość dodaną w sferze gospodarowania i zarządzania przemysłami sieciowymi<sup>8</sup>. Ekosystem elektromobilności staje się obszarem wielowymiarowej międzynarodowej konkurencji: tradycyjne napędy będą konkurowały z tymi alternatywnymi, auta z kierowcą zaczną rywalizować z autonomicznymi, użytkownicy samochodów staną zaś przed wyborem pomiędzy posiadaniem a korzystaniem. Do głównych czynników determinujących rozwój elektromobilności zalicza się<sup>9</sup>:

- nowe technologie przyczyniające się do poprawy efektywności baterii,
- nowe petrochemiczne i chemiczne materiały zmniejszające wagę pojazdu,
- systemy sterowania napędem elektrycznym,
- politykę kształtującą system podatków i regulacji,
- nowe wzorce mobilności.

Ekosystem elektromobilności jest więc powiązany z szeroko rozumianą branżą motoryzacyjną, przemysłem naftowym, chemicznym i energetyką, przez co generuje liczne efekty sieciowe.

Synergia pojazdów EV i sieci elektroenergetycznej zmienia pionierską wizję rozwoju elektromobilności i otwiera drogę do stosowania nowych modeli biznesowych. Wpisuje się w szerokie ujęcie innowacji, polegające na rozwiązywaniu problemów dających kompleksową nowość, zgodnie z definicją sformułowaną przez P.R. Whitfielda, M. Haffera czy E.M. Rogersa<sup>10</sup>. Oprócz funkcji transportowej, pojazdy wyposażone w ogniwa baterii mogą pełnić rolę mobilnych magazynów energii zintegrowanych z siecią. Technologia dwukierunkowego przepływu energii pojazd-sieć (ang. *Vehicle to Grid*, V2G) oraz system inteligentnego ładowania pojazdów elektrycznych (ang. *Smart Charging*) stwarzają ogromne możliwości w zakresie zwiększenia stabilizacji systemu elektroenergetycznego i poprawy jego efektywności<sup>11</sup>. W toczącej się dyskusji dotyczącej przyszłych systemów elektromobilności i elektroenergetycznego implementacja rozwiązań systemowych może przyczynić się do pojawienia się w przyszłości zintegrowanego, bezemisyjnego systemu mobilności i energii elektrycznej, bazującego na energii odnawialnej.

Koncepcja zintegrowanych systemów elektromobilności i elektroenergetycznego wpisuje się w ogólne trendy rozwoju, występujące na świecie i w UE. Dotyczą one przede wszystkim<sup>12</sup>:

- 
- 8 A.S. Grzelakowski, *Infrastruktura transportu jako czynnik rozwoju systemu logistycznego w UE*, „Logistyka” 2013, nr 6, s. 174.
  - 9 A. Czyżewski, *Ekosystem elektromobilności*, <https://energia.rp.pl/nowa-energia/elektromobilnos> (dostęp: 22.01.2020).
  - 10 J. Sikora, A. Uziębło, *Innowacja w przedsiębiorstwie – próba zdefiniowania*, „Zarządzanie i Finanse” 2013, t. 2(2), s. 354–355.
  - 11 K. Clement-Nyns, E. Haesen, J. Driesen, *The Impact of Charging Plug-in Hybrid Electric Vehicles on a Residential Distribution Grid*, „IEEE Transactions on Power Systems” 2010, No. 25(1), pp. 371–380.
  - 12 S. Kowalski, D. Różycki, *Strategiczna Agenda Badawcza jako mapa drogowa dla wdrożenia inteligentnych sieci energetycznych w Grupie TAURON*, [w:] H. Majchrzak (red.), *Smart Grid – Inteligentne Sieci*, PK ŚRE, Warszawa 2018, s. 88.

- zmiany podejścia do ochrony klimatu i środowiska, czyli wzrostu wymogów środowiskowych w zakresie wytwarzania energii, redukcji emisji oraz wdrażania zasad gospodarki cyrkularnej,
- rozwoju technologii odnawialnych źródeł energii, w szczególności źródeł wiatrowych i fotowoltaiki,
- magazynowania energii, w tym wykorzystania potencjału mobilnych magazynów energii pojazdów elektrycznych,
- postępującej dekarbonizacji, m.in. w wyniku zmniejszenia udziału paliw kopalnych w miksie energetycznym oraz rozwoju elektromobilności,
- poprawy efektywności energetycznej,
- wzrostu świadomości i decyzyjności odbiorców energii, w tym działań proefektywnościowych oraz zarządzania energią,
- rozwoju nowych technologii smart (cyfryzacja, Internet Rzeczy).

Zgodnie z podejściem OECD pojazdy EV są wyjątkową innowacją<sup>13</sup>, ponieważ w przeciwieństwie do innych rozwiązań na rzecz poprawy elastyczności nie zostały opracowane do obsługi systemu elektroenergetycznego. Jednak dzięki potencjałowi technologii V2G i *Smart Charging* stwarzają ogromne możliwości w zakresie zwiększenia stabilizacji systemu elektroenergetycznego i poprawy jego efektywności, pełniąc jednocześnie funkcje transportowe. Znaczne zwiększenie skali ich wdrażania stanowi ważne rozwiązanie dla systemu elektroenergetycznego, które może zapewnić wysoki udział energii odnawialnej. Dwukierunkowy przepływ energii pozwala na jej „zakup” w okresach niskiego zapotrzebowania, a następnie na jej „sprzedaż” do sieci w godzinach obowiązywania wyższej taryfy. W praktyce właściciele pojazdów EV, podłączając je do sieci, stają się aktywnymi uczestnikami rynku energii elektrycznej i mogą uzyskiwać z tego tytułu dodatkowy dochód. Dwukierunkowy przepływ energii zwiększa więc możliwości aplikacyjne pojazdów EV, które stają się platformą ciągłego i optymalnego zarządzania przepływami energii elektrycznej.

Wprowadzenie do sieci mobilnych magazynów energii ma szczególne znaczenie z punktu widzenia elastyczności systemów elektroenergetycznych, która oznacza ich zdolność do bilansowania podaży i popytu na energię elektryczną w stosunkowo krótkim okresie. Waga tego zagadnienia nabrała znaczenia wobec wzrostu udziału energii wytwarzanej ze źródeł odnawialnych (OZE), głównie z wiatru i Słońca, w bilansie energetycznym wielu państw. Rozwój OZE jest aktualnie jednym z zasadniczych celów polityki energetycznej i klimatycznej krajów członkowskich UE, a także wielu innych państw świata. Jednak dla sprawnego działania sieci stanowi on nadal duże wyzwanie. Wykorzystanie OZE wpływa wprawdzie pozytywnie na stan środowiska, stwarzając istotną alternatywę dla paliw kopalnych, ale jednocześnie zmienia funkcjonowanie sieci elektroenergetycznej, powodując konieczność rozwiązywania problemów związanych z bezpieczeństwem jej pracy oraz zapewnieniem wymaganej

13 Oslo Manual 2018: *Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation*, OECD, Eurostat, Paris-Luxembourg 2018.

przez odbiorców niezawodności i jakości zasilania. W warunkach rozwoju OZE znaczenia nabiera także problem utrzymania przystępnych cen energii elektrycznej. Dostęp do baterii pojazdów EV, tj. do mobilnych źródeł energii dzięki technologii „pojazd–sieć”, stwarza nowe możliwości ich wykorzystania. W takiej konfiguracji mogą one stać się elementem stabilizującym pracę sieci i zwiększającym jej elastyczność. Sprzyjają jednocześnie integracji OZE z siecią elektroenergetyczną oraz mają korzystny wpływ na funkcjonowanie infrastruktury dostaw energii elektrycznej.

Scenariusz współpracy pojazdów EV z siecią kreuje nowe podejście do zarządzania energią i przybliża do urzeczywistnienia koncepcji inteligentnego miasta (ang. *Smart City*). W tym kontekście inteligentne miasto zostało określone jako takie, które wykorzystuje technologie informacyjno-komunikacyjne w celu zwiększenia interaktywności i wydajności infrastruktury miejskiej oraz jej komponentów składowych, a także podniesienia świadomości mieszkańców<sup>14</sup>. W ujęciu funkcjonalnym będzie ono stanowić platformę cyfrową, która ułatwi synergii sieci fizycznych i wirtualnych (infrastruktury technicznej, interakcji interesariuszy i powiązań społecznych) oraz zapewni ich interoperacyjność, pozwalając na oferowanie nowych modeli biznesowych<sup>15</sup>.

Koncepcja *Smart City*, wspierana przez Komisję Europejską w ramach inicjatywy *European Smart Cities*, skoncentrowana jest na aspektach efektywności energetycznej i transportowej oraz na zastosowaniu w tych obszarach innowacyjnych rozwiązań teleinformatycznych. *Smart City* utożsamiane jest z miastem inteligentnej energii, czyli wysoce energooszczędnym i zasobooszczędnym, w coraz większym stopniu zasilanym przez odnawialne źródła energii, stosującym innowacyjne podejście do planowania strategicznego<sup>16</sup>. W koncepcji powstawania miast inteligentnej energii szczególną rolę przypisano innowacyjnym rozwiązaniom kreowanym przez dynamicznie rozwijający się system elektromobilności. Na podstawie dokonanego przez J. Pieriegud przeglądu ewolucji koncepcji mobilności miejskiej w XX i XXI w. można wnioskować, że trwa proces dynamicznej transformacji aktualnego modelu Mobilności 2.0 do Mobilności 3.0<sup>17</sup>. Zgodnie z obecnym poziomem wiedzy oraz dostępnymi rozwiązaniami technologicznymi i cyfrowymi koncepcja Mobilności 3.0 to model

14 J. Azkun (red.), *Smart Cities Study: International study on the situation of ICT, innovation and Knowledge in cities*, The Committee of Digital and Knowledge-based Cities of UCLG, Bilbao 2012.

15 J. Pieriegud, *Aglomeracje przyszłości: koncepcje i wyzwania*, [w:] J. Gajewski, W. Paprocki, J. Pieriegud (red.), *Mobilność w aglomeracjach przyszłości*, Publikacja Europejskiego Kongresu Finansowego, Sopot 2018.

16 *Strategia ramowa na rzecz stabilnej unii energetycznej opartej na przyszłościowej polityce w dziedzinie klimatu*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, COM(2015) 80 final, Bruksela 2015.

17 J. Pieriegud, *E-mobilność jako koncepcja rozwoju sektorów infrastrukturalnych*, [w:] J. Gajewski, W. Paprocki, J. Pieriegud (red.), *E-mobilność: wizje i scenariusze rozwoju*, Centrum Myśli Strategicznych, Sopot 2017, s. 16.

usieciowiony i współpracujący z systemem elektroenergetycznym (tab. 3.1). Jego urzeczywistnieniu sprzyjać będą innowacje systemowe, m.in. V2G i *Smart Charging*.

**Tabela 3.1.** Ewolucja koncepcji zintegrowanych systemów elektromobilności i elektroenergetycznego

<b>Wymiar</b>	<b>Model aktualny</b> Elektromobilność 2.0 Rozwój <i>Smart Grid</i>	<b>Model docelowy</b> Elektromobilność 3.0 <i>Smart Grid</i>
<b>Technologiczny</b>	Badania, projekty pilotażowe i wdrożeniowe w zakresie magazynowania energii i technologii napędu elektrycznego Rozwój technologiczny baterii Pierwsze projekty wykorzystujące zużyte baterie jako stacjonarne magazyny energii Przemysł 3.0	Pojazdy elektryczne mające możliwość magazynowania energii Technologia napędu w pełni zasilanego energią elektryczną Pojazdy autonomiczne z napędem elektrycznym Baterie o wydłużonej żywotności Przemysł 4.0
<b>Organizacyjny</b>	Rozwój infrastruktury sieciowej: transportowej, elektroenergetycznej i teleinformatycznej Inteligentne liczniki Systemy jednokierunkowej komunikacji pojazd–sieć (V1G) Ładowanie niekontrolowane pojazdów Ładowanie nocne Integracja z OZE <i>Smart City 2.0</i>	Zintegrowana infrastruktura sieciowa: transportowa, elektroenergetyczna, teleinformatyczna Inteligentne systemy energetyczne Inteligentne systemy ładowania pojazdów Systemy dwukierunkowej komunikacji: pojazd–sieć, pojazd–dom, pojazd–pojazd Dominacja OZE <i>Smart City 3.0</i>
<b>Spółeczny/ biznesowy</b>	Budowanie nowej kultury mobilności Wzrost świadomości w zakresie efektywnego ładowania pojazdów Rekonfiguracja modeli biznesowych w obszarze elektromobilności Linearny model elektromobilności	Nowa kultura mobilności Świadome ładowanie pojazdów (ładowanie sterowane) Mobilność jako usługa Nowe modele biznesowe w zakresie zarządzania cyklem życia baterii Elektromobilność o obiegu zamkniętym

**Źródło:** opracowanie własne.

Dokonujący się na świecie proces synergii elektromobilności i elektroenergetyki, obejmujący w szczególności budowę systemów energetyki rozproszonej z rosnącym udziałem OZE, może stanowić przełom w urealnieniu wizji zrównoważonej mobilności i energetyki.



### 3.2. Rozwój rynku pojazdów elektrycznych

Sektor transportu jest bardzo dominującym konsumentem energii, źródłem emisji CO<sub>2</sub> oraz zanieczyszczeń powietrza. Coraz większa świadomość ekologiczna, postęp technologiczny oraz wzrost cen ropy naftowej doprowadziły do zmian na rynku pojazdów i wzrostu zainteresowania napędem elektrycznym. Zwiększenie liczby pojazdów EV sprzyja realizacji celów polityki klimatycznej i poprawie bezpieczeństwa energetycznego. Podpisana podczas Szczytu Klimatycznego w Paryżu w grudniu 2015 r. deklaracja zakłada osiągnięcie do 2030 r. co najmniej 20% udziału pojazdów EV w globalnej flocie pojazdów ogółem<sup>18</sup>. Z kolei Międzynarodowa Agencja Energii (ang. *International Energy Agency*, IEA) w swoim dorocznym raporcie *Global EV Outlook 2019* prognozuje, że udział ten w 2030 r. wzrośnie do 30%. Pod tym względem wiodącą pozycję na świecie utrzymują Chiny z 57% udziałem w rynku pojazdów EV w 2030 r. W tym samym czasie w UE udział wspomnianych pojazdów w rynku sprzedaży nowych samochodów ma stanowić ok. 26%<sup>19</sup>.

Charakteryzujące się dużą efektywnością energetyczną oraz zerową lokalną emisją pojazdy EV są już dziś ekonomiczną alternatywą dla pojazdów spalinowych (ang. *Internal Combustion Engine Vehicle*, ICEV). Warunkiem ich upowszechnienia jest pokonanie przeciętnie kilkudziesięciu tysięcy kilometrów w skali roku<sup>20</sup>. Według danych IEA użytkowana w 2018 r. flota pojazdów EV wyemitowała 41 mln ton CO<sub>2eq</sub>, co jednocześnie oznacza oszczędności w wysokości 36 mln ton CO<sub>2eq</sub> w porównaniu do równoważnej floty pojazdów ICEV.

Wydarzeniem przełomowym upowszechniania elektromobilności było wprowadzenie na rynek w 2008 r. Tesli Roadster, pierwszego masowo produkowanego samochodu EV, wyposażonego w baterie litowo-jonowe<sup>21</sup>. Od tego momentu liczba tego typu pojazdów systematycznie wzrasta. Wynika to przede wszystkim z:

- postępu technologicznego w zakresie baterii (wzrost pojemności baterii, jej niższy koszt i spadek cen pojazdów EV, rosnący zasięg pojazdów EV),
- coraz większej synergii z niskoemisyjnymi technologiami produkcji energii elektrycznej,
- wsparcia ekonomiczno-politycznego,
- zmian regulacji prawnych,
- rosnącego zainteresowania konsumentów.

Występująca w ostatnich latach wysoka dynamika rozwoju rynku sprzedaży pojazdów EV nie słabnie. W 2015 r. przekroczona została bariera miliona zarejestrowanych

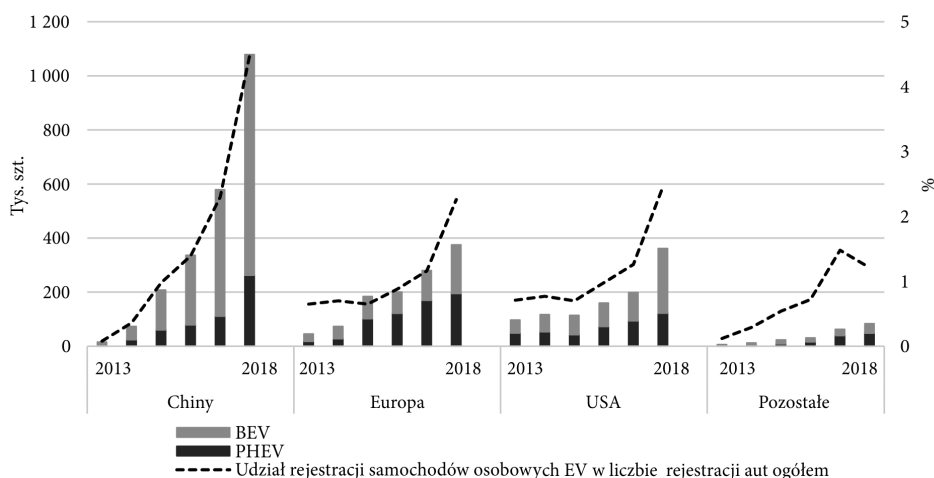
18 United Nations Conference on Climate Change COP 21, November 30 to December 11, Paris 2015.

19 *Global EV Outlook 2019*, IEA, 2019, s. 7.

20 W przypadku krótszych przejazdów niższy koszt użytkowania nie rekompensuje wyższego kosztu nabycia.

21 D. Sipiński, K. Bolesta, *Cicha rewolucja w energetyce. Elektromobilność w Polsce*, RESEARCH, „Polityka Insight” 2018, s. 18.

samochodów tego typu, w tym ok. 750 tys. aut zasilanych wyłącznie bateriami (BEV). W 2018 r. światowa flota pojazdów EV przekroczyła 5,1 mln sztuk, co oznaczało wzrost o ok. 2 mln w stosunku do stanu w 2017 r. Chiny wciąż pozostają największym rynkiem elektromobilności na świecie. Liczba pojazdów EV osiągnęła tam 2,3 mln sztuk w 2018 r. Kolejnymi rynkami z największą liczbą eksploatowanych pojazdów EV w 2018 r. były Europa (1,2 mln) i Stany Zjednoczone (1,1 mln). Z danych IEA wynika ponadto, że dynamika wzrostu sprzedaży pojazdów EV w Chinach w 2018 r. zwiększyła się dwukrotnie w stosunku do 2017 r., osiągając ponad 1,1 mln sztuk (rys. 3.2). Na rynku europejskim nadal dynamicznie rośnie liczba rejestracji EV, a światowym liderem wciąż pozostaje Norwegia, w której 46% nowych samochodów sprzedanych w 2018 r. stanowiły pojazdy EV.



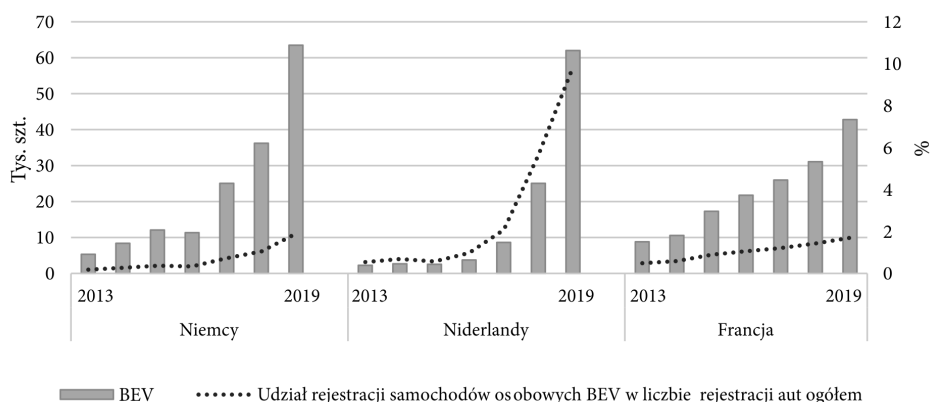
**Rysunek 3.2.** Sprzedaż samochodów osobowych EV (BEV i PHEV) i udział w liczbie rejestracji aut ogółem w wybranych regionach świata

**Źródło:** opracowano na podstawie *Global EV Outlook 2019*, IEA 2019, s. 212–214.

Liczba klientów UE decydujących się na zakup pojazdu EV systematycznie wzrasta. W 2019 r. zarejestrowanych zostało 459 387 sztuk pojazdów EV, czyli ponad 53% więcej niż w 2018 r. Najwięcej sprzedano w Niemczech z liczbą 108 839 sztuk (wzrost o 61% r/r), Wielkiej Brytanii z poziomem rejestracji 72 834 sztuk (+22% r/r) i Niderlandach – 66 957 sztuk (+146% r/r). Według statystyk Europejskiego Stowarzyszenia Producentów Pojazdów (ang. *The European Automobile Manufacturers' Association*, ACEA) rośnie dynamicznie liczba rejestracji pojazdów „czysto elektrycznych”<sup>22</sup>. W 2019 r. klienci UE nabyli 285 284 sztuk pojazdów BEV, co oznacza wzrost o 52% w porównaniu z 2018 r. Krajem, który posiadał największą liczbę rejestracji pojazdów BEV w 2019 r., były Niemcy ze sprzedażą 63 491 sztuk,

22 ACEA Report, *Vehicles in use Europe 2019*, ACEA 2019.

osiągając 75% wzrostu w stosunku do 2018 r. (rys. 3.3). Na drugim miejscu znalazły się Niemcy, rejestrując 62 056 pojazdów BEV, czyli prawie dwukrotnie więcej niż rok wcześniej. W pierwszej trójce państw członkowskich UE z najwyższą liczbą sprzedaży aut BEV znalazła się również Francja. W 2019 r. jej obywatele kupili 42 764 tych aut, tj. o 38% więcej w porównaniu z 2018 r.<sup>23</sup> Należy również zwrócić uwagę na znaczny postęp w zakresie rozwoju elektromobilności w krajach będących przedmiotem analizy. W 2013 r. jednej rejestracji samochodu BEV w Niemczech odpowiadało 555 rejestracji aut ICEV, a w 2019 r. wartość tych relacji wynosiła 52. W przypadku Francji wartość relacji plasowała się na poziomie 204 w 2013 r. i 58 w 2018 r. Najbardziej korzystne wartości odnotowano w Niderlandach, gdzie na jedną rejestrację samochodu BEV przypadało 185 rejestracji aut ICEV w 2013 r. i ok. 11 w 2019 r., co jest istotnym wynikiem jak na kraj o takiej wielkości.



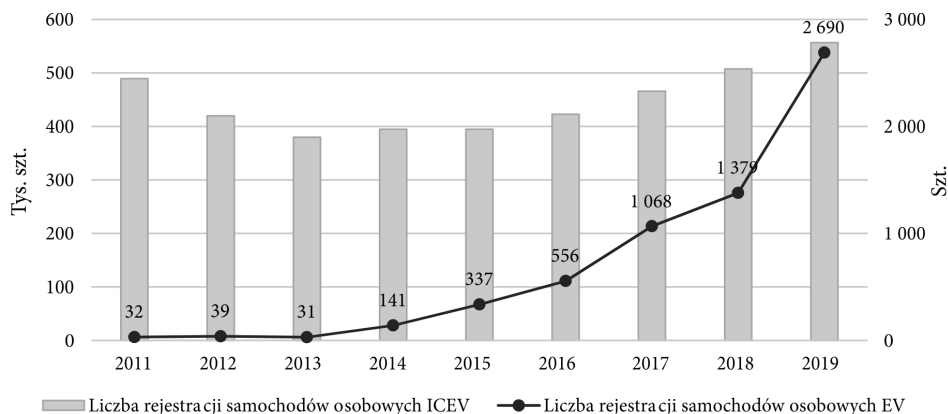
**Rysunek 3.3.** Sprzedaż samochodów osobowych BEV i udział w liczbie rejestracji aut ogółem w wybranych państwach członkowskich UE

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie ACEA Report, *Vehicles in use Europe 2019*, ACEA 2019; *Global EV Outlook 2019*, IEA 2019, s. 212–214.

W Polsce pierwsze rejestracje samochodów EV miały miejsce w 2011 r. W okresie 2011–2013 ich liczba kształtowała się średnio na poziomie ok. 30 sztuk rocznie. Jednak już w 2014 r. odnotowano 141 rejestracji samochodów EV, co zapoczątkowało wyraźny, rosnący trend (rys. 3.4). W 2017 r. liczba zarejestrowanych samochodów EV przekroczyła 1 000. W 2019 r. ich sprzedaż wyniosła 2 690 sztuk, w tym 1 490 aut typu BEV. Według danych Polskiego Stowarzyszenia Paliw Alternatywnych pod koniec stycznia 2020 r. w Polsce zarejestrowanych było 9 099 samochodów osobowych EV, z których 60% stanowiły pojazdy BEV (5 415 sztuk), a pozostałą część pojazdy typu

23 Rekord sprzedaży EV w Unii Europejskiej w 2019 roku, <https://napradzie.pl/2020/02/12/rekord-sprzedaży-ev-w-unii-europejskiej-w-2019-roku/> (dostęp: 15.02.2020).

*plug-in* (ang. *Plug-in Hybrid Electric Vehicles*, PHEV), liczące 3 684 egzemplarzy<sup>24</sup>. Nadal jednak w naszym kraju znacznie więcej rejestruje się nowych, a zwłaszcza używanych aut ICEV, co jednocześnie spowalnia rozwój rynku samochodów EV.



