



PUBLIKACJA
EUROPEJSKIEGO KONGRESU
FINANSOWEGO

MEGATRENDY I ICH WPŁYW NA ROZWÓJ SEKTORÓW INFRASTRUKTURALNYCH

pod redakcją naukową Jerzego Gajewskiego,
Wojciecha Paprockiego i Jany Pieriegud

MEGATRENDY I ICH WPŁYW NA ROZWÓJ SEKTORÓW INFRASTRUKTURALNYCH

pod redakcją naukową Jerzego Gajewskiego,
Wojciecha Paprockiego i Jany Pieriegud

Recenzent: Dr hab. Tomasz Kuszewski, prof. SGH

Opracowanie redakcyjne: Aleksandra Gibała

Projekt graficzny: TOFU Studio

Opracowanie graficzne i skład: Maciej Laska, Ewa Nowaczyk

Copyright by Instytut Badań nad Gospodarką Rynkową – Gdańska Akademia Bankowa
Gdańsk 2015

Instytut Badań nad Gospodarką Rynkową – Gdańska Akademia Bankowa
ul. Do Studzienki 63
80-227 Gdańsk
tel. 58 524 49 01
fax. 58 524 49 09

www.gab.com.pl
www.efcongress.com
e-mail: poczta@gab.com.pl

ISBN: 978-83-88835-26-1

Spis treści

Jerzy Gajewski, Wojciech Paprocki, Jana Pieriegud: Wprowadzenie	5
Jana Pieriegud: Wykorzystanie megatrendów do analizy przyszłościowego rozwoju sektorów gospodarki	8
Jakub Zawieska: <i>Smart cities</i> – koncepcja i trendy rozwoju miast przyszłości	26
Katarzyna Jasińska: <i>Big data</i> – wielkie perspektywy i wielkie problemy	56
Michał Wolański: Wykorzystanie megatrendów do analizy rozwoju mobilności pasażerskiej	82
Bartosz Mazur: Rozwój transportu ładunków w świetle wybranych megatrendów	94
Wojciech Paprocki: Kreowanie megatrendów – role publicznego gospodarza i prosumenta	116
Mariola Juszcuk: Modelowanie potrzeb rozwoju systemu elektroenergetycznego w warunkach niepewności w perspektywie paneuropejskiej	132
Marek Garbicz: Czy zagrożony jest dostęp do obfitej i taniej energii?	168
Tomasz Zaręba: Przyszłość polityki infrastrukturalnej – konwergencja i zaawansowane modele usługowe	184
Krzysztof Szymański: PPP i inwestycje publiczne w Polsce – jaka perspektywa rozwoju?	198
Michał Sznycer: Ustawa o odnawialnych źródłach energii 2015 – dokąd zmierzamy?	230

Informacja o autorach

Mgr inż. Jerzy Gajewski – NDI SA

Dr hab. Marek Garbicz, prof. SGH – Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Kolegium Zarządzania i Finansów, Katedra Teorii Systemu Rynkowego

Dr inż. Katarzyna Jasińska – Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Kolegium Zarządzania i Finansów, Katedra Zarządzania Projektami; Data Techno Park we Wrocławiu

Mgr Mariola Juszczyk – doktorantka Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie

Dr Bartosz Mazur – niezależny konsultant ekonomiczny

Prof. dr hab. Wojciech Paprocki – Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Kolegium Zarządzania i Finansów, Katedra Transportu

Dr hab. Jana Pieriegud – Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Kolegium Zarządzania i Finansów, Katedra Transportu

Mec. Michał Sznycer – radca prawny, partner w Kancelarii Prawnej MGS

Dr Krzysztof Szymański – niezależny konsultant finansowy

Dr Michał Wolański – Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Kolegium Zarządzania i Finansów, Katedra Transportu

Dr Tomasz Zaręba – współpracownik Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie

Wprowadzenie

Przekazujemy w ręce Czytelników monografię pt. *Megatrendy i ich wpływ na rozwój sektorów infrastrukturalnych*. Została ona przygotowana przed debatami, które odbędą się podczas Europejskiego Kongresu Finansowego 2015, i stanowi kontynuację myśli zebranych w publikacji *Dylematy rozwoju infrastruktury*, będącej wstępem do dyskusji toczonych na Kongresie w 2014 roku. Opracowanie zawiera wyniki badań nad wpływem megatrendów w gospodarce światowej na rozwój infrastruktury transportowej, generowania i przesyłania energii elektrycznej oraz technologii komunikacyjnych i informatycznych (ICT).

W Polsce podczas kampanii poprzedzającej wybór prezydenta RP w maju 2015 roku uwidoczniło się społeczne oczekiwanie zmian. Wymaga wyjaśnienia, jakich zmian oczekuje społeczeństwo. Czy wyborcy uświadamiają sobie, że proces zmian w jednym kraju jest w istotnej mierze determinowany strukturalnymi przemianami o zasięgu globalnym, które można określić mianem megatrendów? Być może wybór obywateli miałby się odnosić do sposobu, w jaki ma przebiegać sam proces przemian, a być może do zasad dystrybucji efektów rozwoju zdeterminowanego megatrendami.

Warunkiem merytorycznej dyskusji jest uzgodnienie, jak funkcjonuje system społeczno-gospodarczy i jakie są możliwe scenariusze długookresowego rozwoju. Pierwszą część opracowania stanowi opis megatrendów przygotowany przez Janę Pieriegud. Studiowanie charakteru i znaczenia megatrendów ułatwia ich podział na megatrendy technologiczne, demograficzno-społeczne (socjologiczne), ekologiczne, geopolityczne oraz ekonomiczne (wraz z podgrupą megatrendów dotyczących zmian w zachowaniu konsumentów).

Kolejne teksty w monografii odnoszą się do znaczenia megatrendów dla rozwoju poszczególnych sektorów gospodarki: transportu miejskiego, transportu osób i rzeczy, generacji i przesyłania, a także konsumpcji energii, wreszcie ICT i związanego z tymi technologiami zarządzaniem *big data*. Obok dwóch profesorów: Marka Garbicza i Wojciecha Paprockiego, autorami opracowań są młodzi pracownicy nauki: Katarzyna Jasińska, Mariola Juszczyk, Bartosz Mazur, Michał Wolański, Tomasz Zaręba oraz Jakub Zawieska. Uzupełnienie publikacji stanowią dwa teksty nawiązujące pośrednio swą zawartością do rozważań poświęconych megatrendom, przygotowane przez Krzysztofa Szymańskiego i Michała Szyncera.

Z lektury poszczególnych opracowań wynika podstawowa myśl, iż dynamicznemu i innowacyjnemu działaniu producentów i konsumentów musi towarzyszyć dojrzała polityka rozwoju społeczno-gospodarczego, wypracowana i realizowana przez władze publiczne na różnych szczeblach Imperium, czyli tej niepowtarzalnej na świecie struktury organizacyjnej wykształconej w Unii Europejskiej, w poszczególnych krajach członkowskich oraz w regionach zarządzanych przez samorządy.

Władze publiczne stoją przed szczególnym wyzwaniem, gdyż w wielu przypadkach są odpowiedzialne zarówno za planowanie rozwoju infrastruktury technicznej, jak i za jej funkcjonowanie (gdy państwo jest jej właścicielem). Do tego dochodzi obowiązek władzy publicznej polegający na zapewnieniu bezpieczeństwa. Pojęcie bezpieczeństwa może i powinno być szeroko rozumiane. Poza aspektami bezpieczeństwa technicznego i operacyjnego (np. bezpieczeństwa uczestników ruchu drogowego) konieczne jest zapewnienie bezpieczeństwa podmiotów biorących udział w obrocie gospodarczym, jak również ochrony konsumentów. Nowym obszarem, w którym konieczne jest zapewnienie bezpieczeństwa, jest cyberprzestrzeń, a nowym aspektem – zapewnienie ochrony prywatności obywateli.

W środowisku zaangażowanym w dyskusję podczas Europejskiego Kongresu Finansowego jednym z głównych zagadnień jest efektywność ekonomiczna oraz racjonalność gospodarowania funduszami publicznymi. Na przebieg zmian określanych megatrendami podstawowy wpływ mają dwie grupy podmiotów: producenci i konsumenci. Pierwsi inwestują w innowacyjne produkty, gdy w ich ocenie przyniesie to w przewidywalnym czasie dodatkowe zyski. Ich zachowania są podporządkowane żelaznej dyscyplinie finansowej, która obowiązuje każdego przedsiębiorcę. Drudzy przeznaczają na zakup dóbr i usług te środki, którymi dysponują. Konsumenci mają prawo kierować się emocjami podczas dokonywania wyboru nabywanych dóbr i usług, ale w zbiorowości zachowują się racjonalnie lub co najmniej quasi-racjonalnie. Kłopot stanowi skłonność władz publicznych do nieracjonalnego wyboru projektów rozwojowych, które są finansowane ze środków publicznych. Politycy i urzędnicy nigdy nie przyznają się do tej słabości, ale jej występowanie jest faktem wielokrotnie udokumentowanym.

Wyzwaniem dla władz publicznych jest utrzymanie długookresowej równowagi makroekonomicznej. Jeśli władze powstrzymują się z realizacją inwestycji rozwojowych lub dopuszczają do zaniechania w zakresie utrzymywania istniejącej infrastruktury w należyтым stanie technicznym i organizacyjnym, to dopuszczają do powstania barier rozwoju.

Władze muszą unikać ryzyka podjęcia nietrafionych inwestycji. Duże zaangażowanie władz z niektórych krajów członkowskich UE, jak również organów UE, w kształtowanie oraz realizację polityki klimatycznej i z nią związanymi politykami sektorowymi: energetyczną i transportową, stwarza dodatkowe dylematy:

- Jak dalece można się angażować w realizację celów, które mogą zapewnić efekt w skali globalnej (ograniczenie emisji CO₂) i być może z tym związany efekt wyhamowania tempa zmian klimatycznych, a wymagają nakładów w skali lokalnej?
- Jak duże środki z funduszy publicznych w Imperium warto angażować w przyspieszenie rozwoju wybranych rozwiązań technologicznych (np. OZE), wiedząc, że przy istniejących ograniczeniach budżetowych władze zarówno w krajach najbogatszych, jak i w krajach o niższym poziomie zamożności napotykać na coraz częstsze protesty różnych grup społecznych upominających się o zaspokojenie ich potrzeb, często stojących wobec siebie we wzajemnym konflikcie (np. grupy polskich i niemieckich górników węgla oraz grupy ekologów)?

- Czy zasadne jest preferowanie w systemach transportowych tych środków transportu, które korzystają z trakcji elektrycznej, pozostawiając istniejący model dominacji motoryzacji indywidualnej, czy też skierować znaczne środki publiczne na rozwój oferty komunikacji publicznej, zarówno w ramach modelu *smart city*, jak i w nowym modelu obsługi komunikacyjnej terenów o niskim poziomie urbanizacji?

Kluczowym czynnikiem kształtowania konkurencyjności w skali globalnej jest racjonalna polityka rozwojowa, obejmująca cele, które z jednej strony są społecznie użyteczne, ale z drugiej – ekonomicznie możliwe do osiągnięcia. Dla prowadzenia takiej polityki niezbędne jest poznanie mechanizmów kształtowania się megatrendów jako zjawisk o charakterze globalnym oraz ich oddziaływania na sektory infrastrukturalne, pozostające domeną publiczną.

Wykorzystanie megatrendów do analizy przyszłościowego rozwoju sektorów gospodarki

Wprowadzenie

Dążenie do poznawania przyszłości jest cechą ludzkiej natury. Zarówno dla pojedynczych przedsiębiorstw, jak i całych sektorów gospodarki próba przewidywania zmian w otoczeniu jest elementem odpowiedzialnego planowania ich przyszłej strategii rozwoju. Tymczasem prognozowanie przyszłości już dawno przestało być prostą ekstrapolacją dotychczasowych trendów. W ostatnich dwóch dekadach otoczenie gospodarcze zmieniło się dramatycznie i nie jest podobne do quasi-statycznych warunków końca lat 80. ubiegłego wieku. Jak pisze J. Stiglitz, „w szalonych latach dziewięćdziesiątych XX wieku wzrost poszybował w górę do poziomów nie obserwowanych przez całe pokolenie”¹.

Współcześnie zmiany dotyczą wielu aspektów działalności organizacji jednocześnie, a waga otoczenia w ich działalności nieustannie się zwiększa. Otoczenie, w którym funkcjonują współczesne przedsiębiorstwa, charakteryzują: ciągłe zmiany i turbulencje, rosnące ryzyka i niepewność, kryzysy gospodarcze i chaos kulturowy, niestabilność polityczna, natłok informacyjny, nieustający postęp technologiczny, zmiany w stylu życia i wartościach konsumentów, dążenie do zrównoważonego rozwoju (ekorozwoju).

W otoczeniu turbulentnym, nazywanym również burzliwym, o wysokim stopniu dynamiki i dużym nasileniu zmian nieciągłych, zmalało zaufanie do długoterminowych prognoz, które zazwyczaj się nie sprawdzają. Dlatego też średnio- i długoterminowe prognozy zaczęto coraz częściej zastępować przez scenariusze. Na popularności zyskały badania typu *foresight* oraz analiza trendów, w tym megatrendów. Przy czym nie chodzi o dokładność prognozy, lecz o uświadomienie perspektyw i przygotowanie do zmian.

W opracowaniu przedstawiono rozważania dotyczące istoty megatrendów oraz potrzeby ich obserwacji z punktu widzenia przyszłościowego rozwoju różnych sektorów gospodarki, ze szczególnym uwzględnieniem trzech sektorów infrastrukturalnych: transportu, elektroenergetyki i ICT. W pierwszej części zaprezentowano ewolucję rozwoju studiów nad przyszłością oraz omówiono zakres i metody tych badań.

¹ Stiglitz J.E., *Szalone lata dziewięćdziesiąte. Nowa historia najświetniejszej dekady w dziejach świata*, PWN, Warszawa 2006.

W drugiej części opracowania dokonano przeglądu pojęć związanych ze zjawiskiem megatrendu. Czynnikiem utrudniającym systematyzację różnych rodzajów trendów była bardzo duża liczba publikacji poświęconych megatrendom, z których jednak znacząca część nie może stanowić wiarygodnego źródła informacji. Do potrzeb analizy wyselekcjonowane zostały zatem wybrane publikacje książkowe oraz raporty przygotowane przez kilku uznanych na świecie i w Polsce futurologów, instytutów badawczych, międzynarodowych organizacji i stowarzyszeń, a także firm doradczych i konsultingowych. W opracowaniu przedstawiono także metodologie badań stosowanych przy analizach wpływu megatrendów na poszczególne sektory. Na końcu wskazano megatrendy, które mogą mieć znaczący wpływ na rozwój sektorów infrastrukturalnych w perspektywie długoterminowej (do roku 2030).

1. Ewolucja rozwoju studiów nad przyszłością

Studia nad przyszłością (ang. *futures studies*) są interdyscyplinarną dziedziną wiedzy², która na podstawie analizy i agregowania zmian historycznych lub zachodzących w teraźniejszości identyfikuje przyszłościowe kierunki rozwoju w celu uświadomienia interesariuszom najbardziej prawdopodobnych perspektyw rozwoju oraz przygotowania się do zmian. Za prekursora badań nad przyszłością uważany jest H. G. Wells, autor opublikowanej w 1902 roku książki *The Discovery of the Future*.³ W 1932 roku do określenia całokształtu badań nad przyszłością użył on angielskiego słowa *foresight*. W pierwszym etapie rozwoju studiów nad przyszłością (lata 50.–70. XX wieku) przyjęło się jednak pojęcie „futurologia” (łac. *futurus*), które wprowadził w połowie lat 50. XX wieku niemiecki profesor Ossip K. Flechtheim. W kolejnych latach w różnych krajach powstawały grupy badające przyszłość gospodarek, np. grupa „Rok 1985” we Francji, „Mankind 2000” w Wielkiej Brytanii, „Komisja roku 2000” (tzw. RAND Corporation) w USA, czy Komitet Badań i Prognoz „Polska 2000” w Polsce.

W 1966 roku w USA powstała organizacja „World Future Society”⁴, która od 1967 roku wydaje czasopismo „The Futurist”. W 1972 roku opublikowany został słynny raport *Granice wzrostu*⁵ przygotowany przez Klub Rzymski, który był przetłumaczony na ok. 30 języków i sprzedany w 12 mln egzemplarzy na całym świecie. Wnioski zawarte w raporcie były oparte na modelu komputerowym, uwzględniającym przyrost populacji ludzkiej oraz zmiany technologiczne. Do końca 2014 roku Klub opublikował 33 raporty dotyczące przyszłości ludzkości. Od 1973 roku działa również założona w Paryżu „World Futures Studies Federation”⁶, która zrzesza wiodących futurystów

² Łączącą wiedzę z zakresu filozofii, socjologii, historii, teologii, geografii, matematyki, fizyki, biologii, inżynierii, medycyny, technologii, ekonomii.

³ H. G. Wells, *The Discovery of the Future: A Discourse Delivered to the Royal Institution on January 24, 1902*, T. Fisher Unwin, 1902; H.G. Wells, *The Discovery of the Future*, New York: B.W. Huebsch, 1913.

⁴<http://www.wsf.org>

⁵D. H. Meadows, D.L. Meadows, J. Randers, W. W. Behrens III, *The Limits to Growth*, Universe Books, New York 1972.

⁶<http://www.wsf.org>

z różnych krajów oraz organizuje konferencje *World Futures*, będąc partnerem konsultacyjnym UNESCO i UN. W 1977 roku powstała grupa „Alternative Futures Associates” (AFA)⁷, której założycielami byli Alvin Toffler, Jim Dator oraz Clem Bezold.

Począwszy od lat 90. XX wieku miejsce analiz futurologicznych zajęły badania typu *foresight*⁸. Jest to metoda prognozowania, która według definicji Komisji Europejskiej łączy w sobie trzy elementy:

- przemyślenie przyszłości (ang. *thinking*);
- przeprowadzenie w gronie przedstawicieli decydentów (władzy publicznej), środowisk naukowych, przemysłu, mediów i organizacji pozarządowych publicznej dyskusji nad przyszłością (ang. *debating*);
- podjęcie w krótkim czasie działań na rzecz odpowiedniego ukształtowania przyszłości (ang. *shaping*).

Zdaniem L. Jasińskiego znaczenie pojęcia *foresight* w języku polskim najlepiej odzwierciedla określenie „aktywne budowanie obszaru przyszłości”⁹. Wyróżnia się analizy *foresight* technologiczne (ang. *technology foresight* lub *technology assessment*), regionalne (ang. *regional foresight*), branżowe (ang. *sectoral foresight* lub *industry foresight*) oraz odnoszące się do konkretnych przedsiębiorstw (ang. *corporate foresight*, nazywane także *organizational foresight* czy *managerial foresight*). Ponieważ *foresight* ze swojej natury jest procesem strategicznym, bardzo często w literaturze autorzy używają określenia „*foresight* strategiczny” (ang. *strategic foresight*).

Do przewidywania przyszłości wykorzystywane są różnego rodzaju metody, m.in: metoda Delphi (ang. *Delphi method*), metoda budowy scenariuszy (ang. *scenario method*), analiza sieci społecznych (ang. *social network analysis*), metoda prognozowania zmian technologicznych (ang. *technology forecasting*), analiza trendów (ang. *trend analysis*). Badania nad przyszłością wykorzystują zasadę 3P (ang. *Predictable, Possible, Preferred*), czyli za pomocą różnego rodzaju danych ilościowych i jakościowych postulują to, co jest przewidywalne, możliwe oraz preferowane¹⁰. Oprócz tego uwzględniane są tzw. dzikie karty (ang. *wild cards*), tj. zjawiska do tej pory słabo rozpoznane, których prawdopodobieństwo wystąpienia jest stosunkowo niskie, a skutki w momencie zaistnienia znaczące (zob. ryc. 1). Zjawiska te posłużyły podstawą filozoficzno-matematycznej teorii czarnego łabędzia (ang. *black swan theory*), stworzonej przez Nassima Taleba.¹¹

⁷<http://altfutures.com>.

⁸ L. Jasiński, *Myślenie perspektywiczne. Uwarunkowania badania przyszłości typu foresight*, Instytut Nauk Ekonomicznych Polskiej Akademii Nauk, Warszawa 2007, s. 109.

⁹ *Tamże*, s. 8.

¹⁰ G. Larsen, *Why megatrends matter?*, „Futureorientation” 2006, nr 5, Copenhagen Institute for Future Studies <http://www.cifs.dk/scripts/artikel.asp?id=1469> [dostęp: 11.03.2015].

¹¹ N. N. Taleb, *The Black Swan. The Impact of the Highly Improbable*, Second Edition, Random House, New York 2010.



Ryc. 1. Metoda „3P” w badaniach nad przyszłością
 Źródło: zaadaptowane z materiałów Roland Berger.

Teoria Taleba pokazuje brak możliwości określenia prawdopodobieństwa występowania pewnych zdarzeń znajdujących się poza sferą poznawczą współczesnej nauki, historii, finansów i technologii. Niewielkie prawdopodobieństwo zdarzenia nie czyni go mniej realnym i odczuwalnym. Nassim Taleb ujawnia także psychologiczne aspekty funkcjonowania ludzi, którzy pełni są uprzedzeń i myślą schematycznie. Pozostają oni bezradni w obliczu niepewności i nieświadomi ogromnej roli rzadkich zdarzeń we współczesnym świecie. Ocena takich zjawisk zależy od wiedzy i doświadczenia jednostki. Jednakże podjęcie racjonalnych decyzji dodatkowo jest utrudnione ogromną ilością danych gromadzonych i przetwarzanych we współczesnym świecie oraz biznesie.

Badaniami nad przyszłością zajmuje się dziś szerokie grono badaczy: futurologi, futuryści, jednostki badawczo-naukowe, firmy doradcze i konsultingowe, międzynarodowe organizacje i stowarzyszenia, organizacje non profit (np. *think tanki*). Przykładem ostatniego jest działający od 1990 roku The Institute For Global Futures (IFG), którego inicjatorem był znany futurysta James Canton. W 2002 roku zostało założone Stowarzyszenie Profesjonalnych Futurystów (The Association of Professional Futurists – APF), które obecnie zrzesza ok. 300 członków z 25 krajów¹².

Jak już wspomniano wcześniej, w Polsce pierwszą organizacją, której celem zapoczątkowanie systematycznych studiów nad przyszłością, był Komitet Badań i Prognoz „Polska 2000”, powołany 6 maja 1969 roku przez Prezydium Polskiej Akademii Nauk. W początkowym okresie Komitet podjął prace głównie nad problemami społecznymi, dotyczącymi kształtu i sposobów życia przyszłego społeczeństwa. Po 1989 roku jako Komitet Prognoz „Polska w XXI wieku” zmienił zasadniczo metody i formy swojej działalności. Obecnie Komitet Prognoz „Polska 2000 Plus” prowadzi wielo-

¹² <http://associationofprofessionalfuturists.org> [dostęp: 7.03.2015].

wariantowe studia nad przyszłością (scenariusze), dążąc do odpowiedzi na pytanie, w jakich obszarach mogą się dokonywać zmiany w życiu społecznym i gospodarczym w okresie objętym analizą. Komitet odstąpił od formułowania jednowariantowej wizji przyszłości, co dominowało w pracach prognostycznych jeszcze 20–30 lat temu, kładzie natomiast szczególny nacisk na strategiczne studia nad przyszłością, które odpowiadają na pytanie, jak działać, aby najlepiej przygotować społeczeństwo do problemów i wyzwań przyszłości. W skład Komitetu wchodzi przedstawiciele wielu dyscyplin naukowych. Obok stałych członków Komitetu w pracach uczestniczą pracownicy wyższych uczelni oraz instytutów z całej Polski. Celem studiów prowadzonych przez Komitet jest rozpoznanie: tendencji globalnych występujących w skali światowej, zwłaszcza tych, które mogą oddziaływać na sytuację w Polsce; nowych zjawisk i procesów występujących w kraju, które wpłyną będą na kształt społeczeństwa polskiego w długiej perspektywie czasowej oraz określać jego miejsce w społeczności międzynarodowej; szans i zagrożeń dla przyszłości. Na tej podstawie Komitet wypracowuje koncepcje strategii przyszłego rozwoju społecznego i gospodarczego i przedkłada swoje opinie w sprawach kluczowych dla przyszłości władzom RP¹³. W 2011 roku Komitet opublikował raport „Polska 2050”¹⁴, zawierający analizę ścieżek umożliwiających minimalizację dystansu cywilizacyjnego Polski w stosunku do rozwiniętych państw Unii Europejskiej, a także ukazuje obszary zagrożeń w sferze społeczno-cywilizacyjnej.

Jednym z największych programów badawczych typu *foresight* zrealizowanych do tej pory w Polsce był „Narodowy Program *Foresight* Polska 2020”. Głównymi celami Programu było: określenie wizji rozwojowej Polski do 2020 roku; określenie priorytetowych kierunków badań naukowych i prac rozwojowych; wykorzystanie wyników w praktyce; dostosowanie polskiej polityki naukowej do wymogów UE, a także kształtowanie polityki naukowej i innowacyjnej w kierunku Gospodarki Opartej na Wiedzy. Prace przeprowadzone w latach 2006–2008 były koordynowane przez konsorcjum składające się z Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN, Pentor Research International oraz Instytut Nauk Ekonomicznych PAN. Za nadzór merytoryczny i naukowy przedsięwzięcia odpowiadał Panel Główny pod kierownictwem prof. Michała Kleibera. Obszar badawczy objęty Programem został podzielony na trzy pola badawcze (Zrównoważony Rozwój Polski, Technologie Informacyjne i Telekomunikacyjne oraz Bezpieczeństwo), którymi kierowały panele pól badawczych. Każde z tych pól zostało z kolei podzielone na tematy, które były badane przez odpowiadające im panele tematyczne¹⁵. Przez kilkanaście miesięcy kilka tysięcy ekspertów ze wszystkich sfer życia naukowego i społecznego zastanawiało się nad sposobami

¹³ <http://www.prognozy.pan.pl/index.php/zakres-dzialania> [dostęp: 7.03.2015].

¹⁴ Raport „Polska 2050”, wyd. Komitet Prognoz „Polska 2000 Plus”, Polska Akademia Nauk, Warszawa 2011 <http://www.prognozy.pan.pl/index.php/wydawnictwa/37-ksiazki-dotycze-polski/107-raport-polska-2050> [dostęp: 7.03.2015].

¹⁵ Autorka była sekretarzem i ekspertem w Polu Badawczym „Zrównoważony Rozwój Polski”, Panel Tematyczny „Transport” (PT 1.7), którym kierował prof. Jan Burniewicz.

zapewnienia Polsce trwałego rozwoju, którego celem będzie rosnąca jakość życia społeczeństwa. W efekcie prac powstało pięć alternatywnych scenariuszy rozwoju Polski do 2020 roku. Przedstawiają one możliwe warianty rozwoju kraju w zależności od tego, w jaki sposób ujawnią się w rzeczywistości kluczowe czynniki (globalizacja i integracja europejska, reformy wewnętrzne, Gospodarka Oparta na Wiedzy, akceptacja społeczna), których połączenie będzie miało decydujący wpływ na możliwości trwałego rozwoju. Trzy ze stworzonych scenariuszy rozwoju (Skok cywilizacyjny, Twarde dostosowania, Trudna modernizacja) opisują różne warianty udanego wdrażania polityk zrównoważonego i trwałego rozwoju, a dwa pozostałe (Słabnący rozwój oraz Zapaść) przedstawiają negatywny rozwój sytuacji¹⁶.

W 2011 roku powstało Polskie Towarzystwo Studiów nad Przyszłością, której celem i misją jest promocja i organizacja inicjatyw związanych z kształtowaniem oraz odpowiedzialnym planowaniem w różnych dziedzinach, rozwojem technologii, gospodarowaniem zasobami, a także rozpowszechnianie informacji na temat tych inicjatyw, jak również prezentowanie najnowszych osiągnięć nauki, a przez powyższe podnoszenie poziomu wiedzy¹⁷. Stowarzyszenie współpracuje m.in. z polskim oddziałem organizacji The Millennium Project – firmą 4CF.

The Millennium Project (TMP) jest międzynarodowym *think-tankiem* studiów o przyszłości z siedzibą w Waszyngtonie. Prowadzi działalność za pośrednictwem sieci węzłów na wszystkich kontynentach. Prezesem organizacji jest Jerome C. Glenn. TMP wywodzi się ze Światowej Organizacji Stowarzyszeń ONZ (WFUNA). Działania organizacji koncentrują się na badaniu zagadnień dotyczących przyszłości oraz kształtowaniu globalnych zmian w taki sposób, aby zapewnić zrównoważony i stabilny rozwój. The Millennium Project tworzy długoterminowe analizy zagadnień w skali zarówno ogólnoświatowej, jak i lokalnej. Organizacja zrzesza ekspertów z korporacji, uniwersytetów, organizacji pozarządowych i rządowych na całym świecie. Najsłynniejsze opracowanie TMP to raport *State of the Future* („Stan Przyszłości”). Jest on coroczną publikacją przedstawiającą rezultaty badań TMP¹⁸. Polski oddział The Millennium Project powstał w 2009 roku z inicjatywy firmy 4CF, która specjalizuje się w *foresighcie* strategicznym oraz przewodniczy polskiemu oddziałowi środkowoeuropejskiego węzła The Millennium Project (Central European Node)¹⁹.

2. Analiza trendów jako metoda przewidywania przyszłości

Na początku należy przytoczyć kilka definicji i wskazać rodzaje trendów.

Według *Słownika języka polskiego PWN* trend to „istniejący w danym momencie kierunek rozwoju w jakiejś dziedzinie”. Zdaniem H. Vejlgaarda, trend jako proces

¹⁶ Wyniki Narodowego Programu Foresight Polska 2020, Warszawa 2009 http://www.ippt.pan.pl/WWW-IPPT-oldhtml/foresight/Wyniki_NPF-Polska2020.pdf [dostęp: 7.03.2015].

¹⁷ <http://www.ptsp.pl/o-nas/> [dostęp: 7.03.2015].

¹⁸ <http://millennium-project.org> [dostęp: 7.03.2015].

¹⁹ <http://www.4cf.pl> [dostęp: 7.03.2015].

zmiany może być ujmowany z różnych perspektyw m.in. psychologicznej, socjologicznej, ekonomicznej²⁰. Dla przykładu trend w zachowaniach konsumenckich J. Tkaczyk określa jako kierunek zmiany w stylu życia konsumenta²¹.

Z kolei w takich dziedzinach nauki jak prognozowanie, statystyka czy modelowanie ekonometryczne, trend, nazywany też tendencją rozwojową, jest składnikiem obserwacji zjawiska, który charakteryzuje się względną monotonicznością przebiegu w czasie. Na ogół trend ma charakter jednokierunkowy, długotrwały i niezmienny w ciągu danego okresu (przyjmuje się, że okresem dla stwierdzenia trendu są minimalnie 2–3 lata). Pod względem kierunku przebiegu trendu wyróżnia się dwa typy: trend rosnący, w którym w każdym kolejnym okresie następują wzrosty w obserwowanym zjawisku (niekoniecznie o stałe wartości), oraz trend malejący, któremu wraz z upływem czasu towarzyszą spadki w obserwowanym zjawisku. Trendy wykorzystywane są do prognozowania, w jaki sposób będą kształtowały się w przyszłości procesy lub zdarzenia. Jedną z najprostszych metod budowania prognozy jest wykorzystanie danych historycznych oraz ekstrapolacja dotychczasowych tendencji. Z punktu widzenia horyzontu czasowego trendy dzielą się na krótko-, średnio- i długoterminowe.

Pojęcie trendu ma kluczowe znaczenie również dla osób analizujących zachowanie się cen akcji czy walut, ponieważ stanowi podstawę do podjęcia decyzji inwestycyjnej. Kształt zmian ceny przybiera formę zygzaków, przypominających następujące po sobie fale cyklicznych wzrostów i spadków. Posiadają one łatwo dające się wyróżnić wierzchołki, a także dołki. Kierunek trendu zależy od tego, czy szczyty i dołki układają się coraz wyżej, czy niżej względem siebie.

Innego wymiaru nabiera pojęcie trendu używane w kontekście megatrendu (ang. *megatrend*). Za prekursora tego pojęcia uważany jest amerykański futurolog John Naisbitt. Opublikowana przez niego w 1982 roku książka pt. *Megatrends. Ten New Directions Transforming Our Lives*²² odniosła jeden z największych sukcesów na światowym rynku publikacji²³. Metoda megatrendów opracowana przez J. Naisbitta opierała się na wnikliwej obserwacji współczesnych zjawisk, lekturze tysiąca lokalnych gazet i wydawnictw oraz wyodrębnieniu (wraz z grupą analityków) ważnych kierunków rozwoju i przemian społeczeństwa. Pierwotnie zagadnienie to dotyczyło zmian zachodzących w amerykańskiej gospodarce, dla której Naisbitt wyodrębnił 10 megatrendów:

1. Od społeczeństwa przemysłowego do informacyjnego.
2. Od technologii siłowej do ultratechnologii.
3. Od gospodarki narodowej do gospodarki globalnej.
4. Od myślenia krótkofalowego do długofalowego.

²⁰ H. Vejgaard, *Anatomy of a trend*, McGraw Hill, 2008, s. 9.

²¹ A. Tkaczyk, *Trendy konsumenckie i ich implikacje marketingowe*, „Handel wewnętrzny, Konsumpcja i konsument – nowe trendy”, maj-czerwiec 2012, s.126.

²² J. Naisbitt, *Megatrends. Ten New Directions Transforming Our Lives*, Warner Books, New York 1982.

²³ Pozostając prawie przez dwa lata na pierwszej pozycji bestsellerów „New York Times”, została opublikowana w 57 krajach i sprzedała się w liczbie przekraczającej 14 mln egzemplarzy.

5. Od centralizacji do decentralizacji.
6. Od pomocy zinstytucjonalizowanej do samopomocy.
7. Od demokracji przedstawicielskiej do uczestniczącej.
8. Od hierarchii do sieci.
9. Z północy na południe.
10. Od schematu „albo – albo” do wielokrotnego wyboru.

Ponieważ większość z opisanych zjawisk oraz procesów społecznych i gospodarczych miała charakter uniwersalny, zostały one zastosowane w odniesieniu do skali globalnej oraz innych krajów. Obecnie zagadnienie to jest analizowane w wymiarze globalnym, regionalnym czy też krajowym.

W 1990 roku ukazała się kolejna książka J. Naisbitta, która zawierała listę nowych 10 megatrendów na ostatnie dziesięciolecie XX w. Mianem megatrendów określono znaczące i trwale zmiany gospodarcze, społeczne, polityczne i technologiczne, które kształtują się powoli, lecz gdy już zaistnieją, to przez pewien czas wywierają wpływ na wszystkie dziedziny życia, a w konsekwencji na przyszły kształt całego świata²⁴. J. Stacewicz definiuje megatrendy jako uniwersalne, podstawowe tendencje rozwojowe określające kształt nadchodzącej przyszłości²⁵. Megatrendy nazywane są w literaturze trendami globalnymi, ogólnoswiatowymi, a także cywilizacyjnymi.

Wiele badawczy podkreśla, że megatrendy wpływają na siebie nawzajem, wzmacniając wpływ każdego oddzielnie i wszystkich razem na otoczenie społeczno-gospodarcze. W długim okresie czasowym, w którym trafność szczegółowych prognoz spada, stosowanie megatrendów jest skuteczniejsze od innych metod prognozowania. Jak zwraca uwagę K. Prandecki, przy identyfikacji megatrendów należy pamiętać, że czym innym jest trend, czyli zjawisko zmiany określonych postaw w czasie, a czymś innym czynniki, które wpływają na jego kształt. Jednocześnie istotne jest nie tylko prawidłowe wskazanie trendu, ale również relacji zachodzących między nim a otoczeniem. Prawidłowe zdefiniowanie megatrendu oraz jego opisanie z uwzględnieniem otoczenia i kontekstu kulturowego daje szansę na trafną analizę jego przebiegu w przyszłości²⁶.

Specyficzna cecha trendów to nie tylko ich współwystępowanie, czyli wzajemne nakładanie się różnych trendów na siebie, ale również dywergencja – powstawanie jednoczesne kontr-trendów (ang. *counter-trend*). Natalia Hatałska, polska obserwatorka trendów (ang. *trendwatcher*), autorka uznanego w branży marketingowej i wydanego od 2011 roku TrendBooka, w którym prezentowane są najważniejsze w danym roku trendy, wyróżnia cztery rodzaje trendów: megatrendy, trendy wiodące, kontrtrendy i mikrotrendy. Jej zdaniem na jeden megatrend składają się co najmniej kilka trendów wiodących, które poznaje się nie po statystykach, a po tym, że mają

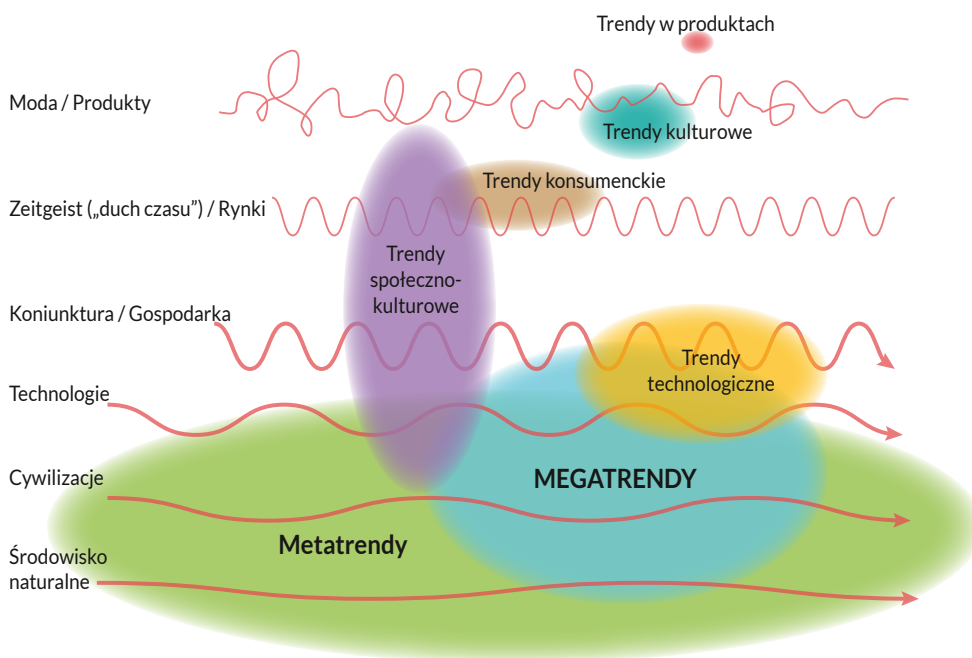
²⁴ J. Naisbitt, P. Aburdene, *Megatrends 2000: Ten New Directions for the 1990s*, William & Morrow Company Inc., New York 1990.

²⁵ J. Stacewicz, *Megatrendy a strategia i polityka rozwoju*, Elipsa, Warszawa 1996, s. 7.

²⁶ K. Prandecki, *Rola megatrendów w przewidywaniu przyszłości*, „Przyszłość Świat-Europa-Polska” 2012, nr 2, s. 76–77.

wpływ na nasze zachowanie i dotyczą każdej sfery naszego życia. Kontr-trend to widoczna reakcja na trend wiodący lub megatrend, choć w rzeczywistości mająca niewielki wpływ i zdecydowanie mniejszy zasięg. I wreszcie mikrotrendy, które Hatalaska uważa za najważniejsze, czyli istotne zmiany choć jeszcze o niewielkim zasięgu i w związku z tym z dosyć niepewną przyszłością. Mikrotrend równie dobrze może się okazać modą, która przeminie, lub stać się trendem wiodącym²⁷. Trendy wiodące określane są w niektórych raportach jako trendy pierwotne (ang. *underlying trends*, np. Alcatel-Lucent) lub subtrendy (ang. *sub trends*, np. Frost & Sullivan).

Z kolei zdaniem niemieckiego futurysty Matthiasa Horxa megatrendy, jako zmiany o dużej sile, są skutkiem wzajemnego oddziaływania (pośredniego lub bezpośredniego) oraz przenikania się środowiska naturalnego, poziomu rozwoju społeczeństwa i gospodarek, technologii, a także aspektów kulturowych, zachowań konsumenckich czy mody (zob. ryc. 2). Wprowadza on także pojęcie metatrendu, „nadrzędnego do megatrendu.



Ryc. 2. Kreowanie się megatrendów wg M. Horxa

Źródło: zaadaptowane z opracowań M. Horxa, <http://www.horx.com/Reden/Macht-der-Megatrends.aspx> [dostęp: 20.04.2015].

²⁷ N. Hatalaska, *TrendBook 2014*, Gdańsk, maj 2014, <http://hatalaska.com> [dostęp: 5.01.2015]. Pod koniec 2014 roku ukazał się również raport *FutureMakers.Today – nasz świat w 2039 roku*, który jest cyklem 12 rozmów oraz 12 scenariuszy dotyczących najważniejszych aspektów naszego życia.

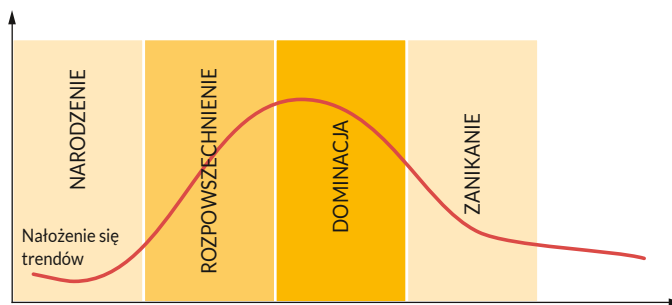
Do cech różniących wymienione wyżej pojęcia należą: horyzont czasowy, zasięg wpływu i siła wpływu. Liczba zidentyfikowanych w ostatnich latach megatrendów różni się istotnie w zależności od metodologii przyjętej przez analizujących je badaczy, perspektywy czasowej oraz zasięgu geograficznego (zob. tab. 1).

Tab. 1. Przykłady trendów zidentyfikowanych przez badaczy w latach 2013–2015

Autor (rok)	Rodzaj trendu (liczba)	Lista trendów (liczba)	Perspektywa
Ernst & Young (2015)	Megatrendy (6)	<ol style="list-style-type: none"> Digital future Entrepreneurship rising Global marketplace Urban world Resourceful planet Health reimagined 	Do 2030
Frost & Sullivan (2013)	Megatrendy (12) i subtrendy	<ol style="list-style-type: none"> Urbanization – City as a Customer Smart is the New Green Social Trends: Gen Y, Middle Bulge, She-economy, Geosocialization Connectivity and Convergence Brics and Clicks Innovating to Zero Future of Energy Economy: Beyond BRIC: The Next Game Changers Future Infrastructure Development Health, Wellness and Well Being Future of Mobility New Business Models: Value for Many 	Do 2025
Institute for Future Insights (2014)	Megatrendy (6) i trendy wiodące (łącznie 56)	<ol style="list-style-type: none"> Demographic (8) Geopolitical (5) Technology (10) Environment and sustainability (11) Consumer & societal (10) Business (12) 	Perspektywa 5–10–15 lat
N. Hatałska (2014)	Mikrotrendy (6)	<ol style="list-style-type: none"> Internet miejsc Podłączony samochód Roboty nadchodzą Zrównoważony rozwój Ekonomia deskali CERCO (ang. C – content, E – entertainment, R – relevance, C – connectivity, O – open-sourcing) 	Rok 2014

Źródło: opracowanie własne.

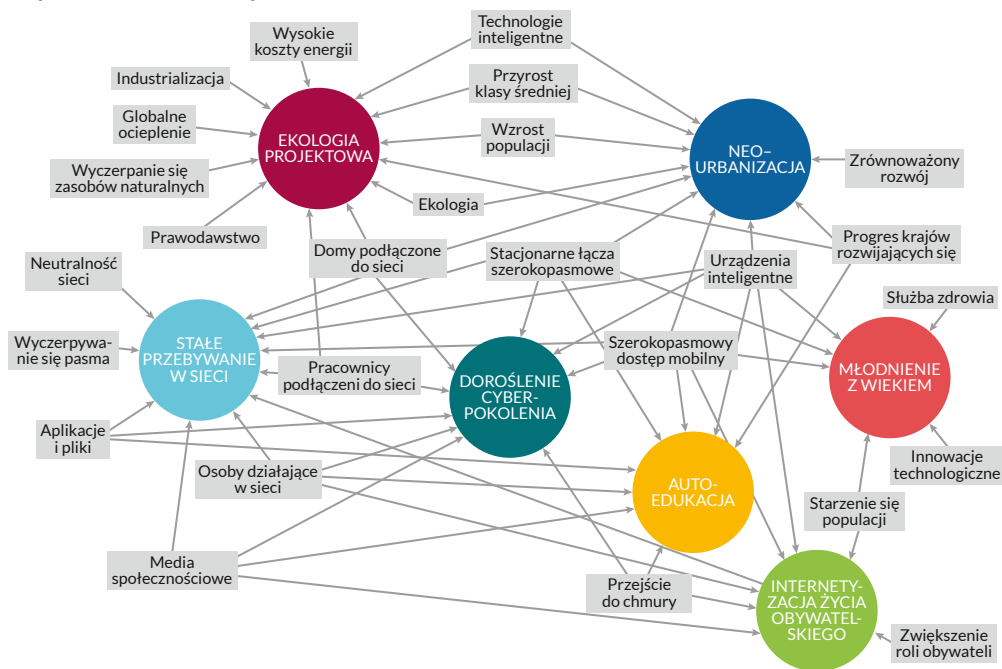
Jak wskazuje się w raporcie Alcatel-Lucent, trend jest w porównaniu z megatrendem zazwyczaj łatwiejszy do rozpoznania, formuje się dość szybko i nie ma tak dalekosiężnych skutków. Można powiedzieć, że wywołuje ewolucję, podczas gdy megatrend wywołuje rewolucję. Według Alcatel-Lucent megatrendy rozwijają się w pewnym cyklu, którego etapy odpowiadają czterem głównym fazom wyróżnianym zazwyczaj w cyklu życia produktu: wprowadzenia, rozwoju, dojrzałości i upadku. Te dwa cykle życia nie są w pełni analogiczne, chociaż mają wiele analogii (zob. ryc. 3).



Ryc. 3. Cykl życia megatrendu

Źródło: *Megatrendy. Fala zmieniająca przyszłość. Analiza rynkowa*, Alcatel-Lucent, 2012, s. 9.

Megatrendy i trendy często ilustrowane są przez badaczy w formie graficznej w postaci map megatrendów²⁸, ponieważ pozwalają one na pokazanie powiązań między trendami (zob. ryc. 4).



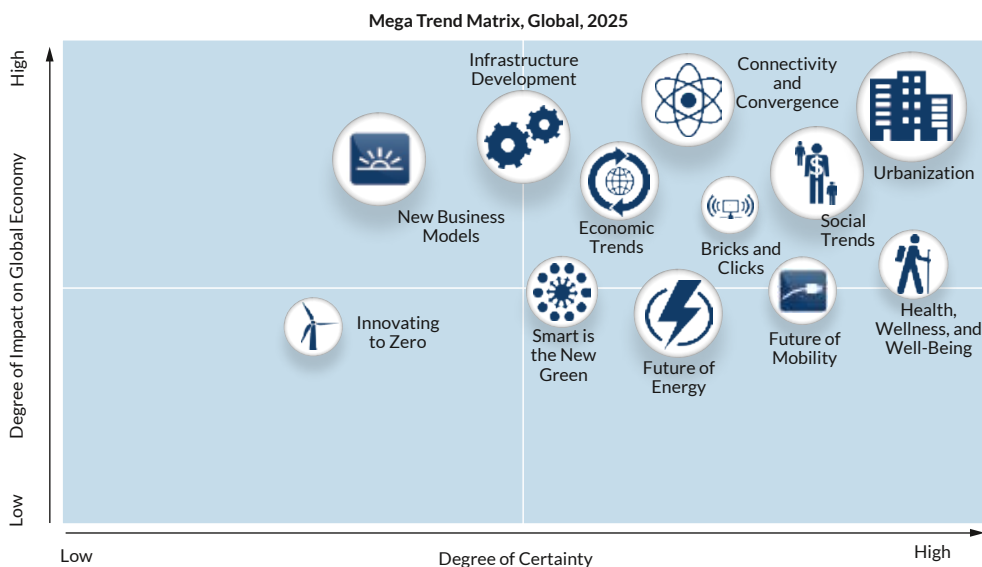
Ryc. 4. Powiązania między megatrendami (kolorowe kółka) i trendami

Źródło: *Megatrendy. Fala zmieniająca przyszłość. Analiza rynkowa*, Alcatel-Lucent, 2012, s. 7.

²⁸ Np. Zukunftsinstytut przedstawia trendy w formie mapy linii metra. Zob. *Megatrend-map 2.0*, http://www.trend-update.de/wp-content/uploads/2011/08/Megatrend_Map2.0.pdf [dostęp: 8.01.2015].

Prawdopodobieństwo wystąpienia i siła oddziaływania poszczególnych globalnych trendów na gospodarkę są zróżnicowane (zob. ryc. 5). Ze względu ogromny postęp, który dokonuje się w zakresie technologii informatycznych, telekomunikacyjnych i informacyjnych oraz ich wpływu na gospodarkę i społeczeństwo, szczególne miejsce zajmują megatrendy technologiczne (ang. *technnology trends*). Są one oparte na innowacjach destruktywnych (ang. *disruptive innovations*), czyli nowych produktach, usługach albo modelach biznesowych, które początkowo adresują małe, pozornie niedochodowe segmenty klientów, a następnie rosną i wypełniają cały rynek.

W raporcie McKinsey Global Institute z maja 2013 roku zidentyfikowano 12 potencjalnych technologii, które będą wywierały największy, destruktywny pod względem skutków ekonomicznych (ang. *economically disruptive technologies*), wpływ na rozwój gospodarczy świata do 2025 roku (zob. załącznik). Są to: mobilny Internet, automatyzacja pracy intelektualnej, Internet rzeczy, technologia chmury, zaawansowane roboty, autonomiczne pojazdy, następna generacja genomiki, przechowanie energii, druk 3D, zaawansowane materiały, zaawansowane technologie poszukiwania i zastąpienia ropy naftowej i gazu ziemnego oraz energia odnawialna. Również inne firmy z sektora technologii informacyjnych (ang. *Information Technology – IT*) i teleinformatyki (ang. *Information and Communications Technology – ICT*) wykorzystują zidentyfikowane przez siebie trendy do rozwoju produktów i usług. Na przykład firma Microsoft na badania i rozwój wynikających z pięciu megatrendów (*cloud, social, mobility, Big Data* oraz „*touch*”) w latach 2012 i 2013 przeznaczyła ok. 10 mld dol. rocznie²⁹.



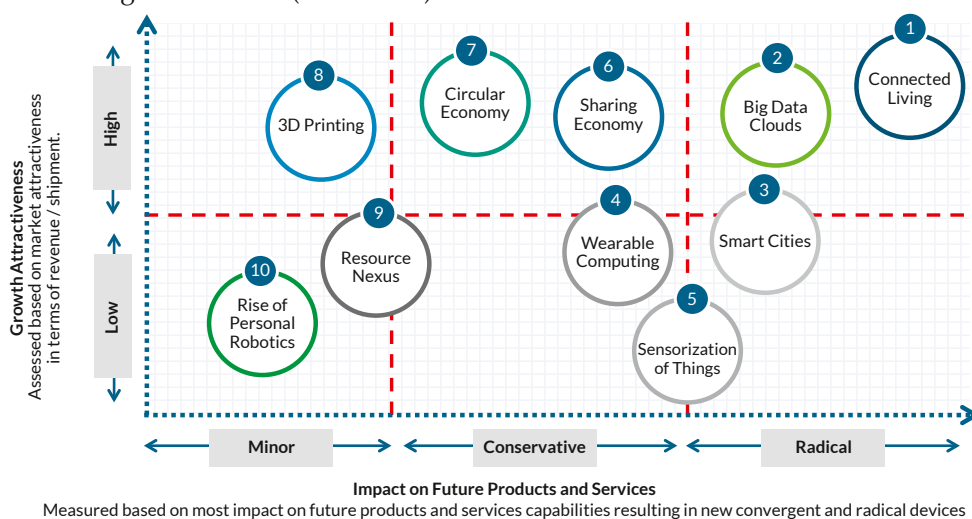
Ryc. 5. Prawdopodobieństwo wystąpienia a wpływ megatrendu na globalną gospodarkę

Źródło: Frost & Sullivan.

²⁹ A. Baruah, *Microsoft to invest USD 10.1 billion in tech megatrends: Kevin Turner*, „InformationWeek”, April 30, 2013, <http://www.informationweek.in/informationweek/news-analysis/180419/microsoft-invest-usd-101-billion-tech-megatrends-kevin-turner> [dostęp: 10.03.2015].