**Rysunek 3.4.** Rozwój rynku samochodów osobowych EV w Polsce

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie ACEA Report, *Vehicles in use Europe 2019*, ACEA 2019; *Global EV Outlook 2019*, IEA 2019, pp. 212–214; *Jak rozwija się polska elektromobilność?* Aktualny raport, <https://globenergia.pl/jak-rozwija-sie-polska-elektromobilnosc-aktualny-raport/> (dostęp: 22.01.2020).

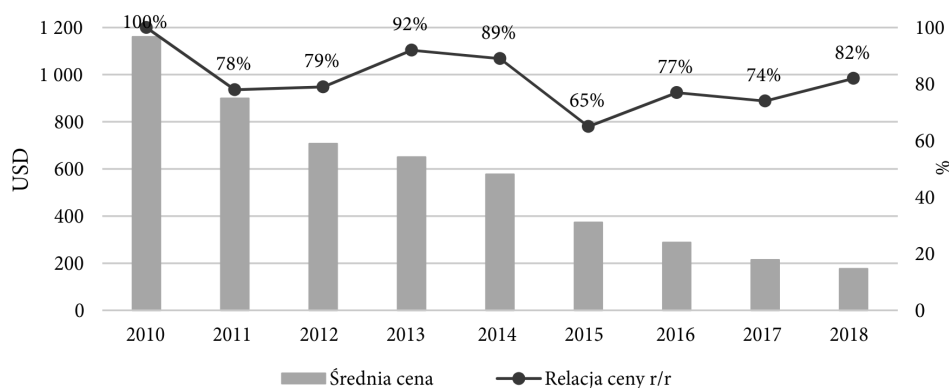
Wartości wskaźników rozwoju elektromobilności w Polsce znacznie odbiegają od wartości analogicznych wskaźników charakteryzujących kraje wiodące w zakresie tego rozwoju, chociaż dystans dzielący Polskę od tych państw wyraźnie się zmniejszył. W 2015 r. jednej rejestracji pojazdu EV w naszym kraju odpowiadało bowiem prawie 1 170 rejestracji pojazdów ICEV, podczas gdy w 2018 r. już 368. Relacja ta nadal jest jednak znacznie wyższa od analogicznej zależności cechującej UE oraz kraje najbardziej zaawansowane pod względem rozwoju elektromobilności. Dla UE wartość tego wskaźnika ukształtowała się na poziomie 55,4, a dla Norwegii wyniosła 2,3. Potwierdza to wiodącą pozycję tego kraju w zakresie rozwoju elektromobilności. Na jedną rejestrację pojazdu EV w tym państwie przypadały bowiem nieco ponad dwie rejestracje pojazdów ICEV. Wnioski wynikające z analizy świadczą o potrzebie intensyfikacji wysiłków na rzecz wsparcia rozwoju elektromobilności w Polsce. Rynek potrzebuje jasnych i czytelnych informacji dotyczących systemu wsparcia finansowego w perspektywie najbliższych lat. Bez stabilnej i przemyślanej polityki wobec samochodów elektrycznych rozwój rynku pojazdów elektrycznych może zostać spowolniony, pozostając na poziomie kilkuset nowych rejestracji rocznie.

Nieuchronność rozwoju elektromobilności sprawia, że światowi liderzy rynku motoryzacyjnego uwzględniają ten obszar w swoich strategiach rynkowych. Jednym

<sup>24</sup> <https://orpa.pl/licznik-elektromobilnosc-i-w-styczniu-bez-przelomu-na-polskim-ryнку-samochodow-elektrycznych/> (dostęp: 17.02.2020).

z zasadniczych założeń tych strategii jest prowadzenie prac badawczo-rozwojowych, których cel stanowi redukcja kosztów wytwarzania pojazdów EV i ich komponentów, co okazuje się kluczowe dla wzrostu sprzedaży pojazdów i ewolucji ekosystemu elektromobilności.

Postęp technologiczny zapewnia znaczne ograniczenie kosztów baterii (rys. 3.5). Obecnie są one bardzo droгим elementem składowym, stanowią bowiem ok. 1/3 ceny pojazdu. Oczekuje się, że do 2025 r. dzięki zmianie charakterystyk baterii nastąpi wzrost gęstości energii przy jednoczesnym dalszym spadku potrzebnych na nie nakładów finansowych<sup>25</sup>. Według niemieckiej krajowej platformy elektromobilności współczesne ogniwa litowo-jonowe (generacje 1 i 2), wykorzystujące anody grafitowe lub węglowe, wkrótce zostaną zastąpione nową technologią, tj. trzecią generacją baterii z anodami węglowo-krzemowymi, co doprowadzi do wzrostu gęstości energii. W perspektywie średnio- i długoterminowej wydaje się możliwe podwojenie mocy baterii i zmniejszenie kosztów o połowę.



**Rysunek 3.5.** Kształtowanie się średniej ceny baterii litowo-jonowej w latach 2010–2018 (według cen rzeczywistych z 2018 r., USD)

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie *Electric Vehicle Outlook 2019*, BloombergNEF 2019.

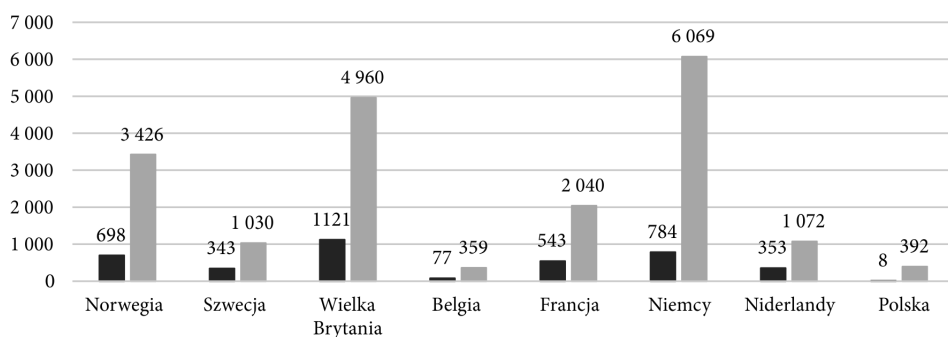
Kolejne udoskonalenia techniczne, mające na celu obniżanie kosztów, dotyczą przeprojektowania produkcji pojazdów EV w celu zastosowania prostszej i innowacyjnej architektury niż w pojazdach ICEV. Jest to zgodne z ostatnim oświadczeniem Volkswagena dotyczącym opracowania nowej platformy technologicznej do produkcji pojazdów, co posłuży osiągnięciu parytetu kosztów między pojazdami EV i ICEV<sup>26</sup>. Dostosowanie rozmiarów baterii do potrzeb związanych z podróżowaniem

<sup>25</sup> C. Pilot, *The worldwide rechargeable battery market 2015–2025*, June 2016, Avicenne Energy.

<sup>26</sup> We wrześniu 2019 r. Volkswagen zaprezentował pierwszy model całkowicie nowej generacji pojazdów elektrycznych. ID.3 jest oparty na modułowym zestawie napędów elektrycznych Volkswagena (MEB) i oferuje zakres od 330 do 550 km. Podstawowa wersja tego modelu kosztuje mniej niż 30 000 EUR. W związku z ofensywą elektryczną Volkswagen przeniósł się

ma również kluczowe znaczenie dla ograniczenia kosztów poprzez uniknięcie „przewymiarowania” ogniw w pojazdach, np. przyrządy umożliwiające śledzenie w czasie rzeczywistym pojazdu umożliwiają właściwy dobór baterii.

Istotnym elementem determinującym funkcjonowanie ekosystemu mobilności są ładowarki. Ich technologia rozwija się wraz z rosnącym zainteresowaniem pojazdami EV. Sektor prywatny aktywnie reaguje na sygnały polityki dotyczące rozwoju technologii elektromobilności. Instytucje użyteczności publicznej, operatorzy punktów ładowania, producenci urządzeń do ładowania i inni interesariusze sektora energetycznego zwiększają inwestycje w infrastrukturę tego obszaru. Przykłady inwestycji obejmujących różne typy ładowarek pochodzą z konsorcjów energetycznych takich jak: ChargePoint, EDF, Enel i Engie z udziałem EV-Box. W ostatnim czasie rośnie zainteresowanie ładowarkami szybkimi (powyżej 22 KW) oraz o dużej mocy (megaładowarki), które mogą ładować co najmniej 1 MW lub więcej (rys. 3.6).



**Rysunek 3.6.** Liczba ładowarek szybkich w wybranych państwach Europy w okresie 2015–2018

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie European Alternative Fuels Observatory, <https://www.eafo.eu/countries/united-kingdom/1758/infrastructure/electricity> (dostęp: 7.02.2020).

Producenci samochodów i konsorcja, w tym interesariusze branży motoryzacyjnej, koncentrują się głównie na dostarczaniu rozwiązań w zakresie szybkiego ładowania pojazdów EV poruszających się po autostradach. Coraz więcej przedsiębiorstw zobowiązuje się do zwiększenia udziału tego typu samochodów w parku pojazdów ogółem. Jednym z ambitnych przykładów może być zobowiązanie dotyczące zapewnienia do 2025 r. 70% bezemisyjnych operacji odbioru i dostaw ostatniej mili przez przedsiębiorstwo DHL. Projekt ten jest realizowany w ramach inicjatywy EV100 kierowanej przez The Climate Group<sup>27</sup>.

również do szeregu strategicznych obszarów biznesowych. Wraz ze swoją nowo utworzoną spółką zależną Elli kontynuuje rozwój infrastruktury ładowania. Testuje również produkcję ogniw akumulatorowych, za: Volkswagen Significantly Raises Electric Car Production Forecast for 2025, <https://www.volkswagen-newsroom.com/en> (dostęp: 11.01.2020).

27 EV100 members, <https://www.theclimategroup.org/ev100-members> (dostęp: 15.01.2020).

W efekcie wdrażania nowych technologii w przemyśle elektromobilności ceny pojazdów spadają i rośnie zasięg przejazdu. Analitycy rynku oczekują, że najwcześniej w 2024 r., a najpóźniej w 2030 r. koszt produkcji pojazdów EV powinien plasować się poniżej kosztu wytwarzania pojazdu ICEV<sup>28</sup>. Według Bloomberg New Energy Finance jeszcze przed 2040 r. sprzedaż pojazdów EV przewyższy sprzedaż pojazdów ICEV<sup>29</sup>. Wzrost konkurencyjności cenowej tych pierwszych należy także wiązać z następującymi głównymi zależnościami:

- coraz większa penetracja pojazdów EV będzie wpływała na mniejszy wolumen produkcji pojazdów ICEV, co z kolei przełoży się na niższą ich ekonomikę,
- część krajów (np. Norwegia czy Niemcy) już w latach 2025–2030 planuje wstrzymanie sprzedaży pojazdów ICEV,
- regulacje klimatyczne UE powodują wzrost kosztów wytwarzania pojazdów ICEV, co wobec wysokiej konkurencji rynkowej powoduje spadek marż producentów i w konsekwencji ograniczenie gotowości do ponoszenia coraz wyższych nakładów na badania i rozwój pojazdów ICEV,
- pojazdy EV są narzędziem pozwalającym producentom spełnić wymogi klimatyczne UE, głównie w zakresie redukcji emisji CO<sub>2</sub> czy NO<sub>x</sub>.

Oczekuje się, że sprzedaż pojazdów EV podwoi się jeszcze przed 2023 r. głównie z uwagi na rozwój technologii, wzrastając o ponad 10% rocznie<sup>30</sup>. Do 2025 r. na rynku ma pojawić się ponad 100 nowych modeli pojazdów EV wszystkich głównych producentów, tj. Nissana, Renault, BMW, Mercedesa, Volkswagena i Peugeota. Niektóre koncerny, np. Volvo czy Jaguar Land Rover, planują produkcję tylko i wyłącznie pojazdów PHEV lub BEV już w najbliższej przyszłości. Nie należy zapominać, że od lipca 2003 r. na globalnym rynku obecny jest koncern Tesla Inc., który konsekwentnie buduje swoją pozycję rynkową w oparciu o produkcję pojazdów BEV.

Koncerny motoryzacyjne decydują się na coraz szersze uwzględnienie w swoich strategiach pojazdów EV, dostrzegając potencjał rozwoju elektromobilności. Jednocześnie muszą stworzyć nowy łańcuch dostawców dla szeregu komponentów do elektrycznego układu napędowego.

### 3.3. Istota systemu elektroenergetycznego w elektryfikacji transportu samochodowego

Dynamika elektryfikacji transportu samochodowego zależy od rozwoju przemysłu elektromobilności i rynku pojazdów, który generowany jest przez popyt na niskoemisyjne środki transportu. Jednocześnie istotną rolę w tym łańcuchu wzajemnych

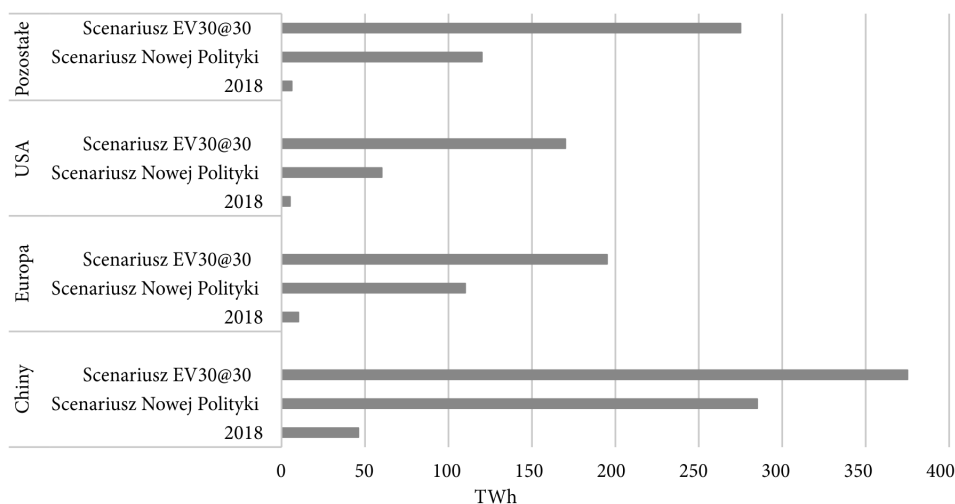
28 *Którym pasem zamierzamy jechać? Samochody elektryczne*, ING, EY, Warszawa 2018, s. 4.

29 A. Fishbone, P. Badik, *Infrastruktura ładowania pojazdów elektrycznych. Wytyczne dla miast*, CleanTechnica, Greenway, Warszawa 2017, s. 7.

30 *Którym pasem...*, s. 8.



zależności odgrywa stan przygotowania systemu elektroenergetycznego. O ile w początkowej fazie rozwoju elektromobilności wpływ na energetykę pozostaje niski, o tyle przy zakładanej w 2030 r., zgodnie ze scenariuszem EV30@30, sprzedaży wynoszącej 43 mln sztuk samochodów EV i 250 mln czynnie eksploatowanych pojazdów EV na globalnym rynku sposób ich integracji będzie stanowił o stabilności systemów elektroenergetycznych<sup>31</sup>. Prognozowany wzrost liczby pojazdów EV w poszczególnych regionach świata wytworzy dodatkowy popyt na energię elektryczną (rys. 3.7). W założeniach Nowej Polityki zapotrzebowanie na energię elektryczną wygenerowane przez globalną flotę pojazdów EV ma osiągnąć prawie 640 TWh w 2030 r. Wskazuje to na ponad dziesięciokrotny wzrost w porównaniu do poziomu z 2018 r. (58 TWh) i odpowiada ekwiwalentowi łącznego końcowego zużycia energii elektrycznej we Francji i Niderlandach w 2016 r. W scenariuszu EV30@30 większy wolumen pojazdów EV na świecie wiąże się ze wzrostem zapotrzebowania na energię o 1110 TWh w 2030 r., co stanowi prawie dwukrotnie wyższy wynik niż w prognozach Nowej Polityki. Zgodnie z szacunkami w Polsce w 2025 r. milion pojazdów EV wygeneruje dodatkowe zapotrzebowanie na energię elektryczną w wysokości ok. 2,3–4,3 TWh<sup>32</sup>.



**Rysunek 3.7.** Popyt na energię elektryczną pojazdów EV w 2018 r. i w scenariuszach na 2030 r. w wybranych regionach świata

**Źródło:** opracowano na podstawie *Global EV Outlook 2019*, IEA 2019, s. 18.

Przewidywane w obu scenariuszach zapotrzebowanie na energię elektryczną w 2030 r. wskazuje, że pojazdy EV będą miały większe znaczenie dla systemów

<sup>31</sup> *Global EV...*, s. 18.

<sup>32</sup> J. Flaszka, *Elektromobilność w Polsce – wyzwania i możliwości z uwzględnieniem inteligentnych instalacji OZE*, „Autobusy: Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2017, t. 18, nr 6.

energetycznych niż w przeszłości. Pojawienie się na masową skalę nowej grupy odbiorców energii elektrycznej wymusi rozbudowę infrastruktury ładowania pojazdów EV oraz wpłynie na zmiany w sieci elektroenergetycznej. Ten wzrost zapotrzebowania będzie niewątpliwie wyzwaniem dla producentów energii, operatorów sieci przesyłowych i dystrybucyjnych.

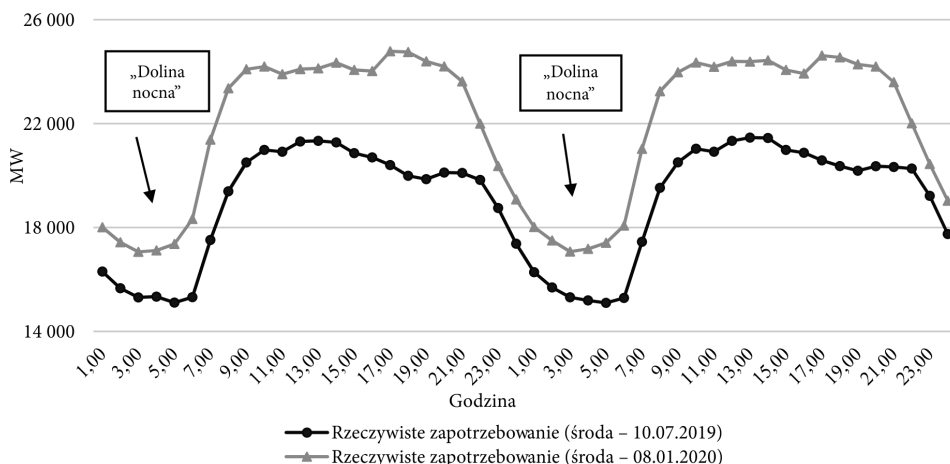
Zarówno regulacje unijne, jak i krajowe wskazują kluczową rolę operatorów systemów dystrybucyjnych (OSD) w rozwoju elektromobilności. OSD muszą zintegrować w systemie nowe zdolności wytwarzania energii elektrycznej i nowe obciążenia, będące wynikiem m.in. spodziewanego rozwoju rynku pojazdów EV. Odpowiadają również za przyłączenia punktów ładowania do sieci, co może wiązać się z potrzebą modernizacji lub rozbudowy sieci w następstwie rozwoju stacji ładowania i rosnących oczekiwań klientów, które dotyczą możliwości szybkiego ładowania<sup>33</sup>. Warunkiem określenia wpływu pojazdów EV na system elektroenergetyczny jest znajomość profilu ładowania baterii pojazdów, gdyż w zależności od poziomu mocy, czasu i długości trwania tego procesu może wystąpić wiele różnorodnych wpływów na ograniczenia w sieci, zapotrzebowanie na moc czy stosowane rodzaje paliw do produkcji energii elektrycznej oraz generowane emisje. Jednocześnie ta nowa grupa odbiorców energii, dzięki systemom *Smart Charging* oraz komunikacji dwukierunkowej, np. V2G, posiada potencjał w zakresie rozwoju inteligentnego zarządzania energią, którego celem jest poprawa jakości zasilania i niezawodności dostaw energii elektrycznej. Należy jednak wziąć pod uwagę wiele aspektów, które mogą mieć wpływ na powodzenie tego procesu, w tym m.in.: zapewnienie komunikacji poprzez sieć IP z ładowanymi pojazdami, inwestycje w systemy i technologie informacyjne oraz komunikacyjne, implementację systemów typu Demand Side Response (DSR)<sup>34</sup>.

Na zmieniającym się rynku energii pojazdy EV są jedną z niewielu technologii, która przyczynia się do wzrostu zapotrzebowania na energię elektryczną. Wzrost ich popularności przy braku odpowiedniego zarządzania może doprowadzić do nasilenia się różnic w zapotrzebowaniu na moc w ciągu doby. Gdyby pojazdy EV były ładowane jednocześnie w sposób niekontrolowany, mogłoby to zwiększyć zapotrzebowanie na moc szczytową i zdolność przesyłową, przyczyniając się do przeciążenia i potrzeby modernizacji na poziomie mocy wytwórczych i dystrybucji. Zakres możliwych oddziaływań zależy od miksu energetycznego systemu elektroenergetycznego, całkowitego rocznego zapotrzebowania pojazdów EV na energię elektryczną, strategii ładowania oraz poziomów mocy używanych do ładowania<sup>35</sup>.

33 Analiza stanu rozwoju oraz aktualnych trendów rozwojowych w obszarze elektromobilności w Polsce, Raport końcowy, Atmoterm S.A., Warszawa 2019, s. 55–56.

34 W. Drożdż, R. Kuczkowski, *Wpływ rozwoju pojazdów elektrycznych na warunki pracy sieci Operatorów Systemu Dystrybucyjnego w Polsce*, [w:] W. Drożdż (red.), *Elektromobilność w rozwoju miast*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2018.

35 *Smart Charging for electric vehicles*, Innovation Outlook, IRENA 2019.



**Rysunek 3.8.** Dobowy rozkład zapotrzebowania na moc rzeczywistą w Polsce

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie Praca KSE – Zapotrzebowanie mocy KSE, <https://www.pse.pl/obszary-dzialalnosci/krajowy-system-elektroenergetyczny/zapotrzebowanie-kse> (dostęp: 20.01.2020).

Z perspektywy systemu elektroenergetycznego uśredniony popyt na energię elektryczną, wygenerowany przez pojazdy EV, ma mniejszą wagę niż wzrost obciążenia szczytowego, który może być dodatkowo wzmacniany przez te samochody. Duża zmienność dobowego zapotrzebowania na energię elektryczną stwarza konieczność regulacji mocy podstawowych jednostek pracujących, utrzymywania jednostek szczytowo-regulacyjnych i podszczytowych (rys. 3.8). W przypadku pracy jednostek podstawowych mniejsza moc od znamionowej wiąże się z obniżeniem ich sprawności, z kolei utrzymywanie jednostek szczytowo-regulacyjnych i podszczytowych łączy się z niewielkim czasem ich wykorzystania<sup>36</sup>.

Z punktu widzenia operatora systemu elektroenergetycznego proces ładowania powinien odbywać się w godzinach nocnych („dolinach nocnych”), kiedy występuje niewielkie zapotrzebowanie na moc, a ceny energii elektrycznej są niskie. Strategia ładowania pojazdów EV będzie miała zatem zasadnicze znaczenie dla sprawności funkcjonowania systemu elektroenergetycznego (tab. 3.2). Z prognozy popytu na energię elektryczną w 2035 r. wynika, że ładowanie dzienne („LDz”) zwiększy popyt w systemie w godzinach, kiedy ten jest już bardzo wysoki. Z kolei zastosowanie inteligentnych strategii ładowania („ŁSt”) w godzinach pozaszczytowych będzie sprzyjać lepszemu wykorzystaniu dostępnych mocy wytwórczych systemu.

<sup>36</sup> J. Fląsza, P. Matuszczyk, *Elektromobilność w Polsce a systemy OZE*, „Przegląd Elektrotechniczny” 2018, nr 1.

**Tabela 3.2.** Strategie ładowania pojazdów EV

Rodzaj strategii	Charakterystyka
Ładowanie dzienne „ŁDz”	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ładowanie nie jest ograniczone czasowo i odbywa się za każdym razem, gdy samochód jest zaparkowany i dostępna jest stacja ładująca.</li> <li>• Profile ładowania są ściśle skorelowane z trybem użytkowania samochodu.</li> <li>• Popyt na energię do ładowania występuje przeważnie w ciągu dnia, a szczyt z reguły wypada późnym popołudniem/wczesnym wieczorem, kiedy zazwyczaj występuje najwyższe nasilenie krajowego zapotrzebowania na moc w systemie.</li> </ul>
Ładowanie nocne „ŁNc”	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Szczególne preferencje do ładowania w godzinach nocnych.</li> <li>• Gotowość do opóźnienia ładowania do godziny 22:00.</li> <li>• Wykorzystanie niższej taryfy ładowania.</li> <li>• Szczyt popytu na rzecz ładowania pojazdów EV występuje późnym wieczorem, poza godziną szczytowego zapotrzebowania w systemie.</li> </ul>
Ładowanie sterowane „ŁSt”	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Odbywa się w godzinach bardziej korzystnych dla systemu wytwórczego (przesunięcie popytu w systemie do godzin „doliny nocnej”).</li> <li>• Bardziej równomiernie rozłożone w czasie.</li> </ul>

**Źródło:** opracowano na podstawie U. Radović, *Wpływ samochodów elektrycznych na polski system elektroenergetyczny, emisję CO<sub>2</sub> oraz inne zanieczyszczenia powietrza*, „Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk” 2018, nr 104.

Dla właścicieli pojazdów EV, przy braku odpowiednich zachęt do zmiany zachowania dotyczącego ładowania aut, preferowanym czasem przeznaczanym na ten proces jest okres bezpośrednio po powrocie z pracy lub w momencie występowania dostępności szybkiego ładowania. Przedsiębiorstwa energetyczne mogą wpłynąć na zachowania swoich klientów, m.in. poprzez wprowadzenie taryf preferujących ładowanie w nocy, odpowiednie regulacje dotyczące ładowania aut, stosowanie inteligentnych ładowarek.