Wyniki badań przeprowadzonych przez Frost & Sullivan wykazały, że największy, radykalny wpływ na rozwój produktów i usług do 2020 roku będą miały trzy megatrendy³⁰ (zob. ryc. 6):

1. Podłączone życie (*connected living*), tj. zjawisko, które jest kreowane przez podłączone do internetu urządzenia i inne rzeczy, miejsca oraz podłączonych konsumentów,
2. Chmury dużych danych (*big data clouds*),
3. Inteligentne miasta (*smart cities*).



Ryc. 6. Megatrendy o największym wpływie na rozwój produktów i usług do 2020 roku
Źródło: Frost & Sullivan.

3. Metodologie badania megatrendów

Ze względu na potrzeby obserwacji i badania trendów wykształcił się wyspecjalizowany kierunek – tzw. *trend tracking*. Jednym z jego pionierów jest amerykański publicysta i analityk trendów Gerald Celente, który w 1980 roku założył Trends Research Institute, specjalizujący się w prognozowaniu trendów socjologicznych, politycznych oraz ekonomicznych. Od tego czasu zespołowi Celente udało się prawidłowo przewidzieć kilkadziesiąt globalnych wydarzeń (m.in. upadek ZSRR i kryzys z 2008 roku). G. Celente jest autorem książek *Trend Tracking i Trends 2000*³¹. Opracowana przez G. Celente metodologia Globalnomic® pozwala identyfikować, monitorować, prognozować i zarządzać trendami. Różnego rodzaju trendy są omawiane w wydawanym przez instytut „The Trends Journal” i „Trends Monthly”³². Z kolei do obserwacji trendów technologicznych firma Cisco stworzyła narzędzie Technology Radar³³.

³⁰ Zostały one szczegółowo opisane w kolejnych częściach monografii.

³¹ G. Celente, *Trend Tracking: The System to Profit from Today's Trends*, Grand Central Publishing, 1991;
G. Celente, *Trends 2000: How to Prepare for and Profit from the Changes of the 21st Century*, Grand Central Publishing, 1997.

³² <http://trendsresearch.com> [dostęp: 10.03.2015].

³³ <http://techradar.cisco.com> [dostęp: 11.03.2015].

Rozpoznanie współczesnych i przyszłych trendów wymaga prowadzenia studiów interdyscyplinarnych. Zaawansowane programy badania megatrendów mają np. globalna firma doradcza Frost & Sullivan oraz instytut badawczy Copenhagen Institute for Future Studies.

W kwietniu 2011 roku firma Frost & Sullivan opublikowała listę megatrendów i poinformowała o rozpoczęciu programu badań dotyczących innowacji. Celem badań jest zaferowanie firmom wyspecjalizowanych raportów ukazujących rozwój globalnych trendów oraz wsparcie przedsiębiorstw w zakresie rozwoju i innowacji w szybko zmieniającym się środowisku. Badaniami objęto m.in. następujące obszary: rozwój megamiast, regionów i korytarzy, rozwiązania „inteligentne” jako nowe podejście proekologiczne, geosocjalizacja, innowacje prowadzące do zerowej emisji spalin, zerowej liczby wypadków, nowi gracze – państwa poza regionem BRIC, technologie kosmiczne, roboty osobiste, e-mobilność oraz nowe modele biznesowe³⁴. Zidentyfikowane megatrendy są co 2–3 lata weryfikowane, w wyniku czego powstaje nowa lista megatrendów. Oprócz tego analizowany jest wpływ megatrendów na poszczególne sektory. Metodologia stosowana w Frost & Sullivan, która ma pozwolić na przełożenie megatrendów na strategię branż i przedsiębiorstw, zakłada 5 kroków³⁵:

1. Identyfikacja megatrendów i subtrendów, które mogą mieć największy wpływ na rynek lub przedsiębiorstwo.
2. Budowa scenariuszy rozwoju megatrendów.
3. Analiza wpływu scenariuszy na branżę/region.
4. Analiza wpływu na produkt, usługi, technologie, ofertę.
5. Analiza możliwości i potrzeb.

Podobne podejście proponuje Frederic De Meyer³⁶, założyciel Institute for Future Insights. Ważnym elementem podejścia są dyskusje w gronie ekspertów³⁷:

1. Wyselekcjonowanie megatrendów i trendów do analizy.
2. Dyskusja z udziałem *think tanku* (4–5 osób), ocena wpływu trendów na przedsiębiorstwo, partnerów, dostawców, regulatorów, konsumentów.
3. Analiza możliwości i zagrożeń, przygotowanie podsumowania i rekomendacji.
4. Zakomunikowanie wyników wewnątrz i na zewnątrz firmy.

Przedstawione powyżej metodologie badań mogą być wykorzystane do przewidywania rozwoju sektorów infrastrukturalnych.

³⁴ Frost & Sullivan identyfikuje globalne megatrendy i uruchamia wizjonerski program badań nad innowacjami, Frost and Sullivan, 12 kwietnia 2011 r., <http://www.frost.com> [dostęp: 10.03.2015].

³⁵ S. Singh, *Top 20 Global Mega Trends and Their Implications to Business, Society and Cultures*, Frost & Sullivan, s. 40–41, www.frost.com/prod/servlet/cpo/213016007 [dostęp: 10.03.2015].

³⁶ W 2012 roku ukazała książka jego autorstwa pt. *The impact of megatrends on your business: How to assess the impact of long-term trends on your company and adapt your strategy to ensure future success*, CreateSpace Independent Publishing Platform, 2012.

³⁷ F. de Meyer, *Using megatrends to discover new opportunities, prepare for new threats*, <http://www.fredericdemeyer.com/2010/12/using-megatrends-to-discover-new.htm> [dostęp: 10.03.2015].

Podsumowanie

Przedstawiona w opracowaniu ewolucja rozwoju studiów nad przyszłością oraz rodzajów megatrendów miała pomoc w usystematyzowaniu używanych powszechnie pojęć, a także lepszemu zrozumieniu istoty badań nad przyszłością. Na podstawie analizy kilkunastu raportów dotyczących przyszłości, do najbardziej istotnych megatrendów – z punktu widzenia sektorów infrastrukturalnych – należy zaliczyć następujące:

1. Inteligentne miasta (ang. *smart cities*).
2. Duże dane (ang. *big data*).
3. Łączność i konwergencja (ang. *connectivity & convergence, connected living*).
4. Sztuczna inteligencja, automatyzacja i robotyka (ang. *artificial intelligence, automation, robotics*).
5. Urbanizacja (ang. *urbanization*).
6. Rosnąca liczba ludności na świecie (ang. *global population growth*).
7. Starzejące się społeczeństwo (ang. *ageing population*).
8. Zrównoważony rozwój (ang. *sustainability*).
9. Wyczerpywanie się zasobów naturalnych (ang. *resource scarcity*).
10. Odnawialne źródła energii (ang. *renewable energy*).
11. Globalizacja (ang. *globalization*).
12. Ekonomia dzielenia się (ang. *sharing economy*).

Dominujący wpływ będą miały zatem zmiany technologiczne, społeczno-demograficzne i ekologiczne. Pod wpływem wyżej wymienionych megatrendów w sektorach infrastrukturalnych będą kształtowały się nowe modele biznesowe.

Bibliografia

- Baruah A., *Microsoft to invest USD 10.1 billion in tech megatrends: Kevin Turner*, „InformationWeek”, April 30, 2013, <http://www.informationweek.in/information-week/news-analysis/180419/microsoft-invest-usd-101-billion-tech-megatrends-kevin-turner> [dostęp: 10.03.2015].
- Celente G., *Trend Tracking: The System to Profit from Today's Trends*, Grand Central Publishing, 1991.
- Celente G., *Trends 2000: How to Prepare for and Profit from the Changes of the 21st Century*, Grand Central Publishing, 1997.
- de Meyer F., *The impact of megatrends on your business: How to assess the impact of long-term trends on your company and adapt your strategy to ensure future success*, CreateSpace Independent Publishing Platform, 2012.
- de Meyer F., *Using megatrends to discover new opportunities, prepare for new threats*, <http://www.fredericdemeyer.com/2010/12/using-megatrends-to-discover-new-htm> [dostęp: 10.03.2015].
- Hatałska N., *TrendBook 2014*, Gdańsk, maj 2014, <http://hatałska.com> [dostęp: 5.01.2015].
- Jasiński L., *Myślenie perspektywiczne. Uwarunkowania badania przyszłości typu foresight*, Instytut Nauk Ekonomicznych Polskiej Akademii Nauk, Warszawa 2007.

- Larsen G., *Why megatrends matter?*, „Futureorientation” 2006, nr 5, Copenhagen Institute for Future Studies, <http://www.cifs.dk/scripts/artikel.asp?id=1469> [dostęp: 11.03.2015].
- Meadows D. H., Meadows D.L., Randers J., Behrens III W. W., *The Limits to Growth*, Universe Books, Nowy Jork 1972.
- Megatrend-map 2.0, http://www.trend-update.de/wp-content/uploads/2011/08/Megatrend_Map2.0.pdf [dostęp: 8.01.2015].
- Megatrendy. Fala zmieniająca przyszłość. Analiza rynkowa.* Alcatel-Lucent, 2012.
- Naisbitt J., Aburdene P., *Megatrends 2000: Ten New Directions for the 1990s*, William & Morrow Company Inc., New York 1990.
- Naisbitt J., *Megatrends. Ten New Directions Transforming Our Lives*, Warner Books, New York 1982.
- Prandecki K., *Rola megatrendów w przewidywaniu przyszłości*, „Przyszłość Świat-Europa-Polska” 2012, nr 2.
- Raport „Polska 2050”, wyd. Komitet Prognoz „Polska 2000 Plus”, Polska Akademia Nauk, Warszawa 2011, <http://www.prognozy.pan.pl/index.php/wydawnictwa/37-ksiazki-dotycze-polski/107-raport-polska-2050> [dostęp: 7.03.2015].
- Singh S., *Top 20 Global Mega Trends and Their Implications to Business, Society and Cultures*, Frost & Sullivan, www.frost.com/prod/servlet/cpo/213016007 [dostęp: 10.03.2015].
- Stacewicz J., *Megatrendy a strategia i polityka rozwoju*, Elipsa, Warszawa 1996.
- Stiglitz J.E., *Szalone lata dziewięćdziesiąte. Nowa historia najświetniejszej dekady w dziejach świata*, PWN, Warszawa 2006.
- Taleb N. N., *The Black Swan. The Impact of the Highly Improbable*, Second Edition, Random House, New York 2010.
- Tkaczyk A., *Trendy konsumenckie i ich implikacje marketingowe*, „Handel wewnętrzny, Konsumpcja i konsument – nowe trendy”, maj-czerwiec 2012.
- Vejlgaard H., *Anatomy of a trend*, Mcgraw Hill, 2008.
- Wells H. G., *The Discovery of the Future: A Discourse Delivered to the Royal Institution on January 24, 1902*, T. Fisher Unwin, 1902.
- Wells H.G., *The Discovery of the Future*, B.W. Huebsch, New York 1913.
- Wyniki Narodowego Programu Foresight Polska 2020*, Warszawa 2009, http://www.ippt.pan.pl/WWW-IPPT-oldhtml/foresight/Wyniki_NPF-Polska2020.pdf [dostęp: 7.03.2015].
- <http://altfutures.com>.
- <http://associationofprofessionalfuturists.org> [dostęp: 7.03.2015].
- <http://millennium-project.org> [dostęp: 7.03.2015].
- <http://techradar.cisco.com> [dostęp: 11.03.2015].
- <http://trendsresearch.com> [dostęp: 10.03.2015].
- <http://www.4cf.pl> [dostęp: 7.03.2015].

<http://www.horx.com/Reden/Macht-der-Megatrends.aspx> [dostęp: 20.04.2015].

<http://www.prognozy.pan.pl/index.php/zakres-dziaania> [dostęp: 7.03.2015].

<http://www.ptsp.pl/o-nas/> [dostęp: 7.03.2015].


<http://www.wfs.org>.

<http://www.wfsf.org>.

SUMMARY

The paper reflects on the nature of megatrends, pointing out the need to track and observe them in the context of their bearing on the future growth of specific economy sectors, with an emphasis on infrastructural sectors, such as transport, energy, and ICTs. While discussing the evolution of future studies, the article outlines the breadth and methodology of such research. It then follows to overview concepts relating to megatrends and research methodologies applied in analyzing and projecting their effect on specific industries. Based on an analysis of future projections from more than a dozen different reports, twelve megatrends – including Smart Cities, Big Data, and Connectivity & Convergence – were identified as most relevant to infrastructural sectors.

Speed, scope, and economic value at stake of 12 potentially economically disruptive technologies

	Illustrative rates of technology improvement and diffusion	Illustrative groups, products, and resources that could be impacted ¹	Illustrative pools of economic value that could be impacted ¹
 Mobile Internet	\$5 million vs. \$400² Price of the fastest supercomputer in 1975 vs. that of an iPhone 4 today, equal in performance (MFLOPS) 6x Growth in sales of smartphones and tablets since launch of iPhone in 2007	4.3 billion People remaining to be connected to the Internet, potentially through mobile Internet 1 billion Transaction and interaction workers, nearly 40% of global workforce	\$1.7 trillion GDP related to the Internet \$25 trillion Interaction and transaction worker employment costs, 70% of global employment costs
 Automation of knowledge work	100x Increase in computing power from IBM's Deep Blue (chess champion in 1997) to Watson (Jeopardy winner in 2011) 400+ million Increase in number of users of intelligent digital assistants like Siri and Google Now in past 5 years	230+ million Knowledge workers, 9% of global workforce 1.1 billion Smartphone users, with potential to use automated digital assistance apps	\$9+ trillion Knowledge worker employment costs, 27% of global employment costs
 The Internet of Things	300% Increase in connected machine-to-machine devices over past 5 years 80-90% Price decline in MEMS (microelectromechanical systems) sensors in past 5 years	1 trillion Things that could be connected to the Internet across industries such as manufacturing, health care, and mining 100 million Global machine to machine (M2M) device connections across sectors like transportation, security, health care, and utilities	\$36 trillion Operating costs of key affected industries (manufacturing, health care, and mining)
 Cloud technology	18 months Time to double server performance per dollar 3x Monthly cost of owning a server vs. renting in the cloud	2 billion Global users of cloud-based email services like Gmail, Yahoo, and Hotmail 80% North American institutions hosting or planning to host critical applications on the cloud	\$1.7 trillion GDP related to the Internet \$3 trillion Enterprise IT spend
 Advanced robotics	75-85% Lower price for Baxter ³ than a typical industrial robot 170% Growth in sales of industrial robots, 2009-11	320 million Manufacturing workers, 12% of global workforce 250 million Annual major surgeries	\$6 trillion Manufacturing worker employment costs, 19% of global employment costs \$2-3 trillion Cost of major surgeries
 Autonomous and near-autonomous vehicles	7 Miles driven by top-performing driverless car in 2004 DARPA Grand Challenge along a 150-mile route 1,540 Miles cumulatively driven by cars competing in 2005 Grand Challenge 300,000+ Miles driven by Google's autonomous cars with only 1 accident (which was human-caused)	1 billion Cars and trucks globally 450,000 Civilian, military, and general aviation aircraft in the world	\$4 trillion Automobile industry revenue \$155 billion Revenue from sales of civilian, military, and general aviation aircraft
 Next-generation genomics	10 months Time to double sequencing speed per dollar 100x Increase in acreage of genetically modified crops, 1996-2012	26 million Annual deaths from cancer, cardiovascular disease, or type 2 diabetes 2.5 billion People employed in agriculture	\$6.5 trillion Global health-care costs \$1.1 trillion Global value of wheat, rice, maize, soy, and barley
 Energy storage	40% Price decline for a lithium-ion battery pack in an electric vehicle since 2009	1 billion Cars and trucks globally 1.2 billion People without access to electricity	\$2.5 trillion Revenue from global consumption of gasoline and diesel \$100 billion Estimated value of electricity for households currently without access
 3D printing	90% Lower price for a home 3D printer vs. 4 years ago 4x Increase in additive manufacturing revenue in past 10 years	320 million Manufacturing workers, 12% of global workforce 8 billion Annual number of toys manufactured globally	\$11 trillion Global manufacturing GDP \$85 billion Revenue from global toy sales
 Advanced materials	\$1,000 vs. \$50 Difference in price of 1 gram of nanotubes over 10 years 115x Strength-to-weight ratio of carbon nanotubes vs. steel	7.6 million tons Annual global silicon consumption 45,000 metric tons Annual global carbon fiber consumption	\$1.2 trillion Revenue from global semiconductor sales \$4 billion Revenue from global carbon fiber sales
 Advanced oil and gas exploration and recovery	3x Increase in efficiency of US gas wells, 2007-11 2x Increase in efficiency of US oil wells, 2007-11	22 billion Barrels of oil equivalent in natural gas produced globally 30 billion Barrels of crude oil produced globally	\$800 billion Revenue from global sales of natural gas \$3.4 trillion Revenue from global sales of crude oil
 Renewable energy	85% Lower price for a solar photovoltaic cell per watt since 2000 19x Growth in solar photovoltaic and wind generation capacity since 2000	21,000 TWh Annual global electricity consumption 13 billion tons Annual CO ₂ emissions from electricity generation, more than from all cars, trucks, and planes	\$3.5 trillion Value of global electricity consumption \$80 billion Value of global carbon market transactions

¹ Not comprehensive; indicative groups, products, and resources only.² For CDC-7600, considered the world's fastest computer from 1969 to 1975; equivalent to \$32 million in 2013 at an average inflation rate of 4.3% per year since launch in 1969.³ Baxter is a general-purpose basic manufacturing robot developed by startup Rethink Robotics.

Źródło: McKinsey Global Institute.

Smart cities – koncepcja i trendy rozwoju miast przyszłości

Wprowadzenie

Miasta pełnią coraz bardziej istotną rolę we współczesnym świecie, a postępująca urbanizacja jest jednym z najważniejszych trendów XX i XXI wieku. Według szacunków ONZ, w 1950 roku miasta zamieszkiwało 30% ludności, w 2014 roku – ok. 54%, a w 2050 roku aż 66% mieszkańców globu będzie mieszkało na terenach zurbanizowanych¹. Wzrost liczby mieszkańców oznacza jednocześnie zwiększenie się skali problemów dotyczących metropolii. Wyzwania współczesnych miast możemy podzielić na trzy podstawowe grupy: społeczne, ekonomiczne oraz organizacyjne. Do najważniejszych należą m.in.: problemy komunikacyjne i kongestia, zwiększone zapotrzebowanie na energię, zanieczyszczenie środowiska naturalnego, czy też dostosowanie przestrzeni miejskiej do potrzeb coraz liczniejszego, ale także starzejącego się społeczeństwa. Aby podołać tym współczesnym wyzwaniom urbanizacji, modele funkcjonowania miast oraz sposoby zarządzania nimi muszą cały czas ewoluować. Władze miast poszukują coraz bardziej skutecznych sposobów na rozwiązywanie problemów. Nowe możliwości na tym polu, oparte przede wszystkim o innowacyjne technologie, są podstawą funkcjonowania tzw. „inteligentnych miast” (ang. *smart cities*).

W literaturze naukowej tematyka wpływu współczesnych technologii na jakość życia i formy funkcjonowania miast była poruszana już w latach 70. XX wieku. Słusznie zakładano wzrost znaczenia przetwarzania i wykorzystania informacji dla rozwoju ekonomicznego regionów i funkcjonowania ludzkości². W latach 80. Alvin Toffler przedstawił teorię na temat rozwoju społeczeństw wraz rozwojem kolejnych fal technologicznych³. Toffler wyróżnił trzy fale rozwoju cywilizacyjnego związanego z technologicznymi zmianami: falę I, agrarną, zapoczątkowaną około 10 000 lat temu wraz pierwszymi narzędziami produkowanymi przez człowieka. Falę II, przemysłową, zapoczątkowaną wynalezieniem maszyny parowej, oraz falę trzecią, technologiczno-postindustrialną, trwającą od lat 70. XX wieku w najbardziej rozwiniętych regionach świata. Koncepcję inteligentnego miasta należy wpisać do ostatniej z wymienionych

¹ *World Urbanization Prospects. 2014 revision, The highlights*, United Nations, Department of Economic and Social Affairs, New York 2014, s. 2.

² Zob. D. Bell, *The coming of post-industrial society*, Heinemann, London 1974; J. Martins, *The Wired Society*, Prentice-Hall, New York 1978.

³ A. Toffler, *Third Wave*, Bantam Book, New York 1984.

fal rozwoju ludzkości⁴. Samo sformułowanie *smart city* pojawiło się po raz pierwszy na początku lat 90. XX wieku na określenie kierunku rozwoju miast na świecie⁵. Jednakże szersza debata na temat nowych możliwości i skutków stosowania technologicznych rozwiązań poprawiający jakość życia na terenach miejskich rozpoczęła z końcem lat 90. XX wieku i trwa nieprzerwanie do dziś⁶.

1. Definicja inteligentnego miasta

Nie ma jednej, ogólnie przyjętej definicji inteligentnego miasta. W przeszłości przy definiowaniu pojęcia *smart city* brano pod uwagę przede wszystkim stopień wykorzystania technologii, a zwłaszcza technologii informacyjno-komunikacyjnych (ang. *Information and Communication Technologies*, ICT) w funkcjonowaniu miast. Aktualnie ten element jest w dalszym ciągu istotny, jednakże generalna koncepcja ewoluowała w kierunku miasta inteligentnego jako modelu miasta opartego również na kapitale ludzkim i przyjaznego dla jego mieszkańców, a także pomagającego rozwiązywać najważniejsze problemy społeczne, takie jak ubóstwo, bezrobocie czy marginalizację społeczną osób biednych i niepełnosprawnych (ang. *social exclusion*). W literaturze termin *smart city* jest często zamiennie wykorzystywany z takimi określeniami jak: inteligentne miasto (ang. *intelligent city*), miasto wiedzy (ang. *knowledge city*), miasto zrównoważone (ang. *sustainable city*), miasto cyfrowe (ang. *digital city*) czy miasto połączone, „okablowane” (ang. *wired city*). Wynika to z faktu, iż założenia dotyczące wszystkich z powyższych określeń są w dużej mierze podobne, niemniej jednak to właśnie termin *smart city* jest najpopularniejszy i najczęściej wykorzystywany⁷.

Jak wspomniano we wstępie, termin „inteligentne miasto” jest powszechnie rozumiany jako miasto powszechnie korzystające z cyfrowych technologii ICT, przede wszystkim na potrzeby kolekcjonowania i przetwarzania informacji dotyczących wewnętrznych procesów funkcjonowania, a następnie zarządzania tymi procesami⁸. Część autorów podkreśla znaczenie tzw. twardych inteligentnych rozwiązań polegających na zintegrowanym wykorzystaniu technologii ICT dla jak największej liczby

⁴ M. Bulu, *Upgrading a city via technology*, „Technological Forecasting & Social Change” nr 89/2014, s. 65.

⁵ D.V. Gibson, G. Kozmetsky, R.W. Smilor, *The Technopolis Phenomenon: Smart Cities, Fast Systems, Global Networks*, Rowman & Littlefield, 1992.

⁶ Zob. T. Nam, T.A. Pardo, *Conceptualizing Smart City With Dimensions of Technology, People, and Institution*, Proceedings of 12th Annual International Digital Government Research Conference: Digital Government Innovation in Challenging Times, ACM New York, 2011 s. 282290; S. Dirks, M. Keeling, J. Dencik, *How smart is your city*, IBM Institute for Business Value, New York 2009, s. 4–10; S. Alawadhi, A. Aldama-Nalda, H. Chourabi, J.R. Gil-Garica, S. Leung, S. Mellouli, *Building understanding of Smart City initiatives*, Proceedings of 11th IFIP WG 8.5 International Conference, EGOV 2012 Kritinsandv 2012, s. 40–54.

⁷ T. Nam, T.A. Pardo, *dz. cyt.*, s. 283.

⁸ R. de Santis, A. Fasano, N. Mignolli, A. Villa, *Smart city: fact and fiction*, MPRA Munich Personal RePEc Archive, Paper nr. 54536, 2014, s. 3–4.

systemów i podsystemów działających w mieście np. sieci elektroenergetycznych, systemów transportowych czy budownictwa⁹.

Massachusetts Institute of Technology (MIT), prestiżowy instytut naukowy i technologiczny ze Stanów Zjednoczonych, także zakłada kluczową rolę ICT w formowaniu inteligencji miasta. W myśl definicji stosowanej w MIT, *wykorzystanie technologii ICT w strategicznych i kluczowych obszarach funkcjonowania miasta – administracji samorządowej, edukacji, opiece zdrowotnej i społecznej, usługach komunalnych – czyni miasto bardziej inteligentnym oraz wydajnym*¹⁰. Jednakże „**inteligentny to więcej niż cyfrowy**” (ang. *smart is more than digital*)¹¹, dlatego większość ekspertów i autorów współczesnych opracowań zwraca uwagę na szersze rozumienie koncepcji inteligencji miasta. Jedną z najczęściej cytowanych definicji naukowych opisuje inteligentne miasto jako takie, w którym technologie ICT są szeroko i na równi wykorzystywane przez sektor biznesu, administrację, społeczność oraz zwykłych mieszkańców¹².

Shanghai Manual, raport ONZ stanowiący przewodnik do zrównoważonego rozwoju miast w XXI wieku, określa inteligentne miasta jako korzystające z połączonej (cyfrowej) infrastruktury do poprawy efektywności ekonomicznej i politycznej oraz umożliwienia lepszego rozwoju społecznego, kulturowego i miejskiego¹³. Wiele z istniejących definicji zaznacza, że inteligentne rozwiązania w miastach powinny mieć również swoje zastosowanie w tzw. miękkich obszarach, np. w sektorze edukacji i kultury, działaniach przeciwko społecznemu wykluczeniu, a także e-administracji oraz zarządzaniu.

W badaniach przeprowadzonych przez europejskich ekspertów w 2009 roku jako podstawowe kryterium inteligencji przyjęto wykorzystanie takich rozwiązań, które *pozwolą prosperować współczesnym miastom poprzez ilościowy i jakościowy wzrost w ich produktywności*¹⁴. Autorzy tej pracy dokonali metaanalizy wcześniej stosowanych de-

⁹ Zob. A. Kramers, M. Hojer, N. Lovehagen, J. Wangel, *Smart sustainable cities – Exploring ICT solutions for reduced energy use in cities*, „Environmental Modelling & Software” 2014, nr 56, s. 52–62; D. Washburn, U. Sindhu, S. Balaouras, R. A. Dines, N. M. Hayes, L. E. Nelson, *Helping CIOs Understand „Smart City” Initiatives: Defining the Smart City, Its Drivers, and the Role of the CIO*. Cambridge, Forrester Research, Inc. 2010, s. 2–17; L.M. Correia, K. Wünstel, *Smart Cities applications and requirements*. White Paper of the Experts Working Group, Net!Works European Technology Platform 2011, s. 9–31; S. Dirks, M. Keeling, J. Dencik, dz. cyt., s. 3.

¹⁰ Cyt. za: Komisja Europejska, *Mapping Smart Cities in the EU. Study of Directorate General for Internal Policies*, Policy Department, Bruksela 2014, s. 22, <http://www.smartcities.at/assets/Publikationen/Weitere-Publikationen-zum-Thema/mappingsmartcities.pdf> [dostęp: 5.04.2015].

¹¹ Ambrosetti, *Smart Cities in Italia: un’opportunità nello spirito del Rinascimento per una nuova qualità della vita*, w: R. de Santis, A. Fasano, N. Mignolli, A. Villa, *Smart city: fact and fiction*, MPRA Munich Personal RePEc Archive, MPRA Paper nr.54536, 2014, s. 3.

¹² R.G. Holland, *Will the Real Smart City Please Stand Up?*, „City”, nr12(3), 2008, s. 303–320, 316.

¹³ *Shanghai Manual A Guide for Sustainable Urban Development in the 21st Century*, United Nations Bureau International des Expositions, Szanghaj 2010, s. 228.

¹⁴ A. Caragli A., Ch. Del Bo, P. Nijkamp, *Smart Cities in Europe*, Third Central European Conference in Regional Science, CERS 2009, s. 47.

finicji, na podstawie których wyróżnili sześć wspólnych cech inteligentnego miasta występujących we wcześniejszych opracowaniach:

1. Miasta inteligentne posiadają i wykorzystują połączoną cyfrowo infrastrukturę w celu podniesienia efektywności ekonomicznej i politycznej oraz umożliwienia rozwoju społecznego, kulturowego i miejskiego.
2. Inteligentne miasta są miastami przyjaznymi dla działań biznesowych, które są motorem napędowym rozwoju obszarów miejskich.
3. Miasta inteligentne rozwiązują problemy społeczne swoich mieszkańców, np. dotyczące wykluczenia społecznego oraz ograniczonej dostępności dla wrażliwych grup społecznych, np. osób niepełnosprawnych do usług oferowanych przez miasto.
4. Mieszkańcy w inteligentnych ośrodkach miejskich powinni stanowić inteligentną społeczność, potrafiącą adaptować oraz wdrażać innowacje i technologie.
5. Rozwój zaawansowanych technicznie technologii i „kreatywnych” sektorów gospodarki odgrywa bardzo istotną rolę w długoterminowym rozwoju inteligentnego miasta.
6. Istotnym elementem inteligentnego miasta jest jego zrównoważony rozwój społeczny i środowiskowy, który uwzględnia limitowaną ilość dostępnych surowców naturalnych oraz w możliwe maksymalny sposób wykorzystuje surowce odnawialne przy jednoczesnym zapewnieniu bezpieczeństwa dla dziedzictwa naturalnego i kulturalnego swoich mieszkańców.

Z kolei Chourabi wraz z zespołem ekspertów z Kanady i USA w swojej pracy przedstawia 8 grup czynników definiujących inteligentne miasto na różnych płaszczyznach. Są to: zarządzanie i organizacja, technologia, nadzór publiczny, ludzie i społeczności, infrastruktura oraz środowisko naturalne¹⁵. Wśród kluczowych elementów dla funkcjonowania inteligentnego miasta wymienia m.in. dostępność i jakość technologii ICT, partycypację mieszkańców w podejmowaniu decyzji oraz zrównoważony rozwój i gospodarkę surowcami naturalnymi.

W rozważaniach na temat idei inteligentnych miast w literaturze przedmiotu często pojawia się termin *open data*¹⁶. Pojęcie to oznacza wszystkie dane zbierane i produkowane przez instytucje publiczne¹⁷. Są to nie tylko wszelkiego rodzaju statystyki: ekonomiczne, demograficzne lub historyczne, ale także dane geograficzne lub meteorologiczne oraz cyfrowe wersje rządowych dokumentów i opracowań. Przykładem zastosowania takich danych są dane zbierane za pomocą systemu GPS (ang. *Global Positioning System*), który korzysta z ogólnodostępnych satelitów, czy np. dane na temat stanu zdrowia społeczeństwa, zarobków itp. Według Komisji Europejskiej korzystanie z tego typu danych publicznych jest istotnym czynnikiem w procesie powsta-

¹⁵ H. Chourabi, T. Nam, S. Walker, J.R. Gil-Garcia, S. Mellouli, K. Nahon, K., *Understanding Smart City initiatives: An integrative framework*, 45th Hawaii International Conference on System Sciences Maui, Hawaje. 2012, s. 2291–2293.

¹⁶ T. Bakici, A. Alimralii, J. Wareham, *A Smart City Initiative: The case of Barcelona*, „Journal of Knowledge Economy” nr 4/2013, s. 136.

¹⁷ <http://ec.europa.eu/digital-agenda/en/open-data-0> [dostęp: 06.12.2014].

wania innowacyjnych produktów i usług, pozwala lepiej zrozumieć i rozwiązywać współczesne problemy społeczne, zwiększa efektywność administracji publicznej oraz sprzyja partycypacji obywateli w politycznych i społecznych działaniach¹⁸. *Open data* jest także ważnym elementem tzw. agendy cyfrowej, a już od 2003 roku w Unii Europejskiej funkcjonuje dyrektywa zachęcająca i ułatwiająca dostęp do informacji publicznych do ponownego wykorzystywania¹⁹.

Koncepcje teoretyczne dotyczące trzonu inteligencji w miastach nie zawsze znajdują swoje odzwierciedlenie w praktycznych działaniach. W pracy badawczej, której wyniki zostały opublikowane w 2014 roku, przeanalizowano różnice pomiędzy teoretycznymi modelami inteligentnego miasta tworzonymi przez planistów i środowiska naukowe a rzeczywistymi pojawiającymi się rozwiązaniami z tego zakresu. Rezultaty badania wykazały, że rozumienie i sposób implementacji idei inteligentnego miasta jest bardzo różny i dużym stopniu uwarunkowany lokalnymi czynnikami geograficznymi, społecznymi, ekonomicznym, a także technologicznymi²⁰.

Przedstawione powyżej interpretacje ilustrują ogromną różnorodność definicji stosowanych do opisu inteligentnych miast. To zagadnienie cieszy się bardzo dużym zainteresowaniem naukowców i polityków, a jego poszczególne aspekty były do tej pory przedmiotem licznych opracowań. W efekcie jak do tej pory nie osiągnięto jednak globalnego porozumienia w kwestii definiowania pojęcia „inteligentne miasto”. Jedną z najnowszych definicji inteligentnego miasta, uwzględniającą większość elementów opisywanych przez cytowane prace, jest ta przyjęta przez Komisję Europejską w 2014 roku. Według KE (...) *inteligentne miasto to miasto starające się rozwiązać problemy społeczne za pomocą rozwiązań bazujących na technologiach ICT i przy współpracy ze wszystkimi zainteresowanymi stronami*²¹. W Unii Europejskiej także na poziomie strategicznym stosuje się również drugą, bardziej rozbudowaną wersję tej definicji, utworzoną na potrzeby Europejskiego Partnerstwa Innowacyjnego Inteligentne Miasta i Społeczności (ang. *Smart Cities and Communities*). Definiuje ona inteligentne miasto jako *Grupy i systemy ludzi wzajemnie ze sobą oddziaływujących za pomocą przepływu energii, materiałów, usług oraz środków finansowych na rzecz zrównoważonego rozwoju gospodarczego oraz poprawy jakości życia. Te przepływy stają się inteligentne wówczas, gdy w pełni korzystają z infrastruktury informacyjnej oraz komunikacyjnej, a zarządzanie i planowanie rozwoju miasta jest przejrzyste i dostosowane do potrzeb ekonomicznych i społecznych jego mieszkańców*²². Niezależnie od definicji, w celu łatwiejszej identyfikacji inteligentnych

¹⁸ Tamże.

¹⁹ Dyrektywa 2003/98/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 17 listopada 2003 r. w sprawie ponownego wykorzystywania informacji sektora publicznego.

²⁰ P. Neirotti, A. de Marco, A.C. Cagliano, G. Mangano, F. Scorrano, *Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts*, „Cities” nr 38/2014, s. 30–34.

²¹ *Mapping Smart Cities in the EU, Study of Directorate General for Internal Policies*, Policy Department, Komisja Europejska, Bruksela 2014, s. 24.

²² Europejskie Partnerstwo Innowacyjne Inteligentne Miasta i Społeczności, *Strategic Implementation Plan*, Komisja Europejska, Bruksela 2013, s. 5.

miast można wyróżnić sześć podstawowych obszarów charakteryzujących inteligentny ośrodek miejski. Poniższy podział jest szeroko przyjęty i wykorzystywany zarówno przez oficjalne publikacje Komisji Europejskiej, jak również w pracach naukowych i opracowaniach strategicznych. Wspomniane obszary to²³:

1. Inteligentna gospodarka (ang. *smart economy*)

Inteligentna gospodarka oznacza przede wszystkim e-gospodarkę oraz handel elektroniczny (ang. *e-commerce*), czyli wykorzystanie technologii ICT do prowadzenia działalności gospodarczej. Inteligentna gospodarka oznacza także zwiększenie możliwości komunikacyjnych przedsiębiorstw na poziomie regionalnym i międzynarodowym oraz lepszy przepływ informacji, wiedzy, towarów i usług między sektorami i rynkami.

2. Inteligentny transport i komunikacja (ang. *smart mobility*)

Inteligentny transport to nowoczesne systemy transportowe i logistyczne wykorzystujące technologie ICT do zwiększenia swojej integralności z otoczeniem oraz umożliwienia przemieszczania się ludzi i towarów w bezpieczny, przyjazny użytkownikowi i środowisku oraz efektywny sposób. Nowoczesne technologie mogą w istotny sposób wspierać powyższe procesy. W inteligentnych systemach transportowych technologie ICT pełnią także bardzo ważną funkcję w zbieraniu danych na temat bieżącej sytuacji w systemie transportowym miasta oraz dalszego wykorzystywania tych informacji, m.in. do zarządzania ruchem oraz udostępniania jej podróżnym. Rozwiązania ICT mają także bardzo szerokie zastosowanie w budowie i eksploatacji pojazdów, przede wszystkim w systemach wspomagających jazdę (np. pod postacią systemów GPS). Także utrzymanie systemu transportowego może być znacznie bardziej efektywne przy zastosowaniu odpowiednich aplikacji i programów.

3. Inteligentne środowisko (ang. *smart environment*)

Inteligentne środowisko oznacza przede wszystkim rozwiązania dotyczące sterowania i monitorowania zużyciem energii oraz emisjami związanymi z jej wytwarzaniem. Najlepszym przykładem inteligentnych rozwiązań w tym temacie w miastach są inteligentne sieci energetyczne (ang. *smart grids*), w których technologie ICT są wykorzystywane do efektywnej dystrybucji energii elektrycznej. Sektor budownictwa i sektor komunalny to kolejne składowe „inteligentnego środowiska”. W tym obszarze technologie ICT wspierają przede wszystkim budowę energooszczędnych budynków oraz miejskie systemy zarządzania i przetwarzania odpadami, a także oraz systemy oświetlania ulic i budynków publicznych.

²³ R. Giffinger, C. Fertner, H. Kramar, R. Kalasek, N. Pichler-Milanović, E. Meijers, *Smart Cities: Ranking of European Medium-Sized Cities*, Centre of Regional Science (SRF), Vienna University of Technology, Wiedeń 2007, s. 10–12.

4. Inteligentni ludzie (ang. *smart people*)

Kapitał ludzki i odpowiedni poziom edukacji to kolejne elementy inteligentnego miasta. Pod pojęciem „inteligentni ludzie” należy rozumieć mieszkańców miasta, którzy potrafią w efektywny sposób korzystać z inteligentnych rozwiązań oferowanych przez ICT. Oznacza to wykorzystywanie tych technologii zarówno w sferze zawodowej, jak i prywatnej, zwłaszcza związanej z komfortem życia w mieście, np. przy planowaniu podróży. Według przeprowadzonych badań najszybciej rozwijają się te miasta, które dysponują wysoko wykwalifikowaną siłą roboczą²⁴. Dlatego dla części z ekspertów stopień wykształcenia mieszkańców, a także liczba ośrodków naukowych i uniwersytetów działających na danym obszarze jest również wyznacznikiem inteligentnego miasta.

5. Inteligentny sposób życia (ang. *smart living*)

Założenia kryjące się pod zwrotem *smart living* w dużej mierze pokrywają się z wcześniej opisanymi charakterystykami inteligentnego miasta. Zakładają one, że mieszkańcy inteligentnego ośrodka miejskiego wykorzystują współczesne technologie w codziennym życiu, np. do robienia zakupów czy sposobów spędzania wolnego czasu. Pod ideą *smart living* kryje się wdrażanie takich rozwiązań jak inteligentne domy czy inteligentne miejsca pracy.

6. Inteligentne zarządzanie (ang. *smart governance*)

Za ostatnią z cech typowych dla inteligentnego miasta przyjmuje się inteligentny model zarządzania administracją publiczną. Oznacza on zintegrowane zarządzanie wszystkimi podsystemami miast. Głównym celem inteligentnego zarządzania jest poprawa efektywności zarządzania miastem, umiejętność rozwoju utrzymania systemów infrastruktury publicznej i komunalnej oraz ciągły rozwój miasta. Procesy zarządzania powinny zakładać także udział mieszkańców oraz organizacji pożytku publicznego i firm prywatnych w podejmowaniu decyzji strategicznych.

Wszystkie wymienione charakterystyczne obszary inteligentnego miasta, pomimo że dotyczą różnych sektorów i aspektów życia, są ze sobą wzajemnie zintegrowane. Model funkcjonowania inteligentnego miasta w kompleksowym ujęciu prezentuje ryc. 1.

²⁴ E.L. Glaser, C.R. Berry, *Why are smart places getting smarter?*, Taubman Centre Policy Brief 2006-2, Cambridge 2006, s. 2.



Ryc. 1. Model funkcjonowania inteligentnego miasta

Źródło: <http://www.etnahitech.com/2014/06/smart-cities-ecco-le-migliori-opportunita-di-investimento/?lang=en>

W praktyce, często trudno jednoznacznie przypisać dane rozwiązanie lub działanie do jednego z sześciu wymienionych modułów charakterystycznych dla inteligentnego miasta. Dlatego w celu lepszego usystematyzowania tematu inteligentnych miast można wyróżnić trzy podstawowe grupy czynników składających się na inteligentny ośrodek miejski²⁵:

1. Czynniki technologiczne (ang. *technology factors*).
2. Czynniki instytucjonalne (ang. *institutional factors*).
3. Czynniki ludzkie (ang. *human factors*).

²⁵ *Mapping Smart Cities in the EU*, dz. cyt., s. 29; T. Nam, T.A. Pardo, *Conceptualizing Smart City With Dimensions of Technology, People, and Institutions*, Proceedings of the 12th Annual International Digital Government Research Conference: Digital Government Innovation in Challenging Times, ACM, New York 2011 s. 285–286.

Czynniki technologiczne obejmują rozwiązania cyfrowe z zakresu ICT usprawniające działania poszczególnych podsystemów w mieście. W dużej mierze wspomagają funkcjonowanie fizycznej infrastruktury, np. systemu transportowego w mieście. Najnowsze osiągnięcia techniki pozwalają na zbieranie danych z otoczenia w czasie rzeczywistym, a zaawansowane oprogramowanie wspiera analizy i pomaga podejmować optymalne decyzje dotyczące funkcjonowania miasta.

Technologie mobilne i wirtualne, np. telefonia komórkowa oraz aplikacje na urządzenia mobilne, także w dużym stopniu zmieniają codzienne życie mieszkańców miast, a infrastruktura bezprzewodowa stanowi jeden z kluczowych elementów inteligentnych miast. Współczesne technologie mają także ogromne możliwości analizy ludzkich zachowań i preferencji, a w rezultacie pozwalają na kształtowanie miast bardziej przyjaznych dla swoich mieszkańców.

Czynniki instytucjonalne obejmują działania zarządców miast i polityków wspierające proces kreowania inteligentnego miasta. Do tej kategorii zalicza się wszelkie akty prawne i regulacje, a także instytucje utworzone w celu poprawy jakości życia w mieście. Struktura i sposób zarządzania miastem mają wpływ na potencjał inteligencji miasta. Inteligentna administracja komunikuje się ze wszystkimi interesariuszami w mieście – mieszkańcami i przedstawicielami biznesu, dopuszcza ich do procesu podejmowania decyzji i w rezultacie podejmuje transparentne i optymalne działania.

Czynniki ludzkie składające się na inteligentne miasto obejmują dwa podstawowe komponenty – infrastrukturę ludzką oraz kapitał społeczny. Oznaczają one społeczeństwo wysoko wykwalifikowane, kreatywne oraz przyjazne nowym technologiom. Jak wspomniano wcześniej, edukacja ma bardzo duży wpływ na przyciąganie nowych inwestorów oraz rozwój gospodarczy miasta. Atrakcyjność mieszkańców dla przemysłu to tylko jeden z wymienianych czynników ludzkich. Ważna jest także zdolności do działań prospołecznych, tolerancyjność na różnice kulturowe i etniczne, a także partycypacja w działaniach publicznych.

2. Rozwój inteligentnych miast na świecie

Popularność koncepcji *smart city* nie ogranicza się tylko do większego zainteresowania akademickiego tym tematem. Prawdziwy potencjał tej idei ilustrują liczby funkcjonujących inteligentnych miast oraz kwoty przeznaczane na ich rozwój i implementację. Szacunki dotyczące liczby inteligentnych miast na świecie są zróżnicowane.

Według najnowszego opracowania Komisji Europejskiej, tylko w Unii Europejskiej (UE-28), w 2011 roku aż 240 miast zakwalifikowano jako inteligentne ośrodki miejskie²⁶. W opisywanym poniżej rankingu inteligentnych miast średniej wielkości funkcjonujących w Europie wyróżniono 77 takich metropolii²⁷. Z kolei raport firmy konsultingowej ICH Technology szacuje, że w 2013 roku na całym świecie funkcjonowało 13 inteligentnych aglomeracji miejskich, a do roku 2025 ta liczba wzrośnie do 88²⁸.

²⁶ Dla miast powyżej 100 000 mieszkańców i posiadających przynajmniej jedną z sześciu głównych cech inteligentnego miasta, wymienionych w pierwszej części rozdziału.

²⁷ <http://www.smart-cities.eu/index.php?cid=7&ver=3> [dostęp: 03.01.2015].

²⁸ IHS Technology, *Smart Cities Report – Business Models, Technologies & Existing Projects* – 2014, IHS 2014.

W najnowszym (2014) rankingu inteligentnych miast w Europie pierwsze miejsce zajmuje Luksemburg²⁹. Należy zauważyć, że w pierwszej dziesiątce najbardziej inteligentnych miast naszego kontynentu aż osiem znajduje się w krajach skandynawskich. Jednakże ranking uwzględnia jedynie miasta średniej wielkości w Europie, liczące od 100 tys. do 500 tys. mieszkańców. W rankingach obejmujących wszystkie miasta na pierwszych miejscach znajdują się takie ośrodki, jak Londyn, Kopenhaga, Wiedeń, Barcelona i Amsterdam³⁰. Kryteria oceny różnią się w zależności rankingu, dlatego wskazanie pojedynczego, wiodącego ośrodka w Europie jest utrudnione.

Liczba inteligentnych miast na świecie zależy od przyjętych kryteriów wyboru, dlatego lepszym wskaźnikiem potencjału opisywanego sektora wydają się wydatki na rozwój i wdrażanie inteligentnych technologii dla miast. W skali globalnej sięgają one miliardów euro. W ramach wymienianego wcześniej Europejskiego Partnerstwa Innowacyjnego – Inteligentne Miasta i Społeczności w 2012 roku wydano 81 mln euro na projekty demonstracyjne dotyczące sektora transportu i energii w inteligentnych miastach. W 2013 roku ten budżet wzrósł już do 356 mln euro oraz objął tylko projekty integrujące trzy podstawowe obszary funkcjonowania inteligentnych miast: transport, energię oraz ICT.

Światowym liderem w wydatkach na rozbudowę inteligentnych miast jest kontynent azjatycki. W najbliższych latach Indie planują budowę 7 całkowicie nowych inteligentnych miast w najbardziej uprzemysłowionym regionie kraju – korytarzu Delhi – Bombaj³¹. Cała inwestycja zakłada budowę 24 miast i zostanie zrealizowana przy większościowym udziale kapitału prywatnego kosztem 66 mld euro. Z kolei chiński program przebudowy miast, mający na celu zwiększenie potencjału ekonomicznego ośrodków miejskich oraz zniwelowanie różnic społecznych, obejmuje 54 projekty za kwotę 113 mld euro³². Również Korea Południowa oraz Japonia opracowały i wdrożyły plan digitalizacji infrastruktury w miastach oraz szerszego wykorzystywania technologii ICT dla potrzeb społeczeństwa.

Rozwiązania i technologie dedykowane inteligentnym miastom to także istotny rynek dla wielu firm. Szacunki dotyczące jego wielkości oraz prognozowanego są zróżnicowane, jednakże niezależnie od źródła bardzo wysokie. Według raportu Navigant Research, amerykańskiej firmy konsultingowej specjalizującej się w nowoczesnych technologiach, wydatki miast na technologie „smart” w 2014 roku wyniosły 8,8 mld dol., a przez najbliższe dziewięć lat, do roku 2023 wzrosną ponad trzykrotnie do poziomu 27,5 mld dol. rocznie³³.

²⁹ *European smart cities 3.0*, <http://www.smart-cities.eu/?cid=3&ver=3> [dostęp: 20.01.2015].

³⁰ Zob. *Top ten smartest cities in Europe*, Fast Company, <http://www.fastcoexist.com/3024721/the-10-smartest-cities-in-europe> [dostęp: 20.01.2015]; *Global Cities Index*, ATKearney, <http://www.atkearney.com/research-studies/global-cities-index/full-report> [dostęp: 20.01.2015].

³¹ A. Jerath, *Delhi-Mumbai Industrial Corridor to Spawn 7 'smart' cities*, „Times of India” 2011 <http://timesofindia.indiatimes.com> [dostęp: 04.01.2015].

³² *Mapping Smart Cities in the EU*, dz. cyt., s. 18.

³³ *Smart Cities: Technologies & Infrastructure for Energy, Water, Transportation, Buildings & Government; Business Drivers, City & Supplier Profiles, Market Analysis & Forecasts*, Navigant Research, 2014, s. 3.

Według innego dostępnego opracowania, globalny rynek inteligentnych technologii w transporcie w 2014 roku miał wartość 45,1 mld dol., a w 2019 przekroczy 104 mld dol.³⁴ Z kolei w swoim własnym opracowaniu, Brytyjskie Ministerstwo Gospodarki i Innowacji (ang. *Department of Business and Innovations*) szacuje, że do roku 2020 inwestycje w inteligentne technologie i usługi w miastach na całym świecie pochłoną 408 mld dol.³⁵ Inwestycje w sektor transportu stanowią istotny element tych wydatków, a inteligentna infrastruktura transportowa to jeden z pierwszych elementów wdrażanych podczas transformacji w inteligentne ośrodki miejskie. Według danych *Intelligent Transportation Society of America* (ISA), wydatki na inteligentne systemy transportowe na terenie Stanów Zjednoczonych w 2009 wyniosły 48 mld dol., a do roku 2015 sięgną poziomu 67 mld dol.³⁶

Także wydatki miast na Internet rzeczy (ang. *Internet of Things*) mogą być miernikiem potencjału rynku inteligentnych miast. Olbrzymia liczba urządzeń wokół nas jest stale połączona z Internetem. Tego typu urządzenia nie tylko dostarczają informacji i usług na potrzeby ich użytkowników, ale często są wzajemnie ze sobą połączone i współpracują bez udziału człowieka. Taki system skomunikowanych ze sobą obiektów jest nazywany Internetem rzeczy i daje praktycznie nieskończone możliwości kreowania rozwiązań poprawiających jakość życia w mieście. Wszelkiego typu czujniki, sensory, systemy transportowe, komunalne i inne mogą być ze sobą połączone. Tak zebrane dane mogą być następnie wykorzystywane do dalszej analizy i usprawniania funkcjonowania miasta. Internet rzeczy znajduje zastosowanie w każdej dziedzinie funkcjonowania miasta, a najpopularniejsze zastosowania to zarządzanie ruchem drogowym oraz monitoring i regulacja zużycia energii. Dlatego stanowi ogromny potencjalny rynek zbytu dla firm zajmujących się nowoczesnymi technologiami. Według ostatnich danych, wydatki miast na rozwiązania wpisujące się w koncepcję Internetu rzeczy tylko w 2014 roku wyniosły aż 265 mld dol.³⁷

Tak ogromny rynek zbytu przyciąga bardzo dużą liczbę firm oferujących usługi i technologie dla różnych sektorów inteligentnego miasta. Do największych beneficjentów należą firmy specjalizujące się w opracowywaniu i implementacji szeroko pojętych nowoczesnych technologii. IBM i Cisco to liderzy tego rynku, a wśród 10 największych sprzedawców usług i technologii w tym sektorze znajdują się m.in. Siemens, Schneider Electric, Toshiba i Hitachi³⁸. Firmy istniejące na rynku operują

³⁴ *Smart Transportation Market (Ticketing Management, Parking Management, Traffic Management, Smart Signalling System, Multimodal Information System, Cloud Services, Business Services) – Global Advancements, Forecasts and Analysis (2014–2019)*, Market and Analysis Report, 2014, <http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/smart-transportation-market-692.html> [dostęp: 20.04.2015].

³⁵ *The Smart City Market Opportunities for the UK*, Research Paper Number 136, The Department for Business Innovation & Skills, 2013, s. 2.

³⁶ *Sizing the U.S and North American Intelligent Transportation Systems Market: Market Data Analysis of ITS revenues and employment*, The Intelligent Transportation Society of America, 2011, s. 16.

³⁷ IDC Government Insights, <http://www.idc.com> [dostęp: 15.01.2015].

³⁸ *Navigant Research Leaderboard Report: Smart City Suppliers*, Navigant Research, 2014, <http://www.navigantresearch.com/research/navigant-research-leaderboard-report-smart-city-suppliers> [dostęp: 15.01.2015].

we wszystkich obszarach inteligentnego miasta, a w szczególności w budownictwie, transporcie, dystrybucji energii oraz wody, a także bezpieczeństwie publicznym³⁹. Ryc. 2 szczegółowo ilustruje sytuację na rynku według stanu na koniec 2013 roku.



Ryc. 2. Rynek usług i technologii dla inteligentnych miast

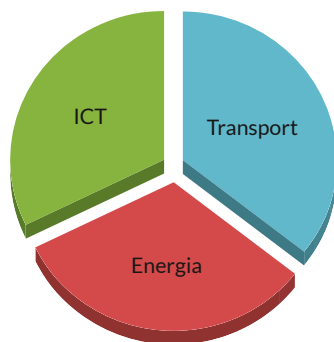
Źródło: *Navigant Research Leaderboard Report: Smart City Suppliers*, Navigant Research 2014 <http://www.navigantresearch.com/research/navigant-research-leaderboard-report-smart-city-suppliers> [dostęp: 15.01.2015].

Popularność szeroko pojętej koncepcji inteligentnego miasta ma swoje odzwierciedlenie w projektach badawczych realizowanych przez ośrodki naukowe w Europie. W ramach wykonanej przez autora analizy zidentyfikowano prawie 60 międzynarodowych projektów badawczo-rozwojowych realizowanych w okresie 2008–2014. Wszystkie projekty były wieloletnie, część z nich została już zakończona, natomiast pozostałe będą kontynuowane w nadchodzących latach. Łączny budżet wszystkich działań wyniósł ponad 321 mln euro, co również świadczy o skali zainteresowania tą ideą środowisk akademickich oraz przedsiębiorstw. Większość z projektów za cel ma opracowanie nowej technologii lub rozwiązań zwiększających „inteligencję” miasta w jednym z trzech głównych obszarów: energooszczędności, mobilności lub techno-

³⁹ C. Harrison, I.A. Donnelly, *A theory of Smart Cities*, Proceedings of 55th Annual Meeting of International Society for the Systems Sciences UK, 2011, s. 2.

logii i usług ICT. Jednakże wiele z opracowywanych rozwiązań wpisuje się w dwa, a nawet trzy z wymienionych obszarów. Przykładowo, projekt badawczy polegający na opracowaniu oprogramowania i aplikacji wspomagających wykorzystanie w ruchu miejskim pojazdów o napędzie elektrycznym dotyczy zarówno obszaru inteligentnego transportu, inteligentnego zużycia energii jak również technologii ICT.

Według przeprowadzonej analizy, zainteresowanie naukowców rozkłada się równomiernie na każdy z obszarów. Spośród 57 przestudiowanych projektów 21 obejmowało obszar rozwiązań z zakresu inteligentnego transportu w miastach, a po 19 skupiało się na sektorze energii oraz ICT. Jak wspomniano powyżej, część z projektów dotyczyła dwóch lub trzech obszarów jednocześnie. W poszczególnych przypadkach trudno jednoznacznie określić obszar badań, a przedstawiona statystyka jest subiektywną oceną autora pracy.



Ryc. 3. Liczba i obszary badań europejskich projektów badawczych z zakresu inteligentnych miast rozpoczętych w okresie 2008–2014

Źródło: opracowanie własne.

Znacząca większość z projektów była dofinansowana przez Unię Europejską, przede wszystkim w ramach zakończonego już Siódmego Programu Ramowego. Szczegółowe dane dotyczące zrealizowanych projektów znajdują się w załączniku.

3. Inteligentne miasta w Polsce

Koncepcja inteligentnych miast jest coraz bardziej popularna także i w Polsce. Kwestią otwartą pozostaje natomiast liczba takich ośrodków na terenie naszego kraju. W 2013 roku 14% wszystkich polskich miast oraz 41% dużych aglomeracji deklaroowało wprowadzanie rozwiązań typu smart na dużą skalę. Wśród najczęściej stosowanych rozwiązań z tego zakresu były wymienianie zintegrowane systemy monitoringu wizyjnego, ogólnodostępne strefy wi-fi oraz aplikacje lub platformy internetowe. Na dalszych miejscach znalazły się m.in. proekologiczne rozwiązania w transporcie miejskim czy systemy zarządzania sieciami komunalnymi oraz odpadami⁴⁰. Wymieniany ranking inteligentnych miast w Europie wyróżnia sześć takich ośrodków w naszym kraju: Białystok, Bydgoszcz, Kielce, Rzeszów, Suwałki i Szczecin⁴¹. Powyższe zesta-

⁴⁰ *Przyszłość miast – miasta przyszłości*, Raport THINKTANK, Warszawa 2013, s. 25.

⁴¹ <http://www.smart-cities.eu/index.php?cid=7&ver=3> [dostęp: 15.11.2014].

wienie nie obejmuje jednak największych i teoretycznie najbardziej technologicznie zaawansowanych polskich miast. W grupie europejskich miast średniej wielkości polscy przedstawiciele znajdują się na dalekich pozycjach rankingu. Najwyżej notowany jest Rzeszów, zajmujący 55 pozycję na liście 77 miast objętych analizą.

W Polsce jednym z najpopularniejszych rodzajów inwestycji na rzecz tworzenia inteligentnych ośrodków miejskich są wydatki na inteligentne systemy transportowe (ang. *Intelligent Transport Systems* – ITS). Takie systemy w Polsce już posiada lub planuje wdrożyć w najbliższej przyszłości kilkadziesiąt miast. Inwestycje polskich miast z obszaru ITS coraz bardziej kompleksowe, w dużej mierze dzięki środkom pomocowym z UE. W czerwcu 2013 roku w całym kraju było realizowanych 13 projektów zaawansowanych systemów ITS uwzględniających najnowsze trendy na tym polu⁴². Według dostępnych szacunków w ciągu najbliższych lat największe polskie miast i gminy wydadzą na ITS-y prawie 1,2 mld zł⁴³.

Także na innych polach można zaobserwować wzrost „inteligencji” polskich miast. Coraz więcej miast w naszym kraju inwestuje w Inteligentne Sieci Energetyczne (ISE). Wyposażenie budynków w liczniki zdalnego odczytu daje możliwości lepszego i efektywniejszego zarządzania energią. Do 2020 roku Polska jest zobowiązana do posiadania minimum 80% liczników tego typu, a zatem miasta będą zobligowane do takich inwestycji⁴⁴. Kontakt administracji samorządowej z mieszkańcami miast w Polsce także staje się coraz bardziej nowoczesny i oparty na cyfrowych technologiach. ePUAP, czyli Elektroniczna Platforma Usług Administracji Publicznej jest już wdrożona przez większość miast. W teorii umożliwia komunikowanie się i załatwianie znacznej ilości spraw w urzędzie miasta. We wcześniej opisywaną ideę *open data* wpisuje się także Centralne Repozytorium Informacji Publicznej. Powołane przez Ministerstwo Administracji i Cyfryzacji ma za zadanie ułatwić dostęp do zasobów informacyjnych – informacji publicznej posiadanych m.in. przez organy administracji rządowej oraz takie instytucje jak Zakład Ubezpieczeń Społecznych czy Narodowy Fundusz Zdrowia⁴⁵.

Projekty związane z ideą inteligentnych miast w Polsce do tej pory były podejmowane w ograniczonym zakresie i dotyczyły jedynie wybranych podsystemów funkcjonowania miast. Pomimo dużej popularności tego zagadnienia w mediach wiedza na jego temat w społeczeństwie jest ciągle niewielka. Dla większości Polaków inteligentne miasto oznacza inwestycje w infrastrukturę transportową i komunalną, a tylko niewielka część osób zdaje sobie sprawę z pozostałych możliwości takiego miasta⁴⁶.

⁴² <http://www.itspolska.pl/admin/pliki/Debata%20Gazeta%20Prawna%20z%2011.06.2014.pdf?PHPSESSID=7e468331a4a3cad3c7446611bb865940> [dostęp: 15.01.2015].

⁴³ <http://www.polskacyfrowa.info.pl/administracja-publiczna/115-1-2-ml-d-zl-na-inteligentne-systemy-transportowe> [dostęp: 23.09.2014].

⁴⁴ http://energetyka.wnp.pl/przekonuja-do-inteligentnych-sieci-energetycznych,219106_1_0_0.html [dostęp: 20.12.2014].

⁴⁵ <https://danepubliczne.gov.pl> [dostęp: 02.12.2014].

⁴⁶ Sonda AMS Outdoor przeprowadzona na potrzeby konferencji „Smart City, sposób na Inteligentne miasto”, Warszawa 2012.

Między innymi z tego powodu w Polsce brakuje przykładów kompleksowej budowy inteligentnego miasta z uwzględnieniem wszystkich jego elementów. Jednakże taki stan rzeczy może ulec zmianie w nadchodzących latach. Nowa perspektywa unijna na okres 2014–2020 przewiduje dla Polski 82,5 mld euro w ramach unijnej polityki spójności. Te środki, dostępne w programach na poziomie krajowym i regionalnym, są dużą szansą dla wszystkich samorządów zainteresowanych wdrażaniem projektów *smart city*.

Wnioski i wyzwania na przyszłość

Aktualnie w miastach mieszka co druga osoba na Ziemi, a procesy urbanizacyjne są coraz szybsze, niezależnie od położenia geograficznego czy sytuacji ekonomicznej regionu. Niewątpliwie zmiany w funkcjonowaniu miast są zjawiskiem, które w przyszłości dotknie ogromnej liczby ludności na całym świecie, a zatem można zaliczyć je do megatrendów kształtujących najbliższe dekady. Idea inteligentnego miasta, przynajmniej w teorii, jest odpowiedzią na wszystkie problemy współczesnych miast, dlatego cieszy się coraz większym zainteresowaniem polityków, planistów, a także naukowców. Idealne inteligentne miasto to metropolia składająca przyjazna mieszkańcom i środowisku naturalnemu, składająca się z wielu zintegrowanych podsystemów i elementów, która jednakże wymyka się jednolitej i ogólnie akceptowalnej definicji. Pomimo dużego postępu w opracowywaniu tej koncepcji wiele z jej aspektów wymaga dalszego dopracowania i wdrażania. W nadchodzących latach wyzwania dotyczące funkcjonowania inteligentnych miast na świecie można streścić w sześciu następujących obszarach⁴⁷:

1. Zarządzanie (ang. *governance*)

Zarządzenie inteligentnym miastem wymaga uwzględnienia celów wielu grup interesariuszy – mieszkańców, sektora przemysłu, przedsiębiorców, a także grup społecznych, np. organizacji ekologicznych. Znalezienie rozwiązań kompromisowych i akceptowanych przez wszystkie strony będzie dużym wyzwaniem dla wszystkich wdrażających projekty *smart city*. Ważnym aspektem procesów zarządzania będzie także problem wykluczenia społecznego grup społecznych posiadających utrudniony dostęp do innowacyjnych inteligentnych technologii i rozwiązań oferowanych przez *smart city*, m.in. osoby starsze oraz osoby o mniejszych dochodach.

2. Finansowanie (ang. *financing*)

Budowa inteligentnego miasta wymaga wielu kosztownych inwestycji, a źródła ich finansowania są jedynym z największych wyzwań dla rozwijających się miast. Wiele współczesnych ośrodków miejskich posiada duże zadłużenie i nie jest w stanie samodzielnie zdobyć środków na realizowanie koncepcji inteligentnego miasta. Opracowanie nowych źródeł finansowania inwestycji, także przy współudziale sek-

⁴⁷K. Yanrong, Z. Lei, C. Cai, G. Yuming, L. Hao, C. Ying, J. Whyte, T. Hart, *Comparative Study of Smart Cities in Europe and China*, DG CNECT, China Academy of Telecommunications Research (CATR), 2014, s. 222–251.

tora prywatnego, będzie stanowiło jedno z głównych zagadnień nadchodzących lat. Ważnym elementem tego procesu będzie właściwe przedstawienie wszystkim interesariuszom potencjalnych obustronnych korzyści z wdrażania koncepcji *smart city*.

3. Model biznesowy funkcjonowania (ang. *business models*)

Szersze współdziałanie samorządów i administracji publicznej z sektorem prywatnym jest niezbędne do efektywnego kreowania inteligentnych miast. Budowa inteligentnego miasta to wieloletni proces wymagający współpracy na dużą skalę z przedsiębiorstwami posiadającymi odpowiednie zaplecze finansowe, a także technologie i wiedzę na temat ich implementacji. Takie uzależnienie od sektora prywatnego wymaga opracowania nowych modeli biznesowych i form współpracy pozwalających na harmonijny i bezpieczny rozwój inteligentnych miast w przyszłości.

4. Usługi inteligentnego miasta (ang. *smart city services*)

Wdrażanie koncepcji inteligentnego miasta wiąże się z zmianami w sposobie funkcjonowania bardzo wielu obszarów i usług tradycyjnie zapewnianych przez samorządy i zarządcy miast, m.in. w sektorze transportu publicznego, zarządzania energią, opieką zdrowotną, w sektorze edukacji, turystyki, kontaktu z organami administracji publicznej itp. Wybór właściwej i bezpiecznej technologii, a także określenie skali wprowadzanych zmian w każdym z tych sektorów będzie stanowić poważne wyzwanie dla zarządców miast wprowadzających w życie ideę *smart city*.

5. Technologia (ang. *technology*)

Technologie ICT stanowią podstawę funkcjonowania miasta przyszłości, ale także największe wyzwanie. Jednym z najczęstszych argumentów podnoszonych przeciwko opieraniu funkcjonowania miast na technologiach jest ograniczanie wolności i praw osobistych mieszkańców metropolii. Miasto wypełnione wszelkiego rodzaju czujnikami pozwala śledzić i wpływać na życie ludzi w niespotykany dotąd sposób, co może być odbierane jako zagrożenie dla prywatności. Ogromny udział technologii w zarządzaniu miastem, teoretycznie poprawia bezpieczeństwo jego mieszkańców w wielu sferach, ale jednocześnie może stanowić jego słaby punkt. Systemy oparte na technologiach ICT mogą być przejęte przez osoby trzecie, np. terrorystów lub hakerów. Kolejnym zagadnieniem związanym z inteligentnymi technologiami w miastach jest ich bezpieczeństwo i niezawodność stosowania. Zarządzanie poszczególnymi podsystemami miasta wymaga operowania ogromną ilością danych (*big data*) i nie pozwala na popełnianie błędów. Ich konsekwencją mogłoby być zagrożenie życia i zdrowia mieszkańców. Problemy w obsłudze takiej ilości danych i technologii mogą także stanowić ograniczone zasoby miast dotyczące m.in. zasilania i źródeł energii, infrastruktury informatycznej oraz wiedzy i kwalifikacji pracowników administracji publicznej.

6. Polityka strategiczna (ang. *government policies*)

Władze samorządowe często nie są w stanie samodzielnie realizować projektów *smart city*. Dlatego strategiczna pomoc rządowa na poziomie krajowym będzie ważnym czynnikiem decydującym o rozwoju inteligentnych miast w poszczególnych re-

gionach na świecie. Takie wsparcie może objawiać się poprzez bezpośrednie finansowanie wybranych inwestycji i projektów. Jednakże również wsparcie pośrednie, np. legislacyjne, będzie stanowiło istotny bodziec dla takich projektów. Do najważniejszych, globalnych wyzwań z tego obszaru należy opracowanie form prawnych ułatwiających współpracę samorządów z sektorem prywatnym, uregulowanie kwestii dotyczących standardów i norm technologicznych dla rozwiązań stosowanych w inteligentnych miastach oraz kwestie bezpieczeństwa publicznego związane z projektami *smart city*.

Bibliografia

- Alawadhi S., Aldama-Nalda A., Chourabi H., Gil-Garica J.R., Leung S., Mellouli S., *Building understanding of Smart City initiatives*, Proceedings of 11th IFIP WG 8.5 International Conference, EGOV 2012, Kritinsand, 2012.
- Ambrosetti, *Smart Cities in Italia: un'opportunità nello spirito del Rinascimento per una nuova qualità della vita*, w: De Santis R., Fasano A., Mignolli N., Villa A., *Smart city: fact and fiction*, MPRA Munich Personal RePEc Archive, MPRA Paper nr 54536/2014.
- Bakici T., Alimralii A., Wareham J., *A Smart City Initiative: The case of Barcelona*, „Journal of Knowledge Economy” nr 4/2013.
- Bell D., *The coming of post-industrial society*, Heinemann, London 1974.
- Bulu M., *Upgrading a city via technology*, „Technological Forecasting & Social Change” nr 89/2014.
- Caragli A., Del Bo Ch., Nijkamp P., *Smart Cities in Europe*, Third Central European Conference in Regional Science, CERS 2009.
- Chourabi H., Nam T., Walker S., Gil-Garcia J.R., Mellouli S., Nahon. K., *Understanding Smart City initiatives: An integrative framework*, 45th Hawaii International Conference on System Sciences Maui, Hawaje 2012.
- Correia L.M., Wünstel K., *Smart Cities applications and requirements*. White Paper of the Experts Working Group, Net!Works European Technology Platform 2011.
- Dirks S., Keeling M., Dencik J., *How smart is your city*, IBM Institute for Business Value, New York 2009.
- Europejskie Partnerstwo Innowacyjne „Inteligentne miasta i społeczności”, *Strategic Implementation Plan KE*, Bruksela 2013.
- European smart cities 3.0*, <http://www.smart-cities.eu/?cid=3&ver=3> [dostęp: 20.01.2015].
- Gibson D.V., Kozmetsky G., Smilor R.W., *The Technopolis Phenomenon: Smart Cities, Fast Systems, Global Networks*, Rowman & Littlefield, 1992.
- Giffinger R., Fertner C., Kramar H., Kalasek R., Pichler-Milanović N., Meijers E., *Smart Cities: Ranking of European Medium-Sized Cities*, Centre of Regional Science (SRF), Vienna University of Technology, Wiedeń, 2007.
- Glaser E.R., Berry C.R., *Why are smart places getting smarter?*, Taubman Centre Policy Brief 2006-2, Cambridge 2006.

- Global Cities Index*, AT Kearney, <http://www.atkearney.com/research-studies/global-cities-index/full-report> [dostęp: 20.01.2015].
- Harrison C., Donnelly I.A., *A theory of Smart Cities*, Proceedings of 55th Annual Meeting of International society for the Systems Sciences UK, 2011.
- Holland R.G., *Will the Real Smart City Please Stand Up?*, „City” nr 12(3)/2008.
- IDC Government Insights, <http://www.idc.com> [dostęp: 15.01.2015].
- IHS Technology, *Smart Cities Report – Business Models, Technologies & Existing Projects – 2014*, IHS 2014.
- Jerath A., *Delhi-Mumbai Industrial Corridor to Spawn 7 'smart' cities*, „Times of India” 15.01.2011 <http://timesofindia.indiatimes.com> [dostęp: 04.01.2015].
- Kramers A., Hojer M., Lovehagen N., Wangel J., *Smart sustainable cities – Exploring ICT solutions for reduced energy use in cities*, „Environmental Modelling & Software” nr 56/2014.
- Mapping Smart Cities in the EU*. Study of Directorate General for Internal Policies, Policy Department, Komisja Europejska, Bruksela 2014, s. 22, <http://www.smart-cities.at/assets/Publikationen/Weitere-Publikationen-zum-Thema/mapping-smartcities.pdf> [dostęp: 5.04.2015].
- Martins J., *The Wired Society*, Prentice-Hall, New York 1978.
- Nam T., Pardo T.A., *Conceptualizing Smart City With Dimensions of Technology, People, and Institution*, Proceedings of 12th Annual International Digital Government Research Conference: Digital Government Innovation in Challenging Times, ACM New York, 2011.
- Navigant Research Leaderboard Report: Smart City Suppliers*, Navigant Research 2014, <http://www.navigantresearch.com/research/navigant-research-leaderboard-report-smart-city-suppliers> [dostęp: 15.01.2015].
- Neirotti P., De Marco A., Cagliano A.C., Mangano G., Scorrano F., *Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts*, „Cities” nr 38/2014.
- Przyszłość miast – miasta przyszłości*, Raport THINKTANK, Warszawa 2013.
- De Santis R., Fasano A., Mignolli N., Villa A., *Smart city: fact and fiction*, MPRA Munich Personal RePEc Archive, MPRA Paper nr 54536/2014.
- Shanghai Manual A Guide for Sustainable Urban Development in the 21st Century*, United Nations Bureau International des Expositions, Szanghaj 2010.
- Sizing the U.S and North American Intelligent Transportation Systems Market: Market Data Analysis of ITS revenues and employment*, The Intelligent Transportation Society of America, 2011.
- Smart Cities: Technologies & Infrastructure for Energy, Water, Transportation, Buildings & Government; Business Drivers, City & Supplier Profiles, Market Analysis & Forecasts 2014*, Navigant Research, 2014.
- Smart Transportation Market (Ticketing Management, Parking Management, Traffic Management, Smart Signalling System, Multimodal Information System, Cloud Services, Business Services) – Global Advancements, Forecasts and Analysis (2014–2019)*, Market and Analysis Report, 2014, <http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/smart-transportation-market-692.html> [dostęp: 20.04.2015].

The Smart City Market Opportunities for the UK, Research Paper Number 136, The Department for Business Innovation & Skills, London 2013.

Toffler A., *Third Wave* Bantam Book, New York, 1984.

Top ten smartest cities in Europe, Fast Company, <http://www.fastcoexist.com/3024721/the-10-smartest-cities-in-europe> [dostęp: 20.01.2015].

Washburn D., Sindhu U., Balaouras S., Dines R.A. Hayes N.M., Nelson L.E., *Helping CIOs Understand "Smart City" Initiatives: Defining the Smart City, Its Drivers, and the Role of the CIO*. Cambridge, Forrester Research, Inc. 2010.

World Urbanization Prospects. 2014 revision, The highlights, United Nations, Department of Economic and Social Affairs, New York 2014.

Yanrong K., Lei Z., Cai C., Yuming G., Hao L., Ying C., Whyte J., Hart T., *Comparative Study of Smart Cities in Europe and China*, DG CNECT, China Academy of Telecommunications Research (CATR), 2014.

<https://danepubliczne.gov.pl>

<http://ec.europa.eu/digital-agenda/en/open-data-0> [dostęp: 06.12.2014].

http://energetyka.wnp.pl/przekonuja-do-inteligentnych-sieci-energetycznych,219106_1_0_0.html [dostęp: 20.12.2014].

<http://www.itspolska.pl/admin/pliki/Debata%20Gazeta%20Prawna%20z%2011.06.2014.pdf?PHPSESSID=7e468331a4a3cad3c7446611bb865940>[dostęp: 15.01.2015].

<http://www.polskacyfrowa.info.pl/administracja-publiczna/115-1-2-mld-zl-na-inteligentne-systemy-transportowe> [dostęp: 23.09.2014].

<http://www.smart-cities.eu/index.php?cid=7&ver=3> [dostęp: 03.01.2015].

SUMMARY

Cities play a very significant role in the modern world and will become even more important in the near future. However, on-going, global urbanisation is associated with an increasing number of economic, social and environmental challenges. The idea of “Smart City” may constitute a solution for most of the urban problems. This chapter presents a comprehensive overview of the concepts and factors of this new city model. First part presents a review of the existing definitions and theoretical approaches of the concept of smart city. It also identifies key elements and main dimensions of smart urban areas. Second part of the paper describes development of the idea of smart cities across the world as well as provides an analysis of global market of smart cities suppliers. This part also includes the in-depth analysis of the “smart” R&D projects concept conducted in Europe. The concluding section discusses the evolution and implementation of the smart city concept in Poland.

Tab. 1. Najważniejsze projekty badawcze z zakresu inteligentnych miast realizowane w Europie w latach 2008–2014

LP	Tytuł projektu	Czas trwania	Budżet projektu
1	Mobility 2.0	2012/09/01– 2015/01/03/	2 700 000 €
2	SmartKYE	2012/11/01– 2015/04/30	3 100 000 €
3	MOBINCITY – Smart Mobility in Smart City	2012/07/01 – 2015/06/30	3 927 530 €
4	SUPERHUB – SUsustainable and PERsuasive Human Users moBility in future cities	2011/10/01 – 2014/09/30	9 900 372 €
5	BEAMS – Buildings Energy Advanced Management System	2011/10/01 – 2014/03/31	2 719 435 €
6	NOBEL – Neighbourhood Oriented Brokerage ELelectricity and Monitoring System	2010/02/01 – 2012/07/31	2 938 425 €
7	MOLECULES – MObility based on eLelectric Connected vehicles in Urban and interurban smart, cLean EnvironmentS	2012/01/01 – 2014/12/31	4 280 000 €
8	GAMBAS – Generic Adaptive Middleware for Behavior-driven Autonomous Services	2012/02/01 – 2015/01/31	3 105 024 €
9	SMARTFREIGHT – SMART FREIGHT Transport in Urban Areas	2008/01/01 – 2010/06/30	3 000 000 €
10	WISETRIP	2011/09/01 – 2014/02/28	2 636 832 €
11	PLEEC – Planning for Energy Efficient Cities	2013–2015	4 000 000 €

Zakres / Główny cel projektu	Obszar projektu		
	Tran.	Ener.	ICT
Opracowanie oprogramowania i aplikacji wspomagających korzystanie w ruchu miejskim z pojazdów o napędzie wyłącznie elektrycznym (ang. <i>Fully Electric Vehicle</i> , FEV).	+	+	+
Opracowanie systemów zarządzania do inteligentnych sieci przesyłowych (ang. <i>smart grids</i>) umożliwiających skuteczniejsze podejmowanie decyzji opartych na wiarygodnych i rzeczywistych danych.		+	+
Opracowanie systemu bazującego na technologiach ICT analizującego dane pojazdu oraz jego otoczenia, np. infrastruktury transportowej i energetycznej, w celu zwiększenie zasięgu operacyjnego i wydajności energetycznej pojazdów elektrycznych.	+	+	+
Opracowanie systemu zarządzania i informacji dla użytkowników i dostawców usług integrujących wszystkie formy transportu w mieście w celu zwiększenie ich efektywności energetycznej, redukcji emisji CO ₂ oraz wzmocnienia rozwoju gospodarczego	+		+
Opracowanie zaawansowanego technologicznie, zintegrowanego systemu zarządzania energią w budownictwie i infrastrukturze specjalistycznej.		+	
Opracowanie systemu monitoringu i sprzedaży energii opartego na technologiach ICT i umożliwiającego lepsze dopasowanie rynku energii do potrzeb jej użytkowników.		+	
Opracowanie usług UCT wspierających rozwój i implementację elektrycznej mobilności w miastach (ang. <i>Smart Connected Electromobility</i> , SCE) oraz integrację tych systemów z infrastrukturą energetyczną i transportową. Badania pilotażowe w Barcelonie, Berlinie i Paryżu.	+	+	+
Opracowanie innowacyjnego oprogramowania do kolekcjonowania i analizy danych dotyczących zachowań konsumentów usług podstawowych (ang. <i>behaviour-driven services</i>)			+
Opracowanie nowych narzędzi do zarządzania logistycznego w oparciu o technologie ICT oraz odpowiednie wyposażenie pojazdów ciężarowych. Poprawa interoperacyjności pomiędzy systemami zarządzania ruchem a systemami logistycznymi.	+		+
Utworzenie wielowariantowego multimodalnego planera międzynarodowych podróży wykorzystującego spersonalizowane informacje o użytkowniku.	+		+
Oszacowanie energooszczędnego potencjału dla współczesnych narzędzi i systemów wykorzystywanych do planowania i zarządzania miastem.		+	

LP	Tytuł projektu	Czas trwania	Budżet projektu
12	PEOPLE – Pilot Smart Urban Ecosystems Leveraging Open Innovation For Promoting And Enabling E-Services	2010/11/01 – 2013/01/31	3 600 000 €
13	NiCE – Networking intelligent Cities for Energy Efficiency	2011/09/01– 2014/03/01 (30 months)	998 000 €
14	Smartfusion: Smart Urban Freight Solutions	2012/04/01 – 2015/03/31	4 056 337 €
15	STRAIGHTSOL – STRAtegies and measu-res for smarter urban freIGHT SOLutions	2011/09/01 – 2014/08/31	4 141 053 €
16	CITYMOBIL2: Cities demonstrating cyber-netic mobility	2012/09/01 – 2016/08/31	18 363 050 €
17	POCACITO: POst-CARbon Ctities of To-morrow	2014/01/01 – 2016/12/31	2 977 211 €
18	VIAJEO – International Demonstrations of Platform for Transport Planning and Travel Information	2009/09/01 – 2012/10/31	6 025 331 €
19	VIAJEO PLUS: International Coordination for implementation of innovative and efficient urban mobility solutions	2013/05/01 – 2016/04/30	2 107 152 €
20	CITY–MOVE: City multi–Role Optimized Vehicle	2010/01/01 – 2013/03/31	5 810 191 €
21	OPTICITIES – Optimise Citizen Mobility and Freight Management in Urban Envi-ronments	2013/11/01 – 2016/10/31	13 011 132 €

Zakres / Główny cel projektu	Obszar projektu		
	Tran.	Ener.	ICT
Przyspieszenie procesu powstawania inteligentnych miast w Europie poprzez opracowanie i wdrożenie innowacyjnych technologii i usług ICT, podnoszących jakość życia we współczesnych miastach.			+
Promocja oraz implementacja postanowień z Karty Zielono ICT (ang. <i>Green Digital Charet</i>) oferującego miastom platformę wykorzystywania technologii ICT jako głównego czynnika poprawy wydajności energetycznej.			+
Projekt prowadzony na zasadzie partnerstwo publiczno-prywatnego, mający na celu opracowanie inteligentnych strategii dostarczania i rozwoju towarów w miastach. Projekty pilotażowe w Newcastle, Berlinie i Lombardii.	+		
Opracowanie nowych strategii oraz rozwiązań na rzecz rozwiązań logistycznych na terenie miast oraz w przewozach międzymiastowych. Opracowanie rekomendacji dla polityk transportowych ze szczególnym uwzględnieniem przewozów towarowych.	+		
Opracowanie automatycznego systemu transportu drogowego oraz analiza głównych barier stojących na drodze do jego powszechnego stosowania: strategii implementacji, umocowań prawnych oraz ekonomicznych efektów ich stosowania.	+		
Opracowanie mapy drogowej dla rozwoju miast Europy do roku 2050 w celu ułatwienie ich transformacji w zrównoważone i niskoemisyjne ośrodki miejskie („ <i>post carbon</i> ” cities).	+	+	
Opracowanie i przetestowanie w praktyce otwartej platformy informacyjnej wspierającej zarządzanie transportem i dynamiczne planowanie podróży krótko- i długodystansowych oraz komunikację z użytkownikami systemów transportowych.	+		
Analiza benchmarkingowa innowacyjnych i zrównoważonych rozwiązań w mobilności miejskiej stosowanych w Europie, Ameryce Południowej oraz Azji. Próba implementacji najlepszych rozwiązań w wybranych miastach Europy.	+		
Opracowanie nowej koncepcji pojazdów dostawczych funkcjonujących w terenach zurbanizowanych. Opracowanie projektu pojazdu dostawczego gotowego do wejścia na rynek w niedalekiej przyszłości.	+		
Wsparcie europejskich miast w rozwiązywaniu współczesnych problemów transportowych: optymalizację wykorzystania systemów transportowych, wdrażanie inicjatyw publiczno-prywatnych (PPP) oraz innowacyjnych technologii ICT.	+		+

LP	Tytuł projektu	Czas trwania	Budżet projektu
22	ARCHIMEDES	2008/09/15 – 2012/09/14	26 001 794 €
23	SOLUTIONS: Sharing Opportunities for Low carbon Urban transportAtION	2013/05/01 – 2016/04/30	2 193 311 €
24	PICAV – Personal intelligent city accessible vehicle system	2009/08/01 – 2012/09/30	3 938 761 €
25	CITYLOG – Sustainability and efficiency of city logistics	2010/01/01 – 2012/12/31	6 098 920 €
26	EUNOIA – Evolutive User-centric Networks for Intraurban Accessibility	2012/10/01 – 2014/09/30	4 817 373 €
27	UNPLUGGED Wireless charging for Electric Vehicles	2012/10/01 – 2015/03/31	3 650 128 €
28	NEXT-BUILDINGS: Next Zero Energy Buildings at lowest Cost by using Competitive Sustainable Technology	2012/01/01 – 2017/12/31	8 462 117 €
29	RERUM REliable, Resilient and secUre IoT for sMart city applications	2013/09/01 – 2016/08/31	5 196 176 €
30	BESOS: Building Energy decision Support systems fOr Smart cities	2013/10/01 – 2016/09/30	4 610 538 €
31	TRESCIMO: Testbeds for Reliable Smart City Machine-to-Machine Communication.	2014/01/01 – 2015/12/31	1 612 023 €
32	COSMOS: Cultivate resilient smart Objects for sustainable city applicationS	2013/09/01 – 2016/08/31	4 729 461 €

Zakres / Główny cel projektu	Obszar projektu		
	Tran.	Ener.	ICT
Opracowanie i wdrożenie innowacyjnych i zintegrowanych strategii zrównoważonych i energooszczędnych systemów transportowych w miastach .	+		
Wsparcie i promocja procesów implementacji innowacyjnych rozwiązań na rzecz zrównoważonego transportu w miastach w Europie, a także Azji i Ameryce Południowej. Wsparcie wymiany doświadczeń i technologii.	+		
Opracowanie inteligentnego systemu transportowego do wykorzystania pojazdów PICAV (<i>Personal Intelligent City Accessible Vehicle</i>) zapewniających pełną dostępność do przestrzeni miejskiej, zwłaszcza dla osób o ograniczonych możliwościach mobilnych.	+		
Opracowanie oprogramowania oraz technologii na rzecz zwiększenia efektywności sposobów przewożenia i dostarczania towarów przez różne rodzaje transportu w miastach.	+		+
Analiza możliwości wykorzystania nowych danych dostępnych w inteligentnych miastach w celu zrozumienia modelu ich funkcjonowania. Opracowanie narzędzi wspierających procesy decyzyjne zarządców miast.			+
Analiza wpływu wykorzystania indukcyjnej metody ładowania pojazdów elektrycznych na komfort, akceptację społeczną oraz skalę ich wykorzystania w miastach, a także jej wpływ na środowisko naturalne.	+	+	
Opracowanie i wybudowanie projektów demonstracyjnych dotyczących budownictwa energooszczędnego. Cel projektu – budynki z zerową emisją lub produkujące nadwyżki energii.		+	
Identyfikacja zagrożeń związanych z funkcjonowaniem Internetu rzeczy w inteligentnych miastach, zwłaszcza w kontekście ochrony prywatności, zagrożeń dotyczących bezpieczeństwa oraz wiarygodności i jakości stosowanych rozwiązań i technologii.			+
Opracowanie kompleksowego i zaawansowanego systemu zarządzania energią w miastach wspierającego procesy decyzyjne i zintegrowane zarządzanie infrastrukturą publiczną w miastach.	+	+	+
Modernizacja współczesnych inteligentnych systemów zarządzania energią poprzez implementację platformy „Smart City Platform” (CSIR) oraz rozwiązań opartych na komunikacji M2M (Machine-to-Machine).		+	+
Opracowanie i przetestowanie w praktyce technologii ICT umożliwiających wymianę informacji i współpracę pomiędzy pojazdami (<i>vehicle-to-vehicle</i>) oraz infrastrukturą (<i>vehicle-to-infrastructure</i>).	+	+	+

LP	Tytuł projektu	Czas trwania	Budżet projektu
33	SCANERGY: a SCALable & modular system for eENERGY trading between prosumers	2013/02/01 – 2017/01/31	910 816 €
34	BUILDSMART: Buildsmart energy efficient solutions ready for the market	2011/12/01 – 2015/08/31	8 568 107 €
35	SINGULAR: Smart and Sustainable Insular Electricity Grids Under Large-Scale Renewable Integration	2012/12/01 – 2015/11/30	5 259 445 €
36	COTEVOS – Concepts, Capacities and Methods for Testing EV systems and their interoperability within the Smartgrids	2013/09/01 – 2016/02/29	5 648 413 €
37	S3C: Smart Consumer – Smart Customer Smart Citizen	2012/11/01 – 2015/10/31	2 636 896 €
38	RENAISSANCE: Testing innovative strategies for clean urban transport for historic European cities	2008/09/15 – 2012/09/14	24 006 193 €
39	PLANGRIDEV: Distribution grid planning and operational principles for EV mass roll-out while enabling DER integration	2013/06/01 – 2016/02/29	7 495 092 €
40	IGREENGRID: integratinG Renewables in the EuropEaN Electricity Grid	2013/01/01 – 2015/12/31	6 657 856 €
41	STREETLIFE: Steering towards Green and Perceptive Mobility of the Future	2013/10/01 – 2016/09/30	6 199 524 €
42	IURBAN: Intelligent URBAAn eNergy tool	2013/10/01 – 2016/09/30	5 632 289 €
43	MOVUS: ICT Cloud Based Platform and mobility services; available, universal and safe for all users.	2013/10/01 – 2016/09/30	4 637 056 €
44	FREE-MOBY: People Centric easy to implement e-mobility	2013/09/01 – 2016/08/31	6 160 056 €

Zakres / Główny cel projektu	Obszar projektu		
	Tran.	Ener.	ICT
Opracowanie inteligentnych technologii i algorytmów do zarządzania dystrybucją i produkcją energii w miastach, zarówno na poziomie lokalnym, jak i regionalnym.		+	+
Opracowanie, zastosowanie i rozpowszechnianie technologii konstrukcji energooszczędnego budownictwa na przykładach demonstracyjnych budynków w Szwecji, Irlandii oraz Hiszpanii.		+	
Opracowanie rozwiązań na rzecz efektywnej integracji różnych sieci dystrybucji energii elektrycznej. Efekty projektu będą zastosowane w pięciu wybranych krajach europejskich.		+	
Kompleksowa analiza integralności, interoperacyjności i efektywności wszystkich rodzajów rozwiązań i podsystemów wchodzących w skład systemów infrastruktury do zasilania pojazdów elektrycznych (EV).	+	+	+
Wzmocnienie i promocja inteligentnych działań w zakresie korzystania z energii elektrycznej na poziomie gospodarstw domowych, analiza zachowań i preferencji konsumentów energii.		+	+
Opracowanie i przetestowanie w praktyce wartościowych, wiarygodnych i zintegrowanych rozwiązań transportowych do wykorzystywania w historycznych centrach miast.	+		
Opracowanie nowych wytycznych planowania oraz modeli postępowania dla optymalnej integracji infrastruktury systemów pojazdów elektrycznych z infrastrukturą dystrybucji energii odnawialnej (DRES).	+	+	+
Opracowanie nisko emisyjnych technologii do efektywnej dystrybucji i przesyłu energii zapewniających wysoką jakość działania i poziom bezpieczeństwa w eksploatacji.		+	+
Opracowanie rozwiązań dla systemów mobilności miejskiej, bazujących na rozwiązaniach ICT wykorzystywanych w inteligentnych miastach i skutkujących redukcją emisji tlenków węgla z sektora transportu.	+		+
Realizacja rekomendacji partnerstwa PPP „Energy-Efficient Buildings” z 2008 roku. Opracowanie rozwiązań dla integracji technologii ICT oraz nowego modelu biznesowego produkcji i dystrybucji energii w miastach.		+	+
Opracowanie inteligentnych i spersonalizowanych systemów informacji dla podróżnych wspierający procesy decyzyjne użytkowników, wsparcie przy wyborze najbardziej efektywnego i ekologicznego środka transportu w miastach.	+		+
Opracowanie prototypów oraz implementacja mini pojazdów elektrycznych (450–650 kg prędkość do 90 km/h) oraz pełnowymiarowych miejskich pojazdów elektrycznych EVs (650–1000kg), integracja rozwiązań z systemami transportowymi.	+		+

LP	Tytuł projektu	Czas trwania	Budżet projektu
45	DOF: District of the Future	2013/11/01 – 2016/10/31	6 242 551 €
46	ALMANAC: ALMANAC: Reliable Smart Secure Internet Of Things For Smart Cities (Contract type: Collaborative project (generic))	2013/09/01 – 2016/08/31	4 066 345 €
47	IMOBILITY SUPPORT: iMobility Forum support action for deployment of intelligent mobility in Europe	2013/01/01 – 2015/12/31	1 762 584 €
48	MOVESMART: Renewable Mobility Services in Smart Cities	2013/11/01 – 2016/10/31	3 205 582 €
49	MYWAY: European Smart Mobility Resource Manager	2013/09/01 – 2016/02/29	4 942 007 €
50	INSTANT MOBILITY: Instant Mobility for Passengers and Goods	2011/04/01 – 2013/03/31	7 906 756 €
51	ECODRIVER: Supporting the driver in conserving energy and reducing emissions	2011/10/01 – 2015/09/30	14 793 002 €
52	REDUCTION: Reducing Environmental Footprint based on Multi-Modal Fleet management System for Eco-Routing and Driver Behaviour Adaptation	2011/09/01 – 2014/08/31	3 971 742 €
53	SMARTV2G: Smart Vehicle to Grid Interface	2011/06/01 – 2014/05/31	3 274 370 €
54	V-CHARGE: V-Charge – Autonomous Valet Parking and Charging for e-Mobility	2011/06/01 – 2015/09/30	8 694 872 €
55	SIMPLI-CITY: SIMPLI-CITY – The Road User Information System of the Future	2012/10/01 – 2015/09/30	5 150 158 €

Zakres / Główny cel projektu	Obszar projektu		
	Tran.	Ener.	ICT
Zwiększenie efektywności energetycznej miast za pomocą opracowania innowacyjnych technologii ICT umożliwiających redukcję konsumpcji energii ośrodków miejskich o 30–40%.		+	+
Opracowanie platformy technologicznej pozwalającej na tworzenie i wykorzystywanie inteligentnych aplikacji dla inteligentnych miast wspierających jego rozwój, przyjaznych dla środowiska oraz mieszkańców miast.	+	+	+
Wzmocnienie i propagowanie działań na rzecz inteligentnej mobilności w Europie za pomocą organizacji szkoleń, warsztatów, akcji społecznych na temat zrównoważonych, bezpiecznych środków transportu w miastach.	+		+
Opracowanie oraz implementacja ekologicznych rozwiązań i usług dla mobilności miejskiej opartych na pojazdach elektrycznych i planowanie na podstawie rzeczywistych warunków panujących w systemie transportowym.	+		+
Opracowanie planera podróży zintegrowanego z telefonami komórkowymi, integrującego dane na temat dostępności i kosztów publicznych i prywatnych środków transportu w jednym narzędziu.	+		+
Opracowanie koncepcji „ <i>Transport and Mobility Internet</i> ” – platformy informacyjno-technologicznej z danymi ułatwiającymi komunikowanie się i transport, fizyczny i wirtualny, ludzi oraz towarów i usług.	+		+
Celem projektu jest 20% redukcja emisji CO ₂ oraz konsumpcji paliwa w transporcie drogowym poprzez podnoszenie świadomości społecznej na temat sposobów jazdy samochodem, zwiększanie efektywności systemów transportowych oraz adaptację nowych technologii i aplikacji np. <i>human-machine interfaces</i> .	+	+	+
Opracowanie metodologii i narzędzi umożliwiających tworzenie wiarygodnych prognoz i analiz na potrzeby efektywnego i ekologicznego zarządzania flotą samochodową.	+		+
Opracowanie rozwiązań integrujących pojazdy elektryczne z infrastrukturą energetyczną i transportową poprzez bezpieczny i kontrolowany transfer energii oraz danych.	+	+	+
Opracowanie inteligentnego pojazdu poruszającego się w pełni samodzielnie po wyznaczonych obszarach, np. parkingach oraz w istotny sposób ułatwiającego przemieszczanie się w miejskich systemach transportowych.	+	+	+
Wzmocnienie i zwiększeni zakresu wykorzystywani systemów informacji dla kierowców dróg poprzez utworzenie Europejskiej platformy wymiany doświadczeń i technologii oraz praktyczne testowanie nowych rozwiązań.	+		+

Big data – wielkie perspektywy i wielkie problemy

Wprowadzenie

Pytanie o to, jak będzie wyglądała nasza przyszłość, zawsze stanowiło pewne wyzwanie dla badaczy. Od wieków podejmowane były starania mające na celu stworzenie jak najbardziej prawdopodobnej wizji jutra. Zachodzące w otoczeniu zjawiska takie jak kryzysy oraz liczne niespodziewane zmiany obejmujące sferę gospodarczą i geopolityczną sprawiają, że próby przewidywania przyszłości stały się obecnie wyjątkowo trudne. Wobec nieciągłości trendów i licznych turbulencji, tradycyjne metody prognozowania oparte na ekstrapolacji przynoszą coraz gorsze efekty. Z drugiej strony zauważyć trzeba, że informacje, które mogą stanowić materiał do przewidywań i badań naukowych, nigdy nie były tak szeroko dostępne. Początek XXI wieku to okres, w którym rola wymiany danych nieprawdopodobnie wzrosła. Informacja sama w sobie stała się kluczowym elementem funkcjonowania człowieka, a zdolność jej przetwarzania stworzyła nowe jakościowo zjawiska. Nigdy wcześniej, w erze przemysłowej czy rolniczej, nie obserwowano lawinowego przyrostu danych w otoczeniu człowieka. Według raportu IDC od 2013 do 2020 roku ilość danych cyfrowych zwiększy się od 4,4 zettabajtów do 44 zettabajtów¹. Przyrost danych powodowany jest coraz szerszym wykorzystywaniem technologii ICT (ang. *Information and Communication Technology*) w gospodarce i społeczeństwie. *Smart cities*², *e-health*³, *new green*⁴ – to tylko niektóre przykłady zjawisk, którym towarzyszy powstawanie ogromnej ilości informacji. Masowy przyrost danych nie przekłada się jednak na wzrost skuteczności prognozowania z użyciem klasycznych metod. W informacyjnym gąszczu sztuką nie jest pozyskanie informacji, ale znalezienie tych właściwych, których wykorzystanie może przyczynić się do uzyskania pożądanej wartości. Tendencja ta skłania do podjęcia analizy trendu *big data*, który związany jest przetwarzaniem dużych zbiorów informacji.

Głównym celem opracowania jest wskazanie potencjalnych kierunków wykorzystania rozwiązań z zakresu *big data* w gospodarce i społeczeństwie. Celem dodatko-

¹ IDC, *The digital universe of opportunities. EMC Digital Universe*, kwiecień 2014, <http://www.emc.com/collateral/analyst-reports/idc-digital-universe-2014.pdf> [dostęp: 05.05.2015].

² Miasta, które wykorzystują ogół rozwiązań ICT wspierających transport, budownictwo oraz funkcjonowanie samych mieszkańców.

³ Rozwiązania ICT wspierające sektor medyczny oraz ogólnie rozumiany dobrostan pacjenta.

⁴ Rozwiązania ukierunkowane na ochronę środowiska, wykorzystujące technologie ICT.

wym jest określenie procesu tworzenia wartości z zastosowaniem *big data* oraz wskazanie związanych z nim zagrożeń.

W pierwszej części opracowania zdefiniowany został termin *big data*. Podjęte zostały rozważania na temat wartości danych i ich poszczególnych kategorii. Szczególną uwagę poświęcono aspektowi odróżniania analitycznego podejścia *big data* i klasycznych metodyk analitycznych. Następnie wskazano perspektywy stosowania rozwiązań bazujących na koncepcji „wielkich danych” z uwzględnieniem występowania zjawisk o charakterze pozytywnym oraz towarzyszących zagrożeń. W ostatniej części opracowania omówione zostały rekomendacje dla przedsiębiorstw oraz instytucji, których zastosowanie może przyczynić się do maksymalizacji korzyści płynących ze stosowania *big data* przy jednoczesnej minimalizacji współistniejących zagrożeń.

Istotnym ograniczeniem podjętej analizy była mała ilość danych na temat wdrożeń rozwiązań *big data* w Polsce. *Big data* jest stosunkowo młodą dziedziną, której początki przypadają na koniec XX wieku. Dodatkowo większość opracowań dostępnych w kraju i za granicą opisuje problematykę *big data* w ujęciu użytkowym, a nie naukowym. Poddaje to pod wątpliwość wiarygodność pewnych przedstawianych rezultatów, które zamiast wyników badań prezentują przypuszczenia i oceny jakościowe.

1. Czym jest *big data*?

Potencjał *big data* został po raz pierwszy użyty w celach naukowych w dziedzinie genetyki i astronomii, gdzie zetknięto się z bardzo dużą ilością danych, których analizy mogły przyczynić się do realizacji wcześniej niemożliwych do osiągnięcia celów⁵.

Terminowi *big data* trudno jest przypisać jednoznaczną definicję. W dosłownym tłumaczeniu oznacza on „duże dane” lub „wielkie dane”. Tłumaczenie to jednak nie oddaje w pełni znaczenie tego terminu, ponieważ wskazuje jedynie na tworzenie rozbudowanych katalogów informacji. Rozumienie to jest charakterystyczne dla początkowych definicji *big data*, które powstały u schyłku XX wieku. W 1997 roku M. Cox i D. Ellsworth określili *big data* jako duże zbiory danych, które należy powiększać w celu wykonania analizy, mającej na celu wydobyć istotnych wartości informacyjnych⁶. *Big data* to jednak więcej niż wielkie zbiory informacji. W dalszym etapie rozwoju nurtów badawczych związanych z wykorzystaniem dużych baz danych nacisk położony został przede wszystkim na poszukiwanie nowego podejścia do analizy informacji, a nie tylko powiększanie zbiorów.

Na tym gruncie rozwinęła się nowa dziedzina wiedzy – *data mining*, której celem jest „odkrywanie nowych modeli danych”⁷. Wspomniane „odkrywanie nowych modeli danych” ukierunkowane jest na analizę i przetwarzanie danych zgodnie z opracowanym algorytmem, którego zastosowanie pozwala wydobyć nieznane dotąd zna-

⁵ V. Mayer-Schönberger, K. Cukier, *Big data. Rewolucja, która zmieni nasze myślenie pracę i życie*, MT Biznes, Warszawa 2014, s. 19.

⁶ M. Cox, D. Ellsworth, *Managing big data for scientific visualization*, „ACM Siggraph”, 1997, vol. 97.

⁷ J. Leskovec, A. Rajaraman, J.D. Ullman, *Mining of Massive Datasets, The course CS345A, „Web Mining”*, Stanford University, march 2014, s. 1, <http://infolab.stanford.edu/~ullman/mmds/book.pdf> [dostęp: 05.05.2015].

czenie zebranych informacji. W tym kontekście analizy skoncentrowane na *big data* określane są mianem nowoczesnych analiz *data mining*, wymagających przetwarzania dużej ilości danych⁸. W szerszym ujęciu termin *big data* definiowany jest jako ogół zjawisk przyczyniających się do uzyskania zdolności społeczeństwa do korzystania z informacji w nowatorski sposób, który umożliwia lepsze zrozumienie otaczającej rzeczywistości lub wytworzenie dóbr i usług o znaczącej wartości⁹.

W sferze gospodarczej przetwarzanie dużej ilości danych stało się domeną dziedziny *business intelligence*, w obrębie której rozwijane są narzędzia – technologie, które teoretycznie mają dysponować podobną do ludzkiej inteligencją. W praktycznym ujęciu systemy BI stanowią przede wszystkim aplikacje umożliwiające zbieranie, analizę i przetwarzanie danych w celu wspomagania procesu podejmowania decyzji w przedsiębiorstwie¹⁰. Jeżeli więc aplikacja BI wykorzystywana jest do obróbki dużej ilości danych, można określić, że wpisuje się w obszar *big data*.

Przedstawione wyżej definicje *big data* mają charakter uznaniowy, ponieważ nie jest precyzyjnie określone, co rozumiane jest pod pojęciem „dużej ilości danych”. Podjęte zostały więc próby zaostrzenia kryteriów definicji *big data* pod kątem sprecyzowania różnych parametrów. D. Laney z Meta Group¹¹ wskazuje najważniejsze parametry *big data* z punktu widzenia e-commerce. Są to tzw. „3 V”¹²:

- **Objętość** (ang. *volume*), która odnosi się do wielkości przechowywanych zbiorów. Objętość danych rośnie, ponieważ koszt przechowywania danych spada, co jest wprost proporcjonalne do skłonności do ich gromadzenia.
- **Różnorodność** (ang. *variety*), która odzwierciedla tworzenie danych w różnych formatach. Powstają następujące kategorie danych:
 - strukturyzowane dane liczbowe, które przechowane są w tradycyjnych bazach danych,
 - dane produkowane w trybie online poprzez aplikacje biznesowe,
 - niestrukturalne dane zawarte w dokumentach tekstowych, wiadomościach e-mail, wideo, audio itp.
- **Szybkość przetwarzania** (ang. *velocity*), która określa, z jaką prędkością dane są przekształcane. Szybkość przetwarzania rośnie, co związane jest ze wzrostem prędkości transmisji pozwalającej na wykonywanie operacji w czasie rzeczywistym. Identyfikatory RFID, czujniki czy inteligentne liczniki to tylko przykłady wybranych systemów, w których zbierane dane muszą być przetwarzane niezwykle szybko.