### 3.4. Charakterystyka inteligentnych systemów integracji pojazdów elektrycznych z siecią elektroenergetyczną

Użytkowanie pojazdu elektrycznego wpisuje się w technologię inteligentnej sieci elektroenergetycznej (*Smart Grid*). Pojedynczy samochód nie stanowi sam w sobie obiektu zainteresowania dla operatorów sieci, jednak w przyszłości, przy

prognozowanym rozwoju elektromobilności, agregacja pojazdów będzie prawdopodobnie wartością dodaną dla SEE. Dzięki systemom *Smart Charging* i V2G pojazdy EV mogą stać się pożądanymi elementami SEE.

Inteligentne ładowanie to przełomowe rozwiązanie w zarządzaniu energią w systemie elektroenergetycznym przyszłości (tab. 3.3). Ma kluczowe znaczenie dla połączenia sieci pojazdów EV oraz rozwoju lokalnych i ultraszybkich rozwiązań. Dzięki systemom inteligentnego ładowania pojazdy EV mogą działać jako jednostki pamięci masowej podłączone do sieci, z potencjałem do zapewnienia szerokiego zakresu usług dla systemu. Przesuwając w czasie dostęp do sieci, inteligentne systemy ładowania mogą obniżać zapotrzebowanie na moc i w konsekwencji skutkować bardziej efektywną integracją pojazdów EV w systemie zasilania, a także integracją energii odnawialnej.

Tworzenie infrastruktury ładowania baterii pojazdów EV otwiera nowe możliwości pozytywnego oddziaływania na sieć energetyczną. Baterie EV mogą bowiem pomóc zrównoważyć sieć w okresach szczytowego zapotrzebowania i zapewnić jej operatorom cenne usługi elastyczności, zmniejszając w ten sposób nie tylko rachunki za energię elektryczną w gospodarstwach domowych, ale i całkowite koszty posiadania pojazdu EV, jednocześnie ułatwiając integrację energii odnawialnej z systemem. Dzięki odpowiedniemu zarządzaniu bateriami samochodowymi będziemy w stanie wygładzać dobowy profil zapotrzebowania na energię, wypełniając „dolinę nocną” i ułatwiając operatorowi systemu jego pracę. Kluczowe dla tego typu usług stanie się wprowadzenie taryf dynamicznych, które mogą być wykorzystywane także dla innych rodzajów segmentów rynku.

W zależności od preferencji użytkowników pojazdów EV i pod warunkiem, że rynek energii elektrycznej będzie dobrze zaprojektowany, inteligentne ładowanie umożliwi użytkownikom czerpanie korzyści finansowych ze zmiennych stawek taryfowych, co może z kolei zoptymalizować koszty ładowania pojazdu lub jego udział w rynkach energii elektrycznej.

**Tabela 3.3.** Potencjał *Smart EV Charging System* w tworzeniu wartości dzielonej dla interesariuszy

Interesariusze	Poziomy interoperacyjności i efekty synergii
1	2
<b>Operatorzy systemów elektroenergetycznych</b>	<p>Przesunięcie w czasie dodatkowego zapotrzebowania na moc:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• redukcja kosztów wytwarzania energii,</li> <li>• bardziej efektywne wykorzystanie sieci (zmniejszanie przeciążeń i równoważenie całego systemu, uwalnianie zdolności przesyłowych),</li> <li>• odłożenie modernizacji infrastruktury systemu przesyłowego i dystrybucyjnego,</li> <li>• zarządzanie stroną popytową.</li> </ul> <p>Poprawa jakości energii:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• funkcje regulacji częstotliwości,</li> <li>• ograniczone spadki napięcia.</li> </ul>

1	2
<b>Wytwórcy energii odnawialnej</b>	<p>Efektywne przyłączenie do sieci:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wsparcie rozwoju OZE,</li> <li>• optymalizacja lokalnego zużycia energii,</li> <li>• stabilizowanie działań małych, izolowanych sieci,</li> <li>• zwiększenie elastyczności systemu elektroenergetycznego.</li> </ul>
<b>Użytkownicy EV</b>	<p>Przesunięcie w czasie ładowania pojazdów EV:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• redukcja kosztów użytkowania EV,</li> <li>• zachęty dla użytkowników EV do spłaszczania obciążeń szczytowych (rozwój zmiennych taryf, obniżanie kosztów przyłączenia użytkowników do sieci).</li> </ul> <p>Wspieranie usług sieciowych i lokalnych:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• integracja OZE,</li> <li>• stabilizacja sieci,</li> <li>• świadczenie usług dodatkowych za pomocą interfejsu V2G, V2H, V2B.</li> </ul>
<b>Dostawcy nowych technologii i usług ICT</b>	<p>Wzrost zapotrzebowania na nowe technologie i usługi ICT:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwój aplikacji mobilnych,</li> <li>• postęp w zakresie inteligentnego opomiarowania i programowania inteligentnych sieci,</li> <li>• zarządzanie stroną popytową,</li> <li>• świadczenie usług energetycznych w skali systemu dystrybucyjnego,</li> <li>• rozwój usług FinTech.</li> </ul> <p>Kreowanie nowych modeli biznesowych:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwój dostawców i operatorów usług <i>Smart Charging</i>,</li> <li>• cyfrowe platformy integrujące usługi różnych operatorów.</li> </ul>
<b>Organy administracji rządowej i samorządowej</b>	<p>Wzrost bezpieczeństwa energetycznego:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zmiana struktury miksu energetycznego,</li> <li>• rozwój OZE,</li> <li>• rozwój <i>Smart Grid</i> i inteligentnego zarządzania energią.</li> </ul> <p>Respektowanie wymogów ochrony środowiska i zrównoważonej gospodarki zasobami naturalnymi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ograniczenie emisji gazów cieplarnianych,</li> <li>• poprawa jakości powietrza w aglomeracjach,</li> <li>• ograniczenie zużycia zasobów nieodnawialnych.</li> </ul> <p>Kreowanie nowych zachowań konsumentów sprzyjających efektywnemu zarządzaniu energią i zwiększeniu świadomości potrzeby ochrony klimatu i poprawy jakości powietrza:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wprowadzenie odpowiednich zmian legislacyjnych poprzez aktualne przepisy i regulacje,</li> <li>• propagowanie koncepcji <i>Smart Charging</i>.</li> </ul>

**Źródło:** opracowanie własne.

Inteligentne ładowanie może wspierać integrację odnawialnej energii elektrycznej z systemem energetycznym. Rozwój ładowania dwukierunkowego typu V2G pozwala

dostosować proces ładowania do krzywej generacji energii ze źródeł odnawialnych, co sprzyja optymalizacji lokalnych wskaźników zużycia energii. Dzięki uelastycznieniu obciążenia inteligentne technologie ładowania mogą zmniejszyć ograniczenia dla operatorów systemów związane z niestabilnym charakterem energii odnawialnej. Na poziomie dystrybucji umożliwiają one ograniczenie przeciążeń, a na poziomie przesyłu uczestniczą w równoważeniu całego systemu.

Dzięki absorpcji nadwyżki energii odnawialnej inteligentne ładowanie mogłoby również zapobiec zmniejszeniu jej produkcji. Pozwala ono bowiem zmaksymalizować zużycie energii, gdy użytkownik pojazdu EV jest prosumentem i dysponuje np. własną instalacją fotowoltaiczną. Regulacje i dynamiczne taryfy mogą zachęcać do ładowania samochodów, kiedy panele fotowoltaiczne i wiatraki produkują energię elektryczną, która dziś często stanowi obciążenie dla sieci zbudowanej na potrzeby dużych, konwencjonalnych źródeł wytwarzania. Analogicznie w momencie szczytowego zapotrzebowania przy zastosowaniu rozwiązań V2G pojazdy EV podpięte do punktów ładowania mogą oddawać energię elektryczną do sieci na pokrycie ewentualnych niedoborów.

Stosowanie inteligentnych sieci i inteligentnego opomiarowania na szeroką skalę oraz inteligentne pobieranie opłat będą kluczowymi czynnikami umożliwiającymi wzmocnienie przyszłych synergii między sektorami transportowym, cyfrowym i energetycznym, wspierającymi transformację energetyczną Europy i rozwój innowacji technologicznych.

Zmiana systemu ładowania na inteligentny stworzy platformę rozwiązań do rozwoju zupełnie nowych usług i wykreuje nowe rynki. Informacje z liczników trzeba będzie odbierać, przetwarzać i udostępniać w czasie rzeczywistym w celu dynamicznego dostosowywania cen energii czy sterowania poborem mocy. Na rynku pojawiają się innowacyjne firmy ICT oraz wzrośnie popyt na sprzęt inteligentnego opomiarowania i usługi programowania inteligentnych sieci. Wraz z obniżaniem kosztów baterii upowszechnią się usługi nie tylko V2G, ale też wykorzystywania baterii stacjonarnych w połączeniu z ładowarkami oraz źródłami OZE. Konieczność łatwego rozliczania usług ładowania samochodów wytworzy także popyt na nowe usługi z zakresu FinTech<sup>37</sup>.

Funkcjonowanie systemu inteligentnego ładowania w dużej mierze bazuje na nowoczesnych technologiach ICT. Wiąże się to z wieloma wyzwaniem technologicznymi i powstawaniem nowych modeli biznesowych dla innowacyjnych usług, co jednocześnie decyduje o zrównoważonym rozwoju innowacyjnej i konkurencyjnej gospodarki (tab. 3.4).

Do najważniejszych wyzwań należy interoperacyjność i standaryzacja infrastruktury ładowania, co wchodzi w skład systemu *Smart Charging*. Synchronizacja danych to podstawowe wyzwanie technologiczne towarzyszące przedsięwzięciu integrującemu dane z tak wielu źródeł. Stanowi ważny wymóg w zakresie optymalizacji operacji ładowania i minimalizacji ogólnych inwestycji w infrastrukturę.

37 D. Sipiński, K. Bolesta, *Cicha rewolucja...*, s. 15.



**Tabela 3.4.** Kluczowe wymagania technologiczne *Smart EV Charging System*

<b>Cechy systemu</b>	<p>Interoperacyjność:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>dwa lub więcej systemów (urządzenia lub komponenty) uznaje się za interoperacyjne, jeśli są w stanie wymieniać informacje, a następnie wspólnie wykonywać określoną funkcję,</li> <li>w kontekście inteligentnego ładowania oznacza to kompatybilność różnych komponentów oprogramowania i sprzętu systemu ładowania – użytkownika, baterii, sieci, wydajności i innych potrzeb pojazdu – w celu zapewnienia bezpiecznego, niezawodnego i optymalnego ładowania pojazdów elektrycznych.</li> </ul>
	<p>Dostęp do danych:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>znormalizowane dane dla użytkowników pojazdów, konsumentów, dostawców usług lub agregatorów,</li> <li>kluczowe znaczenie dla uzyskania najlepszych taryf i zrównoważenia sieci.</li> </ul>
	<p>Modele biznesowe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>infrastruktura inteligentnego ładowania umożliwia innowacyjnym „graczom rynkowym”, takim jak dostawcy usług lub agregatorzy, oferowanie nowych usług o wartości dodanej klientom i operatorom sieci, wykorzystując przy tym zaawansowane platformy zarządzania energią i aplikacje w konwergencji z innymi technologiami, tj. IoT lub Blockchain.</li> </ul>
<b>Infrastruktura ICT</b>	<p>CPMS:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>system zarządzania punktami ładowania,</li> <li>składa się z kilku modułów o następujących funkcjach: <ul style="list-style-type: none"> <li>integracja z EVSE,</li> <li>zarządzanie taryfami,</li> <li>API i integracja z eMSP,</li> <li>inteligentne zarządzanie ładowaniem.</li> </ul> </li> </ul>
	<p>DMS:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>system zarządzania dystrybucją,</li> <li>moduł optymalizacji oblicza profile ładowania EV z funkcją celu spłaszczenia schematu obciążenia sieci dystrybucyjnej i uniknięcia w niej problemów technicznych, np. przeciążenia.</li> </ul>

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie *The Importance of Smart Charging. Supporting information for the EPBD and Market Design*, SEDC, Brussels 2017.

Kolejnym wyzwaniem technologicznym jest odpowiednia dostępność danych, pozwalających na skuteczne funkcjonowanie systemu *Smart Charging*. Aby zapewnić usługę inteligentnego ładowania, system musi w czasie rzeczywistym monitorować i planować usługę ładowania/rozładowywania pojazdów EV. Niezbędne jest więc dysponowanie aktualnymi danymi w celu uzyskania najlepszych taryf dla użytkowników pojazdów EV i zrównoważenia sieci. Zarządzanie danymi wymaga jednocześnie przestrzegania określonych zasad bezpieczeństwa i ochrony informacji. Obejmują one ochronę prywatności i bezpieczeństwo użytkowników, dostęp do ich własnych

danych w czasie rzeczywistym i przeszłym, w tym możliwość ich przekazywania, jeśli nastąpi zmiana dostawcy usług.

Modele biznesowe dla innowacyjnych usług inteligentnego ładowania obejmują wszystkie kluczowe elementy dostępu do danych, interoperacyjności, dynamicznych umów cenowych i dostępu do infrastruktury ładowania. Własność sektora prywatnego w zakresie ładowania pojazdów EV jest dominującym modelem w Europie. Funkcjonuje on w ramach partnerstw z firmami technologicznymi, producentami samochodów i dostawcami energii.

Dużym wyzwaniem technologicznym pozostaje także obsługa płatności przez użytkowników systemu. Decyzja o udziale w zarządzaniu obciążeniem sieci spoczywa ostatecznie na użytkownikach EV. Zarządzanie opłatami musi spełniać preferencje użytkowników EV dotyczące pożądanego harmonogramu ładowania i poziomu opłat. OSD muszą więc opracować właściwe strategie, aby zachęcić użytkowników do aktywnych (umowy o zmiennej mocy) i pasywnych (programy cenowe) systemów reagowania na zapotrzebowanie na energię. Sprzyjać temu będą regulacje stymulujące odpowiednią strategię inteligentnych opłat i elastyczną strukturę taryf (tab. 3.5).

**Tabela 3.5.** Przykładowa strategia inteligentnych opłat

Inteligentny system opłat	System pasywny:	Taryfy wielostrefowe ToU (ang. <i>Time of Use</i> ):
	<ul style="list-style-type: none"> <li>programy cenowe wymagające od odbiorcy podjęcia decyzji o zredukowaniu zużycia energii (lub o jego przesunięciu w czasie) w określonych godzinach doby na podstawie zachęt cenowych oferowanych przez dostawcę energii.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opłata za energię elektryczną zmienia się w cyklu dobowym, tygodniowym oraz sezonowo (lato/zima),</li> <li>dostarczają odbiorcom bodźców do ograniczenia zużycia energii w szczytach obciążenia i korzystania z niej w okresach niskich cen („doliny obciążenia”).</li> </ul>
		Taryfy z opcją ceny szczytowej CPP (ang. <i>Critical Peak Pricing</i> ): <ul style="list-style-type: none"> <li>stawki są ściśle powiązane z bieżącymi warunkami pracy systemu elektroenergetycznego,</li> <li>w niektórych odmianach taryfy CPP wprowadza się jedną lub dwie dodatkowe bardzo wysokie stawki dla szczytów obciążenia systemu,</li> <li>odbiorcy są informowani z krótkim wyprzedzeniem, że będą obowiązywały określone stawki, a ich wysokość oraz czas trwania zostaną ustalone przez dostawcę energii.</li> </ul>
	System aktywny:	Umowa o zmiennej wydajności:
	<ul style="list-style-type: none"> <li>programy, w których sprzedawca energii inicjuje działania prowadzące do zredukowania zużycia energii.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>odbywa się na podstawie porozumienia między OSD a klientami (nawet w przypadku opcji dynamicznej),</li> <li>umożliwia OSD zarządzanie mocą w granicach uzgodnionej zmiennej mocy.</li> </ul>

**Źródło:** opracowanie własne na podstawie przeglądu literatury przedmiotu.

Istniejące rozwiązania, zachęcające kierowców do zmiany konsumpcji na okresy poza szczytem, dzięki zachętom cenowym (taryfy ToU, szczytowe ceny krytyczne) można zastosować do inteligentnego ładowania pojazdów EV. Jest to tzw. inteligentne ładowanie „otwartej pętli”, dzięki któremu użytkownik wspomnianego samochodu może podjąć decyzję o przyjęciu oferty. Podejście to jawi się jako dość statyczne, a jego słabość polega na tym, że pojazdy EV mogą nadal powodować gwałtowny wzrost zapotrzebowania poza szczytem w sytuacji, gdy ich duża liczba jednocześnie rozpocznie proces ładowania (w okresie obowiązywania niskiej taryfy). W dłuższej perspektywie niezbędna okazuje się pełna elastyczność ładowania pojazdów EV z bardziej dynamicznymi i zaawansowanymi strategiami inteligentnych opłat.

### **3.5. Implementacja wybranych innowacyjnych rozwiązań w zakresie integracji systemów elektromobilności i elektroenergetycznego**

Zwiększone wykorzystanie pojazdów EV w Norwegii wymaga nowych i innowacyjnych rozwiązań w zakresie infrastruktury ładowania. Ich przykładem są komercyjne stacje ładowania EV w garażu Vulkan i garażu pod Twierdzą Akershus w Oslo.

W dzielnicy Grünerløkka w Oslo znajduje się garaż z największą na świecie liczbą stacji do ładowania samochodów EV. Na parkingu kompleksu Vulkan są aż 102 miejsca, w tym dwie szybkie ładowarki nowej generacji o mocy 150 kW. Jednym z rozwiązań, które wyróżnia ten parking, jest możliwość zamówienia miejsca do ładowania z wyprzedzeniem przez aplikację mobilną w telefonie. Początkowo ładowanie samochodów EV było darmowe, jednak po rozbudowie i ulepszeniu instalacji w 2017 r. użytkowników zaczęła obowiązywać opłata za zużyta energię w godzinach od 9.00 do 17.00. W nocy usługa wciąż pozostaje darmowa. Dynamiczne zarządzanie obciążeniem zapewnia moc od 3,6 do 22,0 kW, przy czym wszystkie punkty ładowania są zarządzane indywidualnie. Jego moc wybiera się na lokalnym ekranie lub w aplikacji, gdzie są dostępne różne opłaty w zależności od opcji zasilania<sup>38</sup>. Stacja ładująca testuje również nowe modele biznesowe.

Garaż dla pojazdów EV, usytuowany pod Twierdzą Akershus, został oddany do użytkowania w czerwcu 2017 r. Znajduje się w nim 86 stacji ładowania. Obiekt jest otwarty codziennie od 6.00 do 24.00, a czas bezpłatnego ładowania wynosi 10 godzin. Garaż podzielono na dziewięć sektorów. Każdy z nich może ładować dziesięć pojazdów EV o mocy od 2,7 do 3,3 kW. W miejscu tym zastosowano inteligentny podział obciążenia. Oznacza to, że najniższe natężenie prądu wynosi 12 A, gdy używane są

38 <https://mathallenoslo.no/en/vulkan-parking-garage/> (dostęp: 5.12.2019).

wszystkie punkty ładowania. Teoretyczne maksymalne natężenie sięga do 16 A. Dostępu do garażu ładującego udziela się poprzez autoryzację aplikacji o nazwie EL Oslo Kommune. Jest ona dostępna na iOS i Androida, ponadto może być używana do garażu pod fortecą oraz garażu Vulkan. Dodatkowo posiada funkcję wcześniejszego sprawdzenia dostępności stacji ładowania<sup>39</sup>.

Dużą aktywność w zakresie wdrażania inteligentnych rozwiązań na rzecz synergii systemów elektromobilności i elektroenergetycznego wykazuje Wielka Brytania. Obecnie dzięki wsparciu rządowemu realizowane są tam projekty wielkoskalowe, ale też te o mniejszym zasięgu, wykorzystujące technologię V2G<sup>40</sup>. Przedsiębiorstwa, doceniając potencjał systemów inteligentnego ładowania, podejmują kolejne inicjatywy w zakresie poprawy efektywności energetycznej, które skutkują wymiernymi korzyściami finansowymi. Przykładem jest projekt *Smart Electric Urban Logistics*. W marcu 2018 r. w przedsiębiorstwie logistycznym UPS w Kentish Town Depot, obsługującej centrum Londynu, została wdrożona nowa technologia ładowania, dzięki której możliwe jest jednoczesne ładowanie całej floty elektrycznych samochodów dostawczych bez potrzeby kosztownej modernizacji sieci energetycznej. Pomyślnie uruchomiony inteligentny system ładowania pozwolił UPS zwiększyć flotę pojazdów EV wykonujących operacje w centrum Londynu z 65 do 170 ciężarówek<sup>41</sup>. Technologia ta została opracowana we współpracy z UPS, brytyjskimi sieciami energetycznymi (ang. UK Power Networks) oraz Cross River Partnership. Projekt finansowany jest ze środków brytyjskiego Urzędu ds. Pojazdów o Niskiej Emisji (ang. *Office for Low Emission Vehicles*, OLEV) we współpracy z Innovate UK<sup>42</sup>.

Technologia *Smart Charging* w magazynie Camden UPS w Londynie przyjmuje „inteligentne” podejście do ładowania. Rozkłada ten proces na całą noc, dzięki czemu budynek może skumulować wystarczającą ilość energii elektrycznej potrzebnej do prowadzenia działalności logistycznej (oświetlenie, maszyny do sortowania i IT), jednocześnie zapewniając pełne naładowanie wszystkich pojazdów EV, tak by były gotowe do pracy rano. Jednocześnie system nigdy nie przekracza poboru maksymalnej mocy dostępnej w sieci<sup>43</sup>. Kluczowym elementem inicjatywy jest wykorzystanie urządzeń kumulujących energię na miejscu. Pomimo zastosowania w tym etapie nowych baterii, przewiduje się, że w przyszłości będzie można posłużyć się bateriami tzw. drugiego życia, czyli takimi, które były wcześniej zamontowane w innych pojazdach elektrycznych we flocie UPS. To rozwiązanie oraz inteligentna sieć energetyczna pozwolą ukierunkować strategię rozwoju infrastruktury elektrycznej przedsiębiorstwa. Zakłada ona wykorzystanie ulepszeń konwencjonalnej sieci

39 <https://elbil.no/this-is-the-world-s-biggest-charging-garage/> (dostęp: 5.12.2019).

40 U. Motowidlak, Ł. Witkowski, J. Wiśniewski (red.), *Pojazdy elektryczne jako element sieci elektroenergetycznych*, Raport, PSPA, Warszawa 2018.

41 <https://crossriverpartnership.org/projects/smart-electric-urban-logistics/> (dostęp: 12.12.2019).

42 *Ibidem*.

43 <https://crossriverpartnership.org/wp-content/uploads/2019/03/seul-factsheet-1.pdf> (dostęp: 12.12.2019).

elektrycznej, inteligentnej sieci energetycznej, możliwości magazynowania energii na miejscu, a w wielu przypadkach – rozwoju lokalnego wytwarzania energii, w tym energii słonecznej i innych źródeł alternatywnych<sup>44</sup>.

Wśród wielu projektów dotyczących inteligentnego ładowania realizowanych przez przedsiębiorstwa przemysłu elektromobilności i producentów pojazdów elektrycznych dużym potencjałem charakteryzuje się bezprzewodowy system V2G Honda. Zaprezentowane w styczniu 2019 r. rozwiązanie wykorzystuje bezprzewodową platformę ładowania DRIVE 11 firmy WiTricity, która zapewnia płynny i wydajny dwukierunkowy przepływ energii między samochodem a siecią<sup>45</sup>. Pojazdy można zaparkować na podłożu do ładowania bezprzewodowego, a energia elektryczna przepływa z sieci do samochodu w celu naładowania baterii lub z pojazdu do sieci, aby zaspokoić zapotrzebowanie na energię elektryczną w szczytowych okresach użytkowania. System ten sprawdza się we współpracy z samochodami osobowymi i lekkimi pojazdami dostawczymi. Uczestniczący w programie V2G właściciele Hondy EV otrzymują rekompensatę od operatorów sieci za równoważenia dostaw energii.

Pakiety inteligentnych rozwiązań do ładowania wdrożyli ponadto światowi producenci stacji ładowania pojazdów EV i oprogramowania do zarządzania ładowaniem – Enel X oraz EVBox. Dzięki zastosowaniu na skalę komercyjną zarówno inteligentnych urządzeń do zasilania pojazdów EV, jak i rozwiązań w chmurze właściciele samochodów EV i flot samochodowych, a także zarządcy nieruchomości komercyjnych mogą zdalnie zarządzać ładowarkami w różnych lokalizacjach z jednego pulpitu w chmurze, zmaksymalizować efektywność ładowania pojazdów EV oraz wygenerować nowe przychody poprzez świadczenie usług na rzecz sektora elektroenergetycznego<sup>46</sup>.

Stworzenie mobilności z wykorzystaniem energii elektrycznej wymaga dopracowania odpowiednich technologii. Potrzeby badawcze szeroko pojętej elektromobilności można sklasyfikować w trzech obszarach. Dotyczą one dalszego postępu w zakresie technologii napędu elektrycznego, efektywnych metod magazynowania energii w pojazdach EV oraz wdrożenia inteligentnych rozwiązań systemowych.

Technologie pojazdów EV są już dziś bardzo zaawansowane, jednak nadal nie stanowią konkurencji na płaszczyźnie ekonomicznej pod względem kosztów i niezawodności wobec technologii pojazdów z napędem konwencjonalnym. Kluczem do sukcesu idei – stworzenia zintegrowanego, bezemisyjnego systemu energii elektrycznej i transportu, w którym energia odnawialna zasilac będzie nie tylko sieci elektroenergetyczne, ale także pojazdy EV – jest jakościowy przełom w badaniach

44 <http://www.pgt.pl/nowoczesna-technologia-ladowania-elektrycznych-dostawczakow> (dostęp: 15.12.2020).

45 <https://www.newequipment.com/industry-trends/wireless-tech-leading-charge-transportation-revolution> (dostęp: 18.12.2020).

46 <https://evbox.com/en/products/smart-charging> (dostęp: 18.12.2019).

w zakresie pełnej interoperacyjności tych systemów. Duży potencjał w tym zakresie posiada koncepcja inteligentnych systemów ładowania.