⁸ Tamże, s. 21.

⁹ V. Mayer-Schönberger, K. Cukier, *dz. cyt.*, s. 15.

¹⁰ Szerzej zob. J. Ranjan, *Business Intelligence: Concepts, Components, Techniques and Benefites*, „Journal of Theoretical and Applied Information Technology”, 2009, vol 9. no 1., s. 60.

¹¹ W 2005 roku przejęta przez Gartner.

¹² D. Laney, *Data Management: Controlling Data Volume, Velocity, and Variety, Application Delivery Strategies*, META Group, 6 February, 2001, <http://blogs.gartner.com/doug-laney/files/2012/01/ad949-3D-Data-Management-Controlling-Data-Volume-Velocity-and-Variety.pdf> [dostęp: 05.05.2015].

Do przedstawionej listy amerykański SAS Institute¹³ dodał następujące parametry:

- **Zmienność** (ang. *variability*), która związana jest z brakiem porządku i systematyczności w tworzeniu danych. Informacje powstają w sposób nieprzewidywany, np. w mediach społecznościowych, stanowiąc reakcję na dany bodziec. Ich nagłe nieoczekiwane narastanie może spowodować trudności w obsłudze wzmożonego ruchu, określanego jako „pik danych”.
- **Złożoność** (ang. *complexity*), która wynika z powstawania danych w różnych źródłach. Wytworzone w *big data* dane stanowią zlepek różnych informacji, a więc pewną kombinację macryc danych. Dane te wymagają wzajemnej synchronizacji, zbudowania hierarchii, zorganizowania i ich powiązania. Tworzone są w ten sposób skomplikowane struktury danych.

Amerykański IBM, uzupełniając przedstawioną listę parametrów, dodał do niej również¹⁴:

- **Prawdziwość** (ang. *veracity*), która wskazuje, w jakim stopniu dane oddają stan rzeczywisty zjawiska. Wobec dużej ilości informacji pojawia się niepewność i brak zaufania do ich źródeł, a przecież to właśnie wiarygodność analizowanych danych jest kluczowym elementem w podejmowaniu decyzji biznesowych.

Jedną z ciekawych prób zdefiniowania terminu *big data* były badania podjęte w Berkeley School of Information, które polegały na zapytaniu czterdziestu liderów firm technologicznych o to, czym jest *big data*. Z kluczowych słów wyrażających przedstawione przez badanych definicje stworzono mapę, która miała oddawać sens tego terminu (zob. ryc. 1).



Ryc. 1. Najczęściej powtarzające się określenia w definicjach *big data* podawanych przez liderów firm technologicznych

Źródło: <http://datascience.berkeley.edu/what-is-big-data/> [dostęp: 05.05.2015].

¹³ http://www.sas.com/en_us/insights/big-data/what-is-big-data.html [dostęp: 05.05.2015].

¹⁴ <http://www.ibmbigdatahub.com/infographic/four-vs-big-data> [dostęp: 05.05.2015]

Analizując dane zamieszczone na tej mapie, można odnieść wrażenie, że termin *big data* może być rozumiany na bardzo wiele sposobów. Różnorodność ta wynika z eksponowania wymiaru użyteczności w procesie tworzenia definicji. Definicje *big data* mają przede wszystkim utylitarny charakter i są skoncentrowane bardziej na uwidocznieniu możliwości wykorzystania *big data* niż na naukowym opisanu zjawiska. W literaturze i praktyce gospodarczej można doszukać się ponadto wielu opinii krytycznych na temat dotychczasowych prób definiowania *big data*. V. Mayer-Schönberger i K. Cukier, wskazują, że „na temat pochodzenia terminu *big data* prowadzona jest głośna i bezproduktywna debata”, jednocześnie dodając, że definicja D. Laney’a była „w tamtym okresie określeniem przydatnym lecz niedoskonałym”¹⁵. Podobne zdanie prezentuje B. Frank, chief analytics officer w Teradata, która jest światowym liderem rozwiązań *big data*. B. Frank jest autorem artykułu *Defining Big Data In Two Words: Who Cares?*, w którym stwierdza, że wszystkie określone w przywołanych wcześniej definicjach wymiary „V” są wtórne wobec *wartości danych* (ang. *value*). Parametr ten określony został przez B. Franka jako „Uber-V”, ponieważ wskazuje na wartość biznesową, jaką dane stanowią dla przedsiębiorstwa, wobec której pozostałe cechy *big data* mają jedynie charakter pomocniczy. B. Frank twierdzi, że bez różnicy jest, jak dane są skomplikowane, jaką mają objętość oraz jaki format – istotne jest, jak przetworzyć je w sposób istotny dla przedsiębiorstwa¹⁶.

Problemem definiowania znaczenia terminu *big data* jest niespójność w sposobie doboru określeń takich jak zjawisko, trend, rozwiązanie, analiza. Terminy te pojawiają się zamiennie. Brakuje w tym zakresie spójnego podejścia. Dlatego autorka proponuje określić *big data* jako ogół działań związanych z analizą i przetwarzaniem dużej ilości danych, ukierunkowanych na pozyskanie nowej wiedzy lub stworzenie wartości o znaczeniu biznesowym albo społecznym, które mogą tworzyć nowe jakościowo zjawiska zmieniające rynki, organizacje i relacje między rządami a obywatelami. Wymienione rezultaty działań możliwe są do zrealizowania jedynie w dużej skali i nie mogły być uzyskane w małej¹⁷.

Dlatego dalej posługiwano się będzie następującymi pojęciami w kontekście *big data*:

- **Analizy *big data***, które oznaczają ogół aktywności analitycznych realizowanych na dużych zbiorach informacji i które podejmowane są z wykorzystaniem specjalistycznych narzędzi, np. algorytmów, aplikacji, modeli.
- **Rozwiązania *big data***, które opracowywane są w celu uzyskania określonych wymiernych rezultatów. Charakteryzują się określoną architekturą, która obejmuje infrastrukturę, algorytmy oraz narzędzia analityczne wykorzystywane do wykonywania analiz *big data*, według ustalonego modelu analitycznego.

¹⁵ <http://www.ibmbigdatahub.com/infographic/four-vs-big-data> [dostęp: 05.05.2015]

¹⁶ Szerzej zob. <http://www.forbes.com/sites/teradata/2014/11/19/defining-big-data-in-two-words-who-cares> [dostęp: 05.05.2015].

¹⁷ Por. V. Mayer-Schönberger, K. Cukier, *dz. cyt.*

- **Podejście *big data***, które skupia ogół idei i pomysłów, wyznaczających nowy kierunek w analizie danych, skoncentrowany na przetwarzaniu wielkiej ilości informacji.

2. *Big data* – przełom w analizie danych

Idea *big data* to więcej niż nowy pomysł na to, co zrobić dużą ilością informacji. Analizy *big data* mogą dostarczać istotnych wartości ekonomicznych oraz wspierać tworzenie innowacji. W ramach *big data* wprowadzono więc zasadnicze zmiany do sposobu analizy informacji. Zmiany te dotyczą trzech głównych obszarów¹⁸:

- Zdolności do analizowania ogromnych ilości danych, przy jednoczesnym braku konieczności ograniczania się do mniejszych zbiorów.
- Gotowości do zajmowania się nieuporządkowanymi danymi, charakteryzującymi się niską dokładnością.
- Rosnącego znaczenia korelacji, które skłania do poszukiwania związków między zjawiskami a nie ich przyczyn.

Pierwsza z wymienionych zmian umożliwia rezygnację ze stosowania prób losowych w badaniach na rzecz analizy wszystkich dostępnych danych. W ten sposób wyeliminowany zostaje pewien sztuczny fragment obserwacji na rzecz obserwacji całego rzeczywistego obrazu zjawiska. Analiza *big data* daje więc możliwość odnotowania detali, np. subkategorii i segmentów rynku, o których nic nie mówiła próba losowa.

Druga zmiana jest w zasadzie konsekwencją pierwszej, ponieważ obserwacja ogromnej ilości danych zwalnia z potrzeby zachowania ich dużej dokładności. Ze względu na mniejszą liczbę błędów wynikających z próby losowej można zaakceptować większą liczbę błędów pomiaru. W przypadku małej ilości danych, aby zachować wiarygodność pomiaru, należy dążyć do jak najbardziej precyzyjnych wyników. Trzeba również zauważyć, że dokładność jest konsekwencją dobrego przygotowania danych. Natomiast w sytuacji przetwarzania dużej ilości danych, zlokalizowanych na różnych serwerach i przechowywanych w różnych formatach, nie zawsze jest to możliwe. Dlatego analizy *big data* pozwalają na wysuwanie wniosków w skali „makro”, które być może nie są szczególnie dokładne, ale pokazują kierunek zmian danego trendu lub zjawiska. Analiza ta w skali „mikro” byłaby niemożliwa.

Trzecia zmiana stanowi największy przełom w dotychczas ugruntowanym sposobie rozumowania, ponieważ wiąże się z rezygnacją z odkrywania przyczynowości zdarzeń, która wpisana jest naturę ludzkiej ciekawości. „Jako ludzie zdeterminowani jesteśmy do szukania przyczynowości, nawet jeśli jej znajdowanie może wyprowadzić nas na manowce”¹⁹. W analizach *big data* natomiast zamiast przyczyn najważniejsze są korelacje i schematy, które odkrywane są podczas badania. Ujawnione związki mogą pokazywać, że coś się dzieje, ale nie dawać odpowiedzi dlaczego. W przypadku analizy danych medycznych ważne jest, że istnieje zależność między zachorowalnością

¹⁸ Tamże, s. 28–35.

¹⁹ Tamże, s. 30.

na raka i występowaniem określonego czynnika. Pytaniem wtórnym jest, dlaczego tak się dzieje²⁰.

Porównanie klasycznych analiz danych oraz tych opartych na *big data* przedstawia tabela 1.

Tab. 1. Klasyczna analiza danych a analiza *big data*

Parametr	Klasyczna analiza danych	Analiza <i>big data</i>
Badanie korelacji	Nieistotne	Istotne
Badania przyczyn	Istotne	Nieistotne
Dokładność danych	Wysoka	Niska
Wielkość danych	Duża	Mała
Błędy próby	Wpływają na wynik	Brak
Błędy pomiaru	Wpływają na wynik	Nieznacznym wpływ na wynik
Szczegółowość badania	Wysoka	Niska

Źródło: Opracowanie własne.

Zmiana podejścia do analizowania informacji skłania do wniosku, że każdy zbiór danych ma w sobie ukrytą wartość, której ujawnienie może przyczynić się do uzyskania korzyści natury biznesowej lub społecznej. Na gruncie tego wniosku wyrosła koncepcja zwana denatyzacją. **Denatyzacja** koncentruje się na zbieraniu wszystkich dostępnych informacji, również tych które pochodzą ze źródeł nigdy wcześniej nie klasyfikowanych jako źródła danych, np. miejsce przebywania konkretnej osoby, wibracje silnika, naprężenia występujące w budynku. Dane te mogą zostać zebrane, przetworzone i skwantyfikowane, a następnie wykorzystane w celach prognostycznych, np. na podstawie danych o wibracjach silnika możemy przewidzieć, czy w niedalekiej przyszłości dojdzie do jego awarii.

Obecnie umiejętnie wykorzystywanie analiz *big data* może zatem przyczynić się do przybliżenia tego, co z wysokim prawdopodobieństwem wydarzy się w przyszłości. Wiedza ta pozwala przedsiębiorstwom na sprawne konkutowanie i budowę przewagi w oparciu o skuteczniejsze niż konkurencja dostosowanie się do prognozowanych zmian otoczenia. Wykorzystanie *big data* pozwala budować istotną wartość dla przedsiębiorstwa.

²⁰ Tamże.

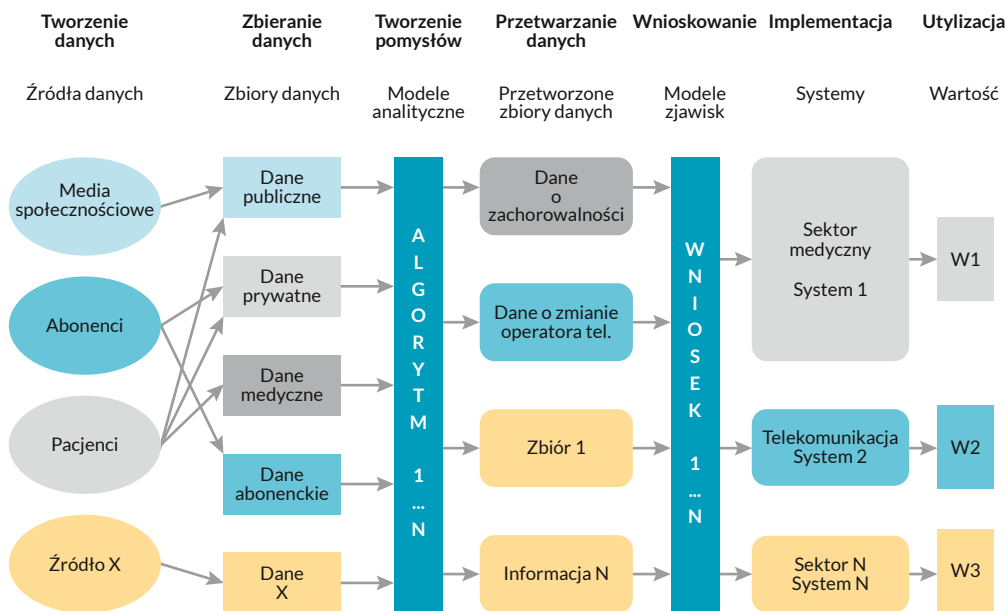
²¹ Tamże, s. 31

3. Proces budowania wartości danych

W XX wieku stopniowo na znaczeniu tracić zaczęły tradycyjne materialne zasoby, takie jak ziemia, fabryki, maszyny i inne przedmioty natury fizycznej. Coraz większą rolę zaczęła odgrywać własność intelektualna, wiedza oraz niematerialne zasoby, np. marka. Nadawanie nadmiernej rangi zasobom niematerialnym przyczyniło się nawet do powstania kryzysu bańki internetowej w 2001 roku. W okresie tym fundusze *venture capital* inwestowały w przedsiębiorstwa ICT, które poza perspektywami rozwoju nie posiadały nic więcej, włączając w to zasoby materialne, finansowe i techniczne. Obecny sposób postrzegania wartości danych znacząco różni się od tamtejszej percepcji. Dane zgromadzone przez przedsiębiorstwa stają się dzisiaj istotną częścią majątku firm, stanowiąc przy tym ważny zasób gospodarczy i fundament nowego modelu biznesowego. V. Mayer-Schönberger i K. Cukier przewidują, że odnotowywanie zbiorów danych w bilansach firm jest wyłącznie kwestią czasu²².

Proces budowania wartości danych z wykorzystaniem analiz *big data* został schematycznie przedstawiony na rysunku 2. Proces ten składa się z następujących etapów:

- Tworzenie danych.
- Zbieranie danych.
- Tworzenie pomysłów
- Przetwarzanie danych.
- Wnioskowanie.
- Implementacja.
- Utylizacja.

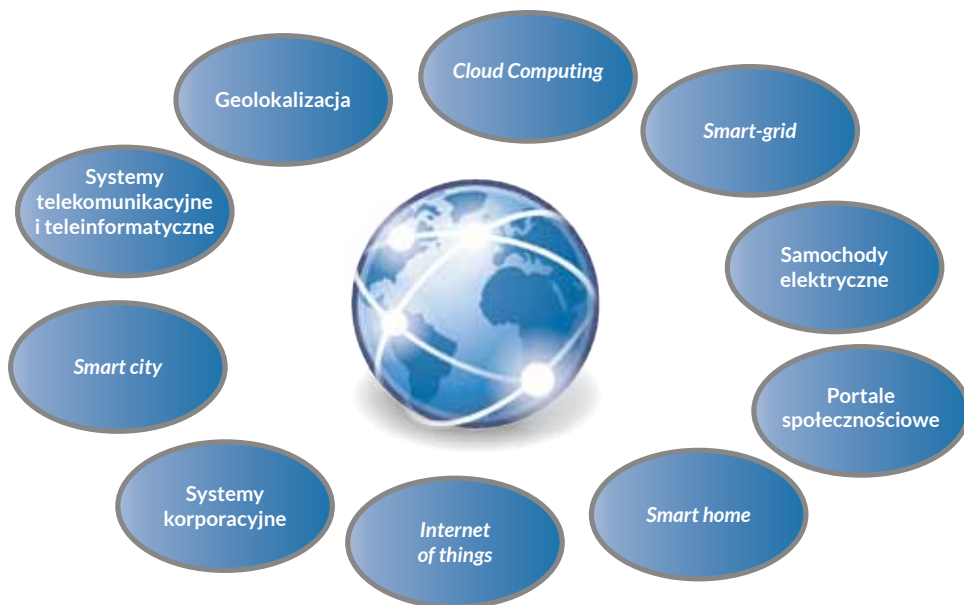


Ryc. 2. Proces tworzenia wartości danych z wykorzystaniem analiz *big data*.

Źródło: Opracowanie własne.

²² Tamże, s. 31–32.

Pierwszy z przedstawionych na powyższym rysunku etapów dotyczy tworzenia danych przez rozmaite źródła. Powstające na tym etapie informacje mogą być jedynie towarzyszącym efektem jakiegoś zjawiska (np. historia zakupów skupia dane, które powstają wtórnie w stosunku do akcji podstawowej – zakupu) lub mogą być produkowane w sposób świadomy (np. dane medyczne). Obecne ogromne przyrosty danych związane są z mnogością ich źródeł. Wybrane źródła danych, których znaczenie jest szczególnie istotne w obszarze *big data* przedstawia rysunek 3.



Ryc. 3. Wybrane źródła powstawania danych

Źródło: Opracowanie własne.

Charakterystyka źródła danych wpływa na sposób zbierania wytwarzanych przez nie informacji. Etap **zbierania danych** w procesie tworzenia wartości może więc mieć różnorodny przebieg. Niektóre dane mogą być zbierane w sposób samoistny w określonych systemach, np. otwieranie i zamykanie drzwi za pomocą karty elektronicznej jest rejestrowane przez dany system bezpieczeństwa. Innego rodzaju dane są systematycznie archiwizowane w specjalistycznych bazach danych – np. dane o edukacji, historii choroby. Gromadzenie w bazach danych może być wykonywane pierwotnie, zgodnie z przyjętym zamierzeniem, np. przez GUS, lub wtórnie, przy okazji realizacji jakiegoś celu, np. przez zapisanie przesłanego komunikatu. Dane mogą być zbierane w sposób przymusowy, np. przez Urząd Podatkowy, lub dobrowolny, np. poprzez utworzenie konta na portalu społecznościowym.

Kolejnym, jednocześnie najistotniejszym etapem procesu uzyskiwania wartości jest **tworzenie pomysłu**, na podstawie którego zostanie sformułowany algorytm analizy danych z wybranego źródła. Dane są powszechne, a dostęp do nich stosunkowo

tani, natomiast wiedza, jak z nich wydobyć nowe wnioski, jest niezwykle rzadka²³. Analitycy firmy doradczej McKinsey przewidują, że do 2018 roku w samych Stanach Zjednoczonych potrzebnych będzie od 140 do 190 tysięcy osób z wiedzą analityczną oraz 1,5 miliona managerów posiadających know-how w zakresie *big data*.

Rezultatem etapu tworzenia pomysłów jest zdefiniowanie algorytmów, stanowiących wstępny model analityczny. W kolejnym etapie opracowany pomysł staje się podstawą **przetwarzania danych**, którego celem jest sformułowanie modelu danego zjawiska, stanowiącego podstawę wnioskowania.

Wnioskowanie ma na celu wydobycie wiedzy oraz istotnych informacji z przetwarzanego zbioru danych. Przeniesienie wnioskowania z gruntu teoretycznych rozważań w warunki rzeczywiste możliwe jest na drodze **implementacji**. Polega ona na stworzeniu systemu ICT, którego podstawą działania jest opracowany model analityczny oraz model zjawiska. Wspomniany system zostaje wdrożony w danej instytucji lub przedsiębiorstwie. Bieżące funkcjonowanie tego systemu na etapie **utyliczacji** prowadzi do wytworzenia istotnej wartości, której charakterystyka zależy od dziedziny, w jakiej system został wdrożony. Na rysunku 2 przedstawiono, oprócz ogólnego schematu procesu, przykład tworzenia wartości w sektorze medycznym i telekomunikacyjnym.

Należy podkreślić, że etap utylizacji dostarcza również informacji zwrotnej, na podstawie której dokonywane są modyfikacje modelu zjawiska oraz samego modelu analitycznego. Możliwe jest również uruchomienie wdrożenia pilotażowego przed uruchomieniem produkcyjnym.

Przykładem na to, jak w nowatorski sposób wytworzyć wartość za pomocą analizy *big data*, jest pilotażowy projekt przeprowadzony przez Accenture w St. Louis w USA. Projekt ten dotyczył zamontowania w autobusach czujników, które miały gromadzić dużą ilość parametrów dotyczących eksploatacji autobusów po to, aby przewidywać ich możliwe awarie. Skonstruowano algorytm, na podstawie którego wyliczono optymalny czas do wykonania przeglądu. Obliczenie optymalnego czasu przeglądu nie było jednak natychmiastowe. Poprzedzały je istotne (oznaczone na ryc. 2) etapy tworzenia wartości, takie jak: przetworzenie danych zebranych z czujników danych i opracowanie modelu awarii, na podstawie którego przeprowadzono wnioskowanie, wskazujące na prawdopodobieństwo błędów. Dopiero na podstawie implementacji opracowanego modelu w postaci systemu, który przetwarzał zbierane z autobusów dane, osiągnięto podczas utylizacji istotną wartość biznesową – obniżkę kosztów eksploatacji o 10%. Wynikała ona z faktu, że pojazdy zamiast po przejechaniu 200–250 tysięcy mil odbywały przeglądy dopiero po 280 tysiącach²⁴.

Przedstawiony przykład pokazuje, że nie tylko sam pomysł na to co zrobić z danymi jest istotny. Ważny jest również model analityczny wykorzystywany do formułowania wniosków, a następnie jego implementacja w postaci systemu informacyjnego, którego stosowanie prowadzi do powstania produktu finalnego – pewnej materialnej lub niematerialnej wartości. Powstaje więc naturalne pytanie o to, w jaki

²³ J. Manyika J., M. Chui, B. Brown, J. Bughin, R. Dobbs, C. Roxburgh, A. Hung Byers, *Big data: The Next Frontier for Innovation, Competition, and Productivity*, McKinsey Global Institute, 2011.

²⁴ V. Mayer-Schönberger, K. Cukier, *dz. cyt.*, s. 168–169.

sposób zmierzyć wartość danych, tak aby wykorzystywać te, które mogą przyczynić się do uzyskania konkretnych zysków.

4. Wartość danych, czyli jak wycenić bezcenne

Obecnie nie istnieje jednoznaczna metoda wyceny danych. O wartości danych decydują potencjalne możliwe w przyszłości sposoby ich zastosowania. Ponadto wartość danych jest pojęciem złożonym. Wycena jest więc działaniem kompleksowym, które powinno uwzględniać następujące kategorie wartości danych²⁵:

- Wartość opcyjną²⁶ danych, wynikającą z:
 - możliwości powtórnego wykorzystania danych, która pozwala zbudować wartość w sposób wtórny. Przykładem jest ponowne przetworzenie informacji wpisywanych do przeglądarki w celu poszukiwania haseł do analizy preferencji klientów i proponowania im za pomocą przeglądarki określonego typu produktów;
 - możliwości łączenia danych, która pozwala na wydobycie pewnej wartości poprzez odnalezienie korelacji między zbiorami informacji. Przykładem jest badanie zależności zachorowalności na raka i wykorzystania telefonów komórkowych, w którym dopiero łączna analiza baz informacji doprowadziła do uzyskania wyniku;
 - możliwości rozszerzenia danych, która pozwala na uzyskanie nowej wartości dzięki zwiększeniu zakresu analizowanych danych. Przykładem jest wykorzystanie danych z monitoringu w sklepie, nie tylko do celów związanych z zachowaniem bezpieczeństwa, ale i do obserwacji zachowań klientów w celu ulokowania wybranych produktów w odpowiednich miejscach sklepu;
 - możliwości zmniejszenia wartości danych, która wynika nie tylko z ich przedawnienia, ale i niewielkiej możliwości ich ponownego wykorzystania, np. historia zakupów klienta w sklepie mięsny jest informacją bezużyteczną wobec tego, że przeszedł on na wegetarianizm.
- Wartość danych resztkowych²⁷, która wynika z umiejętności wydobycia z nich ukrytej formy, np. firma Google, analizując słowa wpisywane z błędami do wyszukiwarki, opracowała praktycznie bezkosztowo system korekty błędów. Dla porównania Microsoft wydał miliony dolarów za zaimplementowanie analogicznej funkcji w programie Word.
- Wartość powszechnie dostępnych danych, która związana jest przede wszystkim z pomysłem na wykorzystanie informacji o charakterze publicznym, np. główną funkcją portalu FlyOnTime.us jest informowanie o prawdopodobieństwie, z jakim zmiany pogody mogą wpłynąć na opóźnienia w ruchu lotniczym na danym lotnisku.

²⁵ Tamże, s. 135–162.

²⁶ Rozumiana nie jako wartość tworzona z wykorzystaniem instrumentów finansowych, ale jako wartość wynikająca z dokonanych wyborów.

²⁷ Dane resztkowe określane są jako „złoty pył”.

Do wymienionych kategorii wartości danych można dodać jeszcze jedną kategorię. Jest to wartość utraconych korzyści wynikających z braku dostępu do określonego typu informacji. Jeśli przedsiębiorstwo lub instytucja nie wykorzystuje posiadanych zbiorów informacji, traci wymierne korzyści. Może to wpływać na jej ocenę w kontekście wyceny giełdowej.

Awarie, powodujące niedostępność infrastruktury informatycznej, mogą również przyczynić się do strat biznesowych, związanych z brakiem możliwości budowania wartości w oparciu o dane. Jeżeli infrastruktura firmy logistycznej jest wadliwa, nie może one w pełni korzystać np. z baz danych na temat preferencji klientów. Obniża to również jej wartość z perspektywy oceny dalszego rozwoju.

Ogólnie można przyjąć, że wartość danych jest sumą wymienionych wyżej kategorii wartości. Natomiast z finansowego punktu widzenia wartość niematerialna, do której oprócz marki, strategii i wiedzy można zaliczyć również dane, jest różnicą wartości księgowej i rynkowej. Biorąc pod uwagę przypadek Facebooka, można dojść do wniosku, że to właśnie informacje, a nie zasoby materialne są głównym elementem tworzącym wartość spółki. Facebook w 2011 roku, czyli rok przed wyemitowaniem oferty publicznej, ujawnił swój majątek na poziomie 6,3 miliarda dolarów. W skład majątku wchodziła głównie infrastruktura – komputery, serwery, budynki itp. Olbrzymie magazyny danych będące własnością spółki nie zostały ujęte w raporcie. Wartość rynkowa spółki ukształtowała się na zupełnie innym poziomie. Na podstawie złożonego sprawozdania inwestorzy wycenili wartość Facebooka na 104 miliardy dolarów, ustanawiając cenę akcji na poziomie 38 dolarów. D. Laney przeprowadził analizę spółki w okresie poprzedzającym ofertę publiczną, czyli w latach 2009–2011 i doszedł do wniosku, że Facebook w tym okresie zgromadził 2,1 biliona danych, które mogą podlegać monetyzacji²⁸. Odwołując się do podstawowej wyceny, można określić, że każda pojedyncza informacja zgromadzona przez firmę była warta 5 centów, a każdy z użytkowników Facebooka – 100 dolarów²⁹.

Wartość danych stała się przedmiotem spekulacji rynkowej. Powstały różne giełdy, które eksperymentują z wyceną informacji, głównie poprzez wydobywanie ich opcyjnej wartości. Przykładowo w 2008 roku w Islandii utworzona została firma DataMarket, która umożliwia nieodpłatny dostęp do baz danych ONZ, Banku Światowego i Eurostat. Firma natomiast swoje komercyjne działania oparła na odsprzedaży danych pochodzących z różnych podmiotów przedsiębiorstwom analitycznym. Powstają również liczne start-upy, które chcą dać każdemu możliwość sprzedaży i kupna danych. Transakcje realizowane są na zasadzie analogicznej do Allegro³⁰.

5. Perspektywy stosowania *big data*

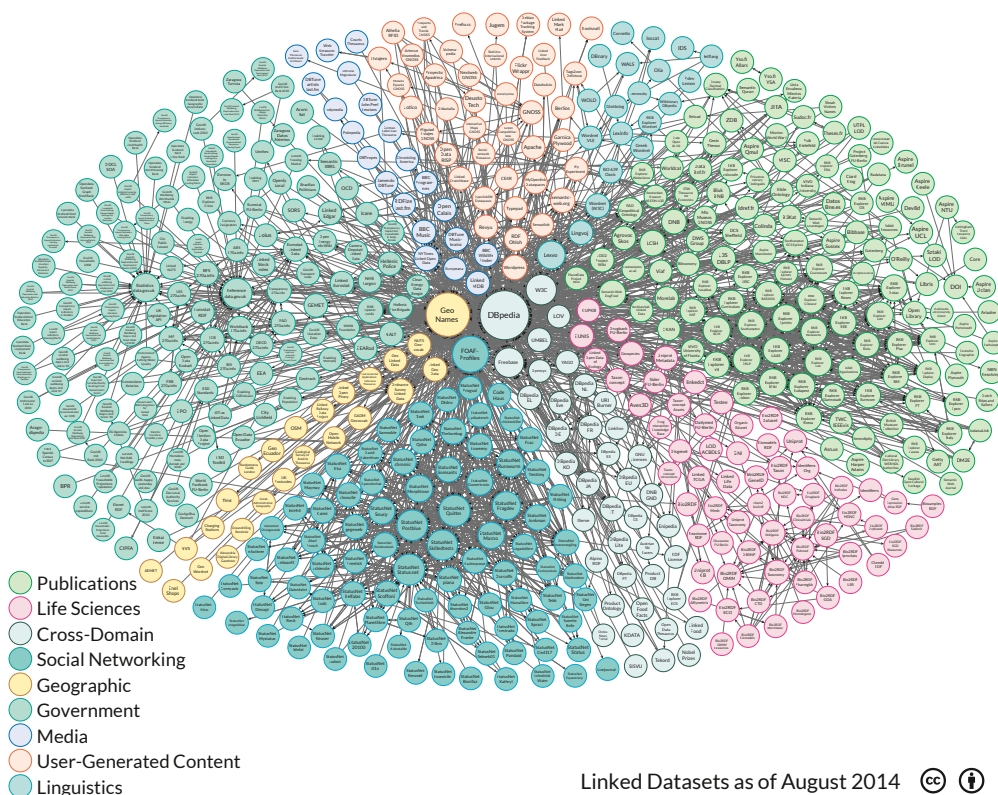
Szczególnie istotną perspektywą budowania wartości danych jest wykorzystanie informacji powszechnie dostępnych. Na całym świecie powstają różnorodne inicjaty-

²⁸ Zamiana na gotówkę.

²⁹ *Tamże*, s. 157–159.

³⁰ *Tamże*, s. 160–162.

wy określane jako *open data* – otwarte dane. Przykładem jest idea Open Government Data, która została wsparta przez Baracka Obamę już w pierwszym dniu jego urzędowania. 21 stycznia 2009 roku prezydent Stanów Zjednoczonych wydał polecenie udostępnienia takiej ilości danych jak to tylko możliwe przez wszystkie agencje federalne. Określił przy tym, że w przypadku wątpliwości przeważa zasada otwartości. Podobne aktywności zostały podjęte w Wielkiej Brytanii. Unia Europejska również zapowiedziała działania skoncentrowane na udostępnieniu danych publicznych³¹. Otwarta wymiana danych przebiega również w sposób nieregulowany, niezależny od decyzji politycznych. Na rysunku 4 przedstawiona jest mapa otwartej wymiany informacji między poszczególnymi podsieciami.



Ryc. 4. Mapa otwartej wymiany danych – Linking Open Data cloud diagram 2014

Źródło: Linking Open Data cloud diagram 2014, by Max Schmachtenberg, Christian Bizer, Anja Jentzsch and Richard Cyganiak. <http://lod-cloud.net/>

Analizując dane zamieszczone na rysunku 4, można zauważyć, że istotną część otwartej wymiany informacji stanowią publikacje, dane naukowe, ale też różnego rodzaju przekaz medialny, z uwzględnieniem treści produkowanych przez media społecznościowe.

³¹ Tamże, s. 156.

Wykorzystanie „otwartych danych” stwarza liczne perspektywy, ponieważ dostęp do nich jest darmowy, a możliwości ich wykorzystania ogranicza jedynie ludzka pomysłowość oraz względy technologiczne. *Open data* jest podstawą budowy systemów związanych z geolokalizacją, czego przykładem są mapy z wykorzystaniem GIS (ang. *Geographic Information System*) lub ich odmiany np. ortofotomapy. Na tego typu mapach oprócz zdjęć satelitarnych terenu można oznaczyć informacje geodezyjne i porównywać stan rzeczywistego zagospodarowania powierzchni z planowanym. Inną perspektywą zastosowania otwartych danych jest badanie sposobu przemieszczania się osób na poszczególnych ulicach, co może posłużyć do dostosowania oferty produktowej ulokowanych tam sklepów lub szerzej – dostarczyć wniosków, jakiego typu sklepy otworzyć w określonych częściach miasta. Projekty związane z geolokalizacją oprócz efektów pozytywnych mogą wywoływać również pewien sprzeciw społeczny, czego przykładem jest kontrowersyjne przedsięwzięcie Google Street View. Inicjatywa ta polegała na fotografowaniu domów, ulic i zapisywaniu danych GPS przy jednoczesnym odnotowywaniu nazw sieci wi-fi oraz prawdopodobnie na nielegalnym przechwytywaniu informacji z tych niezabezpieczonych. Dane w projekcie zbierane były na zasadzie patrolowania określonych rejonów miast przez specjalny, wyposażony w odpowiednie urządzenia pojazd. Google twierdzi, że informacje były potrzebne do skonstruowania systemu nawigowania bezzałogowych pojazdów³².

Dążąc do pewnego usystematyzowania potencjalnych kierunków związanych z wykorzystaniem analiz *big data*, na rysunku 5 zaproponowano ich podział ze względu na wybrane kryteria.

Perspektywy wykorzystania *big data*



Ryc. 5. Wybrane perspektywy wykorzystania *big data*

Źródło: Opracowanie własne.

³² P. Kirwin, *This Car Drives Itself*, „Wired UK”, styczeń 2012; wybrane rezultaty projektu można obejrzeć, stosując serwis Street View dostępny w Internecie pod adresem: <https://www.google.com/maps/views/streetview?gl=pl&hl=pl>

Biorąc pod uwagę pierwsze kryterium oznaczone na rysunku 5, czyli skalę zastosowań, można wyróżnić zastosowania globalne i indywidualne (lokalne) *big data*. Pierwsze z nich dotyczą tworzenia wartości powszechnych, ważnych dla całej społeczności. Drugie dostarczają wartości istotnych z punktu widzenia danej firmy, instytucji lub nawet osoby. W skali globalnej analiza *big data* może służyć np. do rozpoznania zachorowalności na danym terenie lub być narzędziem do udowodnienia pewnych ogólnych związków między czynnikami chorobotwórczymi. W drugim przypadku analizy mogą służyć wsparciu podejmowania decyzji strategicznych w przedsiębiorstwie. Podkreślić należy przy tym, że efekty badań indywidualnych mogą dzięki *big data* zyskiwać skalę globalną. Przykład stanowią niegdyś niedostępne analizy DNA, których koszt w 2012 roku spadł do około tysiąca dolarów w przypadku pojedynczej osoby. Do upowszechnienia tego typu badań przyczyniła się firma 23andMe, która od 2007 roku zajmuje się analizą DNA jej klientów w poszukiwaniu specyficznych cech predysponujących do zachorowalności na nowotwór lub serce. Firma ta jednak działa w skali lokalnej, dysponując tylko pewnymi podzbiorami danych, dotyczących wybranych pacjentów. Jeżeli porównać wyniki badań prowadzonych przez 23andMe z wielką bazą chorych, którym dobierane są leki, można określić pewne podobieństwa w zakresie reakcji na ich aplikacje. Na podstawie znalezionych korelacji można więc prowadzić terapię w skali globalnej. Steve Jobs, prezes Apple, korzystał ze wskazanej metody, którą nazywał „przeskakiwaniem z kwiatka na kwiatek”, przy czym żartował, że „będzie pierwszą osobą, która w ten sposób pokona raka, albo jedną z ostatnich, która na niego umrze”³³.

Drugie kryterium podziału zastosowań *big data* dotyczy stopnia komercjalizacji. W ujęciu komercyjnym analiza *big data* może przyczyniać się do budowania wartości biznesowej, czego przykładem są rozmaite systemy ukierunkowane na przewidywanie zachowań konsumenckich. Pionierem wdrożenia tego typu rozwiązań jest Amazon, który zrezygnował z zatrudniania osób recenzujących książki, zastępując je rozwiązaniami technologicznymi. Amazon przeprowadził test porównujący wyniki sprzedaży generowane z wykorzystaniem pracy redaktorów z wynikami generowanymi przy użyciu analiz *big data*. Okazało się, że wyniki osiągnięte bez zaangażowania człowieka są lepsze. Obecnie 1/3 sprzedaży Amazon realizowana jest przez spersonalizowany system rekomendacji³⁴.

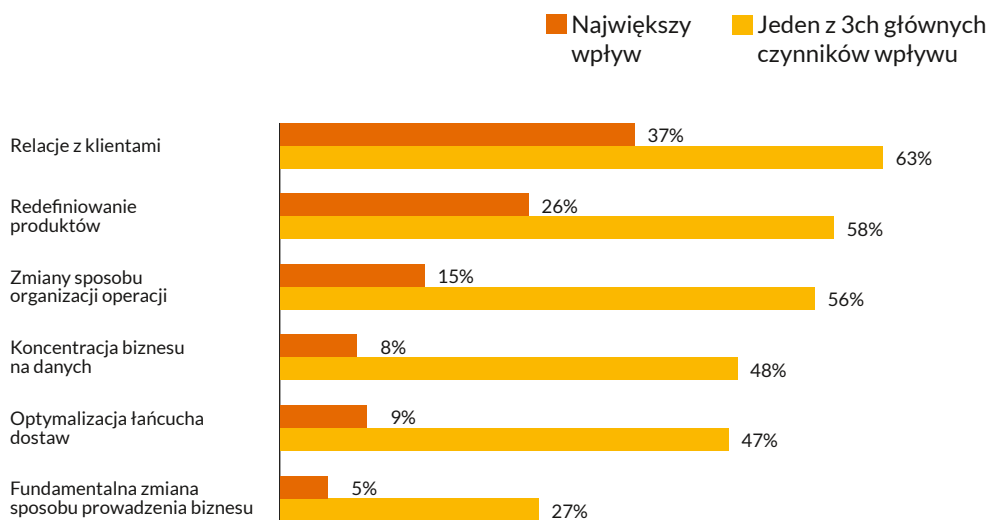
Wśród głównych komercyjnych perspektyw zastosowań analiz *big data* wymienić można:

- przewidywanie zachowań konsumenckich,
- rekomendowanie produktów (ang. *collaborative filtering*),
- wspieranie decyzji biznesowych,
- wspieranie działań marketingowych,
- przeciwdziałanie wyłudzeniom czy rezygnacjom klienta z usług,
- analizowanie popytu i podaży.

³³ Isaacson W., *Steve Jobs*, Insignis Media, Kraków, 2011; V. Mayer-Schönberger, K. Cukier, *dz. cyt.*

³⁴ V. Mayer-Schönberger, K. Cukier, *dz. cyt.*, s. 75.

Główne obszary przedsiębiorstwa, na które analizy *big data* będą miały, jak się uważa, największy wpływ w ciągu najbliższych pięciu lat przedstawia rysunek 6.



Ryc. 6. Obszary przedsiębiorstwa na które analizy *big data* będą miały wpływ w ciągu najbliższych pięciu lat.

Źródło: Accenture *Big Success with Big Data Survey*, 2014.

Z przedstawionych na rysunku 6 danych, będących wynikiem badań przeprowadzonych przez Accenture w 2014, można wywnioskować, że przedsiębiorstwa w analizach *big data* upatrują przede wszystkim perspektywę wsparcia działalności biznesowej. Działalność ta dotyczy zmian w obszarze relacji z klientami, lepszego dopasowania asortymentu do ich wymagań, jak również poprawy organizacji operacji.

Wśród niekomercyjnych zastosowań analiz *big data* można wskazać te działania, których celem jest rozwiązanie ważnych problemów społecznych, przeciwdziałanie niekorzystnym zjawiskom lub dążenie do zwiększania efektywności funkcjonowania różnych instytucji publicznych. Przykładem tego typu inicjatywy może być opublikowanie w czasopiśmie „Nature” w 2009 roku przez inżynierów z Google artykułu o możliwościach prognozowania obszarów rozprzestrzeniania się wirusa grypy w Stanach Zjednoczonych z wykorzystaniem analiz *big data*³⁵. Pomysł polegał na przewidywaniu ognisk epidemiologicznych na podstawie haseł wpisywanych do przeglądarki. Porównano informacje wpisywane przez użytkowników z danymi Centrum Zwalczenia i Zapobiegania Chorobom w Stanach Zjednoczonych, które zgromadzone były w latach 2003–2008. Na tej podstawie określono 45 fraz, które wykorzystane razem w modelu matematycznym dawały dużą korelację między przewidywania-

³⁵ Szerzej zob. J. Ginsburg, M. H. Mohebbi, R. S. Patel, L. Brammer, M. S. Smolinski, L. Brilliant, *Detecting Influenza Epidemics Search Engine Query Data*, „Nature” 2009, nr 457, s. 1012–1014, <http://static.googleusercontent.com/media/research.google.com/pl//archive/papers/detecting-influenza-epidemics.pdf> [dostęp: 05.05.2015].

mi a oficjalnymi danymi z całego kraju. W ten sposób powstał system skutecznego prognozowania ognisk zachorowań³⁶. System ten wykorzystano w 2009 roku, kiedy pojawił się wirus grypy H1N1³⁷.

Rozwiązania *big data* mogą mieć charakter ogólny, który pozwala na ich stosowanie w różnych sektorach, lub specjalistyczny, ukierunkowany na daną dziedzinę. Przykładem pierwszego typu narzędzi jest Apache Hadoop, czyli oprogramowanie służące do przetwarzania dużej ilości danych w rozproszonej strukturze serwerowej³⁸. Hadoop może być stosowany w sektorze telekomunikacyjnym, energetycznym, medycznym i każdym innym, w którym przetwarzane są duże ilości danych.

Przykładem wyspecjalizowanego podejścia są różnego rodzaju rozwiązania dostosowane do wspierania działań podejmowanych przez operatorów telekomunikacyjnych. Według analityków *big data* operatorzy telekomunikacyjni posiadają „kopalnie złota”, które stanowią abonenckie bazy danych. Serwis BigData-MadeSimple.com wskazuje 11 potencjalnych zastosowań analiz *big data*, dostosowanych do potrzeb sektora telekomunikacyjnego. Są to w szczególności: rozproszone analizy baz danych, reinżyniering procesów rynkowych, przeciwdziałanie oszustwom, budowanie zwinnych promocji marketingowych, monetyzacja danych o zachowaniach klientów i inne³⁹. Można wskazać wiele przykładów rozwiązań sektorowych charakterystycznych dla *big data*. Najbardziej predysponowanymi do wykorzystania analiz *big data* branżami są:

- sektor telekomunikacyjny, ze względu na posiadanie wspomnianych wyżej danych abonenckich i możliwości ich przetworzenia;
- sektor publiczny, ze względu na dużą ilość bieżących i historycznych informacji o wielu obszarach funkcjonowania państwa i jego obywateli;
- sektor energetyczny, ze względu na postępujące wdrożenia inteligentnego opomiarowania (ang. *smart grid*), które prowadzą do powstawania dużej ilości danych o zachowaniach klientów.
- sektor medyczny, ze względu na perspektywę tworzenia rozwiązań mogących na podstawie analizy parametrów organizmu ludzkiego, zbieranych przez umieszczone na nim czujniki, przewidywać zagrożenie chorobą oraz liczne perspektywy umożliwiające wykorzystanie dokumentacji medycznej, perspektywy badawcze itp.;
- sektor finansowy i ubezpieczeniowy, ze względu na dysponowanie dużymi bazami klientów i perspektywę wykorzystania analiz *big data* do szacowania ryzyka inwestycyjnego, spekulacji opcyjnych oraz możliwości zabezpieczenia przed wyłudzeniami;

³⁶ V. Mayer-Schönberger, K. Cukier, *dz. cyt.*, s. 13–16.

³⁷ A.F. Dugas, Y-H. Hsieh, S. R. Levin, J. M. Pines, D. P. Mareiniss, A. Mohareb, C. A. Gaydos, T. M. Perl, R. E. Rothman, *Google Flu Trends: Correlation with Emergency Department Influenza Rates and Crowding Metrics*, „CID Advanced Access”, 8 stycznia 2012.

³⁸ <https://hadoop.apache.org> [dostęp: 01.05.2015].

³⁹ Szerzej zob. <http://www.bigdata-madesimple.com/11-interesting-big-data-case-studies-in-telecom/> [dostęp: 10.05.2015].

- sektor geodezyjny i kartograficzny, ze względu na możliwość przetworzenia danych płynących z systemów geolokacyjnych;
- e-commerce, ze względu na możliwość wykorzystywania narzędzi *big data* do zarządzania doświadczeniem klienta (ang. *Customer Experience Management*, CEM).
- sektor sieci handlowych, w którym narzędzia *big data* można wykorzystać do ustalenia optymalnej lokalizacji sklepów, rozkładu produktów w sklepie oraz doboru asortymentu;
- sektor naukowy, w którym za pomocą analiz *big data* można poszukiwać korelacji między zjawiskami, udowadniać postawione tezy oraz prowadzić badania nieobarczone błędem próby badawczej.

Przedstawione perspektywy pokazują, że zastosowanie analiz *big data* może przynieść wiele korzyści. Jednakże z *big data* wiążą się również różnego rodzaju problemy. W celu minimalizacji ryzyka wynikającego z nowych zagrożeń, istotne jest zapoznanie się z ich charakterystyką.

6. Zagrożenia związane z *big data*

Nieznane zawsze budzi pewne obawy. Niektóre zagrożenia są w sytuacji niepewności wyolbrzymiane, inne pozostają wielką niewiadomą. Zastrzeżenia dotyczące wdrożeń *big data* wynikają przede wszystkim z lęku o utratę prywatności oraz rozprzestrzenienie się przytłaczającej komercjalizacji. W dyskusji przywoływana jest książka: *Rok 1984* George'a Orwella oraz ironiczny komentarz brytyjskich mediów o tym, że w 2007 roku, 180 metrów od mieszkania, w którym niegdyś mieszkał Orwell, zainstalowanych zostało 30 kamer⁴⁰.

Na podstawie przeglądu literatury naukowej, raportów, publikacji branżowych oraz doniesień medialnych wyróżniono następujące zagrożenia związane z implementacją *big data*⁴¹:

- **Nieuprawnione wykorzystywanie informacji**, które związane jest ze zbieraniem i przetwarzaniem na masową skalę danych o osobach indywidualnych. Zauważyć trzeba, że nigdy wcześniej zachowanie ludzi nie było tak skrupulatnie obserwowane i odnotowywane. Działania związane z inwigilacją były charakterystyczne raczej dla reżimów niż dla codziennego funkcjonowania wolnego społeczeństwa. Obecnie wszystkie informacje dotyczące tego, gdzie chodzimy, jakich haseł szukamy w przeglądarce internetowej, z kim się spotykamy, co kupujemy, ile płacimy za telefon, gdzie mieszkamy, mają konkretną wartość materialną. Nie oznacza to, że dane straciły na wartości dla systemów totalitarnych, wręcz przeciwnie, starają się one wykorzystywać analizy *big data* do swoich celów. Przykładem może być pomysł chińskich władz, zgodnie

⁴⁰ D.J. Solve, *The Digital Person: Technology and Privacy in the Information Age*, NYU Press, 2004, s. 20–21.

⁴¹ V. Mayer-Schönberger, K. Cukier, *dz. cyt.*; Accenture, *Big Success with Big Data Survey*, April 2014, <http://www.accenture.com/us-en/Pages/insight-big-data-research.aspx> [dostęp: 05.05.2015]; J. Leskovec, A. Rajaraman, J.D. Ullman, *dz. cyt.* <http://www.bigdata-madesimple.com> [dostęp: 05.05.2015].

z którym podmioty sprzedające chińskim przedsiębiorstwom sprzęt informatyczny powinny całość kodu źródłowego przekazać także władzom państwowym. Uzasadnieniem tej decyzji jest zapewnienie bezpieczeństwa systemu informatycznego Państwa Środka. W rzeczywistości dzięki temu rząd będzie mógł skutecznie kontrolować cały generowany ruch sieciowy oraz związane z nim informacje⁴². Wracając jednak na grunt demokratycznego społeczeństwa, należy zauważyć, że dane wytwarzane są przez ludzi jako efekt towarzyszący codziennym aktywnościom, w związku z tym nie ma potrzeby pisania donosów czy wykonywania spisów danych. Problemem pozostaje własność generowanych informacji. Artykuł naukowy zostaje podpisany imieniem i nazwiskiem, natomiast zanonimizowana lista zakupów staje się przedmiotem zysku dla instytucji, która tę informację potrafi przechwycić i wykorzystać. Różnie więc zjawisko powszechnego kolekcjonowania danych, którego celem nie jest inwigilacja, ale kreowanie zysku. Dane o pojedynczej osobie nie są istotne, istotna jest cała zbiorowość, tendencje, które wykazuje, i jej cechy charakterystyczne. Dane poszczególnych osób są zwykle anonimizowane i szyfrowane. Jakkolwiek świadomość przekazania osobistych informacji, nawet jeżeli mają „rozpłynąć się” w morzu danych, nie daje poczucia bezpieczeństwa. Szczególnie, że na to, kto kolekcjonuje informacje, nie ma się większego wpływu.

- **Nadmierna komercjalizacja**, która na polega na intensyfikacji przekazu marketingowego w wszystkich dostępnych kanałach informacyjnych. Olbrzymia liczba reklam, propozycji handlowych oraz rozmaitych ofert może docierać do nas w każdym możliwym miejscu, które koncentruje naszą uwagę. Stajemy więc wobec zagrożenia przytłoczenia danymi, z których nie będziemy w stanie wybrać istotnej wartości lub wartość ta zostanie nam narzucona poprzez komercyjne oddziaływanie. Algorytm zdecyduje na podstawie naszego profilu danych o tym, jakie informacje nam przekazać i jaka reklama wywrze na nas największe wrażenie. Można wyobrazić sobie sytuację, w której za dane bez zawartości komercyjnej lub te, które wybraliśmy sami a nie model analizy zachowań, należało będzie dodatkowo zapłacić. Przykładem analogicznego zjawiska jest wypieranie przez komercyjne, pełne reklamowych banerów, portale, ambitnych magazynów tematycznych, które wobec spadającej liczby czytelników stają się coraz droższe lub w ogóle znikają z rynku. W kontekście *big data*, pojęcie ciszy może nabrać zupełnie innego znaczenia niż dzisiaj. Osiągnięcie tego stanu w przyszłości może wymagać nie tylko eliminacji hałasu, ale i dostępu do danych. Natomiast możliwość nieuczestniczenia w powszechnych systemach analizy informacji może stać się postawą zarezerwowaną dla wąskiej grupy ludzi, których na to będzie stać. Podobnie w czasach rozkwitu konsumpcjonizmu ekskluzywnym trendem staje się minimalizm.

⁴² Szerzej zob. http://www.nytimes.com/2015/01/31/opinion/chinas-self-destructive-tech-crackdown.html?hp&action=click&pgtype=Homepage&module=c-column-top-span-region®ion=c-column-top-span-region&WT.nav=c-column-top-span-region&_r=0 [dostęp: 10.05.2015].

- **Cyber-zagrożenia infrastruktury krytycznej**, które obecnie utożsamiane głównie z atakami hakerów. Te oczywiście nadal pozostają istotne, jednak ich celem coraz częściej stają się bazy danych, ponieważ to właśnie one są ważnym elementem infrastruktury krytycznej. W tendencję tę wpisuje się przypadek włamania do serwerów jednego z amerykańskich ubezpieczycieli i nielegalne pozyskanie 80 milionów rekordów z danymi wrażliwymi z zakresu m.in. zdrowia. Za to włamanie winą obarczani są chińscy hakerzy, ale w postępowaniu brakuje jednoznacznych dowodów⁴³. Na szczególną uwagę zasługuje również wymiana danych w systemach M2M (ang. *machine-to-machine*), w których maszyny samodzielnie przesyłają i odbierają informacje. W związku ze wzrostem znaczenia trendu tzw. Internetu rzeczy postulat zapewniania odpowiedniej dbałości o bezpieczeństwo w obszarach, w których działania odbywają się bez ingerencji człowieka, zyskuje na aktualności. Systemy te mogą zostać zaprogramowane do przekazywania wybranych danych w miejsca niekoniecznie zgodne z intencją ich użytkowników⁴⁴. Poza typowymi atakami hakerskimi użytkownik może obawiać się tego, czy jego dane nie zostaną odsprzedane lub wykorzystane niezgodnie z jego przekonaniem. Przykładem tego typu działań jest rosnący opór społeczny wobec wdrożenia systemów *smart grid* w sieciach energetycznych. Zbierane w ten sposób dane stanowią informacje o bieżącym dziennym profilu zużycia energii (dane przesyłane są co 15 minut). Na ich podstawie można wywnioskować, czy użytkownik jest w domu oraz jaki profil urządzeń elektronicznych posiada. Dane te mogą być szczególnie interesujące zarówno dla sprzedawców AGD, jak i dla złodziei⁴⁵. Warto w tym miejscu dodać że obecnie na arenie międzynarodowej żywa jest dyskusja na temat tego, jak zabezpieczać sieci danych oraz kto powinien podlegać specjalistycznym regulacjom. Szczególnie istotny pozostaje tutaj obszar infrastruktury krytycznej, która jest strategicznym zasobem każdego państwa. Wyłączenie systemów teleinformatycznych, które sterują większością technologicznych rozwiązań w państwie, lub utrata strategicznych danych mogą zaszkodzić krajowi bardziej niż przerwa w dostawie gazu⁴⁶.
- **Kreowanie fikcji**, które po pierwsze sprowadza się do sterowania przekazem medialnym przez wszechobecne algorytmy decydujące, jakie informacje wy-

⁴³ <http://www.bankier.pl/wiadomosc/Chinscy-hakerzy-atakują-tym-razem-ubezpieczenia-7236748.html> [dostęp: 10.05.2015].

⁴⁴ Szerzej zob. <http://www.nzz.ch/wirtschaft/das-internet-der-infizierten-dinge-1.18516967> [dostęp: 10.05.2015].

⁴⁵ Por. I. Sudak, *Licznik prądu, czyli jak elektrownie zamieniają się w „wielkiego brata”*, „Gazeta Wyborcza”, 30.05.2014, http://wyborcza.pl/1,75478,16059676,Licznik_pradu_czyli_jak_elektrownie_zamienia_sie.html [dostęp: 10.05.2015].

⁴⁶ Szerzej zob. http://it.wnp.pl/decyduje-sie-ksztalt-cyberbezpieczenstwa-unii-europejskiej,249430_1_0_0.html [dostęp: 10.05.2015].

świecić w sieci dla określonego użytkownika⁴⁷. Po drugie, do przekazywania nieprawdziwych, szokujących informacji, w celu wygenerowania fałszywego ruchu w sieci. W serwisach coraz częściej pojawiają się niemające niż wspólnego z rzeczywistością doniesienia, mające skłonić do kliknięcia w dany link. Powoduje to wygenerowanie ruchu, który potem może stać się przedmiotem spekulacji⁴⁸. Dodatkowo użytkownicy portali coraz częściej mogą decydować, czy zamieszczone informacje są prawdziwe czy nie, jednocześnie dokonując odpowiednich oznaczeń treści. W ten sposób można doprowadzić do sytuacji, w której promowane będzie stwierdzenie, że cytryny są niebieskie a nie żółte⁴⁹. Przywołać można tutaj również zjawisko tzw. farm lajków z Azji, które polega na płaceniu ludziom za klikanie w określoną ikonę, co odzwierciedla zasadę, że człowiek potrzebny jest tylko do momentu, do którego jest tańszy od maszyny⁵⁰.

- **Dyktatura danych**, czyli zjawisko, które pozwala korzystać z potencjału ukrytego w olbrzymich bazach danych do realizacji celów związanych z ugruntowaniem pozycji monopolowej lub władzy. Monopol w udostępnianiu danych jest bardzo groźnym zjawiskiem. UE podjęła walkę z Google w związku z coraz silniejszą integracją pionową prowadzoną przez firmę⁵¹. Jeżeli w obszarze udostępniania danych powstaną monopole, informacja może przestać być dobrem publicznym. Bazy danych to olbrzymi potencjał, który można wykorzystywać wspierając korzystne plany, ale niestety jak pokazała historia – również zbrodnie, czego przykładem była budowa zbiorów danych w nazistowskich obozach koncentracyjnych. Numery tatuowane więźniom odpowiadały numerom z perforowanych kart stworzonych dla IBM przez Holleritcha. Przetwarzanie tych danych ułatwiało zabijanie na masową skalę⁵².
- **Naruszanie zasady sprawiedliwości i wolnej woli**, które polega na możliwości stosowania zasady karania za określone skłonności. Analizy *big data* pozwalają skonstruować model, na podstawie którego będzie można przewidzieć, że ktoś popełni przestępstwo, mimo że jeszcze go nie dokonał. Możliwe jest więc skazanie określonej grupy ludzi tylko na podstawie prognoz, że mogą coś zrobić. Narusza to podstawowe zasady sprawiedliwości i koncepcję wolnej woli⁵³.

⁴⁷ http://www.faz.net/aktuell/feuilleton/nachrichten-in-sozialen-medien-unser-weltbild-ist-berechenbar-13481475.html?printPagedArticle=true#pageIndex_2 [dostęp: 10.05.2015].

⁴⁸ <http://www.nzz.ch/mehr/digital/google-knowledge-based-trust-score-1.18494219> [dostęp: 10.05.2015].

⁴⁹ <http://www.theatlantic.com/technology/archive/2015/01/only-you-can-stop-facebook-hoaxes/384729/> [dostęp: 10.05.2015].

⁵⁰ <http://www.theguardian.com/world/2015/apr/02/putin-kremlin-inside-russian-troll-house> [dostęp: 10.05.2015].

⁵¹ <http://www4.rp.pl/artykul/1193709-Europa-wydaje-wojne-Google.html> [dostęp: 10.05.2015].

⁵² Szerzej zob. E. Black, *IBM and Holocaust*, Crown Books, 2003.

⁵³ V. Mayer-Schönberger, K. Cukier, *dz. cyt.*, s. 198.

- **Przekazywanie danych przez nieświadomych użytkowników**, co jest konsekwencją małej wiedzy na temat wartości przekazywanych danych. Szczególnie narażone na to zagrożenie są dzieci. Coraz powszechniej wdrażane w szkołach systemy e-edukacji, przekazywanie uczniom tabletów czy rezygnacja z papierowych podręczników stwarza rozmaite zagrożenia. Po pierwsze są one związane z udostępnianiem niewłaściwych treści nieświadomym użytkownikom, po drugie działanie odwrotne, polegające na przekazywaniu przez dzieci istotnych informacji, bez świadomości konsekwencji swoich czynów. Po trzecie możliwe jest również zbieranie danych towarzyszących procesowi edukacji w sposób niezależny od użytkowników. Internet nie wybacza, a stwierdzenie „nie rozmawiaj z obcym” nabiera w kontekście *big data* nowego znaczenia⁵⁴.
- **Naruszenie neutralności sieci**, czyli najbardziej podstawowej zasadą funkcjonowania systemów informatycznych. Według tej zasady każdy użytkownik powinien być traktowany w taki sam sposób. Rozwiązania *big data* stwarzają jednak pole do naruszania tej zasady. Jeżeli zbieranie określonej grupy danych będzie przynosiło wymierne korzyści finansowe, istnieje hipotetyczna możliwość ograniczenia mniej intratnego ruchu⁵⁵.
- **Naruszenie neutralności technologicznej**, polegające na możliwości wykupienia priorytetowego trybu udostępnienia infrastruktury. Dany portal może pozyskać od operatora priorytetową obsługę określonych zasobów. Jego użytkownicy będą mogli korzystać z serwisu, inni zobaczą ikoną oczekiwania. Obecnie zagrożenia związane z naruszeniem neutralności sieci i neutralności technologicznej nie są obserwowane, lecz przy postępującym zjawisku komercjalizacji nie można wykluczyć ich pojawienia się w przyszłości⁵⁶.
- **Informacyjny blackout**, który stanowi przeciążenie urządzeń i łączy nadmierną ilością danych. Jeżeli infrastruktura danego państwa nie będzie w stanie obsłużyć krytycznego przepływu informacji, podobnie jak w przypadku sieci energetycznej, może dojść do zaburzenia funkcjonowania systemu wobec powstałego „piku”. Kwestia tworzenia nowoczesnych centrów przechowywania i przetwarzania danych powinna być jednym z ważnych elementów rozwoju infrastruktury każdego kraju. W Polsce większość tego typu obiektów to obiekty komercyjne, często w posiadaniu zagranicznych koncernów, np. T-mobile, Orange. Wyjątek stanowią parki technologiczne, np. wrocławski Data Techno Park. Jest o instytucja otoczenia biznesu, która oprócz działań sprzedażowych

⁵⁴ http://www.nytimes.com/2015/03/23/technology/bill-would-limit-use-of-student-data.html?hpw-&rref=technology&action=click&pgtype=Homepage&module=well-region®ion=bottom-well&WT.nav=bottom-well&_r=0 [dostęp: 10.05.2015].

⁵⁵ Szerzej zob. <http://www.spidersweb.pl/2015/03/neutralnosc-sieci-dostawcy-tv.html> [dostęp: 10.05.2015].

⁵⁶ <http://bits.blogs.nytimes.com/2015/02/20/internet-taxes-another-window-into-the-net-neutrality-debate/?ref=technology> [dostęp: 10.05.2015].

wspiera państwo we wdrażaniu technologii ICT w sektorze medycznym oraz pełni rolę bezpiecznej serwerowni dla danych wrażliwych⁵⁷.

- **Pauperyzacja intelektualna**, która polega na obniżeniu możliwości intelektualnych ludzi w konsekwencji zastąpienia pewnych czynności przez technologie. Z jednej strony analizy *big data* prowadzą do rozszerzenia możliwości poznawczych człowieka. Z drugiej strony powstaje kolejna dyscyplina, w której zaangażowanie ludzi staje się ograniczone. Prowadzi to do zaniku pewnych zdolności analitycznych, skłonności do podejmowania ryzyka i ogólnego poddania się pod dyktando danych. Do sceptyków związanych z rozwojem sztucznej inteligencji dołączył ostatnio Bill Gates. Wskazuje on jednak, że mimo zastępowania człowieka przez maszyny dyfuzja wiedzy, która realizowana jest między człowiekiem i maszyną, umożliwi rozwiązywanie bardziej kompleksowych problemów niż z wykorzystaniem „jedynie ludzkiej inteligencji”⁵⁸.

Wymienione zagrożenia stanowią pewną projekcję problemów, które mogą wystąpić w przyszłości w związku z wdrażaniem systemów *big data*. Świadome zarządzanie ryzykiem płynącym z powstających zagrożeń może doprowadzić do maksymalizacji efektów pozytywnych, przy jednoczesnej minimalizacji negatywnych skutków.

Wnioski i rekomendacje

Przeprowadzona w opracowaniu analiza pozwoliła na wskazanie następujących wniosków:

- Istnieje wiele potencjalnych kierunków stosowania analiz *big data*, zarówno w obszarze gospodarczym jak i społecznym.
- Proces budowania wartości w rozwiązaniach *big data* skoncentrowany jest wokół opracowania nowego modelu analitycznego, który pozwoli wydobyć z dostępnych zbiorów danych ukrytą informację. Interpretacja uzyskanych w ten sposób danych może stanowić istotną wartość ekonomiczną lub społeczną.
- Wdrażanie rozwiązań *big data* powoduje powstawanie nowych zagrożeń, które dotyczą postępującej komercjalizacji, mogącej naruszać poczucie prywatności.

Na podstawie rozważań podjętych w artykule oraz sformułowanych wniosków można wskazać następujące rekomendacje:

- Zasadne wydaje się rozszerzenie pojęcia infrastruktury krytycznej o obszar kluczowych dla danego państwa baz danych oraz wdrożenie regulacji z obszaru cyber-bezpieczeństwa informacji.
- Wobec rosnących możliwości stosowania rozwiązań *big data* istotne wydaje się rozszerzenie nadzoru technicznego funkcjonującego w danym kraju również na obszar systemów umożliwiających masowe zbieranie, przetwarzanie i prze-

⁵⁷ Szerzej zob. <http://datatechnopark.pl/> [dostęp: 10.05.2015]; <http://www.gazetawroclawska.pl/artykul/3844217,szukamy-innowacji-przelomowych,id,t.html> [dostęp: 10.05.2015].

⁵⁸ Szerzej zob. <http://www.theguardian.com/technology/2015/jan/29/artificial-intelligence-strong-concern-bill-gates> [dostęp: 10.05.2015].

chowywanie danych. Nadzór ten mógłby być wykonywany np. przez Urząd Dozoru Technicznego, który obecnie jest aktywnie zaangażowany w liczne inicjatywy z obszaru zapewnienia cyber-bezpieczeństwa kraju⁵⁹.

- Wobec zjawiska postępującej komercjalizacji rangi nabiera niezależność instytucji, która dokonywałaby oceny i przeglądów instalacji *big data*. Instytucja ta powinna być gwarantem realizacji wartości społecznych ponad zyskiem komercyjnym.
- Edukacja, szkolenia oraz informowanie społeczeństwa o możliwościach i zagrożeniach dotyczących nowych technologii powinno stać się jednym z elementów polityki informacyjnej państwa.

Podsumowując przedstawione wnioski i rekomendacje, należy przytoczyć stwierdzenie, że niezajomość prawa nie zwalnia z konieczności jego stosowania. Podobnie niezajomość obszaru *big data* nie zwolni nikogo z potencjalnego wykorzystania jego danych w systemie. Dane produkowane są jako zjawisko towarzyszące, często bez świadomości i woli danej osoby. Możliwość decydowania o tym, jak i przez kogo będą one przetworzone, jest intuicyjnie traktowane jako jedno z katalogu praw podstawowych. Państwo powinno stać się gwarantem egzekwowania tego prawa.

Problematyka *big data* stwarza olbrzymie perspektywy dla dalszych analiz, szczególnie w obszarze związanych z wykorzystaniem otwartych danych. W związku silną komercjalizacją obszaru *big data*, wydaje się konieczne podjęcie współpracy między ośrodkami akademickimi a przedsiębiorstwami z sektora ICT w celu realizacji wspólnych projektów badawczych.

Bibliografia

- Accenture, *Big Success with Big Data Survey*, kwiecień 2014, <http://www.accenture.com/us-en/Pages/insight-big-data-research.aspx> [dostęp: 05.05.2015]
- Black E., *IBM and Holocaust*, Crown Books, 2003.
- Cox M., Ellsworth D., *Managing big data for scientific visualization*, „ACM Siggraph”, 1997, vol. 97.
- Dugas A.F., Hsieh Y-H., Levin S.R., Pines J.M., Mareiniss D.P., Mohareb A., Gaydos C.A., Perl T.M., Rothman R.E., *Google Flu Trends: Correlation with Emergency Department Influenza Rates and Crowding Metrics*, „CID Advanced Access”, 8 stycznia 2012.
- Ginsburg J., Mohebbi M.H., Patel R.S., Brammer L., Smolinski M.S., Brilliant L., *Detecting Influenza Epidemics Search Engine Query Data*, „Nature” 2009, nr 457, s. 1012-1014, <http://static.googleusercontent.com/media/research.google.com/pl//archive/papers/detecting-influenza-epidemics.pdf> [dostęp: 05.05.2015].
- IDC, *The digital universe of opportunities. EMC Digital Universe*, kwiecień 2014, <http://www.emc.com/collateral/analyst-reports/idc-digital-universe-2014.pdf> [dostęp: 05.05.2015]

⁵⁹ Szerzej zob. http://www.udt.gov.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=85&Itemid=589 [dostęp: 01.05.2015].

- Isaacson W., *Steve Jobs*, Insignis Media, Kraków, 2011.
- Kirwin P., *This Car Drives Itself*, „Wired UK”, styczeń 2012, www.wired.co.uk/magazine/archive/2012/01/features/this-car-drives-itself?page=all [dostęp: 04.05.2015].
- Laney D., *Data Management: Controlling Data Volume, Velocity, and Variety*, Application Delivery Strategies, META Group, 6 lutego 2001, <http://blogs.gartner.com/doug-laney/files/2012/01/ad949-3D-Data-Management-Controlling-Data-Volume-Velocity-and-Variety.pdf> [dostęp: 05.05.2015].
- Leskovec J., Rajaraman A., Ullman J.D., *Mining of Massive Datasets*, The course CS345A, „Web Mining,” Stanford University, marzec 2014, <http://infolab.stanford.edu/~ullman/mmds/book.pdf> [dostęp: 05.05.2015].
- Manyika J., Chui M., Brown B., Bughin J., Dobbs R., Roxburgh, Hung Byers A., *Big data: The Next Frontier for Innovation, Competition, and Productivity*, McKinsey Global Institute, 2011.
- Mayer-Schönberger V., Cukier K., *Big data. Rewolucja, która zmieni nasze myślenie pracę i życie*, MT Biznes, Warszawa, 2014.
- Ranjan J., *Bussiness Intelligence: Concepts, Components, Techniques and Benefites*, „Journal of Theoretical and Applied Information Technology”, 2009, vol 9., no 1.
- Solve D.J., *The Digital Person: Technology and Privacy in the Information Age*, NYU Press, 2004.
- Sudak I., *Licznik prądu, czyli jak elektrownie zamieniają się w „wielkiego brata”*, „Gazeta Wyborcza”, 30.05.2014, http://wyborcza.pl/1,75478,16059676,Licznik_pradu_czyli_jak_elektrownie_zamienia_sie.html [dostęp: 10.05.2015].
- <http://bits.blogs.nytimes.com/2015/02/20/internet-taxes-another-window-into-the-net-neutrality-debate/?ref=technology> [dostęp: 10.05.2015].
- <http://cid.oxfordjournals.org/content/early/2012/01/02/cid.cir883.full?sid=44c694f5-2839-43de-b0fa-e09de09b7a86> [dostęp: 05.05.2015].
- <http://datascience.berkeley.edu/what-is-big-data/> [dostęp: 05.05.2015].
- <http://datatechnopark.pl/> [dostęp: 10.05.2015].
- <https://hadoop.apache.org/> [dostęp: 01.05.2015].
- http://it.wnp.pl/decyduje-sie-ksztalt-cyberbezpieczenstwa-unii-europejskiej,249430_1_0_0.html [dostęp: 10.05.2015].
- <http://www.bankier.pl/wiadomosc/Chinscy-hakerzy-atakuja-tym-razem-ubezpieczenia-7236748.html> [dostęp: 10.05.2015].
- <http://www.bigdata-madesimple.com> [dostęp: 05.05.2015].
- <http://www.bigdata-madesimple.com/11-interesting-big-data-case-studies-in-telecom/> [dostęp: 10.05.2015].
- http://www.faz.net/aktuell/feuilleton/nachrichten-in-sozialen-medien-unser-weltbild-ist-berechenbar-13481475.html?printPagedArticle=true#pageIndex_2 [dostęp: 10.05.2015].
- <http://www.forbes.com/sites/teradata/2014/11/19/defining-big-data-in-two-words-who-cares/> [dostęp: 05.05.2015].

<http://www.gazetawroclawska.pl/artykul/3844217,szukamy-innowacji-przelomowych,id,t.html> [dostęp: 10.05.2015].

<https://www.google.com/maps/views/streetview?gl=pl&hl=pl>

<http://www.ibmbigdatahub.com/infographic/four-vs-big-data> [dostęp: 05.05.2015].

http://www.nytimes.com/2015/01/31/opinion/chinas-self-destructive-tech-crack-down.html?hp&action=click&pgtype=Homepage&module=c-column-top-span-region®ion=c-column-top-span-region&WT.nav=c-column-top-span-region&_r=0 [dostęp: 10.05.2015].

<http://www.nzz.ch/mehr/digital/google-knowledge-based-trust-score-1.18494219> [dostęp: 10.05.2015].

<http://www.nzz.ch/wirtschaft/das-internet-der-infizierten-dinge-1.18516967> [dostęp: 10.05.2015].

http://www.sas.com/en_us/insights/big-data/what-is-big-data.html [dostęp: 05.05.2015].

<http://www.theatlantic.com/technology/archive/2015/01/only-you-can-stop-facebook-hoaxes/384729/> [dostęp: 10.05.2015].

<http://www.theguardian.com/world/2015/apr/02/putin-kremlin-inside-russian-troll-house> [dostęp: 10.05.2015].

<http://www.theguardian.com/technology/2015/jan/29/artificial-intelligence-strong-concern-bill-gates> [dostęp: 10.05.2015].

http://www.udt.gov.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=85&Itemid=589 [dostęp: 01.05.2015].

<http://www4.rp.pl/artykul/1193709-Europa-wydaje-wojne-Google.html> [dostęp: 10.05.2015].

SUMMARY

The aim of the chapter was to identify potential directions of big data usage in business and society. The additional goal was to define value creation process in big data analysis and an indication of the attendant risks. At the beginning of paper term big data was defined, which constituted an introduction to further discussion on the value of the data. Based on the analysis of scientific literature and studies industry has been defined value creation process in big data analysis. Then the perspectives of big data solutions based on the proposed criteria are discussed as well as potential directions for use of big data solutions are supported by actual examples. Additionally the risks associated with the use of big data solutions were indicated. In the last part of the article conclusions and recommendations are presented.

Wykorzystanie megatrendów do analizy rozwoju mobilności pasażerskiej

Wprowadzenie

Celem niniejszego opracowania jest określenie możliwych scenariuszy rozwoju mobilności pasażerskiej przy użyciu analizy megatrendów, determinujących rozważane zmiany. Jako mobilność pasażerską rozumie się przy tym ogół systemów pozwalających zapewniać swobodne przemieszczanie się osób w miastach i poza nimi. Zakres opracowania obejmuje zarówno kwestie związane z infrastrukturą, jak i pojazdami, transportem indywidualnym, zbiorowym oraz przemieszczaniem się pieszo.

Mobilność pasażerska w ostatnich dekadach w niewielkim stopniu zmieniała się pod wpływem megatrendów charakterze technologicznym. Podstawowe stosowane rozwiązania, takie jak kolej, samochód, autostrada, linie kolejowe, silniki spalinowe i elektryczne nie zmieniły się znacznie w ciągu ostatnich dekad, chociaż oczywiście ulegały ciągłemu doskonaleniu.

Wiele potencjalnie przełomowych rozwiązań, nierzadko zdefiniowanych ponad pół wieku temu na początku rewolucji informatycznej i testowanych od kilku dekad, wciąż nie doczekało się upowszechnienia. Przykładem może być chociażby *personal rapid transit* (PRT), czyli sterowane centralnie pojazdy („kapsułki”), prowadzone po szynach i zapewniające zindywidualizowany, bezpośredni transport pomiędzy dwoma przystankami systemu – bez konieczności przesiadek i długiego oczekiwania na właściwą linię. Idea ta została sformułowana w latach 50., zaś pierwsze wdrożenie w amerykańskim Morgantown zostało przeprowadzone w latach 1971-1975¹. Po upływie czterech dekad system ten nie zyskał znaczącej popularności.

Większe zmiany dotyczyły podejścia do planowania systemów transportowych – zwłaszcza w miastach. Intensywna rozbudowa przepustowości dróg, która trwała się w krajach wysokorozwiniętych w latach 60. i 70. ubiegłego wieku, została wstrzymana. W niektórych miastach przystąpiono wręcz do rozbioru tras szybkiego ruchu na rzecz przywracania przestrzeni pieszym i rowerzystom oraz zmniejszania uciążliwości dla sąsiedztwa (przykładem mogą być tu USA, Korea Płd. i kraje skandynawskie). Obserwacje empiryczne doprowadziły do wniosku, że większa ilość dróg prowadzi

¹ K. Bullis, *Personal Rapid Transport Startup*, MIT Technology Review, 9.02.2009 <http://www.technology-review.com/news/411949/personal-rapid-transit-startup/> [dostęp: 18.04.2015].

do większej ilości ruchu, a nie do udroźnienia sieci drogowej². Wnioski z tych doświadczeń wykorzystano również po zjednoczeniu Niemiec, gdzie mimo znacznych inwestycji w międzymiastową sieć komunikacyjną praktycznie nie rozbudowywano przepustowości dróg miejskich w takich miastach jak chociażby Drezno.

Nie można wykluczyć, że w następnych dekadach sposób zaspakajania potrzeby mobilności ulegnie zmianie. Przyczynić się mogą do tego zarówno megatrendy o charakterze społeczno-demograficznym, jak i technologicznym, które zostaną opisane odpowiednio w pierwszej i drugiej części niniejszego opracowania – na podstawie przeglądu przeprowadzonych dotychczas badań. Zostanie ona uzupełniona o krytyczną analizę wpływu poszczególnych megatrendów na sektor mobilności. Na jej podstawie w trzecim podrozdziale zostaną sformułowane wizje rozwoju sektora mobilności, w ujęciu wariantowym, właściwym dla metodologii *foresight* – zachowawczym, innowacyjnym oraz pośrednim. Wizje te będą ukierunkowane na perspektywę 2030 roku oraz na kraje rozwinięte.

1. Megatrendy społeczno-demograficzne

Popyt na usługi transportowy ma charakter wtórny, wynikający z chęci zaspokojenia innych potrzeb (np. zarabiania pieniędzy, wypoczynku) w sposób lepszy niż dostępny w aktualnej lokalizacji danej osoby. Stąd też podstawową determinantą przyszłości mobilności są zmiany strukturalne o charakterze społeczno-demograficzno-przestrzennym, wpływające na wielkość popytu na transport. Zaliczyć do nich można:

- wzrost liczby osób na świecie,
- zmiany w aktywności zawodowej i starzenie się społeczeństwa,
- zmiany we wzorcach konsumpcji,
- procesy rozwoju miast.

Według projekcji ONZ do 2025 roku średnie roczne tempo **wzrostu liczby osób na świecie** będzie wynosiło ok. 0,76–1,28% rocznie (jako najprawdopodobniejszą wartość należy przyjąć 1,28%)³. Dalsze wzrosty będą kontynuowane przynajmniej do 2050 roku. Najpewniejsza liczba ludności w roku 2025 to 7,85 mld, zaś w 2050 roku – 8,92 mld, wobec ok. 7,2 mld obecnie. W połączeniu z lokalizacją całego przyrostu ludności w krajach rozwijających się oraz znacznym wzrostem zamożności tworzyć to będzie zwiększone zapotrzebowanie na transport pasażerski i towarowy, a zatem w szczególności – wzrost kosztów surowców energetycznych oraz oddziaływania ekologicznego transportu, a także potencjalnie przyczyni się do zwiększenia obciążenia sieci komunikacyjnych.

Jednocześnie następować będą **zmiany w aktywności zawodowej i starzenie się społeczeństwa**, zwłaszcza w krajach rozwiniętych. W latach 2000–2050 liczba osób

² M. Mogridge, *Travel in towns: jam yesterday, jam today and jam tomorrow?*, Macmillan Press, London 1990.

³ World Population to 2300, United Nations, New York 2004, <http://www.un.org/esa/population/publications/longrange2/WorldPop2300final.pdf> [dostęp: 18.04.2015].

w wieku ponad 65 lat wzrośnie z 6,9% do 15,9% społeczeństwa światowego, zaś w perspektywie 2100 – sięgnie ona 24,4%. Jednocześnie liczba osób w wieku 0–14 lat spadnie z 30,1% społeczeństwa w 2000 roku. do 20,1% w 2050 i 16,4% w 2100⁴. Choć liczba osób w wieku produkcyjnym będzie w latach 2000–2050 stała, a później spadnie stosunkowo nieznacznie (z 64% w 2050 do 29,2% w 2100), to jednak widoczne są również zmiany postaw osób w wieku produkcyjnym. Osoby wchodzące na rynek pracy, „pokolenie Y”, są bardziej niż poprzednicy nastawione na jakość życia prywatnego, oczekują elastycznego czasu pracy, czy też dłuższych wakacji⁵. Oznaczać to może zmiany strukturalne w usługach transportowych, takie jak większe nastawienie na potrzeby osób starszych, a mniejsze – uczniów oraz zmniejszenie intensywności szczytów transportowych.

Zmiany we wzorach konsumpcji, powiązane ze wspomnianymi już zmianami w aktywności zawodowej „pokolenia Y”, obejmować będą duży nacisk na rozwój rozwiązań ekologicznych, w tym zero emisyjnych oraz prozdrowotnych (te drugie są wskazane w raporcie Frost & Sullivan jako jeden z 10 najsilniejszych trendów na przyszłość). W naturalny sposób będzie to przyczyniać się do wzrostu popularności transportu rowerowego czy pieszego, a także innych form niskoemisyjnych. Jednocześnie jednak raport zwraca uwagę na koncept *zero debts*, który w oczywisty sposób będzie musiał prowadzić do odwrotu od własnych samochodów oraz zakupywania mieszkań na kredyty hipoteczne – jest to związane również z generalną postawą „pokolenia Y”, które reprezentuje postawy nastawione bardziej na jakość życia niż konsumpcję. Już teraz np. w Niemczech widoczne jest zmniejszenie liczby osób w wieku 17 lat, które od razu o uzyskaniu takiej możliwości robią prawo jazdy. Osoby te w ankietach zwracają uwagę, że od rozbudowy dróg ważniejsze są odpowiednie sieci komunikacji publicznej i drogi rowerowe, zaś jako cele materialne i symbole statusu częściej wskazują podróże czy telefony, a nie samochód⁶. W efekcie rozpowszechni się korzystanie z wynajmu mieszkań oraz samochodów w razie rzeczywistej potrzeby (w tym *car sharing*⁷), a co za tym idzie – racjonalizacja wykorzystania infrastruktury transportowej przez skrócenie dojazdów (dzięki wynajmowi mieszkania blisko miejsca pracy) oraz zmniejszenie liczby potrzebnych miejsc parkingowych, poprzez współużytkowanie aut. Jednocześnie ulice w miastach, rozumiane obecnie głównie jako element infrastruktury transportowej, coraz silniej rozumiane będą przede wszystkim jako element środowiska miejskiego, służący pieszym i mający być nieuciążliwy dla okolicznych

⁴ Tamże.

⁵ J. Solska, *Młodość idzie w klapkach*, „Polityka”, 13 października 2009, <http://www.polityka.pl/tygodnik-polityka/rynek/270628,1,raport-pokolenie-y-na-rynku-pracy.read> [dostęp: 19.04.2015].

⁶ R. Böhm, *Führerschein mit 18 ist out*, „Der Tagesspiegel”, 6 stycznia 2015, <http://www.tagesspiegel.de/mobil/smartphone-statt-autofahren-fuehrerschein-mit-18-ist-out/11188710.html> [dostęp: 19.04.2015].

⁷ Pod pojęciem *car sharing* rozumiemy krótkoterminowe wypożyczalnie samochodów, działające w miastach. Pierwszy taki system powstał w 1987 r. w Zurychu. Por. np.: M. Wolański, *Car Sharing – uzupełnienie transportu zbiorowego*, „Biuletyn Komunikacji Miejskiej” 84/2005, s. 20–23.

mieszkańców i zachęcający do lokalnego handlu. Jest to zresztą podejście, o którym po raz pierwszy pisano już w latach 60. ubiegłego wieku⁸.

Wśród **procesów rozwoju miast** największe znaczenie ma urbanizacja, opisana w raporcie Frost & Sullivan jako najpewniejszy i najbardziej wpływowy megatrend do 2025 roku⁹. Omawiamy ją w podrozdziale dotyczącym megatrendów społeczno-demograficznych, gdyż ma ona wpływ na przyszłą demografię miast oraz pozostałych obszarów. Trendy urbanistyczne w perspektywie 2020 roku zakładają znaczący rozwój wielkich miast w kierunku ośrodków policentrycznych, obsługiwanych w największej części transportem publicznym oraz projektowanych w celu ograniczenia potrzeb transportowych – w myśl zasady *smart city planning*. Podobnie ciągi między takimi ośrodkami będą charakteryzowały się dużym natężeniem ruchu, co będzie czyniło atrakcyjnymi i efektywnymi środki transportu publicznego, takie jak np. kolej wysokich prędkości. Jednocześnie jednak megatrendy urbanizacyjne wiązać się mogą z wyludnianiem – w niektórych państwach, zwłaszcza o gorszej demografii – obszarów pozamiejskich. Na takich obszarach coraz większym wyzwaniem będzie zapewnienie mobilności osób niemających możliwości korzystania z komunikacji miejskiej – coraz mniejszego, jak już wspomniano, grona uczniów oraz coraz większej liczby osób starszych i niepełnosprawnych.

2. Megatrendy technologiczne

Opisywane w tej części opracowania megatrendy technologiczne, w przeciwieństwie do przedstawionych wcześniej tendencji społeczno-demograficznych, będą determinowały przede wszystkim zmiany w sposobie zaspakajania potrzeb transportowych. Do omawianych zjawisk należeć będą:

- nowe technologie w zakresie pojazdów i zarządzania ruchem,
- koncepcje *smart mobility*, *smart cities*.

Nowe technologie w zakresie pojazdów i zarządzania ruchem wiązać się będą z coraz większym wykorzystaniem i dojrzałością technologii informatycznych, zastępujących decyzje kierowców zarówno w zakresie wyboru trasy, jak i prowadzenia pojazdów. Wizję docelową stanowi samochód bezobsługowy (autonomiczny), aczkolwiek istnieje również szereg rozwiązań pośrednich, upowszechniających się również obecnie. Zaliczyć do nich można systemy nawigacji współpracujące z Inteligentnymi Systemami Transportowymi (ITS) i wskazujące kierowcom najlepsze drogi z uwzględnieniem korków, aktywne tempomaty, utrzymujące odstęp od poprzedniego samochodu oraz systemy samoczynnego hamowania w sytuacji zagrożenia kolizją. Samochody autonomiczne to rozwiązanie zbliżone do przytoczonej na wstępie wizji *personal rapid transit*, jednakże nie musi być wymagana specjalistyczna infrastruktura, ponadto możliwe jest koegzystowanie samochodów bezobsługowych z klasycznymi,

⁸ Por. J. Jacobs, *Śmierć i życie wielkich miast Ameryki*, Centrum Architektury, Warszawa 2014.

⁹ S. Singh, *Top 20 Global Mega Trends and Their Impact on Business, Cultures and Society*, Frost & Sullivan, b.m.w, b.r.w., <http://www.frost.com/prod/servlet/cpo/213016007> [dostęp: 18.04.2015].

co umożliwi interoperacyjność nie tylko w okresie przejściowym, ale również na styku z systemem transportu poza miastami.

Jednocześnie możliwe jest upowszechnianie się pojazdów elektrycznych, co sprzyjać będzie poprawie jakości powietrza w miastach oraz ograniczaniu hałasu. Według Frost & Sullivan do 2020 roku na świecie będzie 10 mln pojazdów elektrycznych czterokołowych oraz 30 mln dwukołowych. Polityka Transportowa Unii Europejskiej zakłada zmniejszenie o połowę liczby wykorzystywanych w miastach pojazdów zasilanych konwencjonalnymi paliwami w perspektywie 2030 roku. Do 2050 roku mają one być całkowicie wycofane z miast¹⁰. Oczywiście pozostaje pytanie, czy takie pojazdy będą oferowane konsumentom do zakupu, czy też jako usługa, gdyż już w poprzedniej części wskazano, że postawy społeczne sprzyjają bardziej modelowi *car sharingu*, czyli oferowaniu samochodu jako usługi krótkoterminowych wypożyczeń. Jest to szczególnie zasadne w przypadku pojazdów elektrycznych, które oferują wyższy stosunek kosztów kapitałowych do operacyjnych niż pojazdy spalinowe.

Koncepcje *smart mobility* i *smart cities* są rozwinięciem omawianych już technologii w skali całego miasta i wszystkich gałęzi transportu. Koncepcję *smart cities* Komisja Europejska tłumaczy jako *technologie cyfrowe przekładające się na lepsze usługi publiczne dla obywateli, lepsze wykorzystanie zasobów i mniejszy wpływ na środowisko*. Innymi słowy, chodzi o maksymalne wykorzystanie technologii cyfrowych i informatycznych, tak aby poprawić jakość życia oraz osiągać cele ekologiczne. Koncepcja ta obejmuje kwestie transportu, ale też dostaw wody, wywozu śmieci, oświetlenia i ogrzewania, a nawet administracji i przestrzeni publicznych¹¹.

Smart mobility, czyli komponent koncepcji *smart cities*, związany z mobilnością, polega na zastosowaniu nowoczesnych technologii do poruszania się w mieście. A zatem odpowiednie systemy informatyczne w sposób zintegrowany mogą wskazać nam odpowiedni środek transportu, poprowadzić w trakcie podróży (niezależnie od tego, czy pojedziemy tramwajem, czy samochodem) oraz pobrać stosowne opłaty (za bilet, wjazd do centrum miasta lub korzystanie z systemu *car sharing*). Koncepcja ta ma na celu wyeliminować irracjonalność z podejmowanych decyzji, a co za tym idzie – maksymalizować wykorzystanie infrastruktury oraz przewidywalność wyborów pasażerów.

W efekcie dostajemy również bardzo dobre zbiory danych *big data*, które umożliwiają również racjonalne planowanie rozwoju miast – zarówno przestrzennego, jak i w odniesieniu do systemu transportowego.

¹⁰ *White Paper on Transport. Roadmap to a single European transport area — Towards a competitive and resource-efficient transport system*, European Union, Luksembourg 2011, http://ec.europa.eu/transport/themes/strategies/doc/2011_white_paper/white-paper-illustrated-brochure_en.pdf, [dostęp: 18.04.2015].

¹¹ *Digital Agenda for Europe*, European Commission, <https://ec.europa.eu/digital-agenda/en/smart-cities>, [dostęp: 19.04.2015]. W innych ujęciach – np. Uniwersytetu Technicznego we Wiedniu – zwraca się uwagę na również na kwestie smart economy, smart people i smart living, czyli bazowanie na gospodarce opartej na wiedzy, przewadze konkurencyjnej, wynikającej z wykształcenia oraz inteligentnych wyborach konsumenckich. *European Smart Cities 3.0*, Technische Universität Wien, <http://www.smart-cities.eu/?cid=2&ver=3> [dostęp: 19.04.2015].

3. Aktualny stan rozwoju kluczowych rozwiązań i wizje rozwoju

Biorąc pod uwagę megatrendy wskazane powyżej, można sformułować wizje rozwoju systemów transportowych w krajach wysokorozwiniętych w perspektywie 2030 roku, czyli 15 lat.

Wspólną cechą tych wizji będzie nastawienie na megatrendy związane ze zmianami w stylu konsumpcji oraz koncepcję *smart mobility* w ujęciu intermodalnym, gdyż ten megatrend ma zarówno podstawy o charakterze technologicznym, jak i społeczno-demograficznym. Wizje te, rzecz jasna, mają charakter autorski i stanowią wyłącznie przyczynek do dalszej dyskusji.

Należy przy tym podkreślić, że najprawdopodobniejsze zmiany mogą wynikać z upowszechniania rozwiązań, które już teraz uzyskują pewną popularność, stąd też przed przystąpieniem do zdefiniowania wizji opisane zostaną trzy najbardziej obiecujące rozwiązania: *car sharing*, *car pooling* i *personal rapid transit*.

Pierwsze krótkoterminowe wypożyczalnie samochodów na zasadzie *car sharing* powstały na początku lat 70. ubiegłego wieku, zaś boom na tego typu rozwiązanie zaczął się w latach 90. Aktualnie podmioty świadczące tę usługę posiadają najprawdopodobniej około 50–90 tys. pojazdów oraz około 2,3–3,5 mln zarejestrowanych użytkowników, z czego 2/3 w Europie¹². W większych miastach zachodniej Europy dostępny jest przynajmniej jeden system *car sharingu*, łącznie na świecie jest ich około 600, z czego część jest prowadzona przez władze miejskie, operatorów kolei oraz komunikacji miejskiej, a także inne instytucje na zasadzie *non-profit*, a inne – przez firmy komercyjne. Systemy różnią się także rodzajem floty – niektóre opierają się na zasadzie jednolitości, oferując samochody miejskie, inne zaś proponują różne rodzaje aut (łącznie np. z samochodami dostawczymi), przez co umożliwiają ich dobór do okazji. Do rozwoju tej formy korzystania z samochodu przyczyniło się upowszechnienie smartfonów, ułatwiające rezerwację i odbiór pojazdu.

Badania wskazują, że systemy *car sharingu* używane są zwłaszcza przez dobrze wykształcone, bezdzietne osoby w wieku poniżej 45 lat, mieszkające w centrach miast i chętnie korzystające również z innych, przyjaznych otoczeniu form transportu, takich jak transport publiczny, czy rowery¹³. W efekcie 1 samochód w systemie *car sharingu* zastępuje ok. 4–10 pojazdów prywatnych¹⁴.

W Polsce najbardziej zaawansowane prace nad wdrożeniem *car sharingu* prowadzone są w Warszawie, gdzie od 2016 roku ma zacząć działać system dysponujący ok. 500–600 samochodami. W sposób typowy dla aglomeracji europejskich wypoży-

¹² S. Le Vine, A. Zolfaghari, J. Polak, *Carsharing: Evolution, Challenges and Opportunities*, Centre for Transport Studies, Imperial College London 2014, http://www.acea.be/uploads/publications/SAG_Report_-_Car_Sharing.pdf [dostęp: 08.05.2015].

¹³ *Tamże*.

¹⁴ T. Dombi, *Carsharing – alternatywa dla posiadania samochodu*, Zarząd Transportu Miejskiego, Warszawa 2014, www.ztm.waw.pl/download.php?z=115&i=1007&l=1&m=3 [dostęp: 10.05.2015].

czalnia będzie działała pod auspicjami władz miejskich, jednakowoż jego operatorem będzie wyłoniona w postępowaniu konkurencyjnym firma prywatna¹⁵.

Z kolei koncepcja *car pooling*, czyli wspólnego użytkowania samochodu, zasadniczo narodziła się jeszcze w trakcie II Wojny Światowej, kiedy to promowano go w trosce o oszczędność paliwa – z tego okresu pochodzi słynny amerykański plakat propagandowy *If you ride alone you ride with Hitler*. Aktualnie przyjmuje się, że podstawową różnicą pomiędzy *car sharing*em i *car pooling*iem jest fakt, że w *car pooling* polega na udostępnianiu pojedynczych miejsc w samochodzie należących do osoby prywatnej, aczkolwiek w ujęciu historycznym kwestie terminologii są bardzo nieczytelne.

Obecnie jesteśmy świadkami szybkiego wzrostu *car pooling*u w przypadku długodystansowych przejazdów w Europie. Na początku 2014 roku dwaj liderzy rynku – niemiecki *carpooling.com* i francuski *blablacar.com* – po ok. 10 latach działalności pośredniczyli w odbywaniu odpowiednio 1,3 i 1 mln podróży miesięcznie oraz posiadają łącznie ponad 10 mln użytkowników, przy czym większość z nich została pozyskana w ciągu ostatnich kilku lat¹⁶. Na początku kwietnia 2015 roku *blablacar.com* przejął *carpooling.com* i chce „kontynuować coroczne podwajanie liczby podróży¹⁷”.

Podobne systemy rozwijają się również na mniejszą skalę w aglomeracjach, a także wśród osób związanych z konkretnymi organizacjami. W Polsce w 2008 roku podjęto próbę organizacji systemu *car poolingowego* dla studentów i pracowników Politechniki Krakowskiej, aczkolwiek jego eksploatacja prawdopodobnie została zaniechana, ze względu na zbyt małą skalę¹⁸.

O systemach *personal rapid transit* wspomniano już we wstępie do niniejszego opracowania. W chwili obecnej na świecie na całym świecie działa kilka takich systemów, przy czym najstarszy z nich, 40-letni system produkcji Boeinga działający w amerykańskim Morgantown jest wciąż największy – obejmuje on ponad 13 km linii, 5 stacji i ok. 75 pojazdów i łączy ze sobą campusy tamtejszego uniwersytetu. Początkowo był on uznany za porażkę, jednakże obecnie spotyka się z większą sympatią mieszkańców tego małego, górzystego miasta. W czasie wolnym od zajęć dydaktycznych system nie działa¹⁹. Odmianą systemu PRT są systemy *group rapid transit* (GRT), ich popularność jest jednak aktualnie jeszcze bardziej śladowa.

¹⁵ ZTM: od przyszłego roku w Warszawie może działać carsharing, „Puls Biznesu” 24.03.2015 <http://www.pb.pl/4039039,37804,ztm-od-przyszlego-roku-w-warszawie-moze-dzialac-carsharing> [dostęp: 10.05.2015].

¹⁶ R. Wauters, *Ride-sharing has arrived in Europe, and the race is on between BlaBlaCar and Carpooling.com*, „Tech.eu”, 7.02.2014, <http://tech.eu/features/481/ride-sharing-europe-carpooling-blablacar/> [dostęp: 10.05.2015].

¹⁷ N. Divac, *France's BlaBlaCar Buys Two Carpooling Rivals*, „The Wall Street Journal”, 15.04.2015 <http://blogs.wsj.com/digits/2015/04/15/frances-blablacar-buys-two-carpooling-rivals/> [dostęp: 10.05.2015].

¹⁸ T. Kulpa, *System „Jedźmy razem” już dostępny* <http://www.caravel.forms.pl/index.php?i=act&id=10> [dostęp: 10.05.2015].

¹⁹ S. Hamill, *City's White Elephant Now Looks Like a Transit Workhorse*, „New York Times”, 11.06.2007 http://www.nytimes.com/2007/06/11/us/11tram.html?_r=0 [dostęp: 10.05.2015].

Pewnym przełomem w rozpowszechnianiu idei PRT może stać się dojrzałość technologii samochodu autonomicznego, czyli pojazdu niewymagającego kierowcy, a jednocześnie korzystającego w przeciwieństwie do PRT z tradycyjnej infrastruktury drogowej. Pierwsze prototypy powstały w latach 80. ubiegłego wieku. Obecnie prace nad takimi samochodami prowadzi kilkanaście firm, dysponującymi miliardowymi budżetami, co obrazuje skalę pokładanych nadziei. Przykładowo izraelska firma Mobileye, wyspecjalizowana w technologii samochodu autonomicznego, jest aktualnie wyceniana na kilka miliardów dolarów²⁰. Jednocześnie jednak firma rozwija i komercjalizuje różne elementy swojej technologii – asystenta pasa ruchu, aktywne tempomaty, czy systemy rozpoznawania pasa drogowego.

Na tej podstawie, jak już wspomniano, sformułujemy scenariusze na przyszłość.

W **scenariuszu innowacyjnym** całość mobilności będzie planowana przy użyciu zintegrowanych aplikacji, które samoczynnie będą wybierały i rozliczały odpowiednie dla danej podróży usługi – wypożyczanie automatycznych samochodów, transport zbiorowy lub wypożyczalnie rowerów. Te pierwsze będą ostatecznością, gdyż dobre zbiory danych pozwolą idealnie dostosować rozkłady jazdy i infrastrukturę rowerową do potrzeb pasażerów, zaś poruszanie się mieście będzie łatwe i bezpieczne, chociażby dzięki podgrzewanym bądź odśnieżanym drogom dla rowerów. *Car sharing* pozwoli dostosować wybór samochodów do potrzeb, a także na zmniejszenie zapotrzebowania na miejsca parkingowe w coraz bardziej zatłoczonych aglomeracjach. W mieście oferowane będą pojazdy elektryczne, zaś na dłuższe trasy – spalinowe, przy czym aplikacja będzie dążyła do jak najwyższego wykorzystania kolei, a zatem przy użyciu samochodu spalinowego wykonywany będzie jedynie ostatni odcinek podróży, od stacji z mini-wypożyczalnią do celu. W efekcie producenci samochodów przekształcą się w podmioty zapewniające mobilność jako usługę. Być może w niektórych miastach tego typu usługi będą zapewniane również przy użyciu samochodów autonomicznych.

Dodatkową funkcją aplikacji będzie analityka podróży dla pasażerów, automatycznie monitorująca bazy danych o mieszkaniach do wynajęcia i pozwalająca na optymalizację miejsca zamieszkania pod kątem wykonywanych podróży. W połączeniu z licznymi preferencjami dla komunikacji miejskiej, ruchu pieszego oraz rowerów pozwoli to na znaczne ograniczenie ruchu ulicznego oraz poprawę jakości życia w miastach. Zapotrzebowanie na nową infrastrukturę będzie znikome, zaś w krajach Europy Zachodniej dojdzie do zamykania niektórych autostrad, ze względu na wysokie koszty ich utrzymania oraz skracające się dojazdy.

W **scenariuszu zachowawczym** upowszechnić się będą istniejące usługi, a zatem podstawą *smart mobility* będą aplikacje integrujące funkcje nawigacji, wyszukiwarki połączeń komunikacji miejskiej (jakdojade.pl) oraz aplikacji do zamawiania taksówek i planowania wspólnych przejazdów samochodem (uber, blablacar, itaxi). W ten spo-

²⁰ G. Coppola, L. Picker, *Mobileye Raises \$890 Million as Largest Israeli IPO in the U.S.*, „Bloomberg Business” 1.09.2014 <http://www.bloomberg.com/news/articles/2014-07-31/mobileye-raises-890-million-as-largest-israeli-ipo-in-the-u-s-> [dostęp: 10.05.2015].

sób osoba podróżująca będzie miała wybór pomiędzy różnymi środkami transportu. W dużych miastach upowszechni się *car sharing* i do niego ograniczy się popularność samochodów elektrycznych, które w pozostałych przypadkach nie znajdą zastosowania. Będzie to dotyczyło zwłaszcza krajów Unii Europejskiej, o dużej presji na osiągnięcie celów klimatycznych. Nie zyskają powodzenia samochody autonomiczne, gdyż ich koszt będzie zbyt wysoki w stosunku do korzyści – dla osób nie chcących prowadzić samochodu lepszymi rozwiązaniami będzie korzystanie z taksówek oraz upowszechniającego się podwożenia. Będzie to w szczególności rozwiązanie lepsze dla osób starszych, wymagających zindywidualizowanej pomocy. Powszechne staną się również dynamiczne systemy nawigacji, co zmniejszy zapotrzebowanie na infrastrukturę – ruch na sieci drogowej rozłoży się bardzo równomiernie.

Poza miastami transport nie ulegnie większej zmianie – gęstość zamieszkania ludzi będzie na tyle niska, że własny samochód wciąż pozostanie najlepszym rozwiązaniem ze względu na odległość między miejscem zamieszkania oraz potencjalną wypożyczalnią.

Zmieni się nieco podejście do planowania miast – na ulicach będzie ograniczany, zwłaszcza dzięki poprawie wypełnienia samochodów, z obecnego 1,2 osoby na pojazd do 2–2,5. Jednocześnie poprawiane będą warunki ruchu niezmotoryzowanego oraz komunikacji publicznej. Mimo to wiele osób nie zrezygnuje z posiadania własnych mieszkań czy domków pod miastem, gdyż stanowi to istotną wartość.

W **scenariuszu pośrednim** zintegrowane aplikacje będą obsługiwały całość zagadnień związanych z mobilnością i wyborem mieszkania – jest to realne, gdyż sektor e-usług rozwija się bardzo dynamicznie i ma zapewnione wysokie finansowanie. Dzięki temu wiele osób rzeczywiście będzie w stanie poważnie zredukować czas oraz koszty codziennych podróży.

Osoby zamieszkujące centra miast, podróżujące samochodem kilka razy w tygodniu, przestaną posiadać samochody, chociaż posiadanie samochodu nie stanie się zupełnym ewenementem. Będzie dotyczyło osób najbardziej mobilnych, zamieszkujących tereny niezurbanizowane, czy cechujące się niestandardowymi potrzebami transportowymi.

Tak jak w scenariuszu zachowawczym, popularność samochodów elektrycznych będzie niewielka, ograniczona do wypożyczalni oraz osób podróżujących często na krótkich dystansach. Samochody autonomiczne będą wciąż „zabawką dla bogatych”, chociaż wiele technologii wypracowanych przy ich projektowaniu będzie się rozpowszechniała. Podobnie jak w pozostałych scenariuszach, przy projektowaniu nowych dróg najważniejszy będzie ruch pieszych, rowerów i pojazdów komunikacji zbiorowej oraz niska uciążliwość dla sąsiedztwa, zaś przepustowość spadnie na dalszy plan, ze względu na nieskuteczność jej rozbudowy.