Wyniki dotychczasowych badań i projektów dostarczają kolejnych dowodów na to, że technologia inteligentnego ładowania stanowi zmianę paradygmatu zarówno dla sektora transportu, jak i energetyki, z potencjałem wspierania dekarbonizacji obu sektorów poprzez ich połączenie.

Inteligentne systemy ładowania pojazdów EV z możliwością dwukierunkowego przesyłu energii, reagujące na bieżącą sytuację obciążenia stacji ładowania, porę doby, stany wewnętrzne, takie jak stopień naładowania wewnętrznych zasobników energii czy stan sieci elektroenergetycznej, stanowią rozwiązanie integrujące system elektroenergetyczny i ekosystem elektromobilności w interoperacyjny, zrównoważony system *Smart Energy*.

Wspieranie i promowanie rozwoju technologii Smart jest już widoczne w działaniach wiodących przedstawicieli sektora motoryzacyjnego. W ramach partnerstw z podmiotami sektora nowych technologii, w tym technologii ICT, przeprowadzane są badania pilotażowe i demonstracyjne. Mają one na celu komercjalizację optymalnych rozwiązań dla kształtowania inteligentnego ekosystemu elektromobilności, tworzącego wartość dodaną dla wszystkich jego uczestników.

## Rozdział 4

# ***Smart hospital* z wykorzystaniem technologii RFID jako przykład innowacji**

Technologia RFID (*Radio Frequency IDentification*), która wykorzystuje do przesyłania danych fale radiowe, umożliwia szybką i niezawodną identyfikację przedmiotów i osób. Zaletą tego systemu jest to, że w odróżnieniu od kodów kreskowych identyfikator z zakodowanymi danymi nie musi być widoczny bezpośrednio przez czytnik, wystarczy, że znajduje się on w jego zasięgu. Ponadto czytniki mogą identyfikować jednocześnie wiele obiektów, nawet będących w ruchu. Z tego powodu technologia ta zdobywa coraz większe zastosowanie<sup>1</sup> w wielu obszarach, m.in. w ochronie zdrowia.

Typologia RFID została przedstawiona w pierwszym rozdziale. Umożliwia ona bezdotykową, automatyczną identyfikację i odczyt danych za pomocą fal radiowych różnych częstotliwości. Stanowi rozwinięcie technologii kodów kreskowych. Identyfikacja za pomocą fal radiowych (RFID) pozwala na zdalny odczyt danych z identyfikatorów (inaczej tagów, transponderów), jak również na zapis danych bez konieczności kontaktu optycznego między urządzeniem odczytującym a identyfikatorem. Istotą działania tagów RFID jest wysyłanie na żądanie czytnika danych identyfikacyjnych drogą radiową. Stosowane są też tzw. bezchipowe RFID, w których rolę chipu odgrywa odpowiedni obwód modulująco-demodulujący, co pozwala na znaczną redukcję kosztów całego układu. Podstawę działania czytników stanowi pobieranie informacji z identyfikatorów. Komunikacja przebiega dwustopniowo. Najpierw czytnik wysyła żądanie identyfikacji. W przypadku tagów pasywnych służy ono równocześnie do naładowania kondensatorów identyfikatora. Następnie emitowana jest informacja zwrotna przez wszystkie identyfikatory wzbudzone przez czytnik<sup>2</sup>.

---

1 Z. Mazur, H. Mazur, *Systemy automatycznej identyfikacji zastosowania i bezpieczeństwo danych*, [w:] M.G. Woźniak, C.F. Hales (red.), *Spółeczeństwo informacyjne – stan i perspektyw rozwoju*, Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów 2013, s. 199.

2 M. Matulewski, Z. Pawlak, *Technologia RFID jako czynnik konkurencyjności w zarządzaniu logistyką służby zdrowia*, „Studia i Materiały” 2011, nr 38.



Technologię RFID traktuje się jako przyszłościową technikę oraz technologię, co pozostaje zgodne z koncepcją E.M. Rogersa zaprezentowaną w pierwszym rozdziale, która jest lepszym i tańszym rozwiązaniem niż zastosowanie kodów kreskowych. Ponadto do zalet identyfikacji radiowej można zaliczyć np. szybkość, odczyt bez udziału człowieka w przypadku inwentaryzacji oraz zabezpieczanie produktów przed podrabianiem, a także dużą ilość informacji, jakie możemy pozyskać on-line o danym pacjencie czy produkcie leczniczym<sup>3</sup>.

Należy pamiętać, że jednym z najważniejszych zastosowań technologii RFID pozostaje logistyka. Wynika to z wielu przesłanek, do których zaliczyć należy przede wszystkim wciąż rosnące potrzeby informacyjne logistycznych łańcuchów dostaw. Informacja jest jednym z najistotniejszych elementów zarządzania poszczególnymi operacjami i procesami logistycznymi, ponieważ jej sprawne przepływy umożliwiają nawiązywanie połączeń pomiędzy organizacją a dostawcami, jak również integrowanie działań podejmowanych przez sferę zaopatrzenia, produkcji i dystrybucji. W celu podejmowania właściwych decyzji w sferze logistycznej, a także efektywnego realizowania procesów konieczne staje się stworzenie odpowiedniego systemu informacyjnego<sup>4</sup>.

Etykiety RFID (zwane też „inteligentnymi” etykietami) występują w różnych rozmiarach oraz mogą być wykonane z odmiennych materiałów, włączając w to papier i tworzywa sztuczne. Ponadto postęp technologiczny umożliwił drukowanie etykiet RFID. Dzięki wykorzystaniu specjalnych drukarek z wbudowanym dekoderm RFID istnieje możliwość, aby w momencie drukowania etykiety jednocześnie zapisywać dane w pamięci znacznika. Etykiety RFID przeważnie są przeznaczone do jednorazowego użytku i stosuje się je m.in. do znakowania palet, kartonów bądź produktów detalicznych w celach logistycznych. Chipy mają nad nimi tę przewagę, że posiadają większą pamięć, co pozwala na zapis większej ilości danych. Najbardziej spornym rodzajem chipów RFID są tzw. biochipy, w przypadku których znaczniki umieszczane są w żywych organizmach zwierzęcych bądź ludzkich i służą ich identyfikacji bądź ustaleniu miejsca pobytu<sup>5</sup>.

Celem niniejszego rozdziału jest przybliżenie zasad funkcjonowania technologii RFID, która umożliwia bezdotykową, automatyczną identyfikację i odczyt danych za pomocą fal radiowych różnych częstotliwości, a ponadto stanowi rozwinięcie technologii kodów kreskowych.

W rozdziale opisano możliwości zastosowania technologii RFID w tworzeniu inteligentnego szpitala (*smart hospital*)<sup>6</sup>, polegającej na tworzeniu Internetu

3 A. Szymonik, *Ekonomika transportu dla potrzeb logistyka(i). Teoria i praktyka*, Difin, Warszawa 2013, s. 172–173.

4 K. Bartczak, *Zastosowanie RFID w logistyce*, „Logistyka” 2015, nr 4, s. 59.

5 M. Czerniawski, *Prawne aspekty identyfikacji z użyciem fal radiowych (RFID)*, „Kwartalnik Prawa Publicznego” 2010, nr 3, s. 96–97.

6 P. Fuhrer, D. Guinard, *Building a Smart Hospital using RFID technologies*, 1st European Conference on eHealth (ECEH06), Fribourg, Switzerland, October 12–13, 2006, [https://www.researchgate.net/publication/221111111\\_Building\\_a\\_Smart\\_Hospital\\_using\\_RFID\\_technologies](https://www.researchgate.net/publication/221111111_Building_a_Smart_Hospital_using_RFID_technologies).

Przedmiotów, pomocy w identyfikacji pacjentów (co przyczynia się do ich bezpieczeństwa), zarządzaniu aktywami szpitala, walki z podróbkami leków i zarządzaniu odpadami medycznymi.

## 4.1. System GS1

Konieczność dobrego zarządzania ryzykiem to najważniejszy powód, dla którego szpitale i inne jednostki z obszaru ochrony zdrowia powinny zainteresować się kodami kreskowymi. System GS1 jest zbiorem międzynarodowych standardów identyfikacyjnych i komunikacyjnych. Jego podstawę stanowią unikalne w skali świata numery służące identyfikacji jednostek handlowych i logistycznych, lokalizacji, zasobów i relacji usługowych. Standardy funkcjonujące na świecie od ponad 30 lat są najbardziej rozpowszechnione w branży dóbr szybko rotujących. Z uwagi jednak na otwarty i uniwersalny charakter systemu GS1 standardy te znajdują zastosowanie m.in. w szpitalach. Wspomniany system oferuje np. narzędzia, takie jak: globalny identyfikator pacjenta i personelu medycznego, produktu lub zasobu, globalny identyfikator miejsca lokalizacji, a także elektroniczne komunikaty do wymiany informacji i danych oraz efektywne nośniki tych ostatnich, m.in. kody kreskowe czy tagi radiowe. Wzrastająca liczba stosowanych rozwiązań opartych na standardach GS1 na całym świecie pokazuje, jak jednolity sposób gromadzenia i wymiany danych pozwala osiągnąć daleko idące korzyści w postaci oszczędności czasu, pieniędzy, redukcji zapasów czy zwiększenia bezpieczeństwa pacjenta<sup>7</sup>.

Standardy GS1 ułatwiają krajową i międzynarodową komunikację między wszystkimi partnerami handlowymi uczestniczącymi w jakimkolwiek łańcuchu logistycznym, łącznie z dostawcami surowców, producentami, hurtownikami, dystrybutorami, detalistami, szpitalami i końcowymi klientami lub konsumentami. Wiele firm rozszerza swoje kanały dystrybucyjne na rynki i klientów w nowych dla nich branżach. Jednocześnie przedsiębiorstwo, które decyduje się na standard wewnętrzny, naraża się na niebezpieczeństwo ponoszenia potencjalnie wysokich kosztów utrzymywania wielu systemów, jeżeli chce sprzedawać swoje produkty lub usługi. Wiele operacji mających podstawowe znaczenie dla efektywności handlu i optymalizacji łańcucha dostaw zależy od dokładnej identyfikacji wymienianych produktów, świadczonych usług i/lub związanych z nimi lokalizacji. System GS1 jest zestawem standardów umożliwiających efektywne zarządzanie globalnymi łańcuchami dostaw, obejmującymi wiele branż, przez unikalną identyfikację produktów,

---

net/publication/ 221215167\_Building\_a\_Smart\_Hospital\_using\_RFID\_Technologies (dostęp: 10.06.2019).

7 E. Hałas, *Kody kreskowe w ochronie zdrowia*, „Logistyka” 2010, nr 6, s. 6–7.

jednostek wysyłkowych, zasobów, lokalizacji i usług. Usprawnia procesy gospodarki elektronicznej, łącznie z możliwością pełnego śledzenia informacji o pochodzeniu produktów<sup>8</sup>.

Instytut Logistyki i Magazynowania, jako organizacja krajowa zarządzająca standardami globalnymi w zakresie e-gospodarki ogólnosiwiatowego systemu GS1, przystąpił do realizacji projektu *traceability* w ochronie zdrowia. Projekt ten ma na celu wypracowanie dobrych praktyk w zakresie śledzenia produktów leczniczych i wyrobów medycznych, poczynając od surowców, przez produkcję i dystrybucję, do zużycia, z wykorzystaniem globalnych, docelowych standardów i rozwiązań.

Działania dla podmiotów leczniczych mogą być rozszerzone o potrzeby i oczekiwania szpitali, w tym o usprawnienie:

- przepływu pacjentów przez wypracowanie dobrych praktyk w zakresie identyfikacji poszczególnych osób,
- przepływu leków i wyrobów medycznych w szpitalu przez wykorzystanie kodów kreskowych,
- współpracy z dostawcami z wykorzystaniem dokumentów elektronicznych,
- inwentaryzacji środków trwałych w szpitalu.

Istotne jest doświadczenie szpitali w tym obszarze, np. sprawdzenie, czy w przeszłości były zmuszone do wycofania produktu leczniczego lub wyrobu medycznego z obiegu i czy zamierzają polepszyć procedury związane z awaryjnym wycofaniem produktów z rynku. W przypadku zaś identyfikacji pacjenta przy zastosowaniu kodów kreskowych ważne staje się zweryfikowanie, jakiego rodzaju dane zamieszczają w postaci kodu kreskowego oraz jakiego rodzaju kod kreskowy stosują (np. GS1-128, GS1 DataMatrix, kod QR), a także w jakich procesach szpitalnych wykorzystują kod kreskowy kodujący pacjenta (do rejestracji podania leków, do weryfikowania zgodności podawanych leków i materiałów medycznych ze zleceniem lekarskim itd.)<sup>9</sup>.

## 4.2. Elektroniczny kod produktu

Już w 2007 r. Europejski Komitet Ekonomiczno-Społeczny w opinii w sprawie identyfikacji radiowej (RFID) wyrażał obawy co do otwartości i neutralności baz danych, w których rejestrowane mają być jednoznaczne identyfikatory stanowiące centralny element systemu identyfikacji radiowej, a także co do przechowywania i przetwarzania zgromadzonych danych oraz ich wykorzystania przez osoby trzecie. Jest to istotny problem, ponieważ w technologii RFID upatruje się siłę napędową nowej fali rozwoju

<sup>8</sup> Podręcznik stosowania systemu GS1, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2008, s. 5.

<sup>9</sup> A. Kosmacz-Chodorowska, *Traceability w ochronie zdrowia, w tym w farmacji*, „Logistyka” 2013, nr 5, s. 80–81.

Internetu, której następstwem będzie połączenie miliardów inteligentnych urządzeń i zaawansowanych technicznie czujników w ogólnosiatową sieć telekomunikacyjną. Ten nowy etap rozwoju Internetu nazwano Internetem Fizycznych Przedmiotów. Zwracano uwagę na to, że mający w nim obowiązywać system rejestracji i nadawania nazw obiektom powinien zostać zabezpieczony przed ewentualnym uszkodzeniem lub niewłaściwym wykorzystaniem, co stwarza ryzyko chaosu. Należy przy tym wyeliminować możliwość przejęcia tego nowego rozwiązania przez partykularne grupy interesu, wykorzystujące wspomniane bazy danych i systemy do swoich własnych celów. Niezbędne jest także spełnienie wymagań wszystkich zainteresowanych stron w zakresie bezpieczeństwa, etyki i prywatności, co dotyczy zarówno osób fizycznych, jak i podmiotów gospodarczych, których poufne informacje handlowe są przetwarzane w procesach biznesowych w oparciu o identyfikację radiową. Podczas tworzenia systemu informacyjnego posługującego się ową identyfikacją radiową należy uwzględnić wymagania podmiotów aktywnie uczestniczących w jego tworzeniu (np. przedsiębiorstw, organów publicznych, szpitali) i użytkowników, których ma on dotyczyć (obywateli, konsumentów, pacjentów, pracowników)<sup>10</sup>.

Elektroniczny kod produktu (*The Electronic Product Code*, EPC), znany również jako Internet Przedmiotów, jednoznacznie identyfikuje obiekty i ułatwia śledzenie produktów w całym cyklu ich życia. EPC jest podstawowym identyfikatorem aktywów w tzw. sieci EPC. Zasadniczo zawiera informacje o producencie oznaczonego obiektu i jego charakterze, klasie produktu bądź o unikalnym przedmiocie<sup>11</sup>. Z tego względu:

- sprzęt medyczny musi zawierać znaczniki RFID – w najlepszym przypadku tagi powinny zostać umieszczone w urządzeniach przez producenta i wyposażone w znormalizowany, unikalny na całym świecie identyfikator,
- lekarzy, pielęgniarki, opiekunów i innych członków personelu należy zobowiązać do noszenia „inteligentnej odznaki”, przechowującej numer identyfikacyjny pracownika,
- po przyjeździe do szpitala każdy pacjent powinien otrzymać opaskę na rękę z wbudowanym znacznikiem RFID przechowującym unikatowy identyfikator oraz niektóre informacje dotyczące jego przypadku (np. zdjęcie cyfrowe, unikalny kod pacjenta itp.),
- dokumentację medyczną wszystkich pacjentów (także papierowe pliki medyczne) i inne ważne dokumenty trzeba oznaczyć samoprzylepnymi etykietami RFID zawierającymi unikalny numer,

10 *Opinia Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego w sprawie identyfikacji radiowej (RFID)*, (Dz.U.UE.C.07.256.66).

11 P. Fuhrer, D. Guinard, *Building a Smart Hospital using RFID technologies*, 1<sup>st</sup> European Conference on eHealth (ECEH06), Fribourg, Switzerland, October 12–13, 2006, [https://www.researchgate.net/publication/221215167\\_Building\\_a\\_Smart\\_Hospital\\_using\\_RFID\\_Technologies](https://www.researchgate.net/publication/221215167_Building_a_Smart_Hospital_using_RFID_Technologies) (dostęp: 10.06.2019).

- blistry i opakowania leków powinny zawierać etykiety RFID, które w największym stopniu będą musiały się zgadzać z EPC,
- woreczki z krwią należy oznaczyć samoprzylepną etykietą RFID z unikalnym identyfikatorem.

Ponadto czytniki RFID są umieszczane w strategicznych miejscach szpitala:

- bramki RFID umieszcza się przy wejściach i wyjściach z obiektu,
- każda sala operacyjna powinna zawierać co najmniej jeden czytnik RFID,
- personel szpitala (lekarze, pielęgniarki, opiekunowie i inni pracownicy) należy zaopatrzyć w urządzenia podręczne (PDA, telefon komórkowy itp.) wyposażone w czytnik RFID i ewentualnie bezprzewodowe (np. Wi-Fi) połączenie z Internetem.

Rozwój technologii RFID może prowadzić do powstania Internetu Przedmiotów, będącego systemem, w którym w oparciu o wspomnianą technologię przedmioty będą w stanie komunikować się ze sobą bez udziału ludzi. Coraz częściej spotykanym przykładem tego rozwiązania jest lodówka, która rejestruje, co z niej wyjęto, i w ten sposób sporządza listę zakupów, ostrzega nas, że mamy alergię na dany produkt, a także potrafi ustalić, z jakiej fermy pochodzą zakupione jajka. W tym obszarze da się też wskazać ubranie wyposażone w chip, które samo przesyła do pralki informację o optymalnej temperaturze, w jakiej należy je prać<sup>12</sup>. Analogicznie do powyższych rozwiązań Internet Przedmiotów możemy zastosować w przypadku apteczki domowej czy znajdującej się w szpitalu apteczki oddziałowej, które będą informować nas bądź pielęgniarki, jakich produktów leczniczych brakuje, którym kończy się termin ważności, na jakie leki mamy alergię, które medykamenty powinny być przechowywane w lodówce. Dzięki temu systemowi dowiemy się dodatkowo o interakcjach mogących wystąpić pomiędzy lekami i otrzymamy informację, aby nie przyjmować środków z danej partii produkcji w przypadku ich wycofania przez Główny Inspektorat Farmaceutyczny.

RFID znajduje zastosowanie również w odniesieniu do bielizny szpitalnej czy operacyjnej, która musi być ściśle segregowana i kontrolowana w procesie prania bez udziału ludzi. Zazwyczaj jest ona skażona bakteriologicznie, przez co jej segregacja musi się odbywać automatycznie<sup>13</sup>.

### 4.3. Zarządzanie aktywami

Koncepcja inteligentnego szpitala to przykład, który oddaje specyfikę praktycznego zastosowania BI (*Business Intelligence*) w ochronie zdrowia. Rozwiązaniem tego typu jest np. Ekahau RTLS (RFID-over-Wi-Fi™), które wykorzystuje oprogramowanie

12 M. Czerniawski, *Prawne aspekty identyfikacji...*, s. 113–114.

13 <https://www.gov.pl/web/nauka/haftowana-antena-i-guzik-z-mikroprocesorem-czyli-nowe-mozliwosci-tekstroniki> (dostęp: 11.02.2020).

Ekahau Vision™ oraz tagi Wi-Fi (znaczniki), dzięki którym możliwe jest śledzenie w czasie rzeczywistym (ang. *real-time location tracking*) przemieszczania się w obrębie szpitala wszystkich obiektów posiadających takie znaczniki. Znacznik może być przyczepiony do wszelkiego rodzaju aktywów, a także użyty jako wyposażenie personelu oraz pacjentów. Znaczniki komunikują się z tzw. Wi-Fi Access Points (APs). Mechanizm ten da się porównać do ogromnego skanera, który po umieszczeniu w szpitalu wyszukuje (z dokładnością do jednego łóżka szpitalnego) znaczniki radiowe przyczepione do sprzętu, leków, personelu, pacjentów itd. W ten sposób osoba zarządzająca podmiotem leczniczym jest w stanie w każdym momencie bezproblemowo zlokalizować każdy otagowany obiekt znajdujący się na terenie danej jednostki. Wśród zalet tego typu rozwiązań wymienia się m.in. automatyzację *workflow* oraz procesów manualnych, znaczącą poprawę komunikacji poprzez szybkie lokalizowanie zdarzeń wynikających np. ze zmiany statusu otagowanego obiektu, poprawę bezpieczeństwa pacjentów dzięki detekcji ruchu czy też wspomaganie inwentaryzacji oraz zarządzania zleceniami prac. Przyczyniają się one do dostarczania niezwykle wartościowych informacji, które mogą być wykorzystane do podejmowania lepszych decyzji. Przykładowo menedżer na podstawie wyników różnych analiz danych przedstawionych w postaci raportów bądź wizualizacji na monitorze swojego komputera uzyska informacje dotyczące m.in. istotnych trendów, tego, kiedy i gdzie zużywane są wybrane aktywa, jak długo, gdzie i kiedy pacjenci szpitala muszą czekać, ile czasu personel medyczny poświęca na opiekę nad pacjentami<sup>14</sup>.

Postęp technologiczny sprawia, że urządzenia używane w szpitalach są coraz mniejsze i bardziej mobilne. Z jednej strony ta ostatnia właściwość umożliwia zastosowanie tych aparatów na różnych oddziałach szpitala. Z drugiej strony zaistniałe nowe możliwości przyczyniają się do problemów związanych z zarządzaniem posiadanym majątkiem ze względu na konieczność jego lokalizowania. W szpitalach niekiedy rozważane są opcje zakupu dodatkowych urządzeń, co wynika z braku wiedzy na temat ich posiadanej liczby. Tego typu problemom mogłoby zaradzić zastosowanie systemu RFID, który pozwala monitorować, gdzie znajdują się wszystkie aparaty będące własnością danej jednostki. Warto również podkreślić, że zdobyte w ten sposób oszczędności można określić mianem relatywnie łatwych do wprowadzenia, gdyż nie ingerują w sposób udzielania świadczeń i nie wiążą się ze zwolnieniami personelu.

Opisywane kwestie związane z aparaturą medyczną można starać się rozwiązać na różne sposoby. Jedną z możliwości jest zastosowanie pozwalającego na lepsze wykorzystanie posiadanych zasobów systemu posługującego się rozwiązaniami opartymi na RFID w powiązaniu z RTLS (ang. *Real-Time Locating Systems* – Systemy lokalizowania w czasie rzeczywistym). Rozwiązanie to pozwala na sprawną

14 T.A. Karkowski, K. Korczak, *Zarządzanie wiedzą w ochronie zdrowia z wykorzystaniem wybranych rozwiązań ICT*, Wolters Kluwer, Warszawa 2016, s. 213–214.



realizację procesów terapeutycznych, w których stosowana jest aparatura medyczna, a także tych, które nie dotyczą działań klinicznych, ale są konieczne dla efektywnego funkcjonowania organizacji. Jednoczesne zastosowanie wspomnianych powyżej technologii umożliwia w pierwszej kolejności zidentyfikowanie, a następnie potwierdzenie tożsamości oraz wskazywanie lokalizacji wybranego aparatu objętego działaniem RFID/RTLS. Ponadto można uzyskać całą historię przemieszczania się urządzenia i dokonać analizy jego wykorzystania przez poszczególnych użytkowników. Lepsza identyfikacja posiadanych aparatów, a przez to poprawa dostępności do nich, to także ograniczenie strat czasu personelu, które wynikają z konieczności odnalezienia brakującego wyposażenia<sup>15</sup>.

Jednym z największych problemów związanych z zarządzaniem zasobami w szpitalach jest lokalizacja sprzętu. Różnego rodzaju urządzenia i mobilna aparatura nie zawsze mają swoje stałe miejsce przechowywania. Są zazwyczaj pozostawiane tam, gdzie akurat były potrzebne, co sprawia, że personel nie zawsze zna ich dokładną lokalizację. Wobec powyższego może dojść do takiej sytuacji, gdy dany sprzęt jest pilnie potrzebny, a traci się dużo czasu na jego poszukiwania. W momencie ratowania ludzkiego zdrowia i życia często liczą się sekundy, więc niezbędne narzędzia ratunkowe muszą być zawsze szybko dostępne. Opisany problem związany z lokalizacją sprzętu w szpitalach można łatwo rozwiązać za pomocą RFID. Oznakowanie tagami RFID oraz rozmieszczone w budynku czytniki pozwolą na szybką identyfikację potrzebnej aparatury medycznej, a specjalne oprogramowanie podpowie pielęgniarce czy lekarzowi, gdzie znajduje się dane urządzenie<sup>16</sup>.

Przykładem zastosowania technologii RFID w zarządzaniu zasobami materiałowymi w szpitalu jest oznaczenie tagami wszystkich znajdujących się na stanie jednostki narzędzi, urządzeń, a nawet odzieży, co zapewnia szybki dostęp do informacji dotyczącej lokalizacji elementów wyposażenia. Dodatkowo planowane jest wprowadzenie tagów monitorujących temperaturę w miejscach, gdzie powinny być przestrzegane normy ciepłne. Takie rozwiązanie umożliwi automatyczne uruchomienie alarmu w przypadku awarii urządzeń chłodniczych, co warunkuje natychmiastowe zastosowanie środków zaradczych.