Podsumowanie

O ile zmiany technologiczne dotyczące pojazdów autonomicznych i elektrycznych mogą budzić pewne wątpliwości i trudno jednoznacznie przewidywać, czy wyjdą one z etapu pilotażu, to jednak wydaje się, że podstawową determinantą zmian w sposobie zaspakajania potrzeby mobilności staną się zintegrowane aplikacje do planowania mobilności (zwłaszcza miejskiej) w sposób intermodalny, w połączeniu z redefinicją irracjonalnej potrzeby posiadania samochodu w racjonalną potrzebę korzystania z samochodu w określonych przypadkach.

Zmiana podejścia do samochodu będzie się wiązała również ze zmianą podejścia do infrastruktury transportowej – będzie ona musiała jak najlepiej służyć pieszym, rowerzystom i komunikacji publicznej oraz nie przeszkadzać okolicznym mieszkańcom, wszak jakość życia staje się wyższym priorytetem od pospiesznego bogacenia się.

Jednocześnie rosnące problemy transportowe miast sprawią, że kwestie mobilności zaczną być rozpatrywane w ścisłym połączeniu z kwestiami planowania przestrzennego – zarówno na poziomie całych miast, jak i pojedynczych osób. Będzie to oznaczało, że zamiast rozbudowy infrastruktury transportowej większą rolę będzie grało mieszanie funkcji oraz odpowiedni wybór miejsca zamieszkania, tak że na długie dojazdy (zwłaszcza samochodami) stać będzie tylko najbogatszych. Pozostałe osoby będą wynajmowały mieszkania blisko miejsc pracy lub ciągów komunikacyjnych.

Zmiany technologiczne najsilniej będą postępowały w wielkich miastach oraz na ciągach je łączących – na pozostałych terenach możliwość współużytkowania samochodów jest znacznie mniejsza, zaś problemy związane z ich użytkowaniem mają znacznie mniejsze natężenie. Stąd w najbliższych dekadach na obszarach niezurbanizowanych nie należy się spodziewać znacznych zmian.

Bibliografia

- Böhm R., *Führerschein mit 18 ist out*, „Der Tagesspiegel”, 6 stycznia 2015, <http://www.tagesspiegel.de/mobil/smartphone-statt-autofahren-fuehrerschein-mit-18-ist-out/11188710.html> [dostęp: 19.04.2015].
- Bullis K., *Personal Rapid Transport Startup*, MIT Technology Review, 9.02.2009, <http://www.technologyreview.com/news/411949/personal-rapid-transit-startup/> [dostęp: 18.04.2015].
- Coppola G., Picker L., *Mobileye Raises \$890 Million as Largest Israeli IPO in the U.S.*, „Bloomberg Business” 1.09.2014, <http://www.bloomberg.com/news/articles/2014-07-31/mobileye-raises-890-million-as-largest-israeli-ipo-in-the-u-s> [dostęp: 10.05.2015].
- Digital Agenda for Europe*, European Commission, <https://ec.europa.eu/digital-agenda/en/smart-cities> [dostęp: 19.04.2015].

- Divac N., *France's BlaBlaCar Buys Two Carpooling Rivals*, „The Wall Street Journal”, 15.04.2015, <http://blogs.wsj.com/digits/2015/04/15/frances-blablacar-buys-two-carpooling-rivals/> [dostęp: 10.05.2015].
- Dombi T., *Carsharing – alternatywa dla posiadania samochodu*. Zarząd Transportu Miejskiego, Warszawa 2014, www.ztm.waw.pl/download.php?z=115&i=1007&l=1&m=3 [dostęp: 19.04.2015].
- EuropeanSmartCities 3.0*, Technische Universität Wien, <http://www.smart-cities.eu/?cid=2&ver=3>, dostęp w dniu 19.04.2015.
- Hamill S., *City's White Elephant Now Looks Like a Transit Workhorse* „New York Times”, 11.06.2007 http://www.nytimes.com/2007/06/11/us/11tram.html?_r=0 [dostęp: 10.05.2015].
- Jacobs J., *Śmierć i życie wielkich miast Ameryki*, Centrum Architektury, Warszawa 2014.
- Kulpa T., *System „Jedźmy razem” już dostępny*, <http://www.caravel.forms.pl/index.php?i=act&id=10> [dostęp: 10.05.2015].
- Le Vine S., Zolfaghari A., Polak J., *Carsharing: Evolution, Challenges and Opportunities*, Centre for Transport Studies, Imperial College London 2014, http://www.acea.be/uploads/publications/SAG_Report_-_Car_Sharing.pdf [dostęp: 08.05.2015].
- Mogridge M., *Travel in towns: jam yesterday, jam today and jam tomorrow?*, Macmillan Press, London 1990.
- Singh S., *Top 20 Global Mega Trends and Their Impact on Business, Cultures and Society*, Frost & Sullivan, b.m.w, b.r.w., <http://www.frost.com/prod/servlet/cpo/213016007> [dostęp: 18.04.2015].
- Solska J., *Młodość idzie w klapkach*, „Polityka”, 13 października 2009, <http://www.polityka.pl/tygodnikpolityka/rynek/270628,1,raport-pokolenie-y-na-rynku-pracy.read> [dostęp: 19.04.2015].
- Wauters R., *Ride-sharing has arrived in Europe, and the race is on between BlaBlaCar and Carpooling.com*, „Tech.eu”, 7.02.2014, <http://tech.eu/features/481/ride-sharing-europe-carpooling-blablacar/> [dostęp: 10.05.2015].
- White Paper on Transport. Roadmap to a single European transport area — Towards a competitive and resource-efficient transport system*, European Union, Luxembourg 2011, http://ec.europa.eu/transport/themes/strategies/doc/2011_white_paper/white-paper-illustrated-brochure_en.pdf [dostęp: 18.04.2015].
- Wolański M., *Car Sharing – uzupełnienie transportu zbiorowego*, „Biuletyn Komunikacji Miejskiej” 84/2005.
- World Population to 2300*, United Nations, New York 2004 <http://www.un.org/esa/population/publications/longrange2/WorldPop2300final.pdf> [dostęp: 18.04.2015].
- ZTM: *od przyszłego roku w Warszawie może działać carsharing*, „Puls Biznesu” 24.03.2015, <http://www.pb.pl/4039039,37804,ztm-od-przyszlego-roku-w-warszawie-moze-dzialac-carsharing> [dostęp: 10.05.2015].

SUMMARY

The paper aims to determine possible development scenarios of passenger mobility using megatrend analysis. This area in the decades benefited relatively little from technical progress. Also for the future it is easier to predict, whether autonomous or electric cars will widespread. More likely integrated apps will manage human mobility in order to reduce usage of own car and switch travelers to car-sharing, car-pooling, public transport and non-motorized transport means. This will also determine approach to road infrastructure, especially in cities – pedestrians, bikers and public transport users will be in focus, and connections between transport and urban planning will be tightened.

Rozwój transportu ładunków w świetle wybranych megatrendów

Z trendami jest tak jak z jazdą powozem: łatwiej dojechać tam, dokąd prowadzą konie
(J. Naisbitt)

Wprowadzenie

Niniejsze opracowanie zostało poświęcone analizie kierunków rozwoju transportu ładunków w świetle wybranych megatrendów. Charakterystyczną cechą transportu towarowego jest jego występowanie w dwóch segmentach obrotu gospodarczego, tj. w obrocie B2B, a także w obrocie B2C. W obu tych przypadkach aktywną stroną, kształtującą proces transportowy, jest sektor profesjonalny, co na pierwszym miejscu stawia oddziaływanie megatrendów o charakterze technologicznym. Eliminuje to właściwe decyzjom konsumenckim emocje z procesów decyzyjnych i prowadzi do znacznie większej optymalizacji procesów gospodarczych i lepszego wykorzystania zasobów. Społeczne oddziaływanie transportu ładunków ma charakter presji na otoczenie, zarówno transportowe (ruch pasażerski), jak i ogólne. Choć konsument ma możliwość wyboru określonych opcji transportu „ostatniej mili”, to także i jego wybór nie będzie nosił znamion emocjonalnych, związanych np. z osobistym stosunkiem do prowadzenia samochodu, poczuciem straty czasu w korkach itp., zatem będzie to wybór bardziej zracjonalizowany.

Rozważania dotyczące przyszłych stanów systemu transportowego poprzedzono analizą obecnych uwarunkowań technicznych w układzie gałęziowym, by następnie omówić najistotniejsze zjawiska kształtujące ład gospodarczy systemu transportowego. Przemysłenia koncentrują się w ramach triady: koncentracja, globalizacja, automatyzacja i cyfryzacja. Jako kluczowe zagadnienia w programowaniu rozwoju transportu ładunków i jednocześnie obszar możliwości wykreowania różnych, wzajemnie biegunowo sprzecznych, scenariuszy wskazano dematerializację, rozumianą jako utrata istotności bazy materialnej transportu, oraz zarządzanie czasem. Tym wyzwaniem sprostać musi infrastruktura przyszłości. Inspiracją dla rozważań i wniosków było przede wszystkim klasyczne ujęcie megatrendów przez J. Naisbitta¹, a także tezy nestora gospodarki trzeciej fali A. Tofflera².

¹ J. Naisbitt, *Megatrendy*, przeł. P. Kwiatkowski, Zysk i S-ka, Poznań 1997.

² A. Toffler, H. Toffler, *Rewolucyjne bogactwo*, Kurpisz, Przeźmierowo 2007.

1. Geneza transportu ładunków jako elementu systemu gospodarczego

W długiej historii osadnictwa transport był niezbędnym elementem zaspokajania potrzeb ludności w produkty lokalnie niedostępne. Pierwocinami transportu ładunków są bowiem karawany kupieckie, w przypadku których następowało wolne odchodzenie od finansowania ładunku przez kupca (zakup – transport własny – sprzedaż) w kierunku faktycznych usług transportowych, w których karawana przewoziła towar będący wynikiem transakcji zawieranej bezpośrednio pomiędzy nabywcą a sprzedającym.

Mając na względzie fakt, że o lokalizacji sieci osadniczej decydowały względy natury przede wszystkim obronnej, w odniesieniu do określonych dóbr, niedostępnych w wybranej lokalizacji, transport był koniecznym ogniwem zaopatrzenia. Doskonalenie na przestrzeni wieków technik transportowych pozwoliło zwiększyć zasięg możliwych dostaw oraz skrócić czas ich trwania. Widocznym efektem rozwoju transportu stało się rodzajowe poszerzenie jego spektrum. O ile w wiekach średnich transportowano to, czego nie dało się wytworzyć na miejscu, o tyle obecnie transportuje się wszystko to, co w innej lokalizacji można wytworzyć na tyle tanio, że nawet po doliczeniu kosztów transportu rachunek ekonomiczny przemawia za dyslokacją produkcji i konsumpcji. W kontekście rozwoju społeczno-gospodarczego należy też wskazać na jeszcze jeden istotny aspekt kształtowania transportu (poprzez potrzeby transportowe wynikające z dyslokacji) na świecie. Rosnące wymogi ochrony środowiska skłaniają coraz to nowe podmioty (przede wszystkim administrację publiczną) do uwzględniania w rachunku efektywności krzyżowej innego czynnika niż pieniądź, czynnika związanego z minimalizacją oddziaływania na środowisko naturalne³. Trudno jednakże wyrokować, jaki scenariusz rozwoju byłby najbardziej prawdopodobny w sytuacji zaimplementowania aspektów środowiskowych do makrooceny gospodarki, możliwe są bowiem trzy kierunki:

- globalne zwiększenie zapotrzebowania na transport, będące następstwem przenoszenia produkcji tam, gdzie jest ona mniej uciążliwa dla środowiska (np. prowadzenie produkcji rolnej tam, gdzie nie występuje konieczność spalania substancji dla ogrzewania upraw szklarniowych);
- globalne zmniejszenie zapotrzebowania na transport, będące następstwem przenoszenia produkcji w lokalizacje niewymagające transportu (w sytuacji, gdy antropopresja ze strony transportu będzie komparatywnie wyższa niż antropopresja z prowadzenia działalności wytwórczej w lokalizacjach niegenerujących środowiskowych szkód z transportu);
- globalne zmniejszenie zapotrzebowania na transport, będące wynikiem migracji ludności w rejon, w których egzystencja wiąże się z mniejszą antropopresją.

³ Najczęściej miernikiem w tym zakresie jest „śląd dwutlenku węgla”, choć wydaje się, że miernik ten powinien zostać dookreślony przez pryzmat wszystkich zasobów – czystego powietrza, skażenia wód, gleb, fragmentacji przestrzeni, flory i fauny, stosunków wodnych itp., a nie tylko jednego aspektu antropopresji.

Warto w tym miejscu podkreślić, że wykształcenie się transportu ładunków nastąpiło wręcz całe tysiąclecie wcześniej niż transportu pasażerskiego. Ten ostatni bowiem pojawił się dopiero w okresie rewolucji industrialnej (wcześniej podróżowali nieliczni), jako następstwo z jednej strony technicznej możliwości organizacji takiego transportu, z drugiej natomiast – jako odpowiedź na pojawiającą się potrzebę dojazdów do miejsc pracy dla robotników zatrudnianych w rodzącym się przemyśle⁴.

2. Społeczne oczekiwania wobec transportu ładunków

Wraz z rozwojem transportu towarowego, wynikającym nie tylko w ogólnego wzrostu poziomu życia, ale także ze zwiększania się niezgodności przestrzennej produkcji i konsumpcji, jego oddziaływanie na otoczenie, w tym na otoczenie społeczne, systematycznie wzrasta. Masowy transport towarowy postrzegany jest przez pryzmat jego oddziaływania na przemieszczenia osób oraz w kontekście oddziaływania na szeroko rozumiane otoczenie, w tym także środowisko naturalne. W każdym z tych przypadków transport towarowy postrzegany jest jako zjawisko niepożądane, zaburzające określone inne procesy, tj. swobodę przemieszczania się oraz swobodę korzystania z przestrzeni.

Odmiennie parametry ruchu ładunków, wynikające ze znacznie większej masy ulegającej przemieszczeniu, w naturalny, zgodny z prawami klasycznej mechaniki sposób sprawiają, że ruch pojazdów przewożących ładunki cechuje się mniejszymi prędkościami oraz mniejszymi wartościami przyśpieszenia i opóźnienia ruchu. Z tego względu podejmowane są różnorodne działania, których głównym celem jest nadanie preferencji przewozom pasażerskim względem przewozów ładunków. Wśród najbardziej widocznych kroków, które skierowane są na osiągnięcie takiego właśnie efektu, są określone regulacje prawne, takie jak wydane na podstawie prawa o ruchu drogowym rozporządzenie Ministra Transportu z dnia 31 lipca 2007 roku w sprawie okresowych ograniczeń oraz zakazu ruchu niektórych pojazdów na drogach⁵ oraz ustawa z dnia 28 marca 2003 roku o transporcie kolejowym⁶.

Oba te akty prawne nadają określony priorytet ruchowi pasażerskiemu, defaworyzując przewozy ładunków, w sposób specyficzny dla odpowiednich gałęzi. W przypadku transportu samochodowego prawodawca uznał za swoiste „dobro powszechne”, za pewnego rodzaju stan użyteczności dla społeczeństwa płynność ruchu w czasie dni wolnych od pracy. Podejrzewać należy, że motywacje, jakimi kierowano się w takim a nie innym ukształtowaniu stosunków pomiędzy transportem pasażerskim a transportem ładunków, skierowane były na ułatwienie przejazdów rekreacyjnych, przy całkowitym braku preferencji na drogach w czasie dojazdów do pracy. W tym miejscu należy nadmienić, że rozporządzenie ograniczające ruch pojazdów

⁴ W. Górski, *W sprawie uregulowania prawnego przewozu osób*, „Ruch Prawniczy i Ekonomiczny” 1959, nr 4, s. 69.

⁵ Tekst jednolity: Dz. U. 2013 poz. 839.

⁶ Tekst jednolity: Dz. U. 2013 poz. 1594 z późn. zm.

ciężarowych w dni wolne od pracy nie ma charakteru obowiązkowego – norma ustawowa umożliwia, ale nie nakazuje wydania takiego rozporządzenia⁷.

Dla odmiany transport kolejowy, mający znacznie bardziej ustrukturalizowany charakter ruchu, nadaje priorytety dla ruchu pasażerskiego już na etapie tworzenia rozkładu jazdy. Zgodnie z brzmieniem art. 30 ust. 2 pkt 1 przywołanej ustawy jedną z reguł przydzielania tras pociągów (zatem: jedną z reguł zarządzania przepustowością) jest priorytet transportu pasażerskiego nad transportem ładunków. W skrajnych przypadkach, w razie pełnego wykorzystania zdolności przepustowej na określonych odcinkach sieci kolejowej, określone lokalizacje mogą stać się niedostępne dla transportu ładunków lub też niedostępne dla tego rodzaju przewozów w określonych okienkach czasowych.

Drugim obszarem negatywnego oddziaływania transportu ładunków jest jego interakcja z szeroko rozumianym otoczeniem. Transport jest źródłem emisji oraz immisji, a charakter oddziaływania jest bardzo duży. Wymienić należy przede wszystkim:

- emisję spalin,
- emisję hałasu,
- emisję zanieczyszczeń termicznych,
- emisję płynów eksploatacyjnych,
- odpady stałe,
- wykorzystanie zasobów w trakcie produkcji bazy materialnej transportu,
- wykorzystanie zasobów w trakcie eksploatacji systemów transportowych,
- wykorzystanie powierzchni i przestrzeni, wraz z fragmentacją.

Rosnąca świadomość zagrożeń ekologicznych plasuje środowisko naturalne jako element otoczenia, na które oddziałuje transport, choć z oczywistych względów w pierwszym rzędzie postrzegane są te aspekty oddziaływania transportu, które w sposób bezpośredni dotyczą człowieka.

W zakresie powyższych punktów istnieje zgodność co do tego, że należy możliwie ograniczać negatywny wpływ transportu na otoczenie. Wyrazem tego są na przykład coraz bardziej restrykcyjne normy emisji spalin w pojazdach, obowiązek budowy przejść dla zwierząt przy realizacji inwestycji infrastrukturalnych, prawo dotyczące ochrony akustycznej i tym podobne. Wydaje się, że z punktu widzenia kształtowania systemu transportowego ograniczanie jego uciążliwości dla otoczenia powinno być kierowane w tym większym stopniu na ten aspekt, którego konsekwencje naruszenia w danym momencie będą najpoważniejsze (zasada najślabszego ogniwa).

Wreszcie wspomnieć należy o jeszcze jednym wymogu, jakim współczesne społeczeństwa stawiają transportowi towarowemu. Od transportu towarowego oczekuje się takiej organizacji, aby przy założeniu minimalizacji jego „widzialności” (co wynika z dwóch poprzednich wymogów) jednak działał na tyle sprawnie, by zapewniać zaopatrzenie. Mając na względzie zasadę, zgodnie z którą postrzega się wyłącznie te aspekty rzeczywistości, które funkcjonują wadliwie, postulat ten uznać można za spełniony w zakresie potrzeb społecznych, ponieważ raczej nie można mówić o brakach w zaopatrzeniu w cokolwiek.

⁷ Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 roku prawo o ruchu drogowym, tekst jednolity: Dz. U. 2012 poz. 1137 z późn. zm., art. 10 ust. 11.

3. Współczesne systemy sterowania ruchem w układzie gałęziowym

W transporcie samochodowym sterowanie odbywa się poprzez człowieka. Człowiek staje się transmitterem pomiędzy sygnałami i komendami z otoczenia a samym pojazdem. Widząc czerwone światło na skrzyżowaniu, człowiek przekazuje do pojazdu komendę hamowania poprzez naciśnięcie pedału hamulca. Sukcesywnie rośnie ilość komunikatów, które są przekazywane człowiekowi w związku z jego rolą w sterowaniu pojazdem. Źródłem tych komunikatów jest infrastruktura (sygnalizatory, zapory drogowe, linie rozgraniczające, znaki drogowe), inne pojazdy (włączane kierunkowskazy) oraz sam pojazd sterowany (sygnalizatory niezapięcia pasów bezpieczeństwa). Rozwój automobilizmu znaczący jest kolejnymi urządzeniami wspomagającymi człowieka w sterowaniu pojazdem. W większości przypadków urządzenia, czyli szeroko pojęta sfera techniki, póki co odpowiada jedynie za właściwą transmisję informacji, podczas gdy stroną aktywną pozostaje człowiek. Czujnik cofania informuje kierowcę o odległości do przeszkody, ale to kierowca zatrzymuje pojazd w oparciu o wskazania rzeczonoego czujnika. Jedynie w niewielkim zakresie wdraża się rozwiązania, w których odpowiednie sensory bezpośrednio sterują i wymuszają określone działania pojazdu. Przykładem takich układów jest urządzenie uniemożliwiające odjazd autobusu wówczas, gdy jego drzwi pozostają otwarte.

Zważyć należy, że urządzenia automatycznego sterowania pojazdem występują w sferze ograniczeń i zakazów (uniemożliwianie uruchomienia pojazdu, ograniczanie prędkości ruchu⁸, wymuszenie zahamowania), a raczej nie w sferze aktywności i inicjacji działań (hipotetycznym przykładem byłaby sytuacja, w której pojazd samodzielnie rusza, by uniknąć kolizji z innym, jadącym w jego kierunku). Drugim istotnym spostrzeżeniem jest to, że dotychczasowy kierunek rozwoju technicznego koncentrował się na tworzeniu urządzeń i systemów kontrolujących funkcjonowanie określonych podzespołów czy też stanów w otoczeniu, podczas gdy dopiero niedawno (z perspektywy historii) rozwijają się urządzenia bezpośrednio kontrolujące człowieka i uzależniające określone procesy od wyniku tejże kontroli (np. zintegrowane z pojazdem urządzenia weryfikujące spożycie alkoholu).

Znacznie bardziej rozwiniętym technologicznie transportem, w którym sterowanie pojazdem zależy od człowieka, jest lotnictwo. Technologiczna przewaga lotnictwa jest prostym następstwem wymagań, jakie musi spełnić statek powietrzny, aby mógł realizować zadania przewozowe. Także jednak tutaj występuje określony układ zależności pomiędzy przedmiotem sterowania (pojazdem), podmiotem sterującym (człowiekiem – będącym faktycznie transmitterem sygnałów zewnętrznych) i otoczeniem (będącym źródłem informacji potrzebnych do sterowania pojazdem). Znacznie większa automatyzacja sterowania pojazdem sprawia, że rola człowieka jest ograniczona (najlepiej to sobie wyobrazić poprzez hipotetyczne zainstalowanie systemu TACS w transporcie drogowym), niemniej nadal pozostaje ona władczą względem urządzeń technicznych, ponieważ to człowiek „nadaje uprawnienia do sterowania pojazdem” autopilotowi, człowiek też jest władny te uprawnienia odebrać. Lotnictwo

⁸ <http://www.bbc.com/news/technology-32049350> [dostęp: 27.03.2015].

różni się także od transportu samochodowego sposobem recepcji sygnałów z otoczenia przez człowieka. Pomijając *civil aviation*, piloci otrzymują informacje bezpośrednio na kokpit, także brak fizycznego styku z infrastrukturą sprawia, że „czucie” sensoryczne obejmuje obiekty zlokalizowane w bardzo dużej odległości od pojazdu (na powierzchni planety, w innych statkach powietrznych oraz na orbicie)⁹.

Specyficzny charakter ma układ sterowania pojazdem w przypadku żeglugi morskiej i śródlądowej. W stosunku do innych gałęzi transportu żegluga cechuje się chyba największym stopniem występowania sygnałów dotyczących stanów niemożliwych do recepcji poprzez ludzkie zmysły. O ile kierowca samochodu zazwyczaj widzi nie tylko znak ostrzegający przed zakrętem, ale także sam zakręt, o tyle kapitan barki widzi znak ostrzegający przed zjawiskami dna rzeki, których nie jest w stanie objąć zmysłami.

Rozbudowane układy sterujące funkcjonują w transporcie kolejowym. W szczególności rygorystyczne stosowanie zasady „fail – safe” wymusza stosowanie urządzeń, które kontrolując system zapewniają bezpieczeństwo jego funkcjonowania. Rola człowieka zostaje zredukowana do sterowania pojazdem jedynie w zakresie prędkości – pozostałe sterowanie odbywa się poprzez odpowiednie nastawienie urządzeń infrastrukturalnych (ułożenie rozjazdów). Także samo sterowanie infrastrukturą (nastawianie urządzeń) cechuje się bardzo dużym stopniem występowania układów zależnościowych, ograniczających działanie człowieka. Przykładem takich układów zależnościowych jest sytuacja, w której dyżurny ruchu nie ma możliwości wyświetlenia na semaforze sygnału „droga wolna” bez uprzedniego odpowiedniego ułożenia rozjazdu – semafor jest bowiem „uzależniony” od rozjazdu. Takich rozwiązań w technice kolejowej jest wiele, jak choćby urządzenia kontrolujące niezajętość toru, które – w przypadku stwierdzenia niezajętości toru – „nadają uprawnienie” semaforom do wyświetlenia sygnału „droga wolna”.

Postęp techniczny doprowadził do sytuacji, w której nadzór urządzeń nad pojazdami przybiera formę trudną do wyobrażenia. Przejawem tego jest funkcjonowanie urządzeń DSAT, których zadaniem jest nadzór nad pojazdami¹⁰. Skoro zatem możliwe jest stworzenie urządzenia, które wykrywa niesprawności przejeżdżających pojazdów i jest w stanie, przy prędkości jazdy rzędu 120 km/h, wskazać, że lewe koło trzeciej osi trzydziestego czwartego wagonu wymaga naprawy, to analogią w transporcie samochodowym byłaby sytuacja, w której pojazd byłby „wykrywany” przez infrastrukturę na przykład w sytuacji niewłaściwego ciśnienia powietrza w oponach.

O ile urządzenia DSAT nadal nie zatrzymują pociągu w sposób automatyczny (nadal transponderem jest człowiek – w tym przypadku dyżurny ruchu, otrzymujący sygnał o stwierdzeniu nieprawidłowości w taborze, może nakazać zatrzymanie pociągu), o tyle pierwociną kontroli działalności człowieka przez urządzenia jest czuwak

⁹ Temat kontroli ruchowej w lotnictwie podejmuje np. M. Siergiejczyk, K. Krzykowska: *Analiza i ocena wybranych systemów dozoru w ruchu lotniczym*, „Technika Transportu Szybowego” nr 10/2013 (dodatek elektroniczny), s. 49–58.

¹⁰ Wytyczne techniczno-eksploatacyjne urządzeń do wykrywania stanów awaryjnych taboru Ie-3, załącznik do zarządzenia nr 16/2005 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 20 maja 2005 roku.

aktywny, wymagający od maszynisty potwierdzenia bytności i prowadzenia pociągu, który to czuwak w razie potrzeby może samodzielnie zatrzymać pociąg.

Specyficznym obszarem sterowania jest napęd pojazdu, czynnik wprawiający pojazd w ruch. W tym obszarze sterowanie polega na zadawaniu prędkości ruchu, co może następować na bieżąco (w czasie rzeczywistym) lub być uprzednio zaprogramowane. Czynnikiem sterującym prędkością zazwyczaj jest człowiek, który może znajdować się w pojeździe bądź też poza nim. Systemy napędu automatycznego umożliwiają na przykład uruchomienie taśmociągu o określonej godzinie, tak aby faza rozruchu odbywała się jeszcze przed przyjściem pracowników, nadal jednak motorem sprawczym jest człowiek, regulujący pożądane zachowania urządzeń poprzez dostępne środki techniczne.

Jak wskazuje przykład czuwaka aktywnego, możliwe jest stworzenie systemów, które będą kontrolować poprawność ludzkiego zachowania. Póki co jednak zależność systemu transportowego od człowieka jest bardzo duża, także w sferze mentalnej. Niedobór określonych narzędzi pozwalających eliminować niepożądane zachowania ludzkie widoczny jest na przykład w zakresie tachografów elektronicznych. Urządzenia te jedynie rejestrują parametry ruchu, nie zapewniając sprzężenia zwrotnego w postaci na przykład zatrzymania pojazdu w sytuacji, gdy przekroczony został czas jazdy. Niedostatkim jest możliwość weryfikacji – jedynie niemiecka inspekcja drogowa ma możliwość sprawdzenia online prawidłowości realizacji procesu transportowego podczas prowadzonej kontroli¹¹. Kolejnym, acz bardzo odległym krokiem jest pełna automatyzacja, w której system samodzielnie podejmuje i optymalizuje decyzje w oparciu o posiadane zasoby informacji, w tym także decyzje inicjujące (decyzje o rozruchu).

4. Koncentracja gospodarcza

Podstawowym przejawem koncentracji gospodarczej, obserwowanym już od czasów starożytnych, jest urbanizacja. Miasta skupiają w sobie wiele różnorodnych funkcji, a możliwe jest to dzięki sprawnym i wydajnym systemom transportowym. To właśnie one udostępniają dobra i usługi klientom – mieszkańcom oraz przyjeźdźnym. Mając na uwadze, że ostatnim ogniwem każdego łańcucha dostaw jest finalny konsument, transport ładunków pełni – w pewnym sensie oczywistą – funkcję substytutu transportu pasażerskiego. Namacalnym tego przykładem jest rozwój dostaw detalicznych bezpośrednio do domu, stanowiący substytut wizyty w sklepie, choć jest to zaledwie ostatnie ogniwo w łańcuchu dostaw.

Wpływ koncentracji gospodarczej na rozwój transportu ładunków jest znaczny. Mając na uwadze rosnące znaczenie miast w przestrzeni społeczno-gospodarczej, uwidaczniające się poprzez stopniowe zwiększanie zakresu możliwych do stosowania i stosowanych na tym szczeblu władzy narzędzi oddziaływania, naturalną konsekwencją zachodzących procesów jest sukcesywna koncentracja transportu towa-

¹¹ M. Rychter., *Experiences with digital tachographs for over six years exploitation (w:) Transactions on Transport Systems Telematics and Safety*, red. J. Piechta, T. Węgrzyn, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2011, s. 129–132.

rowego w ramach miast oraz pomiędzy nimi. W literaturze podkreśla się przy tym stosunkowo niewielki stopień rozpoznania problematyki transportu towarowego w miastach, problematyki związanej z ruchem ładunków w obszarach w naturalny sposób ograniczonych przestrzennie¹².

Podstawowy wniosek, jaki wynika dla transportu ładunków z rosnącej urbanizacji i rosnącego znaczenia miast w przestrzeni społeczno-gospodarczej, to ukierunkowanie procesów transportowych na formułę działania 24/7. Wydaje się, że to właśnie w miastach w szczególności sposób rozwinąć się może zasada całodobowego dostępu do towarów i usług¹³. Niepomnażalność, jako naturalna cecha przestrzeni, nakazuje zwiększenie stopnia zintensyfikowania jej wykorzystania poprzez maksymalizację użyteczności w ciągu całego okresu czasu, w którym jest ona użytkowana. Miasta, dążąc do „zajmowania wolnych okienek czasu”, rozszerzają czas swojej aktywności w funkcji dążącej do wypełnienia całej doby, równocześnie umożliwiając różnym użytkownikom swojej przestrzeni wykorzystywanie tych samych przestrzeni w poszczególnych okresach czasu do różnych celów¹⁴.

Czasowa intensyfikacja wykorzystania przestrzeni miejskiej (a tym samym – infrastruktury transportowej) umożliwi restrukturyzację systemu dostaw ładunków, choć zwrócić należy na wzajemną sprzeczność postulatów użytkowników miast. Z jednej strony realizacja dostaw w godzinach nocnych doskonale wpisuje się w potrzebę ograniczenia wpływu transportu towarowego na swobodę mobilności ludzi, z drugiej jednak – powoduje negatywne następstwa w postaci emisji hałasu w takiej porze dnia, w której normy akustyczne są znacznie zaostrzone.

Koncentracja procesów transportowych związanych z przepływem ładunków na terenach miejskich powoduje jeszcze jeden istotny aspekt, lokujący się na styku technologii transportowej oraz ekonomicznej regulacji. Sferą, o której jest mowa, jest naturalna, wynikająca z immanentnych cech miasta, ograniczoność w dostępie do infrastruktury. Wątek ten podejmuje Szoltysek, wskazując na obszary konkurencji o infrastrukturę liniową i punktową, jak na przykład przestrzeń do załadunku i wyładunku¹⁵. Skoro zatem dostęp do infrastruktury jest dobrem rywalizacyjnym, to możliwe są zasadniczo trzy rozwiązania, stanowiące odpowiedź na ten problem:

- swobodny dostęp (prawo silniejszego),
- reglamentacja ilościowa (dostęp do infrastruktury na kartki),
- system aukcyjny (rozładować towar będzie mógł ten, kto najwięcej zapłaci).

Dla zmniejszenia rywalizacyjności w zakresie dostępu do infrastruktury transportowej wprowadzać można różne mechanizmy zarządzania dostępnością, przede

¹² J. Szoltysek, *Logistyczne aspekty zarządzania przepływami osób i ładunków w miastach*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Karola Adamieckiego w Katowicach, Katowice 2009, s. 201 i lit. cytowana.

¹³ Por. A. Toffler, H. Toffler, *dz. cyt.*, s. 80–81.

¹⁴ M. Czornik, *Miasto. Ekonomiczne aspekty funkcjonowania*, wyd. II rozszerzone, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Karola Adamieckiego w Katowicach, Katowice 2008, s. 65.

¹⁵ J. Szoltysek, *dz. cyt.*, s. 208–210.

wszystkim w czasie. W konsekwencji prowadzi to do sygnalizowanego już rozwoju działalności w formule 24/7. Należy zaznaczyć, że działania w zakresie kreowania zasad dostępu do infrastruktury pozostają domeną sektora publicznego, choć odwrotna zależność pomiędzy przepustowością elementu infrastruktury a możliwością traktowania jej w kategoriach dóbr publicznych prowadzi do konkluzji, że zaskakująco dużo elementów miast nosi znamiona czystych dóbr prywatnych¹⁶.

5. Globalizacja

Z koncentracją gospodarczą silnie związana jest globalizacja. Miasta stanowią bieguny rozwoju i to coraz częściej sieci miast, jako obszarów o nagromadzeniu problemów ekonomicznych i społecznych, kreują rozwój w skali globalnej. Dotyczy to także transportu, w coraz większym stopniu skoncentrowanego na relacjach typu „intra-” i „inter-city”, gdzie w pełni realizuje się zasada błędnego koła, powodująca wzrost problemów transportowych wraz z wzrostem koncentracji ruchu.

Kształtowanie globalnej sieci miast, choć odbywa się w oderwaniu od konkretnego przypisania do określonego terytorium (jednym z przejawów globalizacji jest właśnie marginalizacja znaczenia terytorium), nie umniejsza prawideł rządzących rozwojem. Dla zaistnienia korzyści ze współpracy miast, z określonego sieciowania, wskazuje się na konieczność zaistnienia dwóch warunków¹⁷:

- zróżnicowanie przestrzenne lokalizacji poszczególnych aktywności,
- co najmniej zachodzenie na siebie rynków w sensie przestrzennym.

Warunki powyższe sieć globalna spełnia znacznie lepiej niż określone układy przestrzenne, a to właśnie transport umożliwi kohezję rynków.

Postępująca globalizacja jest istotnym megatrendem, oddziałującym w wieloraki sposób na transport ładunków. Trend ten jest w różny sposób nazywany i opisywany, istnieje jednak zgoda co do nieodwracalnych zmian, jakie stały się faktem z chwilą zaistnienia globalnej wioski. John Naisbitt wskazuje, że kluczowe znaczenie dla przejścia od gospodarki narodowej do gospodarki globalnej miały wydarzenia z połowy lat 50. ubiegłego wieku. Doniosłą rolę przypisuje on możliwości umieszczania na orbicie okołoziemskiej satelitów telekomunikacyjnych – to właśnie one przyczyniły się do pokonania przestrzeni w zakresie rozpowszechniania informacji, czyniąc ją dostępną niemal natychmiast w każdym zakątku globu¹⁸.

W świetle możliwości technicznych należy wskazać na oderwanie transportu ładunków od administracyjnych granic poszczególnych państw. Owszem, poszczególne państwa mogą oddziaływać (i czynią to) na sferę transportową, jednak nie zmienia to faktu, że uwzględniając naturalne różnice w podatności różnych terenów na prowadzenie działalności transportowej, podobny stopień zaopatrzenia towarowego,

¹⁶ K. Brzozowska, *Infrastruktura publiczna jako kategoria ekonomiczna*, „*Ekonomista*” 2002, nr 1, s. 135.

¹⁷ E. Meijers, *Polycentric urban regions and the quest for synergy. Is a network of cities more than the sum of the parts?* „*Urban Studies*” 2005, nr 4, s. 768–769.

¹⁸ J. Naisbitt, *dz. cyt.*, s. 29–31, 42–43.

będącego wynikiem działania transportu, można osiągnąć w każdym punkcie Ziemi. Dziś nie ma technologicznego uzasadnienia dla sytuacji, w której świeże truskawki są dostępne zimą w Norwegii, zaś niedostępne – w sąsiedniej Finlandii. Jeśli jakiś produkt jest dostępny – jest on dostępny (co do zasady) na całym świecie, podobnie jeśli jest niedostępny – dotyczy to także skali globalnej.

Globalizacja działalności transportowej utrudnia też prowadzenie działań autarkizujących gospodarki. To transport (choć sukcesywnie w coraz większym stopniu nie transport, a właśnie łączność) stanowi spoiwo poszczególnych terenów i ludów, umożliwiając komunikowanie się i wymianę towarową.

Transport sam w sobie stał się globalny. Wprowadzanie określonych rozwiązań technicznych może mieć miejsce w dowolnym miejscu globu, a instalacje mają charakter w dużym stopniu powtarzalny. Powoduje to możliwość bardzo szybkiej dyfuzji postępu technicznego, stanowiąc samonapędzający się układ. Lepsze rozwiązania techniczne, zaimplementowane w określonej lokalizacji, czynią ją bardziej dostępną, ułatwiając tym samym stosowanie tych rozwiązań w innych lokalizacjach. Tego rodzaju zjawisko stanowi doskonałe odwzorowanie zmian fundamentalnych, zachodzących w wymiarze społecznym, których następstwem jest rozwój społeczeństwa opartego na wiedzy.

Położenie wiedzy na piedestale czynników konkurencyjności (co pozostaje ściśle skorelowane z postępującą globalizacją), następujące równolegle z hiperaktywnością w zakresie generowania informacji, wymusza całkowite przeformatowanie sposobu myślenia o organizacji transportu. Tofflerowie wskazują, że współcześnie we wszystkich obszarach wzrasta stopień niematerialności w bazie własnościowej – każdej własności przypisywane jest coraz więcej procedur, precedensów, zapisów dotyczących reguł postępowania, instrukcji. Dotyczy to w pełni dziedzin, które rzecz by można nie mogą oderwać się od świata fizycznego, muszą istnieć w postaci materialnej¹⁹. Dziedziną taką jest transport, w przypadku którego widzimy rozrost sfery niematerialnej, czysto intelektualnej, w coraz większym stopniu dominującej nad sferą realną. To układ niematerialny, w postaci określonej organizacji, dominuje w przypadku coraz częstszych dostaw *just-in-time*, a sfera materialna – ciężarówki, wagony, samoloty – pełnią jedynie rolę służebną, czysto wykonawczą.

Warto w tym miejscu zaznaczyć, że „inteligencja jest lepka”. Sformułowanie to dobrze oddaje fakt, że dzielenie się określonymi zasobami wiedzy nie powoduje zmniejszenia jej zasobu u dzielącego się. Nowe bogactwo posiada zdolność nieograniczonego rozprzestrzeniania się, bez uszczerbku dla kogokolwiek²⁰. Zwielokrotnia to możliwości rozwoju każdej dziedziny, w tym także technologii transportowych. Możliwości komunikacyjne globalnej wioski sprawiają także, że zasysana jest technologia najbardziej rozwinięta, bowiem wybór jest przestrzennie rozszerzony.

¹⁹ A. Toffler, H. Toffler, *dz. cyt.*, s. 310–311.

²⁰ Ch. Handy, *Wiek paradoksu*, Dom Wydawniczy ABC, Warszawa 1996, s. 30.

6. Cyfryzacja i automatyzacja

Podstawą automatyzacji procesów transportowych staje się sterowanie komputerowe, wykorzystujące technologie cyfrowe. Na systemy obsługi teleinformatycznej transportu składają się następujące elementy:

- sterowanie ruchem (*traffic management*);
- dostarczanie informacji o ruchu i podróży (*traffic and travel information*);
- narzędzia gromadzenia wpływów (*payment systems*);
- usługi transportu publicznego (*public transport*);
- zarządzanie bezpieczeństwem i operacjami ratunkowymi (*safety and emergency management*);
- zarządzanie transportem ładunków i flotą pojazdów (*freight and fleet management*).

Przy czym choć powyższy podział funkcjonalny został opracowany w oparciu o system transportu drogowego, to tego rodzaju aktywności występują w każdej gałęzi transportu (wraz ze swoją specyfiką), co także uzasadnia podejście uniwersalne, pantransportowe²¹.

Znakiem czasu jest też fakt, że za fundament osiągnięcia poprawy bezpieczeństwa i wzrostu efektywności w dziedzinie transportu uznaje się odpowiedni system informacji o ruchu²². Znamienne jest, że najistotniejszą rolę w kształtowaniu pożądanego stanu systemu transportowego przypisuje się nie środkom produkcji transportowej (pojazd, infrastruktura), nie sposobie organizacji transportu czy ruchu, a właśnie informacji. Jest to kolejny przykład dematerializacji gospodarki – zjawiska, w którym istotność zjawisk i stanów przesuwa się ze sfery postrzeganej zmysłami do sfery wiedzy, informacji.

Rozwój technologii cyfrowej sprawia, że możliwe jest przy tym przyjęcie jednego z dwóch przeciwstawnych scenariuszy rozwoju systemów sterowania. Z jednej strony możliwe jest sprowadzenie sygnałów i komend do postaci zdehumanizowanej, dekodowalnej wyłącznie dla maszyny i na jej potrzeby, z drugiej natomiast można wyobrazić sobie scenariusz odwrotny, w którym następuje wprowadzenie czegoś w rodzaju humanizacji maszyny (komputera). To ostatnie możliwe jest dzięki postępowi w zakresie badań nad sieciami neuronowymi.

Sztuczne sieci neuronowe odgrywają dużą rolę w procesie programowania transportu autonomicznego. Stanowią one odwzorowanie biologicznego układu nerwowego, a ich właściwości, takie jak uczenie się, adaptacja, klasyfikacja, aproksymacja nieliniowych odwzorowań, są wykorzystywane w różnych dziedzinach. Jedną z takich dziedzin jest robotyka, gdzie robot mobilny jest definiowany jako punkt, który porusza się po zadanym torze ruchu. Zadane tory ruchu to najczęściej przewody indukcyjne wysokoczęstotliwościowe lub taśmy refleksyjne, które są umieszczone w jezdni²³.

²¹ M. Siergiejczyk, *Problems of quality of services in transport telematic* (w:) *Advances in Transport Systems Telematics*, red. J. Mikulski, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2009, s. 247.

²² P. Bureš, *Transport Protocol Expert Group, Keeping Drivers Informed* (w:) *Advances in Transport systems Telematics*, red. J. Mikulski, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2009, s. 25.

²³ Z. Hendzel, M. Trojnecki, *Sterowanie neuronowe ruchem mobilnych robotów kołowych*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2008, s. 7–9.

Rozpatrując zagadnienie wykorzystania technologii cyfrowych w procesie kontroli ruchu, trzeba jasno powiedzieć, że może wystąpić przesyt. Obszarem potencjalnie problemowym jest zakres danych dostępnych dla systemów sterowania ruchem, pochodzących z obserwacji i analizy bieżącej sytuacji ruchowej. Pisze się wprost, że zespoły kontrolujące ruch nie powinny być obciążane wszystkimi danymi zbieranymi online z czujników, ponieważ nie wpływa to na poprawę jakości sterowania, a jest jedynie źródłem niepotrzebnych kosztów²⁴. Koszty te to także występowanie przeskalowanej infrastruktury komunikacji pomiędzy modułami monitoringu i sterowania w ruchu pojazdów.

7. Transport przyszłości – automatyzacja

W przypadku transportu ładunków oddziaływanie megatrendów o charakterze społecznym wydaje się mieć relatywnie niewielkie znaczenie. Wynika to z faktu, że usługi transportowe w zakresie ładunków nie są przedmiotem obrotu konsumenckiego, co racjonalizuje zakres świadczonych usług. Sfera konsumpcyjna oddziałuje co najwyżej na wolumen i kierunki przemieszczeń w ten sposób, że określa przedmiot przewozu oraz kierunki przemieszczeń.

Wyrazem rozwoju transportu jest dematerializacja procesów technologicznych – podobnie jak ma to miejsce w innych dziedzinach, także w odniesieniu do transportu informacyjna osnowa zaczyna dominować nad twardym, namacalnym transportem. Przejawem rozwoju owej osnowy jest zwiększający się zakres interferencji pomiędzy poszczególnymi elementami systemu transportowego. Oczywiście, system transportowy nie może istnieć bez określonych fizycznych atrybutów, jednak źródłem wartości dodanej nie będzie owa materialna baza, a właśnie organizacja, sterowanie, sposób połączenia poszczególnych elementów, optymalizacja (a nie maksymalizacja!) zasobów wiedzy. Równocześnie powiedzieć można, że zmniejszać się będą różnice pomiędzy poszczególnymi gałęziami transportu w obszarze sterowania. Dobitym przykładem tego zjawiska jest coraz częstsze wprowadzanie pomiaru odstępu pomiędzy następującymi po sobie pojazdami na autostradach i innych drogach samochodowych²⁵, a przecież zasada bezpiecznego odstępu jest fundamentem kreowania bezpieczeństwa w transporcie kolejowym.

Rozwój obszarów wymiany danych w ramach systemu transportowego można zilustrować w formie macierzy.

²⁴ B. Płaczek, *The information granulation in road traffic control procedures* (w:) *Transactions on Transport Systems Telematics and Safety*, red. J. Piechta, T. Węgrzyn, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2011, s. 20.

²⁵ <http://zprawy.aktualne.cz/domaci/ridice-zacne-trestat-velky-bratr-u-dalnic-pribydou-kamery/r~a5720bb0345711e4890a0025900fea04/> [dostęp: 19.04.2015].

Tab. 1. Macierz zależności rozwoju transportu

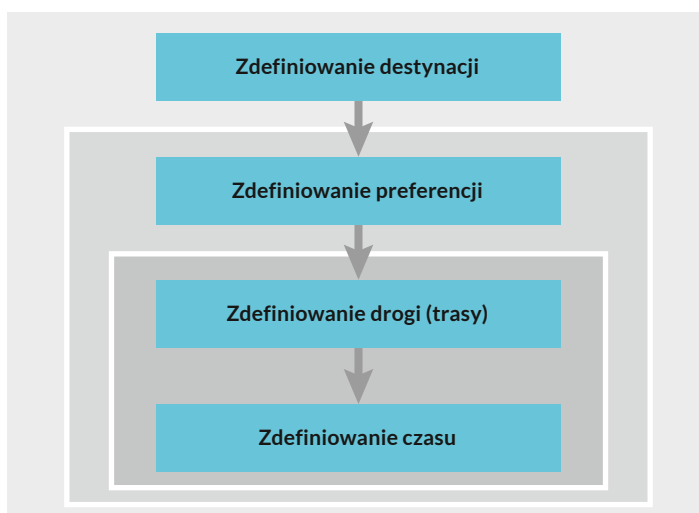
		Obszar technologiczny	
		Sterowanie	Napęd / zasilanie
Układ interferencji	Pojazd	Samokontrola pojazdu (automatyczna diagnostyka)	Samodzielne wprowadzanie pojazdu w stan ruchu
	Pojazd / pojazd	Bezpośrednie komunikowanie się pojazdów („TACS”)	Wykorzystanie potencjału innych pojazdów do napędu własnego pojazdu (korzystanie z zasobów innych pojazdów)
	Pojazd / infrastruktura	Infrastruktura sterująca pojazdem, optymalizująca ruch pojazdu i strumieni pojazdów	Indukowany dopływ energii do pojazdu

Źródło: Opracowanie własne.

Należy w tym miejscu zwrócić uwagę, że przyszłością jest interferencja pomiędzy poszczególnymi elementami technicznymi – rola człowieka jako transmitera pożądaných stanów, jako narzędzia transponującego sygnały otoczenia w komendy dla systemu (dla pojazdu) w bliżej nieokreślonej przyszłości zostanie wyeliminowana. Stan taki wiąże się z zupełnie innymi warunkami formułowania sygnałów otoczenia, ponieważ ich odbiorcą będzie pojazd, a nie człowiek (dla komputera sterującego ograniczenie prędkości do 30 km/h trzeba podać na przykład w kodzie binarnym, czyli jako 11110, lub też w kodzie szesnastkowym, gdzie przyjmuje postać 1f). Już dziś, choć nie zdajemy sobie z tego sprawy, to urządzenia pełnią funkcję sterującą, zaś człowiek wykonuje ich komendy (zatrzymanie na czerwonym świetle) – w przyszłości jednak spodziewać się można rozwoju takich systemów i urządzeń, które uniemożliwią zachowanie ludzkie sprzeczne z określonymi wymogami.

Stopień automatyzacji w transporcie, będący pochodną stopnia wykorzystania technologii cyfrowych, można mierzyć za pomocą testu decyzyjności. Poprzez zdefiniowanie, za jakiego rodzaju decyzje odpowiada maszyna, najłatwiej jest określić rolę człowieka w każdej fazie realizacji transportu, począwszy od planowania, a skończywszy na eksploatacji i działaniach wykonawczych.

Ogólny model ruchu zakłada cztery szczeble decyzyjności. Decyzje niższego szczebla są pochodną decyzji wyższego szczebla – te ostatnie bowiem wyznaczają możliwe ramy decyzji niższego szczebla. Zagadnienie to przedstawiono na poniższym rysunku.



Ryc. 1. Ogólny model problemu wyboru drogi, preferencji i czasu

Źródło: M. Schatten, M. Bača, P. Koruga: *The transportation paths routing semantic description* (w:) *Transactions on Transport Systems Telematics and Safety*, red. J. Piechta, T. Węgrzyn, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2011, s. 11.

Postęp w dziedzinie automatyzacji prowadzić będzie nieuchronnie do przesuwania decyzyjności w sferę pozaludzką. Zważyć należy, że dotyczy to każdego szczebla decyzyjnego. W makroskali nic bowiem nie stoi na przeszkodzie, by to automat w oparciu o posiadane zasoby wiedzy (w tym także wiedzy przetworzonej we własnym zakresie) decydował, z którego magazynu dostawa będzie w danym przypadku najkorzystniejsza.

Widać zatem, że powierzenie odpowiedzialności automatom wykracza daleko poza typowe dla wszystkich sektorów sieciowych problemy routingu. Formuła poszukiwania optimum ruchowego, które opisać należy jako zadanie wyznaczania optymalnych tras w sieci, polegające na takim podziale ruchu generowanego przez źródła pomiędzy wiele alternatywnych tras prowadzących ze źródeł do ujść, aby zoptymalizować funkcję kryterialną²⁶, może być bowiem wzbogacona o redefiniowanie na poziomie wyszukiwania dostępnych rozwiązań także punktów rozpoczęcia i zakończenia poszczególnych wektorów przemieszczeń.

8. Czynniki czasu w transporcie

Dla transportu kluczowym czynnikiem jest czas. Czas, pozostając wymiarem uniwersalnym wszechrzeczy, w sposób bardzo konkretny oddziałuje właśnie na transport, którego produkcję określa się jako wynik pokonywania przestrzeni w jednost-

²⁶ A. Grzech, *Sterowanie ruchem w sieciach teleinformatycznych*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2002, s. 108 i nast., por. także zagadnienia związane z szeroko rozumianym sterowaniem przepływem, *tamże*, s. 113–155.

kach czasu. Czas ogranicza możliwości transportu poprzez obostrzenia wynikające z czasu pracy, czas stanowi wymóg w zakresie terminowości dostaw, czas określa rodzaj uciążliwości dla otoczenia, generowanych przez transport.

Automatyzacja prowadzenia transportu pozwoli ograniczyć wpływ zjawiska czasu na sferę interakcji między transportem a jego społeczno-gospodarczym otoczeniem. Z jednej strony pozwoli na minimalizację wpływu przepływu ładunków na otoczenie, z drugiej – znacząco poprawi możliwości prowadzenia działalności transportowej, eliminując ograniczenia związane z aktywnością człowieka.

Podstawową wątpliwością w zakresie nakreślenia scenariusza rozwoju jest wpisanie transportu towarowego w sygnalizowany wcześniej trend „wypełniania całej dostępnej przestrzeni czasu”, trend swoistego „zawłaszczania czasu”. Najbardziej oczywistym kierunkiem wydaje się wypełnienie przez transport towarowy tych luk czasowych, w których stosowna infrastruktura nie jest wykorzystywana do innych, komparatywnie istotniejszych celów.

Czy jednak faktycznie wykrystalizuje się zoptymalizowany pod względem czasowym system transportowy, okazuje się wątpliwe. Z jednej bowiem strony podkreśla się, jak fundamentalną rolę dla gospodarki przyszłości stanowi „branża synchronizacyjna”, będąca kluczowym polem nowej gospodarki, z drugiej zaś – podkreśla się ułudę synchronizacji, wskazując jednoznacznie na utopię doskonale zsynchronizowanych mechanizmów²⁷. Pełna synchronizacja usztywnia system, kreuje inercję i opóźnia innowacje. Prowadzi do sytuacji, w której zmieniać trzeba wszystko albo nic i wszystko w jednym czasie, a to w warunkach idealnej synchronizacji jest niezmiernie trudne²⁸.

Dlatego właśnie rozwój gospodarki 24/7 może prowadzić do ziszczenia się zupełnie odmiennego scenariusza. W scenariuszu tym istotna będzie pełna dostępność transportu w każdym momencie czasu. Nie będą występować jakiejkolwiek bariery, uniemożliwiające realizację procesu transportowego w jakimkolwiek momencie i w jakiejkolwiek relacji.

Obrazy owych dwóch scenariuszy można porównać do skrajnie odmiennych przypadków. W pierwszej sytuacji mamy do czynienia z pełnym rozkładem jazdy, zaprogramowanym w sposób idealny, spełniający kryterium matematycznego optimum pod wszystkimi względami. Ruch pojazdów i przepływ ładunków odbywa się w oparciu o wielokryterialny wybór i jest ściśle zaplanowany. Nie występują koszty związane z przeskalowaniem któregokolwiek z elementów systemu, ponieważ wszystkie elementy są tak zaprojektowane, by spełniać optimum. Nie występuje zatem nadpodaż przepustowości infrastruktury czy też nadpodaż pojazdów.

Zgoła inaczej wygląda sytuacja w drugim scenariuszu, gdzie nie występuje jakiegokolwiek rozkład jazdy. Każda godzina jest jednakowo dobra na prowadzenie transportu, zgodnie z filozofią 24/7. Walorem staje się tu nieograniczony dostęp do transportu, możliwy do realizacji w funkcji ciągłej. Podaż transportu jest w tym modelu nieskończenie duża (a przynajmniej na tyle duża, że można ją traktować jako nieskończenie dużą), tym samym aspekt czasowy dostępu do usług transportowych zostaje

²⁷ A. Toffler, H. Toffler, *dz. cyt.*, s. 46–49.

²⁸ *Tamże*, s. 61.

dla otoczenia wyeliminowany. Otoczenie wówczas funkcjonuje w warunkach, w których może w dowolnym momencie skorzystać z transportu. Zderzenie tych scenariuszy można opisać zgodnie z formułą na rysunku 2.



Ryc. 2. Sprzeczność ideowa scenariuszy rozwoju transportu

Źródło: Opracowanie własne.

Widać zatem wyraźnie, że obok trendu usztywniania transportu (bo tak nazwać należy dążność do maksymalizacji stopnia zsynchronizowania) dostrzega się tendencje odśrodkowe, zmierzające do rozregulowania transportu i postawienia przed nim wymogu pełnej dostępności²⁹.

9. Aspekty geopolityczne

Przemiany techniczno-technologiczne, dotyczące branży transportowej, pozostają zdeterminowane geopolitycznie, następują na określonym terytorium, w określonych uwarunkowaniach. Także baza rozwoju, będąca nie tylko prostą kontynuacją sytuacji zastanej, jest odmienna w poszczególnych częściach świata, przy czym w kontekście globalizacji spodziewać się należy raczej odmiennej podatności różnych terytoriów, różnych części świata na oddziaływanie megatrendów aniżeli prognozować odmienne kierunki rozwoju sektora transportu ładunków, realizowane w oparciu o odmienną bazę.

Źródłem napędzającym przemiany w sektorze transportu ładunków jest przede wszystkim rosnący wolumen obrotów w handlu zagranicznym oraz w e-commerce. Występuje sprzężenie zwrotne pomiędzy poszczególnymi zjawiskami: rozwój transportu sprawia, że rynki poszerzają swój zasięg przestrzenny, co w konsekwencji prowadzi do zwiększenia siły oddziaływania korzyści komparatywnych, wynikających z wymiany międzynarodowej. Sytuacja, w której następuje multiplikacja korzyści z rozwoju transportu do szerokich dziedzin życia społeczno-gospodarczego przekłada się następnie na swoiście rozumiane „zapotrzebowanie” na dalszy rozwój transportu, zgłaszane ze strony otoczenia, oczekującego dalszych szeroko rozumianych korzyści związanych ze specjalizacją i poszerzaniem rynków.

Obecnie wydaje się, że najistotniejszym czynnikiem geopolitycznym, wpływającym na rozwój transportu, jest współpraca transkontynentalna. Z perspektywy europejskiej trudno jest oczekiwać raptownych i drastycznych zmian w transporcie ładunków, zwłaszcza w skali, która oddziaływałaby w sposób globalny. Kształtowanie transportowych megatrendów wymaga bowiem innej skali. Nawet wysiłki Unii Europejskiej, aby dzięki działaniom w zakresie kształtowania technicznych specyfi-

²⁹ Taki zestaw akcja – reakcja został ujęty przez Naisbitta w odniesieniu do ultrastykowych następstw rozwoju ultratechnologii, zob. J. Naisbitt, *dz. cyt.*, s. 62–79.

kacji interoperacyjności kolei doprowadzić do wykształcenia się jednolitego obszaru kolejowego, choć bez wątplenia trudne i narażone na ostracyzm z wielu stron, nie kształtują istoty rozwoju transportu, gdzie Europa jest zaledwie niewielkim punktem na końcu łańcucha.

Wskazać należy na dwa biegunowo odmienne zjawiska, które dotyczą skali transkontynentalnej i mają kluczowe znaczenie dla długoletnich perspektyw rozwoju systemów transportowych w skali globalnej. Z jednej strony należy się spodziewać, że stopniowe zbliżanie Unii Europejskiej i Stanów Zjednoczonych, zmierzające do utworzenia euroatlantyckiej strefy wolnego handlu przyczyni się do powstania typowych dla tego rodzaju zjawisk, tj. efektu kreacji handlu oraz efektu przesunięcia handlu. W ten sposób pojawi się presja na doskonalenie więzi transportowych, umożliwiających swobodną wymianę handlową – bez odpowiedniego fundamentu technicznego zapisy umowne pozostaną martwe, a przynajmniej nie przyniosą oczekiwanych skutków. Nacisk na rozbudowę infrastruktury pozwalającej na zwiększenie wolumenu przewozów w ramach ugrupowania euroatlantyckiego występować będzie nie tylko ze strony biznesowego otoczenia sektora transportu (ze strony podmiotów wytwórczych, zainteresowanych poszerzaniem rynków zbytu), ale także ze strony władz, wspierających w ten sposób osiągnięcie przewag gospodarczych.

Z drugiej strony otwarte pozostaje pytanie o rolę Oceanu Atlantyckiego jako naturalnej przeszkody w kreowaniu więzi pomiędzy stronami porozumienia TTIP. Wskazać w tym miejscu należy przede wszystkim na chińskie plany stworzenia transkontynentalnych sieci kolejowych wysokich prędkości. Zgodnie z informacjami „South China Morning Post” dla zapewnienia efektywnych powiązań transportowych planuje się stworzenie sieci kolejowej sięgającej od Londynu na zachodzie po Fairbanks na Alasce³⁰. Budowa kolei przez Cieśninę Beringa wydaje się obecnie mglistym wymysłem, a przeszkody konieczne do pokonania są nieporównywalne z żadnym dotychczasowym przedsięwzięciem inżynierskim (choćby kwestia pokonania wiecznej zmarzliny w Jakucji), ale równocześnie nie są one niemożliwe do pokonania, czego dowodem są choćby rurociągi na dalekiej północy.

Substytucja żeglugi przez lądowe sposoby przemieszczania się jest częściowo związana z ograniczeniami środowiskowymi – objęcie żeglugi morskiej normami emisji różnych substancji pogorszy pozycję konkurencyjną żeglugi i spodziewać się należy, że po 2020 roku może następować przesuwanie potoku ładunków na transport lądowy w tych relacjach, w których będzie to możliwe. Równocześnie jednak dostrzeżę się zagadnienie podatności transportowej różnych ładunków i znacznie mniejsze naturalne ograniczenia transportu wodnego w odniesieniu do masy przewożonych ładunków³¹. Polem konkurencji pomiędzy transportem lądowym a wodnym w coraz większym stopniu staje się aspekt czasowy (a nie przestrzenny), a przykładem bez-

³⁰ <http://www.scmp.com/infographics/article/1605236/infographic-chinas-high-speed-rail-vision> [dostęp: 10.12.2014].

³¹ <http://www.pgt.pl/europa-utrzyma-spedycje-morska> [dostęp: 25.04.2015].

pośredniego porównania jest na przykład transport kontenerów z Chin do Europy, gdzie pociąg z Chengdu do Łodzi pokonuje trasę trzy razy szybciej niż analogiczny ładunek nadany frachtem morskim³². Masowe przesuwanie ładunków z wody na ląd jest jednak perspektywą bardzo odległą, po pierwsze z racji skali, po wtóre zaś – z racji ukształtowania systemu transportowego przez dziesięciolecia w taki a nie inny sposób. Można sobie wyobrazić, że w miejsce jednego kontenerowca w drogę wyrusza dwieście pociągów, jednak zmiana taka spowodowałaby trudne do wyobrażenia konsekwencje, a także wymagałaby znacznego przeformatowania istniejącego układu infrastrukturalnego.

Postęp technologiczny w zakresie poszczególnych gałęzi transportu, związany tak naprawdę w dużej mierze z umiejętnościami ludzkimi w zakresie kontrolowania zjawisk naturalnych na Ziemi, determinuje kierunki rozwoju transportu, jednak postęp ma miejsce w określonej geopolitycznej przestrzeni. Czynniki ten nie powinien być pomijany w analizach, bowiem wpływa na możliwości rozwoju poszczególnych powiązań transportowych. Także determinuje wykorzystanie określonej bazy, określonego zasobu wstępnego – przejawem takiego zjawiska jest choćby wysoki stopień automatyzacji prowadzenia ruchu kolejowego na ogromnych połaciach Syberii, wymuszony niskim zaludnieniem obszaru.

Podsumowanie

Postępująca dematerializacja transportu, przejawiająca się nie tyle zanikiem fizycznej bazy prowadzenia przewozów, co rosnącym znaczeniem niematerialnych czynników kreowania wartości dodanej w transporcie, idzie w parze z podobnymi procesami, zachodzącymi w całej gospodarce. Transport pozostaje bowiem dziedziną ściśle sprzężoną z globalnym rozwojem społeczno-gospodarczym.

Czy rozwój zatem społeczeństwa informacyjnego oznacza nieuchronny schyłek sfery materialnej? Wydaje się, że nie. Uwagi J. Naisbitta, wskazujące na kierunkowy rozwój poprzez analizę najczęściej wykonywanych zawodów obrazują przejście z gospodarki agrarnej do gospodarki przemysłowej poprzez wyparcie z pierwszej pozycji na liście wykonywanych zawodów rolnika przez zawód robotnika. Kolejnym etapem rozwoju było analogiczne wyparcie robotnika przez zawód urzędnika (sic!)³³.

Wydaje się jednak, że nie powinno się wyciągać zbyt daleko idących wniosków, jakoby działalność w sferze materialnej traciła na znaczeniu. Podobnie jak rozwój przemysłu w dobie rewolucji industrialnej nie spowodował porzucenia rolnictwa (które przecież musiało wykarmić już nie tylko siebie, ale także fabrycznych robotników), tak teraz rozwój społeczeństwa informacyjnego nie spowoduje porzucenia gospodarki materialnej. Transport towarów nadal będzie mieć miejsce, choć jego rola zostanie

³² http://logistyka.wnp.pl/regularne-polaczenie-cargo-koleja-z-chin-do-lodzi,198156_1_0_0.html [dostęp: 17.05.2015].

³³ J. Naisbitt, *dz. cyt.*, s. 33.

„zredukowana” do tej, którą pełniło (i nadal pełni) rolnictwo. Warto w tym miejscu przytoczyć, że nestor rozwoju gospodarki trzeciej fali A. Toffler wyraźnie zaznacza, że nowa rzeczywistość nie oznacza odrzucenia starej, co raczej wypracowania określonej syntezy nowej i starej rzeczywistości³⁴.

W dobie globalnej gospodarki cyfrowej, skoncentrowanej na obszarach o wysokim stopniu zainwestowania, transport wymagać będzie coraz to większych i coraz to doskonalonych narzędzi wspierania swojej działalności poprzez sferę teleinformatyczną. Jest to jednoznaczne wskazanie kierunku rozwoju infrastruktury. Już od podstaw powinniśmy tworzyć infrastrukturę inteligentną, umożliwiającą bezpośrednie komunikowanie się drogi z pojazdem.

Choć doświadczenia poszczególnych gałęzi transportu są bardzo zróżnicowane, to raczej wzajemnie się uzupełniają niż wykluczają. Jednocześnie stwierdzić można, że postęp techniczny, niezależnie od gałęzi transportu, przejawia się poprzez:

- zwiększanie interakcji pomiędzy pojazdem a otoczeniem poprzez rozwój technologii sensorycznych, pozwalających na postrzeganie zjawisk wcześniej niebranych pod uwagę w procesie sterowania pojazdem,
- stopniową eliminację czynnika ludzkiego w sterowaniu pojazdem,
- rozwój możliwości optymalizacji procesów ruchu dzięki gromadzonym informacjom i ich wykorzystaniu.

Specyfika transportu prowadzić będzie do stopniowego zacierania się różnic pomiędzy gałęziami transportu – istotniejsze będzie podejście funkcjonalne. Obszary problemowe dla wszystkich gałęzi transportu są takie same. Wewnętrznym problemem jest kongestia i nierównomierność, zewnętrznym – oddziaływanie na otoczenie. Postępująca automatyzacja zwiększy możliwości określania optymalnych stanów systemu transportowego (w układzie dynamicznym) poprzez zastosowanie analizy wielokryterialnej. Występowanie w segmencie B2B dodatkowo wzmacnia potrzebę i możliwość wykorzystania narzędzi matematycznych, zaś sam rachunek optymalizacyjny może i powinien być stosowany także bezpośrednio do infrastruktury transportowej. Poszczególne zjawiska, obserwowane w zakresie transportu ładunków, mają charakter wzajemnie powiązany i z tego względu nie można ich rozpatrywać w oderwaniu od kształtowania się sytuacji politycznej w poszczególnych częściach świata, ta ostatnia bowiem wpływa nie tylko na możliwości transportu, ale także na kształtowanie więzi handlowych i kooperacyjnych, pierwotnych względem potrzeb transportowych.

³⁴ A. Toffler, *Trzecia fala*, Państwowy Instytut Wydawniczy, Warszawa 1986, s. 323.

Bibliografia

- Brzozowska K., *Infrastruktura publiczna jako kategoria ekonomiczna*, „*Ekonomista*” 2002, nr 1.
- Bureš P., *Transports Protocol Expert Group, Keeping Drivers Informed* (w:) *Advances in Transport systems telematics*, red. J. Mikulski, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2009.
- Czornik M., *Miasto. Ekonomiczne aspekty funkcjonowania*, wyd. II rozszerzone, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Karola Adameckiego w Katowicach, Katowice 2008.
- Grzech A., *Sterowanie ruchem w sieciach teleinformatycznych*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2002.
- Górski W., *W sprawie uregulowania prawnego przewozu osób*, „*Ruch Prawniczy i Ekonomiczny*” 1959, nr 4.
- Handy Ch., *Wiek paradoksu*, Dom Wydawniczy ABC, Warszawa 1996.
- Hendzel Z., Trojnacki M., *Sterowanie neuronowe ruchem mobilnych robotów kołowych*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2008.
- Meijers E., *Polycentric urban regions and the quest for synergy. Is a network of cities more than the sum of the parts?*, „*Urban Studies*” 2005, nr 4.
- Naisbitt J., *Megatrendy*, Zysk i S-ka, Poznań 1997.
- Płaczek B., *The information granulation in road traffic control procedures* (w:) *Transactions on Transport Systems Telematics and Safety*, red. J. Piechta, T. Węgrzyn, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2011.
- Rychter M., *Experiences with digital tachographs for over six years exploitation* (w:) *Transactions on Transport Systems Telematics and Safety*, red. J. Piechta, T. Węgrzyn, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2011.
- Schatten M., Bača M., Koruga P., *The transportation paths routing semantic description* (w:) *Transactions on Transport Systems Telematics and Safety*, red. J. Piechta, T. Węgrzyn, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2011.
- Siergiejczyk M., *Problems of quality of services in transport telematic* (w:) *Advances in Transport Systems Telematics*, red. J. Mikulski, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2009.
- Siergiejczyk M., Krzykowska K., *Analiza i ocena wybranych systemów dozoru w ruchu lotniczym*, „*Technika Transportu Szynowego*” nr 10/2013 (dodatek elektroniczny).
- Szołtysek J., *Logistyczne aspekty zarządzania przepływami osób i ładunków w miastach*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Karola Adameckiego w Katowicach, Katowice 2009.
- Toffler A., *Trzecia fala*, Państwowy Instytut Wydawniczy, Warszawa 1986.
- Toffler A., Toffler H., *Rewolucyjne bogactwo*, Kurpisz, Przeźmierowo 2007.

Rozporządzenie Ministra Transportu z dnia 31 lipca 2007 roku w sprawie okresowych ograniczeń oraz zakazu ruchu niektórych pojazdów na drogach tekst jednolity: Dz. U. 2013 poz. 839.

Ustawa z dnia 28 marca 2003 roku o transporcie kolejowym, tekst jednolity: Dz. U. 2013 poz. 1594 z późn. zm.

Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 roku prawo o ruchu drogowym, tekst jednolity: Dz. U. 2012 poz. 1137 z późn. zm., art. 10 ust. 11.

Wytyczne techniczno-eksploatacyjne urządzeń do wykrywania stanów awaryjnych taboru Ie-3, załącznik do zarządzenia nr 16/2005 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 20 maja 2005 roku

http://logistyka.wnp.pl/regularne-polaczenie-cargo-koleja-z-chin-dolodzi,198156_1_0_0.html [dostęp: 17.05.2015].

<http://www.bbc.com/news/technology-32049350> [dostęp: 27.03.2015].

<http://www.scmp.com/infographics/1605236/infographic-chinas-high-speed-rail-vision> [dostęp: 10.12.2014].

<http://www.pgt.pl/europa-utrzyma-spedycje-morska> [dostęp: 25.04.2015].

<http://zpravy.aktualne.cz/domaci/ridice-zacne-trestat-velky-bratr-u-dalnic-pribydou-kamery/r~a5720bb0345711e4890a0025900fea04/> [dostęp: 19.04.2015].

SUMMARY

Freight transport, driven mostly by business sector (B2B, also B2C), is less dependent on personal attitude to particular transport forms. It causes higher dependence on technical development as well as on macroeconomic surrounding, including geopolitical aspects. Concerning specific aspects of transport modes the topic has been presented in an universal way, appropriate for all carriages, independently of the modal approach. Immaterial elements of transport services has been pointed out as a key factor, which will create the future of freight transport and define the added value of the services. Spatial concentration of an economic activity, globalisation as well as the growth of ICT usage have been marked as key factors in the creation of development scenarios. Remarks on possible development scenarios have been derived from classical works by John Naisbittd vin Toffler.

Kreowanie megatrendów – role publicznego gospodarza i prosumenta

Wprowadzenie

Analizując rozwój teorii ekonomii, można wskazać na coraz większe znaczenie ujęcia ewolucjonistycznego w ramach pozytywnej myśli ekonomicznej¹. Stoimy przed wyzwaniem, aby w badaniach ekonomicznych uwzględnić nowe zjawiska, które wystąpiły w gospodarce światowej na przełomie pierwszej i drugiej dekady XXI wieku. Trzeba docenić wzrastające znaczenie zjawisk: braku ciągłości procesów gospodarczych, występowania długich okresów nierównowagi, irracjonalnego zachowania, wreszcie przypadku jako czynnika zmieniającego kierunek i intensywność procesów gospodarczych. Od kilku lat na świecie prowadzona jest intensywna dyskusja o potrzebie sformułowania oraz realizacji polityki klimatycznej. Ważnymi podmiotami, które są zaangażowane w tych procesach, są władze publiczne oraz konsumenci. Obie te grupy podejmują nowe role w gospodarce. Wykorzystanie w tym opracowaniu ujęcia ewolucjonistycznego ma na celu zwiększenie zdolności do formułowania predykcji, które są weryfikowane pozytywnie².

Zastosowanie ujęcia ewolucjonistycznego pozwala dostrzec nowe zachowania człowieka, który występuje na rynku w rolach:

- producenta (przedsiębiorcy),
- konsumenta,
- przedstawiciela władzy politycznej (występującej zarówno jako **publiczny gospodarz**, jak i sprawującej funkcję regulatora),
- a także w nowej, a może też zupełnie prastarej, roli – **prosumenta**.

1. Zróżnicowanie ról człowieka

Role człowieka jako podmiotu gospodarującego, krótki opis jego zachowania w tych rolach oraz motywy przyjmowania tych ról zestawiono w tabeli 1.

¹ A. Glapiński, *Meandry historii ekonomii*, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2012, s. 289.

² Zob. B. Schauer, *Rozwój teorii ekonomii po kryzysie. Rewolucja czy ewolucja?*, w: *Współczesne problemy ekonomiczne*, red. nauk. U. Zagóra-Jonszta, K. Nagel, Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach, Katowice 2013, s. 11.

Tab. 1. Rola człowieka w procesie wytwarzania

Rola	Zachowanie	Motywacja
Naturalny gospodarz	Produkuję tylko tyle, ile potrzebuje dla zaspokojenia potrzeb własnego gospodarstwa domowego	Walka o przetrwanie
Przedsiębiorca	Produkuję tak dużo i na tyle innowacyjnie, jak długo wzrost wielkości produkcji i zmiana oferty prowadzi do zwiększenia kwoty zysku	Chęć osiągnięcia zysku, w niektórych przypadkach powiązana z pasją tworzenia (nowych produktów)
Publiczny gospodarz	Tworzy i zarządza – w roli właściciela, lub kreuje – w roli zamawiającego, potencjał wytwórczy (np. infrastrukturę drogową bądź potencjał OZE), którym nie mogą gospodarować na własny rachunek i na własne ryzyko podmioty kierujące się rachunkiem efektywności mikroekonomicznej	Świadczenie społecznie pożądaných usług publicznych przy zastosowaniu wymuszonego administracyjnie procesu pobierania danin od producentów i konsumentów
Prosument	Tworzy jako konsument zasoby (rzeczowe oraz know-how), które wykorzystuje do zaspokajania swoich potrzeb, a dostępne nadwyżki potencjału udostępnia osobom trzecim	Może kierować się skłonnością do dzielenia się swoimi zasobami z innymi osobami lub też uznać, że zarządzany przez niego potencjał może służyć produkcji dóbr (w tym usług) sprzedawanych dla osiągnięcia dodatkowego przychodu

Źródło: Opracowanie własne.

Człowiek produkował przez tysiące lat tylko tyle, ile sam jako członek plemienia potrzebował, aby przeżyć. W ówczesnej sytuacji występował w roli jednostki, która sama produkuje i sama korzysta z efektów tej produkcji³. Dyskusyjne jest nazywanie człowieka w tej roli jako prosumenta, skoro wówczas jego działanie sprowadzało się do roli „zaledwie” **gospodarza naturalnego**. Po epoce wielkich odkryć geograficznych Europejczycy, jako jedyna zbiorowość wśród całej populacji na Ziemi, prowadzili taką działalność, która pozwalała kumulować bogactwo głównie dzięki grabieniu dóbr w podbitych zamorskich krajach. Dopiero mniej więcej w ostatnich 200 latach, tj. od czasów rewolucji przemysłowej, ma miejsce przyspieszenie postępu technicznego,

³ A. Kozłowska, *Nowy konsument – nowe formy reklamy*, w: *Chaos czy twórcza destrukcja? Ku nowym modelom w gospodarce i polityce*, red. nauk. A. Zaorska, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2011, s. 129.

który w różnym tempie jest uzyskiwany w różnych regionach świata. Od XVIII wieku w dużym tempie gromadzone są zasoby w znacznej ilości oraz o nowych cechach. Doskonając opis procesów gospodarowania, zaproponowano m. in. zdefiniowanie nowych (mega)trendów rozwoju gospodarczego. Wśród pierwszych z nich znalazły się: przemysłowienie produkcji i urbanizacja.

Szczególnie duże tempo rozwoju gospodarczego, mającego swoje podstawowe źródło we wzroście produkcji przemysłowej, występowało w latach 1875–1914, a następnie 1950–1973⁴. Przed I wojną światową prowadzona była bardzo aktywna wymiana handlowa na rynku światowym i wówczas kraje dostarczające surowce z Azji, Ameryki Południowej oraz Afryki Północnej do Europy były w stanie utworzyć bogatą infrastrukturę transportową oraz komunalną. Od wybuchu II wojny światowej nastąpiło przyspieszenie rozwoju gospodarki USA, która uzyskała status lidera światowego. Dynamiczny rozwój gospodarek europejskich w II połowie XX wieku odbywał się początkowo bez uwzględniania potrzeby dbania o ochronę środowiska naturalnego. Dopiero w latach 60. powstały pierwsze raporty⁵, w których wskazywano na konieczność uwzględnienia ekologii jako istotnego (mega)trendu rozwojowego. Na przełomie wieków i w pierwszej dekadzie XXI wieku tempo rozwoju gospodarczego było zróżnicowane w różnych regionach świata. W krajach wysokorozwiniętych dobiegał końca proces deindustrializacji, a podstawowe znaczenie uzyskał sektor usług, w tym usług finansowych, a także informatycznych i komunikacyjnych (ICT). Szczególnie wysoka dynamika rozwoju gospodarki chińskiej od lat 90. minionego wieku ma charakter spektakularny, ale trzeba uwzględniać bardzo niski poziom bazy na początku tego procesu. Szybki wzrost wolumenu wymiany towarowej między krajami Dalekiego Wschodu a Europą z jednej strony oraz USA z drugiej strony, powiązane ze zjawiskiem przenoszenia produkcji do Chin i innych krajów Azji Południowo-Wschodniej (*offshoring*), spowodowały, iż za (mega)trend uznano globalizację gospodarki światowej⁶.

Zmiany ilościowe w gospodarce determinują bezwzględny poziom konsumpcji społeczeństw. W prowadzonej współcześnie dyskusji o kierunkach przyszłościowych zmian więcej uwagi przywiązuje się do możliwych przemian jakościowych niż do różnych scenariuszy wzrostu ilościowego. Wynika to z konstatacji, iż od lat 80. minionego wieku w wyniku upowszechniania zupełnie nowych technologii ICT wystąpiło tak duże tempo przemian, że w ciągu życia człowieka zamyka się cykl zastępowania

⁴ P.R. Gregory, R.C. Stuart, *Comparing Economic Systems in the Twenty-First Century*, Houghton Mifflin, Boston-New York, 2004, s. 513–514.

⁵ Klasyczną pozycję stanowi publikacja tzw. raportu Klubu Rzymskiego. Zob. D.H. Meadows, D.L. Meadows, J. Randers, W.W. Behrens III, *The Limit to Growth, A Potomac Associates Book*, Washington (DC) 1972.

⁶ M. Ślepko, *Offshoring jako czynnik zmian rozkładu aktywności ekonomicznej na świecie i szansa regionów rozwijających się na włączenie w proces globalizacji*, w: *Chaos... dz.cyt.*, s. 55 i nast.

jednych generacji urządzeń technicznych i rozwiązań organizacyjnych nowymi generacjami⁷.

Obserwując zmiany w systemie społeczno-gospodarczym, można próbować ustalić, jaki podmiot lub jakie podmioty mają szczególnie wpływ na kształtowanie się kierunków i tempa procesów zmian. Według J. Schumpetera podstawową rolę należy przypisać jednostkom, które wykazując się przedsiębiorczością, w bezpośredni sposób wpływają na rozwój nowych form gospodarowania i przyczyniają się do wprowadzania na rynek nowych produktów⁸. Suma efektów autonomicznych działań **przedsiębiorców** decyduje o kierunku i tempie procesów przemian.

Można jednak zauważyć procesy rozwoju o odmiennym charakterze. Przemiany w energetyce określane w Niemczech jako *Energiewende* przebiegają w inny sposób, niż procesy kreowane przez przedsiębiorców. Obserwujemy nowe zjawisko, jakim jest kreowanie procesów przemian przez ruchy społeczne, które swoją podstawową działalność prowadzą „poza obszarem gospodarki”. Wydaje się, że na tyle silnie wpływają one na działalność gospodarczą, iż można im przypisać siłę sprawczą istotnych zmian w systemie społeczno-gospodarczym, wręcz kształtowanie nowych megatrendów.

2. Publiczny gospodarz – znaczenie ruchów społecznych dla kształtowania programów gospodarczych

Wpływ ruchów społecznych oraz zachowania władz publicznych występujących w roli **publicznego gospodarza** na przebieg procesu gospodarowania zasługuje na szczególną uwagę. Uzasadnia to wzrastająca rola sektora publicznego w funkcjonowaniu gospodarki, co wiąże się z jednej strony z rozbudową sektora publicznego jako producenta i zarządcy, np. infrastruktury technicznej, a z drugiej strony ze zwiększaniem zasięgu regulacji rynku wprowadzanych przez władze publiczne.

Ruchy społeczne przyczyniają się do upowszechniania poglądów, które znajdują swoje odzwierciedlenie w programach politycznych. Politycy reagują na zachowania społeczne i dostosowują decyzje organów władzy ustawodawczej oraz wykonawczej do woli społeczeństwa. Ze względu na niedoskonałość procesów podejmowania decyzji w systemie demokratycznym kierunki działania są wyznaczone przez „głoszącą większość”. W praktyce dochodzi do narzucania całemu społeczeństwu programów, które są przygotowywane i wdrażane przez grupy aktywne, ale stanowiące zazwyczaj zaledwie bezwzględną mniejszość społeczeństwa. W przypadku ujawnienia się w społeczeństwie konfliktu interesów między różnymi grupami może być budowana nowa „głosząca większość”, która wprowadza korekty lub wręcz wstrzymuje realizację poprzednio przyjętych programów.

⁷ W. Pacho, *Stagnacja gospodarcza i innowacje techniczne w okresie przedindustrialnym*, Oficyna SGH, Warszawa 2013, s. 9.

⁸ A. Glapiński, *Kapitalizm, demokracja i kryzys państwa podatków. Wokół teorii Josepha Aloisa Schumpetera*, SGH w Warszawie, Warszawa 2004, s. 108.

Proces kształtowania decyzji władzy publicznej może mieć także odmienny charakter. Otóż ambitni i kreatywni politycy formułując swoje programy mogą „wstrzelić się” w oczekiwania społeczne, uzyskując poparcie „głosującej większości”. W takim przypadku mamy do czynienia ze zdominowaniem społeczeństwa przez elity (polityczne), które przejmują rolę autorów i realizatorów programów prowadzących do zmian społeczno-gospodarczych. Obserwacja funkcjonowania współczesnych gospodarek w krajach o najwyższym poziomie rozwoju, w tym w USA, pozwala na stwierdzenie, że dominującą rolę w kształtowaniu postaw elit oraz dość szerokich grup społecznych mają podmioty gospodarcze. Efektem agresywnego lobbingu ze strony dużych, w tym multinarodowych, korporacji gospodarczych staje się korygowanie programów politycznych oraz wpływanie na tempo ich realizacji. Na zagrożenia związane z podporządkowywaniem polityki społeczno-gospodarczej poszczególnych państw, a nawet całej zbiorowości krajów członkowskich UE, interesom wielkich (amerykańskich) koncernów wskazuje się w trakcie coraz bardziej ożywionej dyskusji o zaletach i wadach rozwiązań przewidzianych w umowie o Transatlantyckim Partnerstwie w dziedzinie Handlu i Inwestycji (TTIP)⁹.

Gdy funkcję lidera zmian w gospodarce od przedsiębiorców przejmują bardziej lub mniej zorganizowane grupy społeczne lub elity polityczne, powstaje sytuacja, w której system społeczno-gospodarczy może utracić zdolność do samobilansowania swojego rozwoju. Dopóki inicjatywa pozostaje w rękach przedsiębiorców, decydują się oni na realizację takiego pakietu programów rozwojowych, które potrafią sami sfinansować. Gdy ich środki na rozwój (R&D) kończą się przed uzyskaniem wyznaczonego celu, jakim jest doprowadzenie do uzyskiwania nadwyżki przychodów nad wydatkami w związku z wprowadzeniem na rynek nowego produktu, to są zmuszeni do zaniechania realizacji podjętego projektu rozwojowego.

Inicjatywy społeczne mają tę cechę, że sięgają po środki (z funduszy publicznych), często angażując ich więcej, niż wynosi dostępny zasób tych środków. Korzystając ze szczególnej pozycji organów władzy publicznej (w Imperium w szczególności na szczeblu wspólnotowym oraz państwowym krajów członkowskich, ale zdarza się, że także na szczeblu władzy samorządu regionalnego), decydenci (czyli politycy, a także zależni od nich urzędnicy) są gotowi do zaciągania długu (przy wykorzystaniu różnych ofert dostępnych na rynku finansowym), aby przyspieszyć lub rozszerzyć zakres działań poza poziom, który byłby możliwy przy wykorzystaniu jedynie już zgromadzonych środków. Skutkiem zadłużania się „ponad miarę” jest doprowadzanie do kryzysów w finansach publicznych¹⁰.

Innowacyjność przedsiębiorców tym bardziej jest konsekwentna, im szybciej udaje się im uzyskać zyski. Występuje w takiej sytuacji korzystne zjawisko wzrostu skłonności do zwiększania środków na rozwój, im więcej środków zostaje zakumulo-

⁹ M. Uken, *CETA und TTIP. Merkel unterschätzt die Brisanz*, <http://www.zeit.de/wirtschaft/2015-04/freihandelsabkommen-ceta-ttip-maude-barlow> [dostęp: 30.04.2015].

¹⁰ Zob. K. Marczewski, *Refleksje teoretyczne nad polityką stabilizacyjną, w: Dylematy polityki makroekonomicznej w warunkach kryzysu zadłużeniowego w Unii Europejskiej*, red. nauk. P. Albiński, Z. Polański, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2015, s. 95.

wanych w przedsiębiorstwie odnoszącym sukces na rynku. Natomiast realizacja programów pożądaných społecznie może się załamać, gdy ich realizacja nie zapewnia (bezpośrednio lub pośrednio) wzrostu wartości funduszy publicznych.

Narasta wątpliwość, czy realne jest kontynuowanie już wytyczonych oraz podejmowanie dodatkowo nowych programów dotyczących osiągnięcia celów polityki klimatycznej oraz powiązanych z nimi celów polityki energetycznej¹¹.

Atrakcyjność polityki klimatycznej kształtują dwie główne grupy czynników:

- reakcji społecznych,
- zachowań biznesowych.

W społeczeństwie musi być upowszechniona i zaakceptowana opinia, że o środowisko naturalne należy dbać. Nie jest to sytuacja powszechna w skali globalnej, kontynentalnej (regionalnej) i lokalnej. Przejawem bardzo niskiego poziomu zaangażowania w sprawy ochrony środowiska w Polsce jest dość obojętna postawa polskiej młodzieży. W porównaniu z krajami Europy Zachodniej, gdzie w środowisku akademickim wyzwania ekologiczne znajdują swoje odzwierciedlenie w treści programów organizacji młodzieżowych, w tym przybudówek młodzieżowych partii politycznych, w Polsce ruch obrońców środowiska naturalnego jest bardzo słabo dostrzegalny lub wręcz nie występuje.

3. Zmiana nastrojów społecznych i ich wpływ na korekty programów gospodarczych

W Niemczech znaczące społeczne zaangażowanie w programy ochrony środowiska naturalnego przyniosło w minionych latach liczne efekty. Udało się poprawić wskaźniki zanieczyszczenia powietrza, gleby i wody oraz ograniczyć bieżącą emisję. W 2012 roku problemy ekologiczne uzyskały najwyższą wartość w badaniu znaczenia problemów społecznych. Wśród przyczyn takiego społecznego nastawienia wskazywano konsekwencje katastrofy w elektrowni jądrowej w Fukushima (która miała miejsce 11 marca 2011 roku), echa decyzji politycznej o wycofaniu się Niemiec ze stosowania energetyki jądrowej, popularyzację programu przemian w energetyce¹². W 2014 roku w społeczeństwie niemieckim wystąpiło jednak po raz pierwszy od wielu lat zjawisko drastycznego spadku zainteresowania kwestiami ekologicznymi. Wydaje się, że nałożyły się na to dwie podstawowe okoliczności:

- w świadomości społecznej na plan pierwszy wysunęły się inne aspekty funkcjonowania systemu społeczno-gospodarczego niż kwestie ochrony środowiska,
- realizacja programu energetycznego ujawniła, iż wartość nakładów na rozwój (w skali makro i mikro), które należy sfinansować, aby osiągnąć wytyczony

¹¹ Cele unijnej polityki klimatycznej zostały określone w dokumentach przyjętych w Kopenhadze w grudniu 2009 r. podczas międzynarodowej debaty na protokołem z Kyoto. Zob. G. Gregori, Th. Wimmer (Hrsg.), *Grünbuch der nachhaltigen Logistik. Handbuch für die ressourcenschonende Gestaltung logistischer Prozesse*, Bundesvereinigung Logistik, Wien-Bremen, 2011, s. 19.

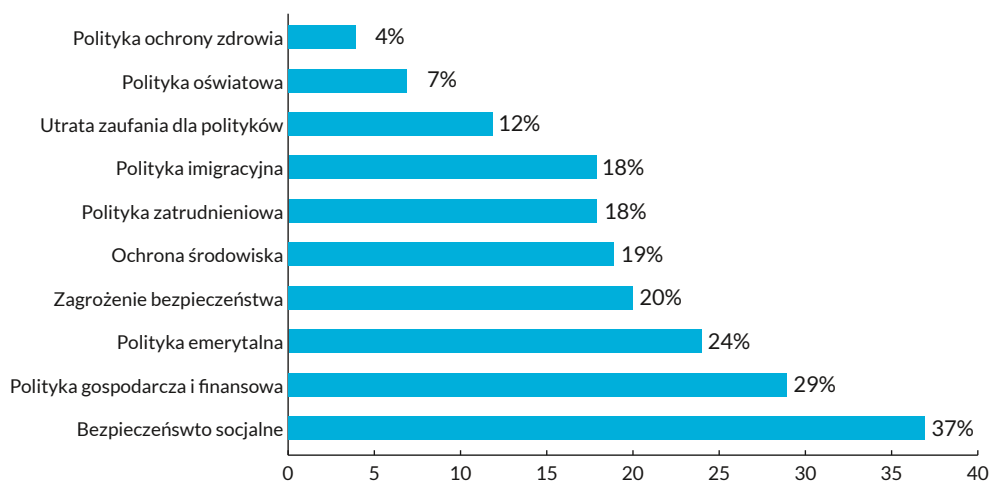
¹² F. Vorholz, *Öko ist (noch) nicht out*, „Die Zeit”, <http://www.zeit.de/wirtschaft/2015-03/umweltschutz-bundesregierung-energiewende> [dostęp: 28.03.2015].

cel, jest na tyle duży, że przeznaczenie niezbędnych środków publicznych na realizację tego celu może zagrażać realizacji innych programów społecznych.

Obie wskazane okoliczności należy uznać za bardzo istotne.

Różne zjawiska, które wystąpiły w 2014 roku, znacznie zdeformowały kształtowany przez wiele lat obraz europejskiego systemu społeczno-gospodarczego. Po pierwsze, kryzys finansowo-gospodarczy trwający w Europie od 2008 roku i uruchomiony w 2014 roku dodruk pieniądza na dużą skalę w strefie euro ujawniły kolejne słabości systemu finansowania przyszłych emerytur. Po drugie, powtarzające się strajki inicjowane przez związki zawodowe z różnych branż przyczyniły się do upowszechnienia opinii, że nasila się rozwarstwienie społeczne w krajach uznawanych za „bogate”. Po trzecie, konflikt rosyjsko-ukraiński „cofnął zegar historii” tak dalece, iż uświadomiono sobie, że zjednoczenie Niemiec w 1991 roku i emancypacja byłych krajów socjalistycznych w Europie Centralnej były niespotykanym i niepowtarzalnym ciągiem zdarzeń po rozpadzie Związku Radzieckiego, a Rosja mająca aspiracje do występowania w roli mocarstwa nie będzie się godzić na kolejne etapy zmian na geopolitycznej mapie kontynentu. Powrócił więc lęk o utrzymanie pokoju w przyszłości. Po czwarte, spadek cen paliw pochodzenia organicznego (a także innych surowców) uświadomił, że stosowanie nowych technologii pozyskiwania energii, w tym tzw. z odnawialnych źródeł (OZE), nie przynosi oczekiwanych efektów ekonomicznych i kontynuowanie obecnych programów stanie się jeszcze bardziej kosztowne dla całego społeczeństwa, niż tego oczekiwano.

Wymienione okoliczności stanowią przyczynę istotnych zmian w ocenianiu wyzwań przez społeczeństwo niemieckie, co ilustrują dane na ryc. 1.



Ryc. 1. Ocena ważności problemów społecznych w Niemczech w 2014 r.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie F. Vorholz, *Öko ist (noch) nicht out*, „Zeit”, www.zeit.de [dostęp: 28.03.2015].

Istotną korektę w ocenianiu perspektyw stosowania nowych rozwiązań w europejskim systemie transportowym zapowiada nowy nurt dyskusji w gremiach wspól-

notowych. Ujawnia ten nurt opublikowana w kwietniu 2015 roku opinia Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego, w której się wskazuje, iż różnorodne cele zawarte w Białej Księdze z 2011 roku¹³ dotyczące długookresowego rozwoju systemu transportowego w Europie zostały wówczas sformułowane bez dostatecznie wnikliwej analizy barier i potencjału rozwojowego po stronie uczestników rynku. W tej sytuacji na najbliższe lata trzeba skorygować europejską politykę transportową – musi zostać dostosowana do limitowanych zasobów i uwzględniać występowanie ograniczeń technicznych, operacyjnych, ekonomicznych oraz administracyjnych¹⁴.

Polityka klimatyczna obejmuje działania w dwóch obszarach. Jednym jest podejmowanie programów dostosowujących poszczególne regiony do występujących zmian klimatycznych, jeśli takie są dostrzegalne. Drugim obszarem jest podejmowanie programów przeciwdziałających zmianom klimatycznym. Sens tych działań odwołuje się do tezy, że zmiany klimatyczne występują i ich przyczyną jest aktywność człowieka na Ziemi, a korekta w tej aktywności, np. w zakresie emisji CO₂, może spowolnić lub w ogóle zahamować proces zmian klimatycznych.

Programy dostosowawcze są realizowane przez człowieka od wielu stuleci¹⁵. Ze względu na zasięg lokalny prawie wszystkich takich przedsięwzięć możliwe jest mierzenie ponoszonych nakładów oraz monitorowanie uzyskanych efektów. Ocenia się, że w większości przypadków uzyskiwane efekty są wyższe od ponoszonych nakładów.

Programy, których realizacja ma przeciwdziałać zmianom klimatycznym, mają tę cechę, że nakłady muszą być ponoszone lokalnie, a efekt, jeśli w ogóle ma wystąpić, uzyskiwany będzie globalnie¹⁶. Beneficjentem ma być człowiek i cała otaczająca go natura na Ziemi. Natomiast koszty wdrażania nowych rozwiązań technologicznych, charakteryzujących się mniejszym oddziaływaniem na środowisko naturalne, ale droższych w stosowaniu niż technologie już uprzednio spopularyzowane i efektywne mikroekonomicznie, mają być ponoszone przez te grupy społeczne (np. mieszkańców danego kraju lub grupy krajów), które się dobrowolnie zobowiążą do realizacji odpowiednich programów tzw. mitygacji¹⁷. Istotnym problemem jest zdolność do mierzenia w skali globalnej, tj. w skali planety Ziemia, jakichkolwiek efektów takich działań.

¹³ Zob. WHITE PAPER: *Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system*, COM (2011) 141 final.

¹⁴ Zob. *Opinion of the European Economic and Social Committee on the Roadmap to a single European transport area – progress and challenges*, TEN (2015) 566.

¹⁵ R. Tom, *Bogus prophecies of doom will not fix the climate*, „The Financial Times”, www.ft.com [dostęp: 31.03.2014].

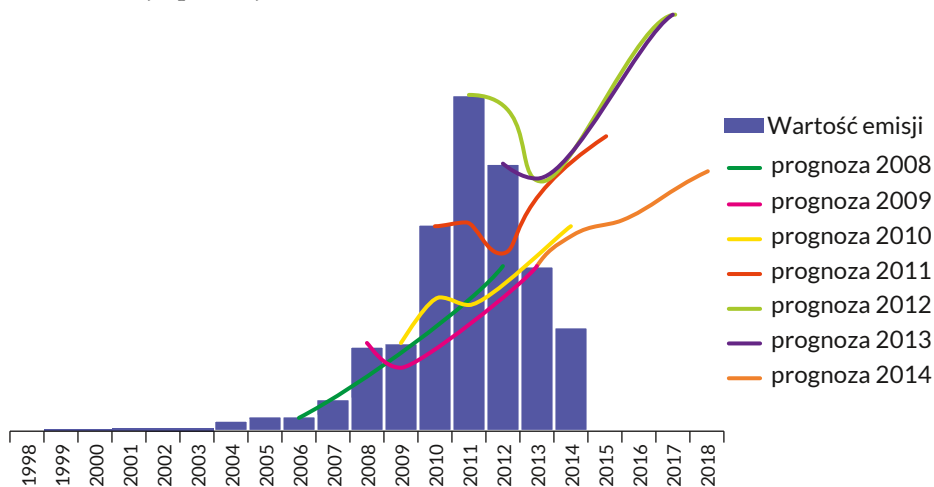
¹⁶ J. Hirschfeld, E. Pissarskoi, U. Petschow, *Ökonomie des Klimawandels*, „Ökologisches Wirtschaften” (30) 1.2015, s. 1.

¹⁷ A. Serzysko, *Nowe porozumienia klimatyczne – potencjalny zakres celów mitygacyjnych*. *Bezpieczeństwo klimatyczne*, w: *Bezpieczeństwo – współczesne wymiary*, red. nauk. J. Osiński, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2014, s. 106 i nast.

Wydaje się, że w drugiej dekadzie XXI wieku nie doszło do wyłonienia się grup biznesowych, które widziałyby szansę uzyskania komercyjnego sukcesu na drodze udziału w programach służących przeciwdziałaniu zmianom klimatycznym. Tego obrazu nie może zafałszować zjawisko, iż wiele podmiotów gospodarczych w różnych regionach świata deklaruje udział w takich programach, mając zapewnioną refundację ponoszonych nakładów wraz z marżą zysku z funduszy publicznych. Nie są to jednak podmioty, które widzą szansę na uzyskanie sukcesów rynkowych w związku z wprowadzaniem na rynek nowych produktów przyczyniających się do uzyskania bezpośrednio lub pośrednio efektów w postaci spowolnienia lub zahamowania zmian klimatycznych¹⁸.

4. Rozwój OZE – czy możliwe jest osiągnięcie wytyczonego celu?

Odnosząc się do przebiegu procesu upowszechniania w całej Europie ogniw fotowoltaicznych jako jednego z dwóch podstawowych OZE, łatwo wykazać, że brak sukcesów o charakterze mikroekonomicznym doprowadził do załamania się tempa inwestowania w tę technologię. Analizując wykres na ryc. 2, można zauważyć, że od 2011 roku w Europie występuje spadek potencjału instalowanych ogniw, a skala inwestycji w każdym z kolejnych lat jest niższa niż przewidywano to w kolejnych prognozach rozwoju potencjału OZE.



Ryc. 2. Prognozowany i rzeczywisty rozwój potencjału nowo instalowanych ogniw fotowoltaicznych w Europie (w MW)

Źródło: www.wysokienapiecie.pl [dostęp: 8.05.2015].

¹⁸ Szczególny przypadek stanowi amerykańska Tesla, której twórca zakłada uzyskanie sukcesu komercyjnego w ciągu 2–3 lat, choć w 2014 r. podobnie jak w latach poprzednich jego przedsiębiorstwo ponosiło stratę. Zob. http://wyborcza.biz/biznes/1,100896,17899451,Zloty_biznes_Elona_Muska__Wielkie_zainteresowanie.html#ixzz3aNOGZpTg [dostęp: 11.05.2015].

Jeśli w opinii społecznej spadnie zainteresowanie programem ochrony środowiska, co może być tym bardziej realne, im częściej w mediach omawiane są wzrastające koszty realizacji programu przemian m.in. w energetyce oraz systemach transportowych, to może dojść do sytuacji, iż społeczeństwo i występujące w jego imieniu elity zechcą wycofać się z już podjętych działań. W warunkach ograniczonego budżetu wytłumaczeniem będzie konieczność rozwiązania innego problemu, które w przyszłości „głosząca większość” uzna za szczególnie ważny i preferowany.

Przebieg procesu upowszechniania nowych technologii OZE, jako obejmujący procedurę subwencjonowania inwestycji związanych z instalowaniem, a następnie użytkowania urządzeń generujących prąd, obciążony jest ryzykiem, że efekty pozytywne będą uzyskiwane przez podmioty prywatne, a ewentualne efekty negatywne będą ponoszone przez władze publiczne. To ryzyko wiąże się przede wszystkim z perspektywą wprowadzenia za kilka lat na rynek nowych rozwiązań i produktów (obecnie jeszcze nieznanymi lub nieupowszechnionymi), które pozwalałyby generować energię elektryczną przy znacznie niższych kosztach niż koszty eksploatacji obecnie instalowanych urządzeń. Wówczas – do czasu wygaśnięcia wieloletnich kontraktów – posiadacze mniej efektywnych urządzeń pozostaną nadal beneficjentami subwencji. Ciężar tego wsparcia będzie ponoszony przez władze publiczne, które tym samym będą mieć w dyspozycji w przyszłości mniej środków niż w przypadku braku wieloletnich zobowiązań zaciągniętych w związku z subwencjonowaniem obecnie preferowanych rozwiązań.

Brak stabilności postawy publicznego gospodarza należy traktować jako istotny czynnik zwiększający ryzyko występowania w różnych regionach świata zaburzeń w procesie przemian związanych z realizacją polityki klimatycznej określanej jako megatrend.

5. Postawa prosumencka – czy ją wspierać, czy ograniczać?

Obok rosnącej roli publicznego gospodarza od początku XXI wieku obserwowane jest upowszechnienie zachowania człowieka w roli **prosumenta**¹⁹. Dotyczy to zachowania indywidualnych osób lub wieloosobowych gospodarstw domowych, które dysponują własnym potencjałem rzeczowym w celu samozaspokajania własnych potrzeb. Wśród posiadanych zasobów już od końca XIX wieku w dyspozycji znajdują się środki transportu drogowego, czyli samochody osobowe oraz dostawcze, w tym samochody użytkowane w gospodarstwach rolniczych. Potencjał transportowy znajdujący się w dyspozycji gospodarstw domowych służy przede wszystkim zapewnieniu komfortu wyrażającego się w nieograniczonej w czasie i przestrzeni dostępności środka transportu. Podróż może zostać zrealizowana „w każdej chwili” oraz przy

¹⁹ Pojęcie prosumenta w niniejszym opracowaniu jest używane w jednym z możliwych znaczeń. Pomijane jest współuczestniczenie konsumentów w procesie kształtowania produktów opisanym przez A. Tofflera – zob. A. Toffler, *Trzecia fala*, PIW, Warszawa 1997, s. 443.

zapewnieniu drugiej ważnej cechy – w intymności. Oba tych cech jednocześnie nie zapewnia transport publiczny. Fenomenem motoryzacji jest posiadanie samochodów przez gospodarstwa domowe, które mieszkają w centrach dużych aglomeracji z rozwiniętym systemem komunikacji publicznej. Konsumenci z tej grupy użytkowników transportu mają dostęp do szerokiej oferty usług przewozów publicznych, w tym do metra, tramwajów lub autobusów, które wykonują przewozy regularnie przez całą dobę, w godzinach szczytu komunikacyjnego w krótkich taktach, np. co 120 sekund. Dla tej grupy konsumentów dojście do stacji lub przystanku oraz oczekiwanie na środek komunikacji publicznej nie powinny stanowić liczącej się niedogodności. Jednak – co w ocenie niektórych konsumentów jest niezmiernie ważne – korzystanie z własnego samochodu jest preferowane ze względu na inne dogodności, np. posiadanie w samochodzie wózka dla dziecka, kompletu odzieży na zmianę, pozostawionego sprzętu sportowego itd. Oczywiście dostępność do własnego środka transportu staje się tym ważniejsza, im dalej od węzłów komunikacyjnych jest zlokalizowane gospodarstwo domowe.