Jednym z głównych aspektów zarządzania gospodarką materiałową w organizacjach opieki zdrowotnej jest identyfikacja i inwentaryzacja istniejących zasobów. Brak wiedzy o lokalizacji kosztownego sprzętu medycznego na terenie szpitala w danej chwili, a także o miejscu przebywania pracowników w sytuacjach kryzysowych przyczynia się do opóźnień i strat oraz niedostatecznej jakości usług zdrowotnych. Wiąże się ponadto z mało efektywnym wykorzystaniem zasobów organizacji

15 M. Kautsch, K. Cięciak, *Systemy identyfikacji aparatury medycznej a problemy kadrowe polskich szpitali – szanse i perspektywy*, „Przedsiębiorczość i Zarządzanie” 2017, t. XVIII, z. 7, cz. I, s. 107–120.

16 <https://www.rfidpolska.pl/rfid-w-szpitalu/> (dostęp: 11.03.2020).



i niekiedy pociąga za sobą zbędne zakupy sprzętu czy niepotrzebne podpisywanie umów dotyczących jego wynajmu.

Kolejnym aspektem zarządzania zasobami materiałowymi z zastosowaniem technologii RFID jest ochrona pacjentów podczas operacji chirurgicznych przed omyłkowym pozostawieniem sprzętu medycznego lub materiałów w ciele. Oznakowanie elementów osprzętu chirurgicznego umożliwia jego automatyczne przeliczenie po wykonaniu zabiegu operacyjnego. Jednym z istotnych obszarów zarządzania w organizacjach opieki zdrowotnej jest gospodarka lekowa i logistyka. W tym zakresie zastosowanie technologii RFID w magazynach szpitalnych z lekami dotyczy identyfikacji wielu znaczników równocześnie, bez konieczności kontaktu optycznego między urządzeniem odczytującym a identyfikowanymi obiektami. Takie wykorzystanie RFID wspomaga automatyczną lokalizację, inwentaryzację, a także przyjęcie i wydanie leków. Istnieje ponadto możliwość ich ciągłego śledzenia, tj. od momentu przyjęcia leku od dostawcy, przez magazyn, do miejsca docelowego. Takie działanie wspomaga planowanie i realizację zamówień, a także kontrolę ilości zagubionych lub skradzionych artykułów<sup>17</sup>.

RFID znajduje zastosowanie także w farmacji, na przykład DHL rozwinęła technologię monitorowania transportu, która opiera się na wykorzystaniu etykiety RFID z czujnikiem, pozwalającej na kontrolowanie i dokumentowanie temperatury towarów w trakcie transportu. W czasie drogi kontrolowanie temperatury towarów ma kluczowe znaczenie dla firm farmaceutycznych. Jej zmiany, wykraczające poza dopuszczalny zakres, mogą negatywnie wpływać na żywotność wielu produktów leczniczych, np. szczepionek. Etykieta z czujnikiem stanowi połączenie czujnika temperatury i chipa radiowego RFID. Wprowadzenie rozwiązania opierającego się na technologii RFID pozwala zatem na stałe monitorowanie i zapis zakresu dopuszczalnych temperatur oraz odczyt danych w każdej chwili bez potrzeby otwierania przesyłki. Poprzednio odczytanie rzeczywistej temperatury, w jakiej utrzymywano zawartość, było możliwe dopiero po zakończeniu transportu. Dzięki zastosowaniu technologii RFID dane z pomiarów są dostępne dla każdego punktu odczytu, a nadawcy i odbiorcy mogą w każdym momencie sprawdzić, jaki jest stan produktu. DHL opracował etykietę z czujnikiem przy współpracy z IBM i firmami farmaceutycznymi. Zastosowanie nowego rozwiązania poprzedziły testy przeprowadzone wspólnie z klientem z branży farmaceutycznej. Obecnie jest ono z powodzeniem wprowadzane do użycia w transporcie morskim materiałów diagnostycznych i szczepionek<sup>18</sup>.

17 J. Bartnicka, M. Smolorz, *Zastosowanie technologii RFID w zarządzaniu zasobami w placówkach opieki zdrowotnej*, [http://www.ptzp.org.pl/files/konferencje/kzz/artyk\\_pdf\\_2010/10\\_Bartnicka\\_J.pdf](http://www.ptzp.org.pl/files/konferencje/kzz/artyk_pdf_2010/10_Bartnicka_J.pdf) (dostęp: 11.03.2020).

18 <https://www.logistyka.net.pl/aktualnosci/logistyka/item/4977-dhl-wprowadza-rfid-do-branzy-farmaceutycznej> (dostęp: 11.02.2020).

## 4.4. Optymalizacja w identyfikacji pacjentów

Jeżeli chodzi o wykorzystanie technologii RFID u pacjentów, to stosowany jest plaster medyczny z wbudowanym nadajnikiem RFID, który stanowi przykład elektronicznej karty pacjenta zawierającej dane na jego temat, udostępnianej lekarzowi za pomocą czytnika oraz palmtopa. Takie rozwiązanie ogranicza możliwość popełnienia w trakcie leczenia błędu polegającego np. na podaniu leku, na który pacjent jest uczulony. Elektroniczna karta pacjenta wspomaga również prace personelu pielęgniarstwa, mającego możliwość sprawdzenia dawkowania leków zażywanych przez chorego<sup>19</sup>.

Opaski przeznaczone dla pacjentów, którzy będą poddani operacji, są pokryte specjalną antybakteryjną powłoką z jonizowanego srebra, która zapobiega rozwojowi bakterii. Z kolei w przypadkach wymagających maksymalnie elastycznych możliwości identyfikacji oferowane są opaski na rękę z wbudowanym identyfikatorem radiowym (RFID). Zapewniają one odczyt i zapis bez konieczności nadrukowania kodu, a dane są możliwe do czytania nawet przez odzież i pościel. Rozwiązanie to jest szczególnie przydatne dla pacjentów, którzy nie powinni być bez potrzeby przenoszeni, bądź dla noworodków w inkubatorach. W takich przypadkach można zdalnie odczytywać potrzebne informacje<sup>20</sup>.

Pacjent, który trafia do rejestracji/izby przyjęć, otrzymuje wstępnie zakodowaną opaskę z transponderem, mocowaną na nadgarstku. Na każdym etapie ruchu chorego system RFID radiowo go identyfikuje, zapisując na jego tagu dane personalne, numer ewidencyjny, numer oddziału, na który został przydzielony, skierowania, wyniki badań, rozpoznania itd. Po przyjęciu pacjenta na oddział system prowadzi szeroko rozumianą ewidencję. W przypadku np. zlecenia podania krwi zostaje sprawdzony stan w bazie krwi, a następnie zamówiona odpowiednia jednostka, w przypadku braków w szpitalu zamówiona w stacji krwiodawstwa. Zaletą takiego rozwiązania jest możliwość szybkiej reakcji na zmieniające się parametry życiowe chorego. Informacja z czujników pomiarowych (np. dotycząca temperatury, tętna, ciśnienia krwi i innych) wysyłana jest zarówno do transpondera, na którym zostaje zapisana, jak i do systemu ekspertowego, mającego za zadanie analizę wyników, a w przypadku odchyżeń od norm – zawiadomienie personelu medycznego i jednocześnie wskazanie możliwej diagnozy. Zapis danych na transponderze daje lekarzowi natychmiastowy dostęp do wyników badań i postawienia diagnozy, która wcześniej może zostać zaproponowana przez moduł doradczy<sup>21</sup>.

Technologia RFID jest używana w szpitalach w wielu procesach. Przykładowym jej zastosowaniem są identyfikatory dla pacjentów, które umożliwiają tak

19 J. Bartnicka, M. Smolorz, *Zastosowanie technologii RFID w zarządzaniu zasobami...*

20 M. Zakrzewska, E. Gossa, *Systemy automatycznej identyfikacji w służbie zdrowia – identyfikacja pacjenta i personelu*, Warszawa 2011, s. 4.

21 M. Topolski, K. Topolska, *Fuzja systemu ekspertowego z technologią RFID na przykładzie wybranego fragmentu łańcucha logistycznego*, „Logistyka i Transport” 2008, nr 1, s. 72.

ich lokalizację, jak i identyfikację. Ponadto mogą pełnić funkcję wirtualnej karty kredytowej umożliwiającej korzystanie z różnych usług na terenie danej jednostki (usługi gastronomiczne czy fryzjerskie). Takie rozwiązanie stwarza możliwość ograniczenia dostępu przez pacjenta do niektórych stref szpitala lub opuszczania przez niego wybranych stref.

Technologia RFID umożliwia na terenie szpitala zarządzanie personelem on-line, w tym rejestrację czasu pracy i lokalizację poszczególnych pracowników. Z kolei w przypadku zastosowania tego rozwiązania w stosunku do urządzeń medycznych zagwarantowane będą zarówno inwentaryzacja on-line oraz optymalne zarządzanie sprzętem medycznym, jak i zabezpieczenie go przed kradzieżą<sup>22</sup>.

Ponadto technologia RFID zapewnia pozytywne wyniki pacjentów w praktyce klinicznej poprzez bezpieczniejszą ich identyfikację. Praktyka ta znajduje się na pierwszym planie inicjatyw dotyczących bezpieczeństwa chorych w ochronie zdrowia. RFID może oferować bardziej wyrafinowane usługi identyfikacji pacjentów niż standardowa technologia kodów kreskowych ze względu na możliwość raportowania aktualnych danych w czasie rzeczywistym. Korzyści, jakie technologia ta jest w stanie zapewnić przyszłej praktyce pielęgniarstwa, obejmują nie tylko zwiększone bezpieczeństwo pacjentów poprzez identyfikację i przesyłanie informacji w czasie rzeczywistym oraz alerty, ale także skrócenie czasu spędzanego na wykonywaniu zadań administracyjnych. Czas potrzebny na zlokalizowanie materiałów i sprzętu, a nawet personelu klinicznego może zostać znacznie skrócony. Oszczędność ta ostatecznie przekłada się na długość czasu spędzanego z pacjentem<sup>23</sup>.

RFID jest również przydatne w określaniu tożsamości pacjentów, dzięki czemu zwiększa ich bezpieczeństwo poprzez ograniczenie błędnej identyfikacji, szczególnie w przypadku krytycznych dla życia chorego zabiegów operacyjnych. Tego typu rozwiązania są stosowane również w lokalizowaniu pacjentów wymagających dodatkowej opieki, np. osób starszych lub cierpiących na chorobę Alzheimera bądź utratę pamięci<sup>24</sup>.

Zmniejszenie i tam, gdzie jest to możliwe, eliminacja błędów w dobieraniu sposobów opieki odpowiednich dla pacjentów są głównymi elementami poprawy ich bezpieczeństwa.

Możemy mieć do czynienia z trzema podstawowymi rodzajami błędów. W pierwszym przypadku pacjent otrzymuje złe leczenie w wyniku braku poprawnego dopasowania próbek czy zdjęć rentgenowskich. W drugiej sytuacji chory jest źle leczony na skutek błędu w komunikacji między pracownikami lub nieprawidłowego

22 D. Mare, *Funkcjonowanie zintegrowanego systemu informatycznego w szpitalu*, [w:] J. Stępniewski, P. Karniej, M. Kęsy (red.), *Innowacje organizacyjne w szpitalach*, Wolters Kluwer Polska, Warszawa 2011, s. 213.

23 S. Paaske, A. Bauer, T. Moser, C. Seckman, *The Benefits and Barriers to RFID Technology in Healthcare*, „Online Journal of Nursing Informatics (OJNI)” 2017, Vol. 21, No. 2, <https://www.himss.org/library/benefits-and-barriers-rfid-technology-healthcare> (dostęp: 11.03.2020).

24 C. Żurak-Owczarek, *Technologia RFID w usługach zdrowotnych*, „Logistyka” 2014, nr 4, s. 1599.

wykonania przez nich procedur, a w trzeciej otrzymuje leczenie przeznaczone dla innego pacjenta w następstwie niepoprawnej identyfikacji.

Przykładami takich błędów są następujące przypadki. W pierwszym przykładzie krew pani Karwowskiej czy próbki jej tkanek są mylone z krwią lub próbkami tkanek pani Krakowskiej, co prowadzi do postawienia błędnej diagnozy i/lub złego leczenia. Druga sytuacja dotyczy pacjenta, który jest nieprawidłowo operowany, np. amputowano mu zdrową nerkę z powodu błędów w komunikacji między personelem lub w wyniku nieprawidłowego wykonania procedur kontrolnych przez personel. Jako trzeci przykład może posłużyć przypadek pana Tobiasza Karkowskiego, który otrzymał leki przeznaczone dla pana Tomasza Karkowskiego. Takie błędy mogą mieć wiele konsekwencji. Niektóre okażą się niegroźne, inne jednak mogą mieć dotkliwe skutki dla pacjentów, a przez to niekorzystnie wpływać na ich zaufanie do personelu. Niektóre powodują trwałe, ale stosunkowo niewielkie konsekwencje dla chorego. Inne jednak przynoszą poważne, trwałe szkody, takie jak przewlekły ból, nierozpoznanie nowotworów, ślepotę, a nawet śmierć<sup>25</sup>.

Bez wątpienia niewłaściwe ustalenie tożsamości pacjenta, skutkujące podjęciem terapii wobec nieodpowiedniej osoby, jest błędem organizacyjnym zakładu leczniczego. Administrator danych, czyli podmiot leczniczy, ma obowiązek ustalić dane chorego w sposób niebudzący wątpliwości, co jest przecież niezbędne w procesie leczenia. Tożsamość pacjenta ustala się poprzez wskazanie przez niego podstawowych informacji osobowych, takich jak imię, nazwisko, adres zamieszkania, numer PESEL. Pracownik rejestracji w szpitalu ma prawo zażądać od pacjenta okazania dowodu osobistego w celu spisania z niego danych osobowych, ale nie może go kserować w celu pozostawienia w dokumentacji medycznej. Należy podkreślić, że prawidłowo ustalone dane pacjenta bez wątpienia przyczynią się do minimalizacji błędów o charakterze organizacyjnym<sup>26</sup>.

Obowiązek wprowadzony przez art. 36 ust. 1 Ustawy z dnia 15 kwietnia 2011 r. o działalności leczniczej (tekst jedn. Dz.U. z 2020 r., poz. 295) – u.d.l., a dotyczący posługiwania się identyfikatorem, odnosi się do szpitali i obejmuje ludzi w nich zatrudnionych lub pozostających w odniesieniu do tych placówek w stosunku cywilnoprawnym. Identyfikator musi być noszony w widocznym dla osób go odczytujących miejscu i powinien zawierać dane w postaci imienia i nazwiska oraz funkcji tych, którzy się nim posługują. Obowiązek posługiwania się takim oznaczeniem jest w szpitalu powszechny, dotyczy wszystkich, a nie tylko personelu medycznego<sup>27</sup>. Ustawa o działalności leczniczej wprowadziła także obowiązek zaopatrywania

25 *Right patient – right care. Improving patient safety through better manual and technology-based systems for identification and matching of patients and their care*, The National Patient Safety Agency, London 2004, s. 2.

26 A. Sztuwe, A. Naworska, *Poradnik RODO w ochronie zdrowia. Najnowsze zmiany do wdrożenia w 2019 r.*, Wiedza i Praktyka, Warszawa 2019, s. 161–162.

27 M. Dercz, T. Rek, *Ustawa o działalności leczniczej. Komentarz*, Wolters Kluwer, Warszawa 2014, s. 174.

pacjentów szpitala w znaki identyfikacyjne. Realizacja tego nakazu ma za zadanie zapewnienie zarówno identyfikacji pacjentów, jak i ich bezpieczeństwa przy jednoczesnym poszanowaniu ochrony danych osobowych. Procedura ta nie jest stosowana wobec osób hospitalizowanych w szpitalu, dla pacjentów pozbawionych wolności oraz przyjmowanych do szpitala lub oddziału psychiatrycznego (art. 36 ust. 4 u.d.l.). Wprowadzenie takich oznaczeń dla chorych nie tylko gwarantuje ochronę danych osobowych, ale także przyczynia się do zwiększenia bezpieczeństwa pacjenta hospitalizowanego, a w rezultacie wpływa na zwiększenie efektywności funkcjonowania szpitala. Ponadto znaki identyfikacyjne zastępują karty gorączkowe, które zawierały liczne dane osobowe pacjentów<sup>28</sup>.

W zależności od możliwości technicznych nadawania znaków identyfikacyjnych zaopatrywanie w nie może należeć do kompetencji pracownika izby przyjęć lub działu statystyki – samodzielnie bądź na wniosek personelu medycznego mającego bezpośredni kontakt z pacjentem na oddziale<sup>29</sup>. Można wyróżnić „tradycyjne”, jednowymiarowe (liniowe) kody kreskowe, które są rozpowszechnione w znakowaniu w praktycznie wszystkich branżach i sektorach<sup>30</sup>, w tym w ochronie zdrowia. Inną możliwością znakowania są kody QR (*Quick Response*), które podobnie jak kody kreskowe służą do kodowania znaków w taki sposób, aby mogły być błyskawicznie odczytane przez specjalne czytniki<sup>31</sup>.

Zaopatrzenie pacjenta w znak obejmuje imię i nazwisko oraz datę urodzenia chorego, a w przypadku noworodka urodzonego w szpitalu – imię i nazwisko matki, płeć i datę urodzenia dziecka ze wskazaniem roku, miesiąca, dnia oraz godziny i minuty w systemie 24-godzinny, z kolei dla noworodka urodzonego z ciąży mnogiej także cyfry wskazujące na kolejność rodzenia się (art. 36 ust. 5 u.d.l.). Ze względu na konieczność ochrony danych osobowych informacje te muszą być zakodowane w taki sposób, aby uniemożliwiały identyfikację pacjenta przez osoby nieuprawnione<sup>32</sup>. Szyfrowanie danych następuje zazwyczaj przy wykorzystaniu kodu kreskowego bądź kodu QR, przy czym nie są to systemy obowiązkowe. Z punktu widzenia realizacji obowiązku ustawowego istotne jest jedynie, aby system ten odpowiednio zabezpieczał dane osobowe pacjenta przed osobami postronnymi, a jednocześnie umożliwiał jego sprawną identyfikację przez personel medyczny.

28 A. Gawrońska-Błaszczuk, *Analiza porównawcza możliwych rozwiązań w zakresie pogodzenia obowiązku ochrony danych osobowych z bezpieczeństwem pacjenta i efektywnością szpitala w kontekście nowego Rozporządzenia MZ*, „Przedsiębiorczość i Zarządzanie” 2013, t. 14, z. 10, s. 108.

29 K. Fortak-Karasińska, *Procedura: Zaopatrywanie pacjentów w znaki identyfikacyjne w szpitalu*, Serwis Prawo i Zdrowie, Wolters Kluwer, Warszawa 2014.

30 P. Frąckowiak, *System GS1 nie tylko dla orłów*, „Logistyka” 2014, nr 5, s. 64.

31 Zob. <http://www.computerswiat.pl/jak-to-dziala/2011/06/wszystko-o-kodach-qr.aspx> (dostęp: 20.01.2020).

32 M. Zakrzewska, E. Gossa, *Systemy automatycznej identyfikacji...*, s. 3.

Znak identyfikacyjny umieszczany jest na opasce lub fotografii, gdy założenie opaski dziecka, które nie ukończyło 6. roku życia, okazuje się niemożliwe. Wówczas zdjęcie wykonuje się za zgodą matki lub osoby bliskiej. Umieszcza się na nim znak identyfikacyjny i lokuje w widocznym miejscu na łóżku dziecka albo na inkubatorze.

Opaska jest zakładana pacjentowi na nadgarstek, a w przypadku noworodków na oba nadgarstki, alternatywnie na kostkę nogi bądź na obie kostki albo na nadgarstek i kostkę, gdy umieszczenie na nadgarstku jest niemożliwe albo niewskazane ze względu na przebieg leczenia (§ 4 ust. 1 i 2 rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 20 września 2012 r. w sprawie warunków, sposobu i trybu zaopatrywania pacjentów szpitala w znaki identyfikacyjne oraz sposobu postępowania w razie stwierdzenia ich braku, Dz.U. z 2012 r., poz. 1098).

Potwierdzenie tożsamości powinno nastąpić na podstawie okazanego przez pacjenta dowodu osobistego, paszportu, prawa jazdy albo, w przypadku osoby poniżej 18. roku życia, legitymacji szkolnej. Powyższy sposób potwierdzenia tożsamości koresponduje ze wskazanym w art. 50 u.ś.o.z. trybem potwierdzania uprawnień do świadczeń zdrowotnych finansowanych ze środków publicznych. Jeżeli jednak potwierdzenie tożsamości na tej drodze nie jest możliwe, dla realizacji obowiązku zaopatrzenia pacjenta w znak identyfikacyjny wystarczające okazuje się ustalenie danych na podstawie oświadczenia złożonego przez pacjenta.

W przypadku stwierdzenia braku lub zniszczenia opaski czy zdjęcia ze znakiem identyfikacyjnym w czasie hospitalizacji każdy pracownik szpitala, który stwierdzi zaistnienie takiego przypadku, jest obowiązany podjąć czynności zmierzające do odtworzenia oznaczenia samodzielnie bądź zgłosić ten fakt osobie odpowiedzialnej na oddziale za nadawanie opasek/zdjęć. Dodatkowo należy sporządzić odpowiednią adnotację na ten temat w dokumentacji medycznej<sup>33</sup>.

Celem informatyzacji instytucji jest uzyskanie łatwego i szybkiego dostępu do danych, a także pewność, że są one zgodne z prawdą i nie uległy zniekształceniu. W przypadku placówek ochrony zdrowia wymiana informacji okazuje się szczególnie ważna, ponieważ w miejscach tych chodzi zarówno o życie, jak i o zdrowie pacjentów. Z tego względu niezwykle istotne staje się zoptymalizowanie sposobu prowadzenia opieki zdrowotnej oraz organizacji placówek, co przekłada się na minimalizację liczby błędów i wzrost efektywności pracowników oraz wydajności procesów<sup>34</sup>.

Należy pamiętać, że 25 maja 2016 r. weszło w życie rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/679 w sprawie ochrony osób fizycznych w związku z przetwarzaniem danych osobowych i w sprawie ich swobodnego przepływu oraz uchylenia dyrektywy 95/46/WE (ogólne rozporządzenie o ochronie danych) – dalej: RODO. Od 25 maja 2018 r. polskie jednostki ochrony zdrowia zostały zobowiązane do stosowania regulacji prawnych wynikających z rozporządzenia unijnego w zakresie ochrony danych osobowych. Niniejszy unijny akt prawny przyjęto przede wszystkim

33 K. Fortak-Karasińska, *Procedura: Zaopatrywanie pacjentów w znaki...*

34 M. Zakrzewska, E. Gossa, *Systemy automatycznej identyfikacji...*, s. 4.



w związku z szybkim postępem technicznym i postępującą globalizacją, a co się z tym wiąże – zagrożeniami związanymi z przepływem danych osobowych osób fizycznych, głównie w powiązaniu z działaniem w Internecie. RODO już w preambule definiuje pojęcie danych osobowych dotyczących zdrowia. Zgodnie z jej pkt. 35 za takie dane uważane są wszystkie dane o stanie zdrowia osoby, której one dotyczą, ujawniające informacje o przeszłym, obecnym lub przyszłym stanie fizycznego lub psychicznego zdrowia konkretnej osoby. Unijny ustawodawca zalicza do danych medycznych także informacje pochodzące z badań laboratoryjnych lub lekarskich części ciała lub płynów ustrojowych, w tym – co jest nowością – w szczególności z punktu widzenia obowiązujących do tej pory krajowych przepisów, dane genetyczne i próbki biologiczne oraz wszelkie informacje, np. o chorobie, niepełnosprawności, ryzyku choroby, historii medycznej, leczeniu klinicznym lub stanie fizjologicznym bądź biomedycznym osoby, której dane dotyczą, niezależnie od ich źródła, którym może być chociażby lekarz czy też inny pracownik ochrony zdrowia, szpital, urządzenie medyczne albo badanie diagnostyczne *in vitro*. Zgodnie z treścią pkt. 35 preambuły RODO do danych dotyczących zdrowia zaliczają się także numery, symbole lub oznaczenia przypisane danej osobie fizycznej, służące jej jednoznacznej identyfikacji do celów zdrowotnych, przy czym, co kluczowe, chodzi tutaj o oznaczenia nadawane nie tylko podczas świadczenia usług opieki zdrowotnej, lecz także w czasie ich rejestracji. Tym samym unijny prawodawca wprowadził jednoznaczną zasadę, zgodnie z którą już na etapie rejestracji pacjenta, np. w szpitalu, jego dane osobowe, związane z udzielaniem świadczeń opieki zdrowotnej, zaliczane są do kategorii danych wrażliwych, podlegających szczególnej ochronie.

Zgodnie z art. 9 ust. 3 RODO odpowiedzialność za przetwarzanie medycznych danych osobowych ponosi pracownik podlegający obowiązkowi zachowania tajemnicy zawodowej, co – zdaniem autora – w praktyce oznacza, że np. w przypadku, kiedy będzie je przetwarzać sekretarka medyczna na polecenie ordynatora lub kierownika oddziału i w związku z tym przetwarzaniem dojdzie do naruszenia obowiązujących przepisów, odpowiedzialność z tego tytułu poniesie bezpośrednio zlecający konkretne zadanie ordynator lub kierownik będący lekarzem, czyli osobą zobowiązaną do zachowania tajemnicy zawodowej<sup>35</sup>.

## 4.5. RFID na straży walki z podróbkami leków

Identyfikowalność to zdolność do identyfikowania poprzedniej lub obecnej lokalizacji określonej jednostki handlowej lub logistycznej oraz odtworzenia jej historii w łańcuchu dostaw, dzięki czemu możliwe jest lokalizowanie wadliwych

<sup>35</sup> M. Łokaj, *RODO w ochronie zdrowia – przewodnik po zmianach w zakresie ochrony danych osobowych w placówkach medycznych*, LEX Ochrona Zdrowia, Wolters Kluwer, Warszawa 2019.



lub niebezpiecznych produktów będących w obrocie i w razie potrzeby szybkie wycofanie ich z rynku. Do najważniejszych korzyści wynikających ze stosowania tej metody w sektorze ochrony zdrowia należą<sup>36</sup>:

- zapewnienie bezpieczeństwa pacjentów i osób pracujących na rzecz ochrony zdrowia,
- kontrolowanie kosztów produkcji i zaopatrzenia,
- kontrolowanie kosztów logistycznych,
- upraszczanie przygotowywania szczegółowego wykazu pozycji zamówienia wraz z rozliczeniem,
- zachowanie zgodności z obowiązującymi przepisami,
- utrzymanie zaufania konsumentów do jakości tych produktów i ich marek.

Identyfikowalność jest więc podstawą efektywnego śledzenia produktów w łańcuchu dostaw (*traceability*). Proces ten wymaga właściwego oznakowania produktów w opakowaniach jednostkowych i zbiorczych oraz zapewnienia odpowiedniego przepływu informacji handlowych i/lub logistycznych z fizycznym przepływem śledzonych jednostek. Ponadto wszyscy partnerzy w łańcuchu dostaw powinni stosować jednolite zasady identyfikacji przepływu dóbr zarówno wewnątrz, jak i na zewnątrz organizacji.

Poważnym zagrożeniem dla bezpieczeństwa pacjentów mogłoby być wprowadzenie do obrotu podrabianych produktów leczniczych, których bardzo często nawet farmaceuci czy personel medyczny nie są w stanie zidentyfikować. Techniki automatycznej identyfikacji stanowią zatem podstawowe narzędzia w globalnych systemach śledzenia ruchu i pochodzenia produktów (tzw. *traceability*), a dodatkowo służą potwierdzaniu ich autentyczności. Ponadto stosowanie unikalnych identyfikatorów do oznaczania produktów leczniczych skutecznie utrudnia wprowadzanie ich podrobionych wersji na rynek. W przypadku produktów leczniczych nieodzowna jest ich unikalna identyfikacja przez producenta za pomocą standardowego numeru przedstawionego w postaci powszechnie znanego nośnika danych (np. kodu kreskowego). Dane na temat produktów powinny być przechowywane w specjalnej bazie danych udostępnianej wszystkim uprawnionym do tego uczestnikom łańcucha dostaw. Dzięki takiemu gromadzeniu i przechowywaniu danych możliwe jest zarówno sprawdzanie autentyczności leków, jak i wycofanie konkretnej ich partii w przypadku wykrycia jakiegoś zagrożenia<sup>37</sup>.

Proceder podrabiania leków oraz związany z nimi nielegalny obrót to problemy ogólnoswiatowe zarówno krajów wysoko rozwiniętych, jak i dopiero się rozwijających, a zjawisko to staje się coraz powszechniejsze, co stanowi realne zagrożenie dla

36 *Jak znakować produkty ochrony zdrowia? Identyfikowalność dziś i jutro*, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2014, s. 3–4.

37 A. Gawrońska-Błaszczuk, *Jak usprawnić pracę szpitali i zwiększyć bezpieczeństwo pacjenta oraz efektywność procesów logistycznych*, „Studies & Proceedings of Polish Association for Knowledge Management” 2011, nr 54, s. 157–160.

zdrowia i życia pacjentów. Na szczęście według Głównego Inspektoratu Farmaceutycznego problem leków sfalszowanych w legalnym obrocie na razie nie dotyczy Polski, ponieważ prowadzone przez narodowe laboratoria badania środków pobranych z aptek, punktów aptecznych oraz hurtowni farmaceutycznych nie wykazały do tej pory obecności leków sfalszowanych w tych miejscach. Falszerstwo może dotyczyć wszystkich leków, tak oryginalnych, jak i generycznych (odtwórczych). Obecnie najczęściej fałszowane są produkty wspomagające odchudzanie, przeznaczone na problemy z erekcją i hormony sterydowe, chociaż coraz częściej pojawiają się podrabiane leki z innych grup terapeutycznych, m.in. produkty lecznicze o działaniu antykoncepcyjnym czy psychotropowym. Istnieje również prawidłowość, zgodnie z którą w krajach rozwiniętych częściej podrabiane są leki specjalistyczne oraz drogie<sup>38</sup>.

Już w 2004 r. Agencja Żywności i Leków (*Food and Drug Agency* – FDA) administracji rządowej Stanów Zjednoczonych uznała, że potencjał technologii RFID można wykorzystać do wprowadzenia systemu tzw. elektronicznego rodowodu (*e-Pedigree*) w celu przeciwdziałania fałszowaniu leków. Rozwiązanie to polega na tworzeniu elektronicznych certyfikatów autentyczności w oparciu o znaczniki RFID, pozwalające firmom farmaceutycznym na śledzenie przemieszczania produktów leczniczych na każdym etapie łańcucha dostaw. FDA przedstawiła również wskazówki dotyczące zastosowania technologii RFID przez przemysł farmaceutyczny, które m.in. stanowią, że znaczniki RFID powinny być dołączane do opakowań zarówno bezpośrednich, jak i wtórnych, pojemników i palet wysyłkowych wszystkich leków wprowadzanych do obrotu handlowego, następnie mają być używane tylko dla celów inwentaryzacji, śledzenia ruchu i pochodzenia produktów, weryfikacji wysyłki i odebrania produktu oraz jego uwierzytelnienia. Ponadto z założenia nie mogą zawierać informacji dla pracowników ochrony zdrowia i pacjentów.

System *e-Pedigree* daje również możliwość śledzenia nadzoru indywidualnie sprzedawanych jednostek leków na drodze od producenta do dystrybutora, apteki czy szpitala. Wykorzystuje tagi RFID do śledzenia numeru seryjnego leku, umożliwiając przemysłowi farmaceutycznemu stworzenie systemu dystrybucji, który sprawia, że leki docierają do właściwych miejsc, a także monitorowanie upływu terminu ważności leku, alternatywnie wycofywanie poszczególnych partii leków. Opakowania leków mają zapisane w pamięci znacznika RFID unikatowe numery seryjne, a pozostałe informacje o danym środku znajdują się w bazie danych. Oprogramowanie pozwala na wykrycie sfalszowanych leków wprowadzanych do dystrybucji. Kiedy przykładowo ustali dwa takie same numery leku w łańcuchu dostaw, oznacza to, że jeden z nich jest podróbką. Z kolei dystrybutor, dostawca, odbiorca (apteki, szpitale) nie zaakceptuje dostawy, jeżeli brakuje w niej numeru seryjnego lub jeżeli jest on niepoprawny<sup>39</sup>.

38 *Sfalszowane produkty lecznicze*, <https://www.gif.gov.pl/pl/nadzor/sfalszowane-produkty-le/informacje-ogolne/sfalszowane-produkty-le/479,Fakty.html> (dostęp: 11.03.2020).

39 C. Żurak-Owczarek, *Technologia RFID w usługach zdrowotnych*, s. 1600–1601.

Światowa Organizacja Zdrowia w raporcie *Counterfeit Drugs Kill!* wskazywała m.in. na konieczność zwiększenia międzynarodowej współpracy w zwalczaniu podróbek leków i podjęcia działań w zakresie legislacji, przepisów, technologii oraz strategii komunikacji ze względu na fakt, że podróbki te mają szkodliwy wpływ na zdrowie pacjentów i mogą prowadzić do ich śmierci<sup>40</sup>. Od czasu do czasu w mediach pojawiają się wiadomości o podrobionych lekach. Dzięki staraniom policji i służb celnych na szczęście nie pojawiają się one w aptekach ani szpitalach. Możliwe jest natomiast kupienie ich przez Internet, gdzie według Światowej Organizacji Zdrowia co drugi oferowany lek może być sfalszowany<sup>41</sup>.

W Polsce w celu przeciwdziałania wprowadzaniu na rynek podróbek produktów leczniczych Minister Zdrowia powołał zespół, do którego zadań należy m.in. analiza i ocena stanu oraz określenie skutków zjawiska fałszowania produktów leczniczych, zjawiska obrotu nimi w miejscach do tego nieuprawnionych oraz zjawiska obrotu innymi sfalszowanymi produktami spełniającymi kryteria produktu leczniczego, ze szczególnym uwzględnieniem bezpieczeństwa zdrowotnego społeczeństwa. Ponadto do obowiązków wspomnianego zespołu należy doradztwo w zakresie polityki i strategii ograniczenia zjawiska fałszowania produktów leczniczych, wdrożenia systemu szybkiego wykrywania pojawienia się na rynku produktów leczniczych sfalszowanych bądź pochodzących z nielegalnego źródła oraz innych sfalszowanych produktów spełniających kryteria produktu leczniczego (zarządzenie Ministra Zdrowia z dnia 9 września 2010 r. w sprawie powołania Zespołu do spraw Fałszowania i Nielegalnego Obrotu Produktami Lecznictwymi oraz Innymi Sfalszowanymi Produktami Spełniającymi Kryteria Produktu Leczniczego, Dz.Urz. Min. Zdr. z 2010 r. Nr 11, poz. 67).

Podsumowując, należy stwierdzić, że przyjęcie globalnych standardów przez szpitale przyniosłoby znaczne korzyści, ponieważ pomogłoby zredukować błędy przy podawaniu leków i tym samym poprawiłoby jakość i bezpieczeństwo opieki. Znacząca pozostaje także kwestia finansowa, ponieważ w ciągu 10 lat stosunek korzyści do kosztów dla kodów kreskowych na opakowaniach jednostkowych jest od 15 do 20 razy większy, a na opakowaniach zbiorczych od 3 do 6 razy. Rezygnacja z ręcznego przetwarzania danych pacjentów zwolniłaby personel szpitala z wykonywania niepotrzebnych czynności, co pozwoliłoby skoncentrować się na opiece nad pacjentem i polepszyłoby warunki pracy<sup>42</sup>.

Ważne jest, aby uwzględnić, że zarządzanie łańcuchem dostaw (*Supply Chain Management, SCM*) w systemie ochrony zdrowia (tak w odniesieniu do produktów

40 *Counterfeit Drugs Kill!*, WHO, IMPACT – International Medical Products Anti-Counterfeiting Taskforce 2008, s. 1.

41 A. Stelmaszyk, *Falszywe leki – prawdziwe zagrożenie*, <http://www.pfm.pl/artykuly/falszywe-leki--prawdziwe-zagrozenie---/56> (dostęp: 20.01.2020).

42 T. Ebel i in., *Strength in unity: The promise of global standards in healthcare*, McKinsey & Company 2012, October, s. 62.

leczniczych, jak i materiałów, narzędzi czy sprzętu) powinno odbywać się w porozumieniu i we współpracy z profesjonalistami medycznymi, ponieważ to oni są odpowiedzialni za właściwe użycie materiału medycznego czy sprzętu i to ich wskazówki co do zamówienia powinny być brane pod uwagę. Wobec powyższego logistyka w podmiocie leczniczym jest działalnością interdyscyplinarną, angażującą zarówno pracowników medycznych, jak i niemedycznych, w której istotną, ale niedominującą rolę grają koszty. Dzięki takiemu podejściu prawidłowo realizowane procesy logistyczne w szpitalu mogą bezpośrednio decydować o jakości świadczenia zdrowotnego.

Należy pamiętać, że aby podmioty lecznicze mogły być konkurencyjne na rynku, muszą korzystać z rozwiązań, jakie oferuje m.in. zarządzanie łańcuchem dostaw, które umożliwia sprawowanie kontroli nad poszczególnymi działaniami logistycznymi organizacji. Łączy ono dostawców, producentów, dystrybutorów i klientów przez wykorzystanie technologii informatycznych, tak aby w sposób efektywny i skuteczny spełniać zarówno oczekiwania świadczeniobiorców, jak i świadczeniodawców. Podmioty lecznicze mogą wówczas wspólnie szybko reagować na zmiany zachowań dostawców bądź odbiorców swoich dóbr i usług, zapewniając im wysoką jakość i zróżnicowanie oferowanych produktów. Organizacje, aby osiągnąć sukces, muszą rozwijać projektowanie, organizowanie i realizację działań w ramach łańcucha dostaw. Wdrożenie rozwiązań logistycznych w organizacjach non profit w opiece zdrowotnej przyczynia się do zwiększenia wydajności i efektywności świadczonych usług, obniżenia kosztów, zracjonalizowania przepływu zasobów w tych organizacjach, poprawy jakości obsługi pacjenta, ponieważ odpowiednie zarządzanie danymi medycznymi i wspomaganie procesu decyzyjnego należą do kluczowych zadań w zarządzaniu placówkami opieki zdrowotnej. Ponadto podstawowym czynnikiem efektywnego funkcjonowania owych jednostek jest umiejętność reagowania na zmiany zachodzące w ich otoczeniu. Niezwykle ważnym zagadnieniem staje się również umiejętne zarządzanie wiedzą. Można stwierdzić, że informacja i wiedza należą do najcenniejszych zasobów, których posiadanie i właściwe wykorzystanie coraz częściej decyduje o pozycji i znaczeniu organizacji, gdyż nowoczesne technologie i globalizacja rynków zmieniają gospodarkę, wymuszając wykorzystanie współczesnych technologii informacyjnych oraz zasobów wiedzy w zarządzaniu. Złożoność opieki zdrowotnej wymaga, aby w zarządzaniu uwzględniać różne punkty widzenia. Pozwala na to zastosowanie w badaniu ryzyka klinicznego podejścia systemowego, w którym bierze się pod uwagę ważną rolę odgrywaną przez człowieka w systemach opieki zdrowotnej. Przedstawione rozwiązania umożliwiają wykorzystanie do właściwego zarządzania opieką zdrowotną optyki logistycznej oraz systemowej, która pomaga skutecznie przeprowadzać analizę ryzyka i podejmować strategiczne decyzje, a w efekcie przyczynia się do rozwoju organizacji<sup>43</sup>.

43 A. Strzelecka, *Zarządzanie przepływem dóbr i usług w zakładach opieki zdrowotnej*, „Studies & Proceedings of Polish Association for Knowledge Management” 2011, nr 55, s. 176–185.

## 4.6. RFID w zarządzaniu odpadami medycznymi

Rozporządzenie Ministra Klimatu z 2 stycznia 2020 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. z 2020 r., poz. 10), które zostało wydane na podstawie art. 4 ust. 3 ustawy z 14 grudnia 2012 r. o odpadach, określiło katalog odpadów z podziałem na grupy, podgrupy i rodzaje ze wskazaniem odpadów niebezpiecznych. W załączniku do rozporządzenia zawierającym katalog odpadów ze wskazaniem odpadów niebezpiecznych z kodem 18 znalazły się odpady medyczne i weterynaryjne. W tej grupie wyszczególniono 19 rodzajów odpadów medycznych, przy czym 10 z nich jest zaliczanych do odpadów niebezpiecznych. Unieszkodliwianiu poddaje się te odpady, z których uprzednio wysegregowano odpady nadające się do odzysku (art. 18 ust. 7 u.o.). Ustawa zakazuje odzysku odpadów medycznych z wyjątkiem tych ich rodzajów, których odzysk okazuje się dopuszczalny, określonych w przepisach wydanych na podstawie art. 94 ust. 2 u.o., czyli w rozporządzeniu Ministra Zdrowia z 24 lipca 2015 r. w sprawie rodzajów odpadów medycznych i odpadów weterynaryjnych, których odzysk jest dopuszczalny (Dz.U. z 2015 r., poz. 1116).

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z 21 października 2016 r. w sprawie dopuszczalnych sposobów i warunków unieszkodliwiania odpadów medycznych i weterynaryjnych (Dz.U. z 2016 r., poz. 1819), wydane na podstawie art. 95 ust. 11 u.o., zakłada trzy sposoby utylizacji odpadów medycznych i weterynaryjnych:

- przekształcanie termiczne na lądzie (D10), zwane „procesem D10” – dla odpadów zakaźnych i niemających właściwości zakaźnych,
- obróbka fizyczno-chemiczna (D9), zwana „procesem D9” – dla odpadów, które nie są zakaźne, z wyłączeniem autoklawowania, dezynfekcji termicznej, działania mikrofalami, jeżeli zastosowana w tej obróbce technika jest bezpieczna dla środowiska oraz dla życia i zdrowia ludzi,
- składowanie na składowisku odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne (D5), zwane „procesem D5” – dla odpadów, które nie mają właściwości zakaźnych, innych niż niebezpieczne.

Podstawową formą obróbki najbardziej niebezpiecznych odpadów zakaźnych jest ich spalanie. Ponadto ujednolicono zasady magazynowania odpadów medycznych przed ich przekazaniem do dalszej obróbki. Zgodnie z nimi podmiot leczniczy przed skierowaniem odpadów do procesu D10 – spalanie – jest zobowiązany do ich magazynowania odpowiednio do ich właściwości. Jako nową formę zagospodarowania odpadów medycznych dopuszczono składowanie. Jest to alternatywne rozwiązanie dla obróbki fizycznej oraz chemicznej odpadów<sup>44</sup>.

Szczególnie niebezpieczne są odpady, które znalazły się pod kodem 18 01 08\*, a są to leki cytotoksyczne i cytostatyczne. Gwiazdka oznacza odpady niebezpieczne

44 D. Karkowska, T.A. Karkowski, P. Skoczylas, *Zarządzanie odpadami medycznymi*, „Przedsiębiorczość i Zarządzanie” 2017, t. XVIII, z. 10, cz. III.

i zaliczane do kategorii odpadów medycznych, których poddawanie odzyskowi jest zakazane. Dopuszcza się ich unieszkodliwianie tylko poprzez termiczne przekształcanie.

Odzysk leków, w tym cytostatycznych i cytotoksycznych, został zakazany ze względu na możliwość uszkodzenia nie tylko komórek nowotworowych, lecz także zdrowych, co może prowadzić do uszkodzenia organów lub tkanek. Ze względu na mechanizm działania tych produktów leczniczych odpady te podlegają bezwzględniemu zniszczeniu. Szczegółowy sposób postępowania z odpadami medycznymi powstałymi w miejscu ich wytwarzania, zwłaszcza zasady postępowania przy gromadzeniu odpadów medycznych w pojemnikach lub workach w miejscach ich powstawania oraz przy wstępnym magazynowaniu odpadów medycznych, jak również warunki transportu wewnętrznego odpadów medycznych w obiektach, w których udziela się świadczeń zdrowotnych lub prowadzi badania i doświadczenia naukowe w zakresie medycyny, określa Rozporządzenie Ministra Zdrowia z 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego sposobu postępowania z odpadami medycznymi (Dz.U. z 2017 r., poz. 1975). Tym sposobem odpady medyczne, z wyjątkiem odpadów medycznych o ostrych końcach i krawędziach, zbiera się w miejscu ich powstawania do pojemników lub worków jednorazowego użycia z folii polietylenowej o barwie żółtej, wytrzymałych, odpornych na działanie wilgoci i środków chemicznych, z możliwością jednokrotnego zamknięcia.

Wstępne magazynowanie odpadów medycznych o kodach m.in. 18 01 08\* odbywa się tylko w temp. do 18°C, z tym że proces ten w temp. 10–18°C może trwać tak długo, jak pozwalają na to ich właściwości, jednak nie dłużej niż 72 h, a w temp. do 10°C nie dopuszcza się przekraczania 30 dni.

W szpitalach obowiązkowo są opracowywane procedury, które w sposób jednoznaczny i szczegółowy opisują postępowanie z odpadami niebezpiecznymi. Za kontrolę, jak również nadzór nad gospodarką odpadami niebezpiecznymi są zazwyczaj odpowiedzialni kierownicy poszczególnych komórek organizacyjnych szpitala, w których takie odpady powstają (np. pielęgniarki oddziałowe, kierownicy aptek szpitalnych), a zakres ich odpowiedzialności dotyczy nadzoru nad właściwą segregacją, oznakowaniem i przechowywaniem odpadów niebezpiecznych do chwili przekazania ich do transportu. Naczelną funkcję w nadzorze przestrzegania procedur gospodarki odpadami niebezpiecznymi w szpitalu pełni najczęściej dokonujący okresowych kontroli dział higieny i epidemiologii. Niebagatelną rolę odgrywają pielęgniarki epidemiologiczne, które przeprowadzają zarówno bieżące, jak i okresowe kontrole w poszczególnych działach szpitala, sporządzają raporty i protokoły, a w przypadku stwierdzenia nieprawidłowości wdrażają działania naprawcze<sup>45</sup>.

Z powyższego wynika, że kolejnym obszarem, w którym technologia RFID znajduje zastosowanie, jest gospodarka odpadami medycznymi, dla których potrzeba

45 T.A. Karkowski, H. Król, M. Czarny-Działak, M. Szpringer, M. Florek-Łuszczki, M. Dziechciaż, B. Gworek, D. Karkowska, J. Chmielewski, *Procedury ochrony personelu narażonego w pracy na działanie czynników chemicznych w postaci leków cytostatycznych*, „Przemysł Chemiczny” 2019, t. 98, nr 10, s. 1626–1627.



kompleksowego systemu zarządzania i pozbywania się tego typu odpadów w sposób bezpieczny i efektywny. Zastosowanie tej technologii zapewniłoby integralność całego procesu zarządzania odpadami, począwszy od ich segregacji, składowania, odbioru, śledzenia ich transportu aż do ich utylizacji, w szczególności, gdy często mamy do czynienia z outsourcingiem tych produktów. Rozwiązanie to polega na oznaczeniu pojemnika na odpady tagiem RFID, co daje możliwość śledzenia ruchu (przemieszczania) tego obiektu, sprawiając, że niebezpieczne środki znajdują się na właściwej trasie ze szpitala do przedsiębiorstwa zajmującego się ich utylizacją. W miejscu przeznaczenia odpadów znaczniki RFID pojemników będą odczytywane, a uzyskane w ten sposób dane o czasie dostarczenia, ilości i wadze materiału przekazywane drogą elektroniczną do szpitala<sup>46</sup>.

RFID może przyczynić się do zaoszczędzenia czasu i pieniędzy organizacji, umożliwiając śledzenie, identyfikację, komunikację i lokalizację aktywów w czasie rzeczywistym zarówno dla ludzi, jak i dla zasobów. Do korzyści związanych z wdrożeniem tej technologii w opiece zdrowotnej można zaliczyć zwiększenie bezpieczeństwa pacjentów, monitorowanie chorych i zasobów, efektywność opieki nad pacjentem oraz zadowolenie usługodawcy<sup>47</sup>.

Należy również zaznaczyć, że oprócz powyżej zdefiniowanych korzyści związanych z używaniem technologii RFID istnieją również ogromne zagrożenia dotyczące prywatności i swobód obywatelskich, wynikające z identyfikacji radiowej, np. identyfikatory RFID mogą zostać wbudowane w przedmioty i dokumenty bądź na nie naniesione bez wiedzy osoby, która je nabywa czy z nich korzysta. Z uwagi na fakt, że fale radiowe swobodnie i bezgłośnie przenikają przez tkaniny, plastik i inne materiały, możliwe jest odczytywanie identyfikatorów RFID na przykład wszytych w odzież<sup>48</sup>. Systemy wykorzystujące RFID w przypadku, gdy znaczniki/etykiety są przypisane osobom fizycznym oraz zawierają dane dotyczące zdrowia pacjentów, stanowią przykłady operacji, w których może wystąpić wysokie ryzyko naruszenia zarówno danych osobowych, jak i danych wrażliwych<sup>49</sup>. Należy też zaznaczyć, że jedno z największych wyzwań dotyczących technologii RFID stanowi koszt systemu i zwrot z inwestycji<sup>50</sup>.

Podsumowując, można stwierdzić, że RFID jest innowacją na gruncie funkcjonowania szpitali, która daje szerokie możliwości jej zastosowania i wykorzystania, przyczyniając się do budowania inteligentnego szpitala.

46 C. Żurak-Owczarek, *Technologia RFID w usługach zdrowotnych*, s. 1601.

47 S. Paaske, A. Bauer, T. Moser, C. Seckman, *The Benefits and Barriers...*

48 *Opinia Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego w sprawie identyfikacji radiowej (RFID)*, (Dz.U.UE.C.07.256.66).

49 Komunikat Prezesa Urzędu Ochrony Danych Osobowych z dnia 17.06.2019 r. w sprawie wykazu rodzajów operacji przetwarzania danych osobowych wymagających oceny skutków przetwarzania dla ich ochrony (M.P. z 2019 r., poz. 666).

50 S. Paaske, A. Bauer, T. Moser, C. Seckman, *The Benefits and Barriers...*



# Podsumowanie

Rosnące wymagania klientów/obywateli, coraz szybsze tempo życia, ukierunkowanie na globalizację, nasilająca się konkurencja to tylko nieliczne z wyzwań, jakie stają przed podmiotami funkcjonującymi na współczesnych rynkach (tak typu profit – przedsiębiorstwa, jak i non profit – szkoły, szpitale). Do tego dochodzą władze lokalne, które powinny dążyć do poprawy jakości życia mieszkańców danego terenu. Często zmiany rynkowe lub problemy z nimi związane (np. gospodarka odpadami przemysłowymi czy komunalnymi) pojawiają się w sposób nieoczekiwany, co wymusza większą elastyczność i szybkość odpowiedzi. Rozwój idei Przemysłu 4.0 spowodował nie tylko pojawienie się przed użytkownikami szansy na przyspieszenie reakcji na potrzeby ludzi, ale także pozwolił na zwiększenie szans na wdrożenie przedsiębiorstw przyszłości<sup>1</sup>, inteligentnych miast czy szpitali. W pierwszym rozdziale przedstawiono możliwości, jakie daje Industry 4.0 nie tylko w przemyśle, ale również w usługach, tak komercyjnych (magazynowanie i transport), jak i niekomercyjnych (edukacja i ochrona zdrowia).

Transport odgrywa istotną rolę w systemie logistycznym. Sytuacja, w której pomiędzy dwiema największymi gospodarkami świata (UE i ChRL) znajduje się Rosja – eksporter surowców o globalnym znaczeniu – w oczywisty sposób determinuje funkcjonowanie szeregu zależności gospodarczych. Te z kolei generują znaczące przepływy towarów. Przewozy w układzie Wschód–Zachód stanowią niezmiennie kluczową składową powiązań transportowych Eurazji. Te z kolei bez wątpienia wymagają optymalizacji. Utworzenie sprawnego systemu obsługi logistycznej gospodarek regionu, ale przede wszystkim rozwijającej się współpracy gospodarczej Europy i Azji, stanowi ponowne historyczne wyzwanie. Jego waga wynika nie tylko z obserwowanego wzrostu zapotrzebowania na towary i usługi, ale także z istotnej roli logistyki i wiążącej się z nią innowacyjności, która musi towarzyszyć zachodzącemu procesowi globalizacji gospodarki światowej. Potrzebę innowacyjnego podejścia do łańcuchów dostaw unaoczniała wyraźnie sytuacja zaistniała w pierwszej połowie 2020 r. Wystąpienie pandemii SARS-CoV-2 (COVID-19) w zasadniczy sposób zmieniło dotychczasowe kanały zaopatrzenia. To z pewnością nie

---

1 J. Długosz, *Przedsiębiorstwo przyszłości*, [w:] W. Wieczerzycki (red.), *E-logistyka*, PWE, Warszawa 2012, s. 241.

pozostanie bez wpływu na innowacyjność w zakresie kreowania sieci powiązań gospodarczych i transportowych.

Czynnikiem wyznaczającym kierunek ewolucji elektromobilności jest rozwój technologii smart, w tym integrujących rozwiązania z zakresu telekomunikacji i teledinformatyki z nowatorskimi propozycjami przemysłu motoryzacyjnego. Integracja systemów elektromobilności i elektroenergetycznego stanowi jedną z przełomowych innowacji systemowych o dużym potencjale, która kreuje szereg korzyści, ale i wiele wyzwań dla różnych podmiotów i interesariuszy. Integrując w sposób inteligentny działania wszystkich uczestników systemu, zmienia zasady funkcjonowania elektromobilności i rynku energii elektrycznej w wyniku pojawienia się nowych usług i modeli biznesowych, a także zmiany ról dotychczasowych uczestników. Inteligentne ładowanie jest sposobem na optymalizację procesu ładowania, zgodnie z ograniczeniami sieci dystrybucyjnej i lokalną dostępnością energii odnawialnej oraz preferencjami kierowców i operatorów stacji ładowania. Gotowość użytkowników pojazdów elektrycznych do reagowania na bodźce finansowe, w zamian za istotne zmniejszenie poboru energii elektrycznej w okresach obciążenia szczytowego, potwierdza duży potencjał rozwiązań systemowych na rzecz zrównoważonego rozwoju mobilności i energetyki. Liczne projekty pilotażowe i wdrożeniowe pozwalają optymistycznie ocenić perspektywę dalszej ewolucji i komercjalizacji mobilności.

Z kolei koncepcja inteligentnego szpitala chyba najlepiej oddaje specyfikę praktycznego wykorzystania BI (*Business Intelligence*) w ochronie zdrowia. Innowacyjna technologia RFID znajduje zastosowanie w wielu obszarach działalności szpitala, przyczyniając się do bezbłędnej identyfikacji pacjentów, lokalizacji aktywów w czasie rzeczywistym, walki z podróbkami leków oraz zarządzania odpadami medycznymi.

Podjęte w monografii rozważania stanowią ważny punkt odniesienia w toczącej się dyskusji nad koniecznością realizacji innowacyjnych działań podmiotów biznesowych i non profit, dotyczących współczesnych przepływów informacyjno-towarowych w łańcuchach dostaw. Innowacje burzą istniejące dotychczas zależności między poszczególnymi uczestnikami łańcucha, kreując jednocześnie nowe możliwości tworzenia wartości dodanej. Wczesne zainicjowanie procesu zmian pod presją gospodarki 4.0 umożliwia bardziej spójne podejście do projektowania oraz wdrażania konkurencyjnych i innowacyjnych rozwiązań w logistyce. Jednocześnie występuje duży stopień zgodności wśród wszystkich interesariuszy łańcucha dostaw czy – myśląc szerzej – łańcucha logistycznego dotyczącej budowania relacji sprzyjających innowacjom. Otwarte i nastawione na integrację oraz współpracę forum dialogu stanowi przyczynek do rozważań w zakresie monitorowania procesu transformacji logistyki, zgodnie z nowymi imperatywami zmian gospodarki 4.0.

# Bibliografia

- ACEA Report, *Vehicles in use Europe 2019*, ACEA 2019.
- Analiza stanu rozwoju oraz aktualnych trendów rozwojowych w obszarze elektromobilności w Polsce, Raport Końcowy, Atmoterm S.A., Warszawa 2019.
- Azkun J. (red.), *Smart Cities Study: International study on the situation of ICT, innovation and Knowledge in cities*, The Committee of Digital and Knowledge-based Cities of UCLG, Bilbao 2012.
- Bal-Woźniak T., *Innowacyjność w ujęciu podmiotowym. Uwarunkowania instytucjonalne*, PWE, Warszawa 2012.
- Baran G., *Uniwersytet jako otwarty projekt w świecie Internet of Things*, [w:] Ł. Sułkowski, D. Kaczorowska-Spychalska (red.), *Internet of Things. Nowy paradygmat rynku*, Difin, Warszawa 2018.
- Baran M., Ostrowska A., Pander W., *Innowacje popytowe, czyli jak tworzą się współczesne innowacje*, PARP, Warszawa 2012.
- Bartczak K., *Zastosowanie RFID w logistyce*, „Logistyka” 2015, nr 4.
- Bartnicka J., Smolorz M. (2018), *Zastosowanie technologii RFID w zarządzaniu zasobami w placówkach opieki zdrowotnej*, [http://www.ptzp.org.pl/files/konferencje/kzz/artyk\\_pdf\\_2010/10\\_Bartnicka\\_J.pdf](http://www.ptzp.org.pl/files/konferencje/kzz/artyk_pdf_2010/10_Bartnicka_J.pdf) (dostęp: 11.03.2020).
- Baruk J., *Procesowe uwarunkowania działalności innowacyjnej*, [w:] M. Brzeziński (red.), *Zarządzanie innowacjami technicznymi i organizacyjnymi*, Difin, Warszawa 2001.
- Baumol W., *The Free-market Innovation Machine: Analyzing the Growth Miracle of Capitalism*, Princeton University Press, Princeton 2002.
- Belt And Road Economics. Opportunities and Risks of Transport Corridors*, World Bank 2019.
- Berliński L., *Projektowanie i ocena strategii innowacyjnych*, Biblioteka Menedżera i Służby Pracowniczej w Bydgoszczy, Bydgoszcz 2000.
- Bessant J., Pavitt K., Tidd J., *Zarządzanie innowacjami: integracja zmian technologicznych, rynkowych i organizacyjnych*, Wolters Kluwer Polska, Warszawa 2011.
- Bliźniuk G., *O kilku warunkach zapewniających interoperacyjność systemów informacyjnych i informatycznych*, „Biuletyn Instytutu Systemów Informatycznych” 2009, nr 1(3).

- Borgatti S.P., Halgin D.S. (2011), *On Network Theory*, „Organization Science”, No. 22, <https://pubsonline.informs.org/doi/pdf/10.1287/orsc.1100.0641> (dostęp: 9.02.2020).
- Brdulak H., *Megatrendy i ich wpływ na branżę TSL*, „Dziennik Gazeta Prawna. Magazyn Transport, Spedycja, Logistyka” 2014, nr 1.
- Brdulak H., Ciesielski M., *Konkurencyjność firm w łańcuchu dostaw*, [w:] J. Wojtczak (red.), *Logistics 2000: Wyjść naprzeciw logistycznym wyzwaniom XXI wieku*. Polski Kongres Logistyczny, Poznań 1–2 czerwca 2000. Materiały kongresowe, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2000.
- Brzóska J., *Innowacje jako czynnik dynamizujący modele biznesowe*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2014.
- Bujak A., *Rewolucja przemysłowa – 4.0 i jej wpływ na logistykę XXI wieku*, „Autobusy: Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2017, nr 6.
- Burnewicz J., *Perspektywa innowacyjna transportu i logistyki*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego” 2010, nr 603, „Ekonomiczne Problemy Usług” nr 59.
- Bylicki A., *Uwagi dotyczące realizacji w Polsce programu budowy gospodarki opartej na wiedzy*, [w:] A. Kukliński (red.), *Gospodarka oparta na wiedzy. Perspektywy Banku Światowego*, Komitet Badań Naukowych, Warszawa 2003.
- Cagaňová D., Bawa M., Rolando D., Saniuk A., *Internet of Things and Smart City*, Bratislava 2016.
- Chaberek M., *Logistyka – zarządzanie logistyczne – zarządzanie logistiką*, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka” 2000, nr 9.
- Chaberek M., *Makro- i mikroekonomiczne aspekty wsparcia logistycznego*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2002.
- Chodyński A., *Odpowiedzialna innowacyjność przedsiębiorstwa oparta o synergię procesów: innowacyjnego i legitymizacji*, „Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Humanitas” 2016, nr 1.
- Christensen C.M., Raynow M.E., *Innowacje – napęd wzrostu*, Wydawnictwo Studio Emka, Warszawa 2008.
- Christopher M., *Logistics and Supply Chain Management: Strategies for Reducing Costs and Improving Service*, Financial Times – Prentice Publishing, London 1998.
- Chyba Z., *Pozyskiwanie technologii a kreowanie przedsiębiorczości technologicznej*, „Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstwa” 2016.
- Ciastoń-Ciulkin A., *Nowa kultura mobilności – istota i ujęcie definicyjne*, „Transport Miejski i Regionalny” 2016, nr 1.
- Ciok S., Dobrowolska-Kaniewska H., *Polityka innowacyjna państwa a regionalny potencjał innowacyjny. Przykład Dolnego Śląska*. Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław 2009.
- Clement-Nyns K., Haesen E., Driesen J., *The Impact of Charging Plug-in Hybrid Electric Vehicles on a Residential Distribution Grid*, „IEEE Transactions on Power Systems” 2010, No. 25(1).

- Counterfeit Drugs Kill!*, WHO, IMPACT – International Medical Products Anti-Counterfeiting Taskforce 2008.
- Coyle J.J., Bardi E.J., Langley Jr. C.J., *Zarządzanie logistyczne*, PWE, Warszawa 2002.
- Czerniawski M., *Prawne aspekty identyfikacji z użyciem fal radiowych (RFID)*, „Kwartalnik Prawa Publicznego” 2010, nr 3.
- Czyżewski A. (2018), *Ekosystem elektromobilności*, <https://energia.rp.pl/nowaenergia/elektromobilnosc> (dostęp: 22.01.2020).
- den Hertog P., *Co-producers of Innovation: On the Role of knowledge-intensive Business Services in Innovation*, [w:] J. Gadrey, F. Gallouj, E. Elgar (red.), *Productivity, Innovation and Knowledge in Services*, New Economic and Socio-Economic Approaches, Cheltenham/Northampton 2002.
- Dercz M., Rek T., *Ustawa o działalności leczniczej. Komentarz*, Wolters Kluwer, Warszawa 2014.
- Długosz J., *Przedsiębiorstwo przyszłości*, [w:] W. Wiczerzycki (red.), *E-logistyk@*, PWE, Warszawa 2012.
- Dolińska M., *Innowacje w gospodarce opartej na wiedzy*, PWE, Warszawa 2010.
- Doński-Lesiuk J., *Nowy Jedwabny Szlak. Transport kolejowy w obsłudze logistycznej*, Wydawnictwo CeDeWu, Warszawa 2020.
- Doński-Lesiuk J., *Sfera polityczna jako determinanta integracji kanałów logistycznych. Przypadek Rosji po aneksji Krymu*, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka” 2019, nr 10.
- Dornier P.P., Ernst R., Fender M., Knavelis P., *Global Operation and Logistics*, John Wiley & Sons, New York 1998.
- Downar W., *Budowanie sieci relacji a innowacyjność transportu*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego” 2010, nr 603, „Ekonomiczne Problemy Usług”, nr 59.
- Drożdż W., Kuczkowski R., *Wpływ rozwoju pojazdów elektrycznych na warunki pracy sieci Operatorów Systemu Dystrybucyjnego w Polsce*, [w:] W. Drożdż (red.), *Elektromobilność w rozwoju miast*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2018.
- Drucker P., *Innowacyjność i przedsiębiorczość*, PWE, Warszawa 1992.
- Drucker P.F., *Natchnienie i fart, czyli innowacja i przedsiębiorczość*, Wydawnictwo Studio EMKA, Warszawa 2004.
- Drucker P.F., *Post-Capitalist Society*, Harper Business, New York 1993.
- Dunning J., *Multinationals, Technology and Competitiveness*, Unwin & Hyman, London 1988.
- Duraj J., Papiernik-Wojdera M., *Przedsiębiorczość i innowacyjność*, Difin, Warszawa 2010.
- Ebel T. i in., *Strength in Unity: The Promise of Global Standards in Healthcare*, McKinsey & Company, 2012.
- Electric Vehicle Outlook 2019*, BloombergNEF, 2019.
- Europa w ruchu. Zrównoważona mobilność dla Europy: bezpieczna, połączona i ekologiczna*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, COM(2018) 293, Bruksela 2018.

- European Alternative Fuels Observatory*, <https://www.eafo.eu/countries/united-kingdom/1758/infrastructure/electricity> (dostęp: 7.02.2020).
- Europejska strategia na rzecz mobilności niskoemisyjnej*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, COM(2016) 501, Bruksela 2016.
- Europejskie ramy interoperacyjności dla europejskich usług użyteczności publicznej. COM (2010) 744 final*. Bruksela, 16.12.2010, [https://www.csioz.gov.pl/fileadmin/user\\_upload/projekty/europejskie\\_ramy\\_interoperacyjnosci\\_5770d331809d9.pdf](https://www.csioz.gov.pl/fileadmin/user_upload/projekty/europejskie_ramy_interoperacyjnosci_5770d331809d9.pdf) (dostęp: 29.05.2018).
- EV100 members, <https://www.theclimategroup.org/ev100-members> (dostęp: 15.01.2020).
- Evangelista R., Sirilli G., *Measuring Innovation in Services*, „Research Evaluation” 1995, No. 5(3).
- Ficoń K., *Sztuczna inteligencja nie tylko dla humanistów*, Wydawnictwo Bel Studio, Warszawa 2013.
- Fiedorowicz K., *Korytarze transportowe jako przedmiot analizy planistycznej*, „Przegląd Komunikacyjny” 1990, nr 4–5.
- Fishbone A., Badik P., *Infrastruktura ładowania pojazdów elektrycznych. Wytyczne dla miast*, CleanTechnica, Greenway, Warszawa 2017.
- Flasza J., *Elektromobilność w Polsce – wyzwania i możliwości z uwzględnieniem inteligentnych instalacji OZE*, „Autobusy: Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2017, nr 6.
- Flasza J., Matuszczyk P., *Elektromobilność w Polsce a systemy OZE*, „Przegląd Elektrotechniczny” 2018, nr 1.
- Fortak-Karasińska K., *Procedura: Zaopatrywanie pacjentów w znaki identyfikacyjne w szpitalu*, Serwis Prawo i Zdrowie, Wolters Kluwer, Warszawa 2014.
- Frąckowiak P., *System GS1 nie tylko dla orłów*, „Logistyka” 2014, nr 5.
- Fuhrer P., Guinard D. (2006), *Building a Smart Hospital using RFID technologies*, 1st European Conference on eHealth (ECEH06), Fribourg, Switzerland, October 12–13, [https://www.researchgate.net/publication/221215167\\_Building\\_a\\_Smart\\_Hospital\\_using\\_RFID\\_Technologies](https://www.researchgate.net/publication/221215167_Building_a_Smart_Hospital_using_RFID_Technologies) (dostęp: 10.06.2019).
- Furmanek W., *Najważniejsze idee czwartej rewolucji przemysłowej (Industrie 4.0)*, „Dydaktyka Informatyki” 2018, nr 13.
- The Future of the Global Economy. Towards a Long Boom?*, OECD, Paris 1999.
- Gawel A., *Sytuacja ekonomiczna w branży jako czynnik przyciągający nowo tworzone przedsiębiorstwa*, „Organizacja i Kierowanie” 2011, nr 4(147).
- Gawrońska-Błaszczuk A., *Analiza porównawcza możliwych rozwiązań w zakresie pogodzenia obowiązku ochrony danych osobowych z bezpieczeństwem pacjenta i efektywnością szpitala w kontekście nowego Rozporządzenia MZ*, „Przedsiębiorczość i Zarządzanie” 2013, t. 14, z. 10.



- Gawrońska-Błaszczuk A., *Jak usprawnić pracę szpitali i zwiększyć bezpieczeństwo pacjenta oraz efektywność procesów logistycznych*, „Studies & Proceedings of Polish Association for Knowledge Management” 2011, nr 54.
- Global EV Outlook 2019, IEA 2019.
- Godlewska-Majkowska H., Aluchna M., Kałuża H., Ginter A., Kijek T., Komor A., *Inteligentna organizacja – dystrybucja wiedzy, kompetencje pracowników, miejsce na rynku*, Związek Pracodawców Warszawy i Mazowsza, Warszawa 2013.
- Götz M., Gracel J., *Przemysł czwartej generacji (Industry 4.0) – wyzwania dla badań w kontekście międzynarodowym*, „Kwartalnik Naukowy Uczelni Vistula” 2017, nr 1(51).
- Gracel J., Makowiec M., *Kluczowe kompetencje menedżera w dobie czwartej rewolucji przemysłowej – Przemysłu 4.0*, „Acta Universitatis Nicolai Copernicus. Zarządzanie” 2017, nr 4.
- Grant D.B., *Logistics Management*, Pearson, Harlow 2012.
- Grzelakowski A.S., *Infrastruktura transportu jako czynnik rozwoju systemu logistycznego w UE*, „Logistyka” 2013, nr 6.
- Grzelakowski A.S., *Rynek transportowy jako stymulator innowacyjności w transporcie*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego” 2010, nr 603, „Ekonomiczne Problemy Usług”, nr 59.
- Guinet J., *National Systems of Financing Innovation*, OECD, Paris 1995.
- Hałas E., *Kody kreskowe w ochronie zdrowia*, „Logistyka” 2010, nr 6.
- Herman A., Oleksyn T., Stańczyk I., *Zarządzanie respektujące wartości. Raport z badań*, Warszawa 2016.
- Hermann M., Pentek T., Otto B. (2015), *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios*, Dortmund, [www.snom.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design-Principles-for-Industrie-4\\_0-Scenarios.pdf](http://www.snom.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design-Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf) (dostęp: 12.01.2020).
- Horizon 2020 – Funding areas, <https://ec.europa.eu/inea/en/horizon-2020> (dostęp: 15.01.2020).
- Howells J. (2000), *Innovation and Services: New Conceptual Framework*, CRIC Discussion Paper No. 38, August, [https://www.researchgate.net/publication/246477886\\_Innovation\\_Services\\_New\\_Conceptual\\_Frameworks](https://www.researchgate.net/publication/246477886_Innovation_Services_New_Conceptual_Frameworks) (dostęp: 4.03.2020).
- The Importance of Smart Charging Supporting information for the EPBD and Market Design*, SEDC, Brussels 2017.
- Innowacyjność w transporcie do 2020 roku – podstawowe pojęcia i tezy*, Skrót materiału analitycznego Fundacji Centrum Analiz Transportowych i Infrastrukturalnych (CATI), Warszawa, 15.11.2012.
- Jak rozwija się polska elektromobilność? Aktualny raport*, <https://globenergia.pl/jak-rozwija-sie-polska-elektromobilnosc-aktualny-raport/> (dostęp: 22.01.2020).
- Jak uzdrowić sektor TSL przy pomocy Internetu rzeczy i rozwiązań telematycznych?*, [www.logistyka.net.pl/aktualnosci/logistyka/item/90045-jak-uzdrowic-sektor-tsl-przy-pomocy-internetu-rzeczy-i-rozwiazan-telematycznych](http://www.logistyka.net.pl/aktualnosci/logistyka/item/90045-jak-uzdrowic-sektor-tsl-przy-pomocy-internetu-rzeczy-i-rozwiazan-telematycznych) (dostęp: 28.11.2019).



- Jak znakować produkty ochrony zdrowia? Identyfikowalność dziś i jutro*, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2014.
- Jakóbowski J., Popławski K., Kaczmarski M., *Kolejowy Jedwabny Szlak. Połączenia kolejowe UE-Chiny: uwarunkowania, aktorzy, interesy*, „Prace OSW” 2018, nr 72.
- Karkowska D., Karkowski T.A., Skoczylas P., *Zarządzanie odpadami medycznymi*, „Przedsiębiorczość i Zarządzanie” 2017, t. XVIII, z. 10, cz. III.
- Karkowski T.A., Korczak K., *Zarządzanie wiedzą w ochronie zdrowia z wykorzystaniem wybranych rozwiązań ICT*, Wolters Kluwer, Warszawa 2016.
- Karkowski T.A., Król H., Czarny-Działak M., Szpringer M., Florek-Łuszczki M., Dziechciaż M., Gworek B., Karkowska D., Chmielewski J., *Procedury ochrony personelu narażonego w pracy na działanie czynników chemicznych w postaci leków cytostatycznych*, „Przemysł Chemiczny” 2019, nr 98(10).
- Kasperkiewicz W., *Procesy innowacyjne w gospodarce rynkowej. Teoria i praktyka*, Naukowe Wydawnictwo Piotrkowskie, Piotrków Trybunalski 2008.
- Kaup M., Łozowicka D., *Wpływ innowacji na efektywność transportu wodnego śródlądowego*, „Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport” 2018, z. 120.
- Kautsch M., Cięciak K., *Systemy identyfikacji aparatury medycznej a problemy kadrowe polskich szpitali – szanse i perspektywy*, „Przedsiębiorczość i Zarządzanie” 2017, t. XVIII, z. 7, cz. I.
- Kawa A., *Konfigurowanie łańcucha dostaw: teoria, instrumenty i technologie*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań 2011.
- Kisperska-Moroń D., *Wpływ tendencji integracyjnych na rozwój zarządzania logistycznego*, Wydawnictwo Uczelniane Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 1999.
- Knosala R., Boratyńska-Sala A., Jurczyk-Bunkowska M., Moczala A., *Zarządzanie innowacjami*, PWE, Warszawa 2014.
- Kolterman K., *Innowacje technologiczne w procesie budowy przewagi konkurencyjnej MSP*, Difin, Warszawa 2013.
- Komornicki T., *Potoki towarowe polskiego handlu zagranicznego a międzynarodowe powiązania transportowe*, „Prace Geograficzne” 2000, nr 177.
- Komunikat Prezesa Urzędu Ochrony Danych Osobowych z dnia 17 czerwca 2019 r. w sprawie wykazu rodzajów operacji przetwarzania danych osobowych wymagających oceny skutków przetwarzania dla ich ochrony (M.P. z 2019 r., poz. 666).
- Kordos J., *Pomiar i wykorzystanie innowacji. Czwarte wydanie „Podręcznika Oslo”*, „Wiadomości Statystyczne. The Polish Statistician” 2019, nr 4.
- Korzeń Z. (2007), *Inteligentne magazyny – logistyczne uwarunkowania integracji systemów*, 2007, <https://www.logistyka.net.pl> (dostęp: 12.02.2020).
- Kosmacz-Chodorowska A., *Traceability w ochronie zdrowia, w tym w farmacji*, „Logistyka” 2013, nr 5.
- Kotarba W., *Organizacja wynalazczości w przedsiębiorstwie*, Zrzeszenie Wojewódzkich Klubów Techniki i Racjonalizacji, Warszawa 1987.

- Kotler Ph., *Marketing. Analiza, planowanie, wdrażanie i kontrola*, Gebethner & Ska, Warszawa 1994.
- Kowalewski M., Kowalczyk B., Chojnacki B., Parapura H., *Interoperacyjność inteligentnych systemów transportowych*, „Telekomunikacja i Techniki Informacyjne” 2012, nr 1–2.
- Kowalski S., Różycki D., *Strategiczna Agenda Badawcza jako mapa drogowa dla wdrożenia inteligentnych sieci energetycznych w Grupie TAURON*, [w:] H. Majchrzak (red.), *Smart Grid – Inteligentne Sieci*, PK ŚRE, Warszawa 2018.
- Koźmiński A., *Jak tworzyć gospodarkę opartą na wiedzy?*, [w:] *Strategia rozwoju Polski u progu XXI w.*, Kancelaria Prezydenta RP, Komitet Prognoz Polska 2000 Plus, PAN, Warszawa 2001.
- Krasucki Z., *Transport w Eurazji i przesłanki jego rozwoju w warunkach gospodarki globalnej*, [w:] *Globalizacja. Szanse. Zagrożenia. Perspektywy*, „Zeszyty Naukowe WSB w Poznaniu” 2009, nr 23.
- Kraśnicka T., Ingram T. (red.), *Innowacyjność przedsiębiorstw – koncepcje, uwarunkowania i pomiar*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Katowice 2014.
- Krawczyk-Sokołowska I., *Innowacyjność przedsiębiorstw i jej regionalne uwarunkowania*, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2012.
- Kropiwiencewa S.A., *Organizacja międzynarodnych gruzowych pierewozok. Uczebnoje posobije*, Samarski Uniwersytet Państwowy im. S. Korolowa, Samara 2015.
- Królik J., Skonieczny J., *Innowacja społeczna a społeczna odpowiedzialność przedsiębiorstwa*, [w:] R. Knosál (red.), *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2013.
- Krugman P., *Competitiveness: A Dangerous Obsession*, „Foreign Affairs” 1994, March.
- Którym pasem zamierzamy jechać? Samochody elektryczne*, ING, EY, Warszawa 2018.
- Kukliński A. (red.), *Gospodarka oparta na wiedzy. Wyzwanie dla Polski XXI w.*, Komitet Badań Naukowych, Warszawa 2001.
- Kukuła A.J., *Gospodarka oparta na wiedzy jako strategia rozwoju gospodarczego XXI wieku*, [w:] M. Chorośnicki, J.J. Węc, A. Czubik, A. Głogowski, I. Krzyżanowska-Skowronek, A. Nitszke, E. Szczepankiewicz-Rudzka, M. Tarnawski (red.), *Nowe strategie na nowy wiek. Granice i możliwości integracji regionalnych i globalnych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2013.
- Kurienkow P.W., *Razwitiye Severnogo morskogo puti kak ważniejszego mirowogo morskogo koridora*, [w:] S. Nowikow (red.), *Transport i logistika v Arktike. Almanach*, Moskwa 2015.
- Laboa J.M., *Robotnicy: rewolucja przemysłowa*, Wydawnictwo Jedność, Kielce 2014.
- Logistyka 4.0 – kiedy warto po nią sięgnąć?*, [www.trans.info/logistyka-4-0-wartonia-siegnac-72280](http://www.trans.info/logistyka-4-0-wartonia-siegnac-72280) (dostęp: 19.11.2019).
- Long D., *International Logistics. Global Supply Chain Management*, Kluwer Academic Publishers, Norwell 2004.

- Lundvall B., Johnson B., *The Learning Economy*, „Journal of Industry Studies” 1994, Vol. 1, No. 2, December.
- Łokaj M., *RODO w ochronie zdrowia – przewodnik po zmianach w zakresie ochrony danych osobowych w placówkach medycznych*, LEX Ochrona Zdrowia, Wolters Kluwer, Warszawa 2019.
- Maciąg R., *Sieć i społeczeństwo sieci – zarys rozwoju najważniejszych idei*, „Zarządzanie Mediami” 2014, t. 2(4).
- Makulska D., *Kluczowe czynniki rozwoju w gospodarce opartej na wiedzy*, [w:] *Pomiędzy polityką stabilizacyjną i polityką rozwoju*, „Prace i Materiały Instytutu Rozwoju Gospodarczego SGH” 2012, nr 88.
- Mare D., *Funkcjonowanie zintegrowanego systemu informatycznego w szpitalu*, [w:] J. Stępniewski, P. Karniej, M. Kęsy (red.), *Innowacje organizacyjne w szpitalach*, Wolters Kluwer Polska, Warszawa 2011.
- Matulewski M., Pawlak Z., *Technologia RFID jako czynnik konkurencyjności w zarządzaniu logistyką służby zdrowia*, „Studia i Materiały” 2011, nr 38.
- Matusiak K.B. (red.), *Innowacje i transfer technologii – słownik pojęć*, PARP, Warszawa 2011.
- Mazur Z., Mazur H., *Systemy automatycznej identyfikacji zastosowania i bezpieczeństwo danych*, [w:] M.G. Woźniak, C.F. Hales (red.), *Spółeczeństwo informacyjne – stan i perspektywy rozwoju*, Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów 2013.
- Mieżregionalne ekonomiczeskije swjazi i ekonomiczeskaja integracija regionow, [w:] E.L. Lisiecki, W.G. Głuszkowa (red.), *Regionalnaja ekonomika*, Moskwa 2017.
- Miller M., *Internet rzeczy: jak inteligentne telewizory, samochody, domy i miasta zmieniają świat*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2016.
- Moore P., *Discoveries and Inventions that changed our World*, Apple Press, London 2006.
- Morawski M., *Zarządzanie profesjonalistami*, PWE, Warszawa 2009.
- Motowidlak U., *Koncepcja public governance w polityce Unii Europejskiej na rzecz rozwoju konkurencyjnego i niskoemisyjnego transportu*, „Studia i Prace Kolegium Zarządzania i Finansów SGH” 2018, z. 166.
- Motowidlak U., Witkowski Ł., Wiśniewski J. (red.), *Pojazdy elektryczne jako element sieci elektroenergetycznych*, Raport, PSPA, Warszawa 2018.
- Nowak-Far A., *Globalna konkurencja*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000.
- One Belt One Road. New opportunities in China and beyond*, China Britain Business Council.
- Opinia Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego w sprawie identyfikacji radiowej (RFID) (Dz.U.U.E.C.07.256.66).
- Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation*, OECD, Eurostat, Paris–Luxembourg 2018.
- Paaske S., Bauer A., Moser T., Seckman C. (2017), *The Benefits and Barriers to RFID Technology in Healthcare*, „Online Journal of Nursing Informatics (OJNI)”, No. 21(2), <https://www.himss.org/library/benefits-and-barriers-rfid-technology-healthcare> (dostęp: 11.03.2020).

- Parvi A., *Innowacje – podstawy ujęcia modelowego i kwalifikacja efektów w warunkach gospodarki rynkowej*, Wydawnictwo WSP w Opolu, Opole 1993.
- Pasterniak M., *Internet Rzeczy, czyli przyszłość w sieci www*, [www.marketingautomagic.pl/201/10/internet-rzeczy-tak-wyglada-przyszlosc-sieci](http://www.marketingautomagic.pl/201/10/internet-rzeczy-tak-wyglada-przyszlosc-sieci) (dostęp: 19.05.2019).
- Pieriegud J., *Aglomeracje przyszłości: koncepcje i wyzwania*, [w:] J. Gajewski, W. Paprocki, J. Pieriegud (red.), *Mobilność w aglomeracjach przyszłości*, Publikacja Europejskiego Kongresu Finansowego, Sopot 2018.
- Pieriegud J., *E-mobilność jako koncepcja rozwoju sektorów infrastrukturalnych*, [w:] J. Gajewski, W. Paprocki, J. Pieriegud (red.), *E-mobilność: wizje i scenariusze rozwoju*, Centrum Myśli Strategicznych, Sopot 2017.
- Pillot C., *The worldwide rechargeable battery market 2015–2025*, June, Avicenne Energy 2016.
- Pobocho M., *Co to jest przemysł 4.0?*, [www.mojafirma.infor.pl/moto/logistyka/spedycja/716940,Co-to-jest-Przemysl-40](http://www.mojafirma.infor.pl/moto/logistyka/spedycja/716940,Co-to-jest-Przemysl-40) (dostęp: 19.05.2019).
- Podręcznik Oslo Manual, Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation*, 4th Edition, OECD, Eurostat 2018.
- Podręcznik Oslo. Pomiar działalności naukowej i technicznej. Zasady gromadzenia i interpretacji dotyczących innowacji*, wyd. 3, OECD, Eurostat, Warszawa 2008.
- Podręcznik stosowania systemu GSI*, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2008.
- Pomykalski A., *Innowacje*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 1997.
- Pomykalski A., *Innowacyjność organizacji*, Wydawnictwo WSzK, Łódź 2009.
- Porter M.E., *The Competitive Advantage of Nations*, „Harvard Business Review” 1990, Vol. 68, No. 2, March–April.
- Porwit K., *Cechy gospodarki opartej na wiedzy*, [w:] A. Kukliński (red.), *Gospodarka oparta na wiedzy. Wyzwanie dla Polski XXI wieku*, Komitet Badań Naukowych, Warszawa 2001.
- Poznańska K., *Projekty innowacyjne a zapotrzebowanie na kapitał*, [w:] E. Skrzypek (red.), *Wpływ zarządzania logistycznego na jakość i innowacyjność przedsiębiorstw*, Wydawnictwo UMCS, Lublin 2008.
- Praca KSE – Zapotrzebowanie mocy KSE, <https://www.pse.pl/obszary-dzialalnosci/krajowy-system-elektroenergetyczny/zapotrzebowanie-kse> (dostęp: 20.01.2020).
- Radović U., *Wpływ samochodów elektrycznych na polski system elektroenergetyczny, emisję CO<sub>2</sub> oraz inne zanieczyszczenia powietrza*, „Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk” 2018, nr 104.
- Report: *Działalność innowacyjna przedsiębiorstw z sektora usług 2001–2003*, GUS, Warszawa 2005.
- Report: *Top disruptors in healthcare. Przegląd innowacyjnych start-upów medycznych w Polsce*, Termedia Wydawnictwa Medyczne i Specjalistyczne, Poznań 2020.
- Right patient – right care. Improving patient safety through better manual and technology-based systems for identification and matching of patients and their care*, The National Patient Safety Agency, London 2004.

- Rogall H., *Ekonomia zrównoważonego rozwoju. Teoria i polityka*, Wydawnictwo Zysk i S-ka, Poznań 2010.
- Romanowska M., *Determinanty innowacyjności polskich przedsiębiorstw*, „Przegląd Organizacji” 2016, nr 2.
- Romer P., *Economic Growth*, [w:] D.R. Henderson (red.), *The Fortune Encyclopedia of Economics*, Warner Books, New York 1996.
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20.09.2012 r. w sprawie warunków, sposobu i trybu zaopatrywania pacjentów szpitala w znaki identyfikacyjne oraz sposobu postępowania w razie stwierdzenia ich braku (Dz.U. z 2012 r., poz. 1098).
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 24.07.2015 r. w sprawie rodzajów odpadów medycznych i odpadów weterynaryjnych, których odzysk jest dopuszczalny (Dz.U. z 2015 r., poz. 1116).
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21.10.2016 r. w sprawie dopuszczalnych sposobów i warunków unieszkodliwiania odpadów medycznych i weterynaryjnych (Dz.U. z 2016 r., poz. 1819).
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 05.10.2017 r. w sprawie szczegółowego sposobu postępowania z odpadami medycznymi (Dz.U. z 2017 r., poz. 1975).
- Rozporządzenie Ministra Klimatu z dnia 02.01.2020 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. z 2020 r., poz. 10).
- Schwab K., *The Fourth Industrial Revolution*, World Economic Forum, Cologne 2017.
- Sfałszowane produkty lecznicze, <https://www.gif.gov.pl/pl/nadzor/sfałszowane-produkty-le/informacje-ogolne/sfałszowane-produkty-le/479,Fakty.html> (dostęp: 11.03.2020).
- Sieradzka A., Reńda A., *Przemysł 4.0 i jego wpływ na logistykę*, „Logistyka” 2018, nr 3.
- Sikora J., Uziębło A., *Innowacja w przedsiębiorstwie – próba zdefiniowania*, „Zarządzanie i Finanse” 2013, t. 2(2).
- Sikora-Fernandez D., *Koncepcja „smart city” w założeniach polityki rozwoju miasta – polska perspektywa*, „Acta Universitatis Lodzianensis. Folia Oeconomica” 2013, nr 290.
- Sipiński D., Bolesta K., *Cicha rewolucja w energetyce. Elektromobilność w Polsce*, RESEARCH, „Polityka Insight” 2018.
- Skjøtt-Larsen T., Thernøe C., Andresen C., *Supply Chain Cooperation: Theoretical Perspectives and Empirical Evidence*, „International Journal of Physical Distribution and Logistics Management” 2003, Vol. 33, No. 6.
- Skrzypek E., *Jakość życia w społeczeństwie informacyjnym*, [w:] C. Fales (red.), *Spółczeństwo informacyjne. Wizja, elementy i determinanty rozwoju*, Max-Druk Drukarnia Medyczna, Rzeszów 2009.
- Smart Charging for electric vehicles*, Innovation Outlook, IRENA 2019.
- Smirnowa J., *SevMorPut: Kak Rossija zawojuet Arktiku*, [www.gazeta.ru/business/2015/09/20/7767083.shtml](http://www.gazeta.ru/business/2015/09/20/7767083.shtml) (dostęp: 24.09.2015).



- Smith K., *What is the knowledge economy? Knowledge intensity and distributed knowledge bases*, Discussion Paper Series, The United Nations University, Institute for New Technologies, June 2002.
- Sobieraj J., *Rewolucja przemysłowa 4.0*, Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji, Radom 2018.
- Spalek S., *Zarządzanie projektami w erze przemysłu 4.0*, „*Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstwa*” 2017, nr 9(812).
- Stawasz E., *Rodzaje innowacji*, [w:] G. Buczyńska, *Innowacje i transfer technologii*, PARP, Warszawa 2005.
- Stelmaszyk A., *Falszywe leki – prawdziwe zagrożenie*, <http://www.pfm.pl/artykuly/falszywe-leki--prawdziwe-zagrozenie---/56> (dostęp: 11.03.2020).
- Strategia ramowa na rzecz stabilnej unii energetycznej opartej na przyszłościowej polityce w dziedzinie klimatu*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, COM(2015) 80 final.
- Strużycki M., Bojewska B., *Rola państwa i rządu w kształtowaniu innowacyjności gospodarki*, [w:] J. Perenc, J. Hołub-Iwan (red.), *Innowacje w rozwijaniu konkurencyjności firm*, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa 2011.
- Strzelecka A., *Zarządzanie przepływem dóbr i usług w zakładach opieki zdrowotnej*, „*Studies & Proceedings of Polish Association for Knowledge Management*” 2011, nr 55.
- Szatkowski K., *Zarządzanie innowacjami technicznymi*, [w:] M. Brzeziński (red.), *Zarządzanie innowacjami technicznymi i organizacyjnymi*, Difin, Warszawa 2001.
- Sztuwe A., Naworska A., *Poradnik RODO w ochronie zdrowia. Najnowsze zmiany do wdrożenia w 2019 r.*, Wiedza i Praktyka, Warszawa 2019.
- Szymonik A., *Ekonomika transportu dla potrzeb logistyki(i). Teoria i praktyka*, Difin, Warszawa 2013.
- Świtalski W., *Innowacje i konkurencyjność*, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2005.
- Theiss M., *Perspektywa sieci społecznych w badaniach lokalnej polityki społecznej*, „*Problemy Polityki Społecznej. Studia i Dyskusje*” 2013, t. 3, nr 22.
- Thurrow L., *Building Wealth: The New Rules for Individuals, Companies and Nations in a Knowledge-Based Economy*, Harper Business, New York 2000.
- Toffler A., *Trzecia fala*, PIW, Warszawa 1986.
- Tomanik J., *Inteligentny dom? Po co to komu?*, [www.spidersweb.pl/2015/06/inteligentny-dom-po-co-to-komu.html](http://www.spidersweb.pl/2015/06/inteligentny-dom-po-co-to-komu.html) (dostęp: 28.11.2019).
- Topolski M., Topolska K., *Fuzja systemu ekspertowego z technologią RFID na przykładzie wybranego fragmentu łańcucha logistycznego*, „*Logistyka i Transport*” 2008, nr 1.
- Transportation 2030*, <https://www.tc.gc.ca/eng/future-transportation-canada-trade-corridors-global-markets.html> (dostęp: 8.02.2020).

- Transportation corridors and facilities* (1968, R1990, R2001, R2008, R2009), American Society of Landscape Architects, [https://www.asla.org/uploadedFiles/CMS/Government\\_Affairs/Public\\_Policies/Transportation.pdf](https://www.asla.org/uploadedFiles/CMS/Government_Affairs/Public_Policies/Transportation.pdf) (dostęp: 17.02.2020).
- United Nations Conference on Climate Change COP 21, November 30 to December 11, Paris 2015.
- Ustawa z dnia 15.04.2011 r. o działalności leczniczej (tekst jedn. Dz.U. z 2020 r., poz. 295).
- Ustawa z dnia 30.05.2008 r. o niektórych formach wspierania działalności innowacyjnej (Dz.U. z 2008 r. Nr 116, poz. 730).
- Ustawa z dnia 14.12.2012 r. o odpadach (tekst jedn. Dz.U. z 2019 r., poz. 701).
- Volkswagen significantly raises electric car production forecast for 2025, <https://www.volkswagen-newsroom.com/en> (dostęp: 11.01.2020).
- Waligóra K. (2019), *Determinanty rozwoju państw BRICS w aspekcie międzynarodowej konkurencyjności*, rozprawa doktorska złożona na Wydziale Ekonomii i Zarządzania Uniwersytetu w Białymstoku, Białystok, [https://repozytorium.uwb.edu.pl/jspui/bitstream/11320/8587/1/K\\_Waligora\\_Determinanty\\_rozwoju\\_panstw\\_BRICS.pdf](https://repozytorium.uwb.edu.pl/jspui/bitstream/11320/8587/1/K_Waligora_Determinanty_rozwoju_panstw_BRICS.pdf) (dostęp: 4.03.2020).
- Whitfield P., *Innowacje w przemyśle*, PWE, Warszawa 1979.
- Wieczerzycki W., *E-logistyka*, PWE, Warszawa 2012.
- Winiarski B., *Polityka ekonomiczna a planowanie gospodarcze*, [w:] B. Winiarski (red.), *Polityka gospodarcza*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006.
- Wronka J., *Innowacyjne rozwiązania w transporcie intermodalnym – wybrane przykłady najlepszych praktyk*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego” 2010, nr 603, „Ekonomiczne Problemy Usług”, nr 59.
- Wrzosek W., *Losy jednej metafory: „rewolucja”*, [w:] W. Wrzosek, *Historia. Kultura. Metafora. Narodziny nieklasycznej historiografii*, Wydawnictwo FNP, Wrocław 1995.
- Zakrzewska M., Gossa E., *Systemy automatycznej identyfikacji w służbie zdrowia – identyfikacja pacjenta i personelu*, Warszawa 2011.
- Zepp-LaRouche H., Billington M., Douglas R., *The New Silk Road Becomes The World Land-Bridge*, „Executive Intelligence Review” 2014.
- Zorska A., Mołęda-Zdziech M., Jung B. (red.), *Kreatywność i innowacyjność w erze cyfrowej. Twórcza destrukcja 2*, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2014.
- Żurak-Owczarek C., *Technologia RFID w usługach zdrowotnych*, „Logistyka” 2014, nr 4.
- <http://www.komputerswiat.pl/jak-to-dziala/2011/06/wszystko-o-kodach-qr.aspx> (dostęp: 20.01.2020).
- <http://www.pgt.pl/nowoczesna-technologia-ladowania-elektrycznych-dostawczakow> (dostęp: 15.12.2019).
- <http://ysia.ru/otkrytie-passazhirskogo-soobshheniya-ot-stantsii-nizhnij-bestyah/> (dostęp: 10.03.2020).



- <https://crossriverpartnership.org/projects/smart-electric-urban-logistics/> (dostęp: 12.12.2019).
- <https://crossriverpartnership.org/wp-content/uploads/2019/03/seul-factsheet-1.pdf> (dostęp: 12.12.2019).
- [https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/docs/pages/initiative\\_10\\_mobility\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/docs/pages/initiative_10_mobility_en.pdf) (dostęp: 15.01.2020).
- <https://elbil.no/this-is-the-world-s-biggest-charging-garage/> (dostęp: 5.12.2019).
- <https://evbox.com/en/products/smart-charging> (dostęp: 18.12.2019).
- <https://mathallenoslo.no/en/vulkan-parking-garage/> (dostęp: 5.12.2019).
- <https://napradzie.pl/2020/02/12/rekord-sprzedazy-ev-w-unii-europejskiej-w-2019-roku/> (dostęp: 15.02.2020).
- <https://neftegaz.ru/news/view/154643-Severnoy-morskoy-put-idet-na-rekord-Obem-gruzovyh-perevozok-v-2016-g-mozhet-prevysit-6-mln-t> (dostęp: 9.12.2017).
- <https://orpa.pl/licznik-elektromobilnosci-w-styczniu-bez-przelomu-na-polskim-rynkusamochodow-elektrycznych/> (dostęp: 17.02.2020).
- <https://www.arctictoday.com/kazakhstan-looks-to-the-arctic-for-a-new-trade-route/> (dostęp: 10.03.2020).
- <https://www.cmap.illinois.gov/2050/mobility/transportation-technology> (dostęp: 29.02.2020)
- <https://www.gazeta.ru/army/2019/03/06/12226447.shtml> (dostęp: 9.03.2020).
- <https://www.gov.pl/web/nauka/haftowana-antena-i-guzik-z-mikroprocesorem-czyli-nowe-mozliwosci-tekstroniki> (dostęp: 11.02.2020).
- <https://www.interfax.ru/russia/640154> (dostęp: 9.03.2020).
- <https://www.kommersant.ru/doc/4162858> (dostęp: 10.03.2020).
- <https://www.logistyka.net.pl/aktualnosci/logistyka/item/4977-dhl-wprowadza-rfid-do-branzy-farmaceutycznej> (dostęp: 11.02.2020).
- <https://www.newequipment.com/industry-trends/wireless-tech-leading-charge-transportation-revolution> (dostęp: 18.12.2019).
- <https://www.rbc.ru/rbcfreeneews/5caae8fb9a7947a1408a7e87> (dostęp: 10.03.2020).
- <https://www.rfidpolska.pl/rfid-w-szpitalu/> (dostęp: 11.03.2020).
- <https://www.thebalance.com/world-s-largest-economy-3306044> (dostęp: 9.03.2020).
- [www.biznesowe.edu.pl/1979-fazy\\_procesow\\_innowacyjnych](http://www.biznesowe.edu.pl/1979-fazy_procesow_innowacyjnych) (dostęp: 11.12.2019).
- [www.boschrexroth.com/pl/pl/produkty/przemysl/przemysl40](http://www.boschrexroth.com/pl/pl/produkty/przemysl/przemysl40) (dostęp: 25.02.2020).
- [www.farnell.com/datasheets](http://www.farnell.com/datasheets) (dostęp: 25.02.2020).
- [www.farnell.com/internet-of-things](http://www.farnell.com/internet-of-things) (dostęp: 25.02.2020).
- [www.farnell.com/the-transportation-process-in-the-iot-world](http://www.farnell.com/the-transportation-process-in-the-iot-world) (dostęp: 25.02.2020).
- [www.newsweek.pl](http://www.newsweek.pl) (dostęp: 19.11.2019).
- [www.przemysl-40.pl/index.php/2-18/02/23/udi-testuje--wykorzystanie-vr-w-rozwoju-produktow](http://www.przemysl-40.pl/index.php/2-18/02/23/udi-testuje--wykorzystanie-vr-w-rozwoju-produktow) (dostęp: 5.03.2020).
- [www.trans.inf/pl/platformy-cyfrowe-szansa-dla-malych-przewoznikow-171808](http://www.trans.inf/pl/platformy-cyfrowe-szansa-dla-malych-przewoznikow-171808) (dostęp: 25.02.2020).

- [www.trans.info/pl/logistyka-4-0-niemcy-moga-odstawic-zacofane-polskie-firmy-na-boczny-tor-169877](http://www.trans.info/pl/logistyka-4-0-niemcy-moga-odstawic-zacofane-polskie-firmy-na-boczny-tor-169877) (dostęp: 25.02.2020).
- [www.trans.info/pl/praca-w-logistyce-kogo-firmy-bede-potrzebowac-najbardziej-170801](http://www.trans.info/pl/praca-w-logistyce-kogo-firmy-bede-potrzebowac-najbardziej-170801) (dostęp: 25.02.2020).
- [www.trans.info/pl/uzycie-rfid-usprawnia-lancuch-dostaw-visibility-i-optymalizacje-zapasow-169960](http://www.trans.info/pl/uzycie-rfid-usprawnia-lancuch-dostaw-visibility-i-optymalizacje-zapasow-169960) (dostęp: 25.02.2020).
- [www.trans.info/pl/w-ciagu-3-lat-coboty-zawladna-logistyka-branza-pobije-automotive-171957](http://www.trans.info/pl/w-ciagu-3-lat-coboty-zawladna-logistyka-branza-pobije-automotive-171957) (dostęp: 25.02.2020).
- [www.trans.info/pl/wiekszosc-firm-ktore-wdrozyly-sztuczna-inteligencje-odnotowala-wymierne-korzysci-to-dotyczy-rowniez-logistyki-170846](http://www.trans.info/pl/wiekszosc-firm-ktore-wdrozyly-sztuczna-inteligencje-odnotowala-wymierne-korzysci-to-dotyczy-rowniez-logistyki-170846) (dostęp: 25.02.2020).

# Spis tabel

Tabela 1.1.	Typologia innowacji .....	19
Tabela 3.1.	Ewolucja koncepcji zintegrowanych systemów elektromobilności i elektroenergetycznego .....	70
Tabela 3.2.	Strategie ładowania pojazdów EV .....	81
Tabela 3.3.	Potencjał <i>Smart EV Charging System</i> w tworzeniu wartości dzielonej dla interesariuszy .....	82
Tabela 3.4.	Kluczowe wymagania technologiczne <i>Smart EV Charging System</i> .....	85
Tabela 3.5.	Przykładowa strategia inteligentnych opłat .....	86



# Spis rysunków

Rysunek 1.1.	Rewolucje przemysłowe na przestrzeni lat .....	23
Rysunek 1.2.	Elementy składowe IoT .....	26
Rysunek 2.1.	Obszary innowacji .....	42
Rysunek 2.2.	Udział krajów azjatyckich w implementacji strategii <i>One Belt, One Road</i> .....	56
Rysunek 3.1.	Zintegrowana sieć ekosystemu mobilności .....	66
Rysunek 3.2.	Sprzedaż samochodów osobowych EV (BEV i PHEV) i udział w liczbie rejestracji aut ogółem w wybranych regionach świata .....	72
Rysunek 3.3.	Sprzedaż samochodów osobowych BEV i udział w liczbie rejestracji aut ogółem w wybranych państwach członkowskich UE .....	73
Rysunek 3.4.	Rozwój rynku samochodów osobowych EV w Polsce .....	74
Rysunek 3.5.	Kształtowanie się średniej ceny baterii litowo-jonowej w latach 2010–2018 (według cen rzeczywistych z 2018 r., USD) .....	75
Rysunek 3.6.	Liczba ładowarek szybkich w wybranych państwach Europy w okresie 2015–2018 .....	76
Rysunek 3.7.	Popyt na energię elektryczną pojazdów EV w 2018 r. i w scenariuszach na 2030 r. w wybranych regionach świata .....	78
Rysunek 3.8.	Dobowy rozkład zapotrzebowania na moc rzeczywistą w Polsce .....	80