Posiadanie zasobów w odniesieniu do środków transportu może być bardzo nieefektywne, jeśli za kryterium efektywności przyjmiemy stosunek czasu rzeczywistej eksploatacji środka transportu do czasu pozostawiania tego środka w wyłącznej dyspozycji. Konsumenci decydują się na duży wydatek w celu uzyskania dostępu do dyspozycji tego środka (np. kupując lub zawierając umowę leasingu bądź wynajmu długookresowego), a wartość przejazdów jest niewspółmiernie niska. Gdyby się kierować efektywnością mikroekonomiczną, a nie komfortem, jako kryterium wyboru wariantu zaspokajania potrzeb komunikacyjnych, to stały dostęp do środka transportu mógłby być zastąpiony wynajmem krótkookresowym. Dane z rynku niemieckiego, który można uznać za jeden z najbardziej nasyconych ofertą usługi *rent a car* wskazują, że krajowi i zagraniczni konsumenci mieli w 2012 roku do dyspozycji 36 tys. samochodów (różnej klasy) przeznaczonych na krótkookresowy wynajem, gdy liczba zarejestrowanych w Niemczech samochodów osobowych wynosiła ogółem 42.928.000²⁰. Można więc uznać, że stosunek potencjału floty przeznaczonej na wynajem (określonej jako liczba tych pojazdów) w odniesieniu do potencjału do całego parku samochodów osobowych wynosił poniżej jednego promila.

Wartość samochodu osobowego może ograniczać się do kwoty kilku tysięcy euro (a trzeba brać pod uwagę, że badania techniczne mogą się zakończyć pozytywnym wynikiem dla wieloletnich pojazdów o wartości zaledwie kilkuset euro). Z tego powodu można uznać, że wydatek związany z pozyskaniem własnego środka transportu drogowego odpowiada kilku krotności (a nawet jednokrotności) przychodów

²⁰ Dane na podstawie: <http://www.handelsblatt.com/unternehmen/dienstleister/fahrtendienstvermittler-uber-auch-in-portugal-gestoppt/11704868.html> [dostęp: 29.04.2015] oraz <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/12131/umfrage/pkw-bestand-in-deutschland/> [dostęp 2.05.2015].

miesięcznych w gospodarstwie domowym²¹. Relatywnie niska wartość zasobu gospodarstwa domowego odnosząca się do środka transportu powoduje, że konsumenci w zasadzie nie odczuwają presji ekonomicznej, która motywowałaby ich do szukania dodatkowych przychodów z wykorzystaniem jakichkolwiek form płatnego udostępniania tego środka transportu innym konsumentom (w modelu C2C²²), a w szczególnych przypadkach podmiotom gospodarczym lub innym podmiotom (w modelu C2B²³).

Analiza zachowań ze strony dysponentów samochodów osobowych pozwala stwierdzić, że na rynku usług transportowych znajduje się pole dla postawy prosumenckiej. Skoro konsument (osoba indywidualna lub gospodarstwo domowe) dysponuje zasobami, które służą samozaspokajaniu potrzeb komunikacyjnych, ale mogłyby być wykorzystane dla uzyskania dodatkowych przychodów, to istnieje pole dla udostępnienia takich zasobów osobom trzecim i uzyskania od nich przychodów.

Należy zaznaczyć, że czym innym jest udostępnienie zasobów (np. w formie podnajmu na czas określony, np. na kilka godzin), a czym innym wykorzystanie tych zasobów jako narzędzia pracy. Wprowadzenie na rynek przewozów pasażerskich, głównie w aglomeracjach, usługi przewozowej przez amerykańskiego operatora Uber, wiąże się z wejściem osób, które dysponują środkiem transportu, na rynek z ofertą przewozu. W wielu krajach europejskich, w tym w Polsce, działanie Uber zostało zablokowane, jako niedozwolona forma świadczenia usług²⁴. Przedmiotem krytyki takich praktyk podejmowanych ze strony konsumentów dysponujących własnymi samochodami jest fakt, iż bez obciążeń podatkowych czerpią przychody ze swojej pracy, a świadczona przez nich usługa nie została poddana procesowi certyfikacji przewidzianemu w regulacjach obowiązujących w wielu krajach²⁵.

²¹ W Polsce, gdzie średnie przychody miesięczne są znacznie niższe niż w Europie Zachodniej, poziom nasycenia rynku motoryzacyjnego dorównuje wskaźnikom z krajów bogatszych. W 2013 r. na 1000 mieszkańców przypadało 504 samochody (w 2004 r. – 320). Średnia dla 27 krajów UE w 2012 r. wyniosła 487, a dla UE-15 – 514 samochodów). Polacy, dysponując skromniejszym budżetem, kupują przede wszystkim samochody używane, o znacznie niższej cenie zakupu niż ceny samochodów nowych, których sprzedaż dominuje w krajach bogatszych. Zob. W. Paprocki, *Transport drogowy, w: System transportowy Polski. 10 lat w Unii Europejskiej*, pod red. nauk. J. Pieriegud, Oficyna SGH, Warszawa (w druku).

²² *Consumer-to-consumer*.

²³ *Consumer-to-business*.

²⁴ G. Łazarczyk, *Uber pod lupą. Kierowca skontrolowany, będą kary*, „Gazeta Wyborcza”, http://krakow.gazeta.pl/krakow/1,44425,17812643,Uber_pod_lupa__Kierowca_skontrolowany__beda_kary.html [dostęp: 25.04.2015]; *Gericht verbietet Uber deutschlandweit, Gericht verbietet Uber deutschlandweit*, „Die Zeit”, <http://www.zeit.de/mobilitaet/2015-03/uber-verbot-gericht-taxi> [dostęp: 18.03.2015].

²⁵ Odmienne traktowana jest oferta Uber w USA, gdzie władze nie stawiają ograniczeń takiej działalności operatora i współpracującymi z nim konsumentami. Na początku 2015 r. liczba samochodów zarejestrowanych przez Uber w Nowym Jorku przekroczyła liczbę zarejestrowanych tam taksówek. http://wyborcza.biz/biznes/1,100896,17637391,Symboliczny_sukces_Ubera__Przewyższyliczebnie_zolte.html#ixzz3VF9zDwhW [dostęp: 21.03.2015].

Gdy postawa prosumenta na rynku usług przewozowych stanowi przedmiot restrykcji ze strony europejskich władz publicznych, te same władze promują taką postawę na rynku produkcji energii elektrycznej w przypadku zastosowania OZE. W wielu krajach Europy Zachodniej uruchomione zostały projekty, które zakładają:

- promowanie idei instalacji ogniw fotowoltaicznych oraz wiatrowych generatorów energii elektrycznej w gospodarstwach domowych;
- wspieranie gospodarstw domowych ze środków publicznych w przypadku zdecydowania się na poniesienie nakładów związanych z nabyciem i instalacją urządzeń OZE (np. przez zwrot określonych kwot gospodarstwom domowym z funduszy publicznych za pośrednictwem władz gminy);
- zapewnienie gospodarstwom domowym, iż z ich instalacji OZE będą zawsze odbierane nadwyżki energii elektrycznej (tj. w przypadku, gdy własne instalacje OZE będą wytwarzały więcej energii, niż wynosi jej bieżące zużycie w gospodarstwie domowym), a następnie, że za odebraną energię elektryczną będą uzyskiwać stałe (w perspektywie kilkuletniej) wynagrodzenie.

Promocja OZE w niektórych krajach, np. w Niemczech, doprowadziła do sytuacji, w której zainstalowano ogniwa fotowoltaiczne w regionach, w których występuje relatywnie krótki okres operacji słonecznej²⁶. Jeśli porównać efekty inwestycji, które są mierzone wielkością wyprodukowanej energii elektrycznej [kWh] z wartością instalacji, to okazuje się, że w niektórych lokalizacjach są one bardzo skromne. Uznając ujawnione w minionych latach w Europie Zachodniej słabości programów rozwoju OZE, polskie władze publiczne wykazują daleko posuniętą powściągliwość w promowaniu OZE, w szczególności w formie upowszechniania rozproszonych instalacji w gospodarstwach domowych.

Obserwowanie na całym świecie postaw prosumenckich na rynku produkcji energii elektrycznej pozwoli na weryfikację tezy, iż dyfuzja instalacji fotowoltaicznych typu *semi off grid* będzie stanowić innowację przełomową²⁷. Jeśli w przyszłości doszłoby w skali całego globu do pozytywnej weryfikacji tej tezy, to cywilizacja na Ziemi stanie w obliczu dostępu do relatywnie taniej (a nawet bardzo taniej) energii elektrycznej. Pomijając zróżnicowany charakter różnorodnych barier w procesie upowszechniania OZE i rozwoju produkcji energii elektrycznej z tych źródeł, wiadomo, iż sukces jest przede wszystkim uzależniony od jednego aspektu technicznego. Ponieważ dwa podstawowe źródła, tj. ogniwa fotowoltaiczne oraz instalacje wiatrowe, są uzależnione od warunków atmosferycznych, to nie zapewniają stałej dyspozycji

²⁶ W niektórych regionach w pasie terenu przebiegającego przez północne regiony Niemiec i Polski w ciągu roku operacja słoneczna wynosi do 1400 godzin, co stanowi poniżej 33% potencjalnej długości dnia (liczonej od wschodu do zachodu słońca). Zob. A. Chodakowski, *Energetyka słoneczna, w: Zarządzanie w energetyce*, red. nauk. A. Chochowski i F. Krawiec, Difin, Warszawa 2008, s. 270.

²⁷ Tezę taką sformułował J. Popczyk. Zob. J. Popczyk, *O potrzebie koncepcji dynamicznej interakcji dwóch trajektorii rozwoju w energetyce: pomostowej/zstępującej i nowej/wstępującej*, w: *Dylematy rozwoju infrastruktury*, pod red. J. Gajewskiego i W. Paprockiego, Publikacja Europejskiego Kongresu Finansowego, Gdańsk 2014, s. 239.

ności. Jej osiągnięcie jest możliwe, jeśli dojdzie do przygotowania nowych rozwiązań w zakresie magazynowania energii elektrycznej i ich upowszechnienia. Mimo znacznych środków przeznaczanych na rozwój technologii zasobnikowych do tej pory uzyskiwane efekty są dość skromne, choć na początku 2015 roku uzyskany został skokowy wzrost potencjału jednostkowego urządzenia służącego do magazynowania energii przy znacznym obniżeniu kosztu jednostkowego wyprodukowania takiego urządzenia²⁸.

6. Potencjalna labilność publicznego gospodarza i prosumenta

Zachowania publicznego gospodarza oraz prosumenta charakteryzuje istotne podobieństwo. Ponieważ żaden z nich nie jest przedsiębiorcą, to motywy ich działania są odmienne od podstawowej motywacji przedsiębiorcy, jaką jest trwała chęć osiągania zysku. Zarówno przedstawiciele publicznego gospodarza, jak i przedstawiciele gospodarstwa domowego występujący w roli klasycznych konsumentów, mogą podejmować swoje decyzje pod wpływem zmieniających się stanów emocjonalnych. Ich decyzje mogą być nakierowane na osiąganie innych celów niż uzyskiwanie bezpośrednich efektów mikroekonomicznych. Uwzględniając te okoliczności, nie można oczekiwać, że publiczny gospodarz oraz prosument będą konsekwentnie i długookresowo realizować podjęte zadania. Tym samym można mieć wątpliwość, czy te podmioty ze względu na skłonność do labilnego zachowania będą skutecznie kreować, a następnie podtrzymywać megatrendy w rozwoju społeczno-gospodarczym.

Bibliografia

- Chodakowski A., *Energetyka słoneczna, w: Zarządzanie w energetyce*, red. nauk. A. Chochowski i F. Krawiec, Difin, Warszawa 2008.
- Gericht verbietet Uber deutschlandweit*, „Die Zeit”, <http://www.zeit.de/mobilitaet/2015-03/uber-verbot-gericht-taxi> [dostęp: 18.03.2015].
- Glapiński A., *Kapitalizm, demokracja i kryzys państwa podatków. Wokół teorii Josepha Aloisa Schumpetera*, SGH w Warszawie, Warszawa 2004.
- Glapiński A., *Meandry historii ekonomii*, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2012.
- Gregori G., Wimmer Th. (Hrsg.), *Grünbuch der nachhaltigen Logistik. Handbuch für die ressourcenschonende Gestaltung logistischer Prozesse*, Bundesvereinigung Logistik, Wien-Bremen, 2011.
- Gregory P.R., Stuart R.C., *Comparing Economic Systems in the Twenty-First Century*, Houghton Mifflin, Boston-New York, 2004.

²⁸ *Powerwall Home Battery* – produkt amerykańskiego producenta samochodów elektrycznych Tesla stanowi nowe urządzenie do magazynowania prądu. Potencjał tego urządzenia (do 10 kWh) jest ponad 8-krotnie wyższy niż standardowego akumulatora samochodowego. Zob. http://technologie.gazeta.pl/internet/1,104530,17845395,Elon_Musk_prezentuje_akumulator_Powerwall_CZTERY.html#Czolka3Img [dostęp: 1.05.2015].

- Hirschfeld J., Pissarskoi E., Petschow U., *Ökonomie des Klimawandels, „Ökologisches Wirtschaften“* (30) 1.2015.
- Kozłowska A., *Nowy konsument – nowe formy reklamy*, w: *Chaos czy twórcza destrukcja? Ku nowym modelom w gospodarce i polityce*, red. nauk. A. Zaorska, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2011.
- Lazarczyk G., *Uber pod lupą. Kierowca skontrolowany, będą kary*, „Gazeta Wyborcza”, http://krakow.gazeta.pl/krakow/1,44425,17812643,Uber_pod_lupa__Kierowca_skontrolowany__beda_kary.html [dostęp: 25.04.2015].
- Marczewski K., *Refleksje teoretyczne nad polityką stabilizacyjną*, w: *Dylematy polityki makroekonomicznej w warunkach kryzysu zadłużeniowego w Unii Europejskiej*, red. Nauk. P. Albiński, Z. Polański, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2015.
- Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J., Behrens W.W. III, *The Limit to Growth, A Potomac Associates Book*, Washington (DC) 1972.
- Opinion of the European Economic and Social Committee on the Roadmap to a single European transport area – progress and challenges*, TEN (2015) 566.
- Pacho W., *Stagnacja gospodarcza i innowacje techniczne w okresie przedindustrialnym*, Oficyna SGH, Warszawa 2013.
- Paprocki W., *Transport drogowy, w: System transportowy Polski. 10 lat w Unii Europejskiej*, pod red. nauk. J. Pieriegud, Oficyna SGH, Warszawa (w druku).
- Popczyk J., *O potrzebie koncepcji dynamicznej interakcji dwóch trajektorii rozwoju w energetyce: pomostowej/zstępującej i nowej/wstępującej*, w: *Dylematy rozwoju infrastruktury*, pod red. J. Gajewskiego i W. Paprockiego, Publikacja Europejskiego Kongresu Finansowego, Gdańsk 2014.
- Schauer B., *Rozwój teorii ekonomii po kryzysie. Rewolucja czy ewolucja?*, w: *Współczesne problemy ekonomiczne*, red. nauk. U. Zagóra-Jonszta, K. Nagel, Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach, Katowice 2013.
- Serzysko A., *Nowe porozumienia klimatyczne – potencjalny zakres celów mitygacyjnych. Bezpieczeństwo klimatyczne*, w: *Bezpieczeństwo – współczesne wymiary*, red. nauk. J. Osiński, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2014.
- Ślepko M., *Offshoring jako czynnik zmian rozkładu aktywności ekonomicznej na świecie i szansa regionów rozwijających się na włączenie w proces globalizacji*, w: *Chaos czy twórcza destrukcja? Ku nowym modelom w gospodarce i polityce*, red. nauk. A. Zaorska, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2011.
- Toffler A., *Trzecia fala*, PIW, Warszawa 1997.
- Tom R., *Bogus prophecies of doom will not fix the climate*, „The Financial Times”, www.ft.com [dostęp: 31.03.2014].
- Uken M., *CETA und TTIP. Merkel unterschätzt die Brisanz*, <http://www.zeit.de/wirtschaft/2015-04/freihandelsabkommen-ceta-ttip-maude-barlow> [dostęp: 30.04.2015].
- Vorholz F., *Öko ist (noch) nicht out*, „Die Zeit”, <http://www.zeit.de/wirtschaft/2015-03/umweltschutz-bundesregierung-energiewende> [dostęp: 28.03.2015].
- WHITE PAPER: *Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system*, COM (2011) 141 final.

<http://de.statista.com/statistik/daten/studie/12131/umfrage/pkw-bestand-in-deutschland/> [dostęp: 2.05.2015].

http://technologie.gazeta.pl/internet/1,104530,17845395,Elon_Musk_prezentuje_akumulator_Powerwall_CZTERY.html#Czolka3Img [dostęp: 1.05.2015].

http://wyborcza.biz/biznes/1,100896,17637391,Symboliczny_sukces_Ubera__Przewydzyl_liczebnie_zolte.html#ixzz3VF9zDwhW [dostęp: 21.03.2015].

http://wyborcza.biz/biznes/1,100896,17899451,Zloty_biznes_Elona_Muska__Wielkie_zainteresowanie.html#ixzz3aNOGZpTg [dostęp: 11.05.2015].

<http://www.handelsblatt.com/unternehmen/dienstleister/fahrdienstvermittler-uber-auch-in-portugal-gestoppt/11704868.html> [dostęp 29.04.2015].

SUMMARY

This paper is based on discussion devoted essentially to an issue how the megatrends are or could be managed. The focus concerns the behaviors of the public bodies, e.g. EU Commission and Parliament, parliaments and governments of the member countries as well as of local/regional bodies as well as of individual person becoming 'prosumer'. The public bodies have to act according to the requests, which are presented by groups inside the society. The preferences of these groups change and in the consequence the public bodies have to correct their policy, e.g. in a field of promoting of renewable sources. These changing conditions also influence the consumers, who can start to participate on the 'prosumer projects' but they can leave any time if they do not see the direct advantage of continuing the project any more. The megatrends can be managed much more efficiently by entrepreneurs, who are innovative and successful on the market and are ready to reinvest the profit to speed up the implementation of the new products and technologies.

Modelowanie potrzeb rozwoju systemu elektroenergetycznego w warunkach niepewności w perspektywie paneuropejskiej

Wprowadzenie

Na jesień 2015 roku Komisji Europejska (KE) planuje zwołanie pierwszego odrębnego forum dedykowanego zagadnieniom infrastruktury. W przewidzianej formule, podobnej do Forów Florenckiego czy Madryckiego¹ dyskutowane mają być zagadnienia związane z wdrażaniem i budową infrastruktury elektroenergetycznej, zgodnością planowania jej rozwoju na poziomie krajów vs Europy, bezpieczeństwem dostaw, w tym regionalną oceną wystarczalności zasobów systemów elektroenergetycznych, oraz zakładaną na 2017 rok aktualizacją Rozporządzenia UE nr 347/2013, tzw. Rozporządzenia infrastrukturalnego².

Przejaw zainteresowania rozwojem infrastruktury przez administrację szczebla unijnego to dobry prognostyk dialogu opartego na większej przejrzystości z udziałem krajów członkowskich, w tym operatorów systemów przesyłowych (OSP), na których cedowane są coraz ambitniejsze oczekiwania rozwiązania coraz bardziej kompleksowych problemów. OSP reagują na niepewności na bieżąco w ramach działalności operacyjnej związanej z zarządzaniem bezpieczną pracą połączonych systemów elektroenergetycznych Europy kontynentalnej, natomiast przygotowanie do zmian – w obszarze programowania rozwoju infrastruktury – znajduje swój wyraz z metodycznym podejściem w ramach narzędzi i programów/projektów z udziałem OSP. Niepewności wynikające z przyjętych celów polityki energetycznej UE, wkom-

¹ W ramach powołanego w 1998 roku Forum Florenckiego dyskutowane są zagadnienia związane z rynkiem energii, handlem transgranicznym oraz zarządzaniem transgranicznymi zdolnościami przesyłowymi. Tegoroczne Forum poświęcone będzie kwestiom wynikających z Kodeksów Sieci, regulujących zagadnienia rynkowe. Tożsame Forum dla sektora gazu odbywa się co pół roku w Madrycie, więcej na ten temat: <http://ec.europa.eu/energy/en/events/28th-meeting-european-electricity-regulatory-forum-florence> <https://ec.europa.eu/energy/en/events/madrid-forum>.

² Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 347/2013 z dnia 17 kwietnia 2013 r. w sprawie wytycznych dotyczących transeuropejskiej infrastruktury energetycznej, uchylające decyzję nr 1364/2006/WE oraz zmieniające rozporządzenia (WE) nr 713/2009, (WE) nr 714/2009 i (WE) nr 715/2009, Dz. Urz. L 115, 25.4.2013.

ponowane w planowanie rozwoju infrastruktury, powodują uwzględnianie coraz większej ilości zmiennych w procesie modelowania, w tym elementów arbitralności oraz ukierunkowanie na jakościowe ujmowanie zjawisk. W znacznej mierze taki stan powodowany jest utrzymywaniem podejścia bazującego na liniowym programowaniu rozwoju infrastruktury, w ramach którego dany etap programowania zależy od realizacji etapów go poprzedzających. Takie podejście daje jednak przestrzeń dla dialogu i negocjacji pomiędzy unijną administracją a państwami członkowskimi.

Krótką analizą elementów złożonego procesu planowania rozwoju infrastruktury została zawarta w niniejszym opracowaniu i dotyczy:

- konstrukcji przyjętego wskaźnika docelowego wielkości połączeń transgranicznych w Europie jako odgórnego narzędzia oddziaływania na tempo inwestycji w infrastrukturę przesyłową;
- efektów prognoz rozwoju generacji z odnawialnych źródeł energii (OZE) jako jednego z głównych celów polityki unijnej, w systemach przesyłowych, w których osiągnięto techniczne limity absorpcji energii z tej technologii generacji;
- przygotowania do realizacji celu w postaci rozwoju generacji z OZE w ramach narzędzia planowania dotyczącego rozwoju infrastruktury przesyłowej, tj. europejskiego dziesięcioletniego planu rozwoju sieci przesyłowej w edycji 2016;
- rezultatów prac koncepcyjnych w zakresie rozwoju infrastruktury przesyłowej wobec bardziej dalekosiężnych niż obecny poziom celu rozwoju generacji z OZE, w tym propozycji nowej metodyki opracowania kolejnych edycji wyżej wspomnianego planu rozwoju.

1. Wskaźnik poziomu realizacji połączeń transgranicznych – jego konstrukcja i znaczenie

Zakończenie budowy wewnętrznego rynku energii, a w szczególności zakończenie izolacji krajów wysp energetycznych, bezpieczne dostawy energii do wszystkich odbiorców i większy udział energii elektrycznej opartej na zmiennej generacji, opartej na odnawialnych źródłach energii wymagają więcej aniżeli 10% transgranicznych zdolności przesyłowych, zaś wysiłki Unii Europejskiej i państw członkowskich powinny być determinowane przez potrzebę wszystkich państw członkowskich w celu osiągnięcia poziomu co najmniej 15% do roku 2030. Jednocześnie, różnice pomiędzy państwami członkowskimi w zakresie lokalizacji geograficznej i struktury miksu energetycznego oraz dostaw oznaczają potrzebę indywidualnego podejścia w oparciu o kompleksową ocenę wąskich gardeł, biorąc pod uwagę koszty. Struktury powołane do współpracy regionalnej będą stanowić wartościową platformę dyskusji oraz uzgodnień dalszych działań. Komisja Europejska wykorzysta te formy ścisłej współpracy regionalnej, również by osiągnąć 15-procentowy cel³.

³ Energy Union Package, Communication from the Commission to the European Parliament and the Council, Achieving the 10% electricity interconnection target, making Europe's electricity grid fit for 2020, s. 15, http://ec.europa.eu/priorities/energy-union/docs/interconnectors_en.pdf [dostęp: 25.05.2015].

Z powyższego sformułowania postulatu KE w zakresie potrzeby rozwoju połączeń transgranicznych trudno jednoznacznie wywnioskować, który z obecnie wyznaczonych celów polityki energetycznej UE⁴ zostanie uznany za nadrzędny przy konstrukcji 15-procentowego wskaźnika docelowych wielkości transgranicznych zdolności przesyłowych (ang. *interconnectivity*), w jaki sposób wskaźnik ten będzie skonstruowany i kalkulowany⁵. Tymczasem jego konstrukcja odzwierciedla obszar preferencji politycznych decydentów wobec określonych grup uczestników rynku energii. W zależności od tego, czy wskaźnik *interconnectivity* zawiera odniesienie do wielkości mocy zainstalowanej źródeł wytwórczych w systemie, do zapotrzebowania na moc w szczycie konsumpcji energii lub zapotrzebowania na energię, promuje różne modele zachowań uczestników rynku energii, a w efekcie również wpływa na kierunki rozwoju infrastruktury.

Dotychczasowy wskaźnik, ustalony na poziomie 10%, oparty był na zainstalowanej mocy w systemach państw członkowskich. Geneza jego konstrukcji sięga 2002 roku, gdy zmienna generacja z odnawialnych źródeł energii stanowiła niewielką część generacji w Europie, natomiast implementacja rozwiązań rynkowych przebiegała bez uwzględnienia elementów spójności i unifikacji, tak jak obecnie ma to miejsce w ramach realizowanych regionalnych projektów w zakresie łączenia rynków w różnych horyzontach czasowych⁶ oraz wspólnych kodeksów sieci⁷. Mimo że od 2002 roku wskaźnik *interconnectivity* podlegał aktualizacji pod kątem uwzględnienia celu eliminacji wydzielonych „wysp energetycznych”, fakt wyznaczenia jednej wartości dla całej Europy powodował krytykę z powodu nieuwzględnienia różnic pomiędzy dobrze połączonymi systemami elektroenergetycznymi w centralnej części Europy a geograficznymi uwarunkowaniami systemów bardziej peryferyjnych, zlokalizowanych na półwyspach lub wyspach.

Wobec nowych bardziej ambitnych wyzwań, docelowego poziomu wskaźnika 10% nie zrealizowało 11 krajów w Europie, w tym Polska plasująca się na 9 miejscu ze wskaźnikiem 2%, jedynie przed systemami Malty i Cypru, dla których wynosi

⁴ Strategia Unii energetycznej opiera się na następujących pięciu filarach: bezpieczeństwie energetycznym, solidarności i zaufaniu; w pełni zintegrowanym europejskim rynku energii; efektywności energetycznej w powiązaniu z ograniczeniem zużycia energii; dekarbonizacji gospodarki; badaniach, innowacyjności i konkurencji. Cyt. za: *Energy Union Package, Communication from the Commission to the European Parliament and the Council, the European Economic and Social Committee, the Committee of the Regions and the European Investment Bank, A Framework Strategy for a Resilient Energy Union with a Forward-Looking Climate Change Policy*, s. 4, http://ec.europa.eu/priorities/energy-union/docs/energyunion_en.pdf, [dostęp: 31.05.2015].

⁵ *Options for 2030 infrastructure targets, Infrastructure and the EU 2030 climate and energy framework, Discussion paper, December 2013*, E3G, s. 3-4, <http://e3g.org>

⁶ *Regional cooperation in the context of the new 2030 energy governance, Report commissioned by the European Climate Foundation*, <http://www.ecologic.eu/11776>

⁷ EC/ ACER / ENTSO-E 3-year work plan electricity, January 2015, https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/3Year_Plan_Electricity_Jan%202015.pdf [dostęp: 31.05.2015].

on 0%⁸. 2-procentowy wskaźnik *interconnectivity* netto dla Polski dotyczy kierunku importu na profilu synchronicznym, obejmującym granice ze Słowacją, Czechami i Niemcami, przy uwzględnieniu konsekwencji przepływów handlowych, realizowanych przez uczestników rynku energii poza Polską, a w szczególności Austrii i Niemiec. Wielkość tego wskaźnika dla Polski w kierunku eksportu wynosi 3,3%⁹.

Przy uwzględnieniu obecnych celów polityki energetycznej UE, tj. dekarbonizacji i rozwoju generacji z OZE, utrzymanie konstrukcji współczynnika przez odniesienie do wielkości mocy zainstalowanej źródeł wytwórczych w systemie może faworyzować kraje ze znaczną nadwyżką podaży energii w stosunku do zapotrzebowania, w szczególności z trudno przewidywalnej generacji fotowoltaicznej i solarnej, stwarzając warunki do eksportu energii. Wówczas połączenia transgraniczne mogą pełnić funkcję substytutu magazynów energii¹⁰. Dla systemów elektroenergetycznych, w których pracuje duża liczba źródeł charakteryzujących się niskim poziomem wykorzystania generowanej mocy, tj. fotowoltaicznych, solarnych, źródeł wykorzystywanych przez operatorów systemów przesyłowych w interwencjach lub uruchamianych w okresie szczytowego zapotrzebowania, istnieje ryzyko przewymiarowania połączeń transgranicznych i niewielkiego ich wykorzystania, co czyni te inwestycje nieekonomicznymi. Z punktu widzenia „maksymalnie bezpiecznych” projektów inwestycyjnych uzasadnione jest powoływanie się przez Komisję Europejską na kategorię (uzgodnionych z państwami członkowskimi) projektów wspólnego zainteresowania jako priorytetowych dla realizacji celu zwiększenia poziomu połączeń transgranicznych między systemami elektroenergetycznymi UE¹¹.

⁸ Energy Union Package, Communication from the Commission to the European Parliament and the Council..., *dz. cyt.*, s. 5.

⁹ Przy wyłączeniu efektów przepływów handlowych wartości wskaźnika wynosiłyby odpowiednio 5,4% w kierunku importu i 7,3% w kierunku eksportu. Wartości te wynikają z mocy połączeń transgranicznych, które mogą być w każdej chwili wykorzystywane tj. odpowiednio, w kierunku importu:

- połączenie 220 kV z Ukrainą w relacji Zamość – Dobrotwór – 200 MW,
- połączenie kablowe pomiędzy Polską a Szwecją – 600 MW,
- połączenie 110 kV z Białorusią w relacji Wólka Dobryńska – Brześć – 100 MW,
- przekrój synchroniczny obejmujący połączenia na granicach z Niemcami, Czechami i Słowacją – 1200 MW,

w kierunku eksportu:

- połączenie kablowe pomiędzy Polską a Szwecją – 600 MW,
- przekrój synchroniczny obejmujący połączenia na granicach z Niemcami, Czechami i Słowacją – 2200 MW.

¹⁰ M. Gimeno-Gutiérrez, R. Lacal-Aránzaga, *Assessment of the European potential for pumped hydropower energy storage, A GIS-based assessment of pumped hydropower storage potential, European Commission, Joint Research Centre, Institute for Energy and Transport*, 2013, s. 7, https://ec.europa.eu/jrc/sites/default/files/jrc_20130503_assessment_european_phs_potential.pdf [dostęp: 31.05.2015].

¹¹ Energy Union Package, Communication from the Commission to the European Parliament and the Council... *dz. cyt.*, s. 6 i dalsze.

Umieszczenie w mianowniku wskaźnika *interconnectivity* zapotrzebowania na moc szczytową odzwierciedla nadanie priorytetu celowi bezpieczeństwa energetycznego, rozumianemu jako bieżąca zdolność do bilansowania zapotrzebowania na moc energetyczną z jej podażą. Przy takim podejściu transakcje handlowe na rynkach energii traktowane są wtórnie, jako pochodna wykorzystania połączeń transgranicznych. Konstrukcja wskaźnika z jednej strony odzwierciedla podstawowy parametr, „pod” jaki system elektroenergetyczny jest budowany¹², z drugiej zaś urealnia możliwości rozwoju połączeń transgranicznych i ich uwzględnienie w planowaniu pracy systemu elektroenergetycznego. Wartości wskaźnika wynikające z bieżących uwarunkowań i realnych potrzeb poszczególnych systemów, tj. uwzględniające roczną i dobową zmienność zapotrzebowania na energię, a nie wynikające z przyjętej obligatoryjnie jednej wartości dla wszystkich krajów UE, odzwierciedlają poziom samowystarczalności systemów elektroenergetycznych, zaś rozbudowa połączeń transgranicznych uzyskuje status dodatkowego elementu konstytuującego bezpieczeństwo energetyczne¹³.

Rynkowy charakter wykorzystania połączeń podkreśla umiejscowienie w mianowniku wskaźnika *interconnectivity* zapotrzebowania na energię elektryczną. Przy założeniu dostępności tańszej energii za granicami danego kraju takie podejście byłoby widziane jako najbardziej korzystne z punktu widzenia odbiorców końcowych energii elektrycznej, jednak stojące w sprzeczności z zasadą samowystarczalności i w efekcie kreujące bariery rozwoju krajowych źródeł wytwórczych w poszczególnych państwach.

Powyższe odzwierciedla dylematy i konsekwencje sposobu wyznaczania miernika infrastruktury transgranicznej. Obecnie obowiązujący wskaźnik odnosi się do mocy zainstalowanej i nie koliduje z prymatem celów związanych z rozwojem generacji z OZE i redukcji emisji gazów cieplarnianych, jednak niewykluczone, że przy dalszym rozwoju źródeł o nieprzewidywalnej charakterystyce generacji, w tym wobec konsekwencji dla operatorów odpowiedzialnych za zapewnienie bezpieczeństwa pracy połączonych systemów w Europie kontynentalnej, zasadnym okaże się uwzględnienie w dyskusjach na temat odgórnie ustalonego miernika aspektów związanych z samowystarczalnością i bezpieczeństwem pracy systemów elektroenergetycznych¹⁴.

¹² Plan rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną na lata 2010–2025, Wyciąg, s. 18–20, www.pse.pl/uploads/kontener/Plan_Rozwoju_2010_2025.pdf [dostęp: 31.05.2015].

¹³ Przy umiejscowieniu w mianowniku wskaźnika *interconnectivity* zapotrzebowania na moc szczytową jego wartości dla systemu polskiego wynosiłyby odpowiednio:

- przy uwzględnieniu efektów transakcji handlowych realizowanych poza polskim systemem: 3,5% w kierunku importu i 5% w kierunku eksportu
- przy włączeniu efektów transakcji handlowych, tj. zaoferowania zdolności jedynie z uwzględnieniem nieplanowych przepływów wywołanych zjawiskami fizycznymi: 8,1 % i 10,8%.

¹⁴ Dla porównania wskaźnik oparty na zapotrzebowaniu szczytowym dla Polski wyniósłby 10% dla 2020 roku i 15% dla 2030 roku.

2. Sposoby radzenia sobie z nieprzewidywalnością generacji z OZE w systemach, w których osiągnięto limity technicznej absorpcji energii wygenerowanej z OZE.

Znaczenie prognoz

W systemach elektroenergetycznych o wysokim poziomie penetracji OZE, tak jak ma to miejsce w przypadku systemu hiszpańskiego¹⁵ czy niemieckiego, nieprzewidywalna generacja OZE powoduje interwencje operatorów systemów przesyłowych, które swoim zasięgiem obejmują nie tylko systemy „bezpośrednio dotknięte” skutkami „nieprzewidywalności generacji”, ale również angażują zasoby systemów sąsiednich, przypominając o konsekwencjach niedostatecznie rozwiniętej infrastruktury przesyłowej¹⁶.

W systemie hiszpańskim generacja z odnawialnych źródeł energii, a w szczególności z wiatru, po raz pierwszy w 2013 roku przyczyniła się w największym stopniu do pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną, zrównując się w tym zakresie z produkcją energii przez elektrownie jądrowe¹⁷. 25 grudnia 2013 roku w Hiszpanii odnotowany został najwyższy akceptowalny z punktu widzenia bezpieczeństwa pracy systemu elektroenergetycznego poziom generacji opartej na odnawialnych źródłach energii (OZE), a w szczególności z wiatru, co odpowiadało 68,5% zapotrzebowania na energię¹⁸. Sytuacja taka oznaczała wyczerpanie się technicznych możliwości absorpcji generacji z OZE przez system przesyłowy. Hiszpański operator systemu przesyłowego (REE), kierujący pracą systemu elektroenergetycznego, stanął przed alternatywą, na którą składały się następujące opcje: zwiększanie zdolności przesyłowych w kierunku eksportu, ograniczanie-redukcja (ang. *curtailment*) produkcji energii z wiatru i zwiększanie zdolności magazynowych, zapewnianych przez elektrownie wodne szczytowo-pompowe, jednakże jako opcja najbardziej kosztowna.

Z takiego katalogu środków interwencji w bieżącym zarządzaniu pracą systemu korzysta operator systemu przesyłowego, działający na obszarze sąsiadującym z sys-

¹⁵ W 2014 roku produkcja energii elektrycznej wg źródeł wytwarzania w systemie hiszpańskim wynosiła odpowiednio: 57179 GWh – energetyka jądrowa, 51439 GWh – wiatr, 46264 GWh – węgiel, 35685 GWh – hydrogeneracja, 26186 GWh – kogeneracja i inne, 25869 GWh – układy gazowo-parowe, 8211 GWh – solarne fotowoltaiczne, 7056 GWh – małe jednostki hydrogeneracyjne, 5013 GWh – solarne termoelektryczne, 4749 GWh – odnawialne termalne, The Spanish electricity system 2014 Preliminary Report, s. 7, http://www.ree.es/sites/default/files/downloadable/preliminary_report_2014.pdf [dostęp: 31.05.2015]

¹⁶ *Joint study by ČEPS, MAVIR, PSE and SEPS regarding the issue of unplanned flows in the CEE region in relation to the common market area Germany – Austria*, January 2013, str. 35–37, <http://www.pse.pl/index.php?dzid=14&did=1309> [dostęp: 31.05.2015].

¹⁷ *The Spanish electricity system 2013 Preliminary Report*, s. 5, http://www.ree.es/sites/default/files/downloadable/preliminary_report_2013.pdf, [dostęp: 31.05.2015].

¹⁸ *The Spanish electricity system 2013 Report*, s. 15, http://www.ree.es/sites/default/files/downloadable/the_spanish_electricity_system_2013.pdf, [dostęp: 31.05.2015].

temem polskim, 50-Hertz¹⁹. Działania zaradcze wykorzystane przez 50-Hertz na rzecz zapewnienia bezpiecznej pracy systemu w związku z zaćmieniem słońca 20 marca br. potwierdzają osiągnięcie technicznych limitów wprowadzania generacji z OZE do sieci przesyłowej i pokrywają się z opcjami działań hiszpańskiego REE. W dniu zaćmienia słońca dla zapewnienia ciągłej pracy systemu 50-Hertz wykorzystał zdolności elektrowni wodnych szczytowo-pompowych oraz generacji termalnej z węgla, uaktywniono usługę redukcji zapotrzebowania na polecenie operatora oraz zmieniono kierunek handlu na eksportowy z Austrią i Szwajcarią. W 2014 roku z uwagi na niewystarczające tempo inwestycji liczba dni, w których niezbędne były dodatkowe interwencje operatora i podejmowanie środków zaradczych, wyniosła 263²⁰, mimo że 2014 to rok, w którym odnotowano najwyższą wielkość inwestycji w porównaniu do ostatnich 10 lat²¹.

Potrzebę zwiększenia tempa inwestycji potwierdziły również w marcu br. wspólnie rządy Hiszpanii, Portugalii i Francji. W zawartej w Madrycie wspólnej deklaracji²² wskazały na potrzebę realizacji dodatkowych (oprócz podmorskiego połączenia transgranicznego z Francją przez Zatokę Biskajską) dwóch projektów łączących Francję i Hiszpanię²³, tak by do roku 2020 osiągnąć 8000 MW zdolności wymiany transgranicznej między ich systemami. Działania te mają na celu wyprowadzenie Hiszpanii z obecnego stanu izolacji (poziom połączeń transgranicznych Hiszpanii z Francją i Portugalią wynosi poniżej 5%) i doprowadzenie do stanu zapewniającego realizację celów polityki unijnej w zakresie wielkości zdolności przesyłowych wymiany między systemami elektroenergetycznymi na poziomie minimum 10%.

Omówione wyżej przykłady obrazują sytuacje, kiedy w warunkach nieprzewidywalności generacji z OZE przesyłowa infrastruktura techniczna staje się barierą produkcji oraz jej dalszego rozwoju. Ujawnia się zjawisko samoograniczenia prognoz jako konsekwencja uwzględniania w planowaniu rozwoju infrastruktury przesyłowej jedynie tych inwestycji, które wynikają z potrzeby przyłączenia zaprognozowanych

¹⁹ W 2014 roku generacja z OZE pokrywała 42% zapotrzebowania na obszarze jego działalności. Od 5 lat, tj. od 2010 roku, wielkość mocy zainstalowanej OZE w obszarze regulacji prowadzonej przez 50-Hertz przekracza wielkość zapotrzebowania szczytowego, dla 2014 roku wielkości te wynosiły odpowiednio 24,9 GW – moc zainstalowana generacji OZE i 16 GW – wielkość zapotrzebowania szczytowego na moc. Najwyższa wartość produkcji energii z OZE na terytorium działania 50-Hertz w dniu 24 grudnia 2014 t. wyniosła 11972 MW, przekraczając prawie dwukrotnie zapotrzebowanie na energię na tym obszarze regulacyjnym.

²⁰ 50-Hertz Annual report 2014, s. 51, http://gb-50hertz.com/files/50hertz/files/download-s/2014_50hertz_annual_report.pdf, [dostęp: 31.05.2015].

²¹ Prezentacja pt. *Challenges of integrating renewables, experiences of 50-Hertz and in Germany*, O. Ziemann, 01.04.2015, slajd nr 23, http://iwpc2015.org/OLAF_ZIEMANN.pdf, [dostęp: 31.05.2015].

²² Madrid declaration, Energy Interconnections Links Summit Spain-France-Portugal-European Commission-EIB, Madrid, 4 March 2015, <https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/Madrid%20declaration.pdf> [dostęp: 17.05.2015].

²³ Pierwszy projekt – z Cantegrit do Navarry lub Kraju Basków, drugi – pomiędzy Marsillon a Aragon.

wielkości OZE. Wobec faktu, że w systemie elektroenergetycznym, w którym w każdej godzinie podaż równoważy zapotrzebowanie – na wielkości niezaprognozowane „miejsca” nie ma. Prognozy zatem, będąc co do zasady przewidywaniami, oddziałują na rzeczywistość, stanowiąc, za pośrednictwem infrastruktury, o wielkości (ograniczenia) rozwoju generacji OZE.

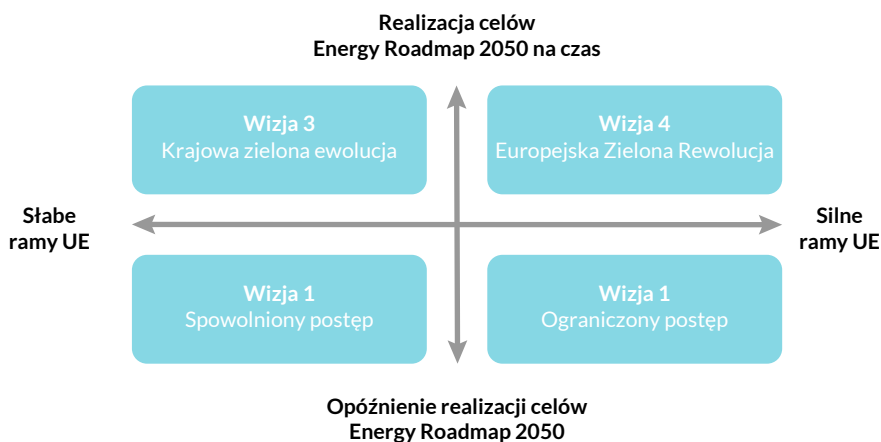
3. Europejski dziesięcioletni plan rozwoju sieci przesyłowej ENTSO-E w edycji 2016 jako narzędzie realizacji celów polityki unijnej

Budowa systemu przesyłowego na skalę paneuropejską zgodnie z wytyczonymi celami i zakresem energetycznej polityki UE w warunkach nieprzewidywalności generacji z OZE wobec różnicy długości cyklu inwestycyjnego instalacji OZE vs infrastruktury przesyłowej do szerokiego katalogu zadań OSP włącza kolejne – zapewnienie spójności na poszczególnych szczeblach (od krajowego przez regionalny do unijnego) w procesie decyzyjnym planowania rozwoju infrastruktury. Dziesięcioletni horyzont planowania wobec perspektywy unijnej polityki energetycznej 2030 wpisuje się w oczekiwania KE przedłożenia koncepcji bazującej na paneuropejskim odgórnym podejściu wraz z identyfikacją miejsc fizycznych ograniczeń sieci w zakresie możliwości przesłania energii. Elementem tego podejścia jest też konieczność uwzględnienia potrzeb inwestycyjnych jako pochodnej zmian w generacji i profilu zapotrzebowania na energię, determinowanych przez krajowe uwarunkowania. Narzędzie prawne w dyspozycji operatorów systemów przesyłowych, europejski dziesięcioletni plan rozwoju ENTSO-E (ang. *Ten Years Network Development Plan* – TYNDP) – niewiążący jako podstawa identyfikacji projektów wspólnego zainteresowania przez KE – obecnie jest przedmiotem modyfikacji z metodycznego punktu widzenia w kierunku jakościowego ujmowania zjawisk²⁴. Zamodelowanie kluczowych parametrów planowania funkcjonowania systemu elektroenergetycznego w edycji TYNDP 2016 zostało ujęte w formę 4 „wizji” do roku 2030, zgodnych z kierunkami rozwoju systemu wyznaczonymi przez cele polityki UE w zakresie rozwoju OZE, w tym do roku 2050, w które to wpisuje się scenariusz „operatorski” w horyzoncie do roku 2020, zdeterminowany krajowymi decyzjami inwestycyjnymi²⁵. Wizje w europejskim dziesięcioletnim planie rozwoju w edycji 2016, w stosunku do których nie określono prawdopodobieństwa zaistnienia, wytyczają skrajne warunki brzegowe dla krajów UE, odzwierciedlając za-

²⁴ Europejski dziesięcioletni plan rozwoju ENTSO-E – edycja 2014 składa się z głównego Raportu TYNDP 2014, sześciu regionalnych planów inwestycyjnych oraz Przeglądu scenariuszy i prognozy wystarczalności systemu 2014–2030, które to są zgodne z krajowymi planami rozwoju systemów przesyłowych, <https://www.entsoe.eu/major-projects/ten-year-network-development-plan/tyndp-2014/Pages/default.aspx> [dostęp: 25.05.2015].

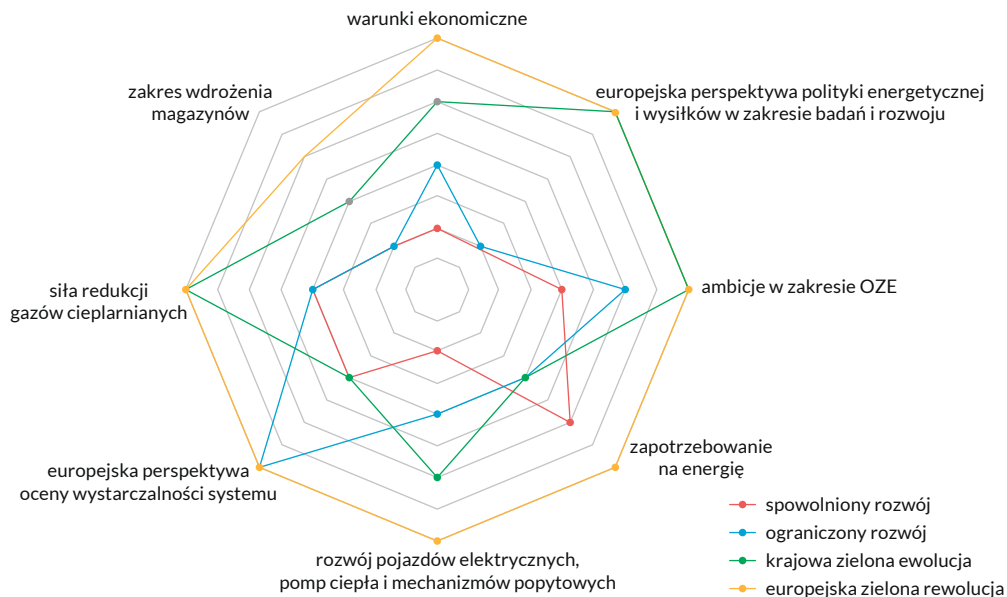
²⁵ TYNDP 2016, *Scenario development report, for public consultation*, 21 May 2015, https://consultations.entsoe.eu/system-development/entso-e-tyndp2016-3rd-wp-scenarios/user_uploads/150521-tyndp2016-scenario-development--report---for-consultation-v2.pdf, s. 9 [dostęp: 31.05.2015].

kres możliwych ścieżek rozwoju systemu oraz wyzwań, którym będzie musiał sprostać układ sieci wynikający z TYNDP. Ich rozkład zdeterminowany jest przez stopień realizacji celów dekarbonizacji z Energy Roadmap 2050 i siły oddziaływania ram polityki UE. Rysunki 1 i 2 przedstawiają odpowiednio: ogólną koncepcję wizji zgodnie z dwiema głównymi ich determinantami oraz graficzną charakterystykę według kluczowych parametrów ich kształtowania.



Ryc. 1. Wizje 2030 w TYNDP ENTSO-E, edycja 2016

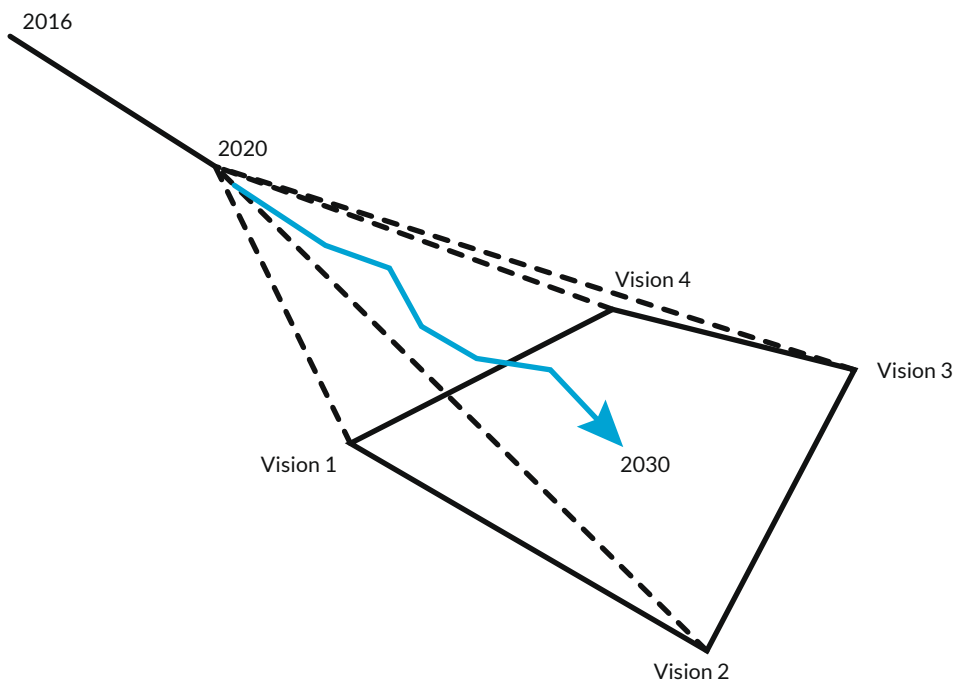
Źródło: TYNDP 2016, Scenario development report, for public consultation, 21 May 2015.



Ryc. 2. Charakterystyka wizji 2030

Źródło: TYNDP 2016, Scenario development report, for public consultation, 21 May 2015.

Scenariusz operatorski pt. „oczekiwany rozwój” (ang. *expected progress*) to możliwe najlepsze przybliżenie zwymiarowania rozwoju systemu w horyzoncie pośrednim (roku 2020), które bardziej oddaje ideę projektów rozwoju systemu już zdeterminowanych aniżeli planowanych, bowiem krajowe „dziesięciolatki” planowania rozwoju systemu przesyłowego obejmują horyzont roku 2025.



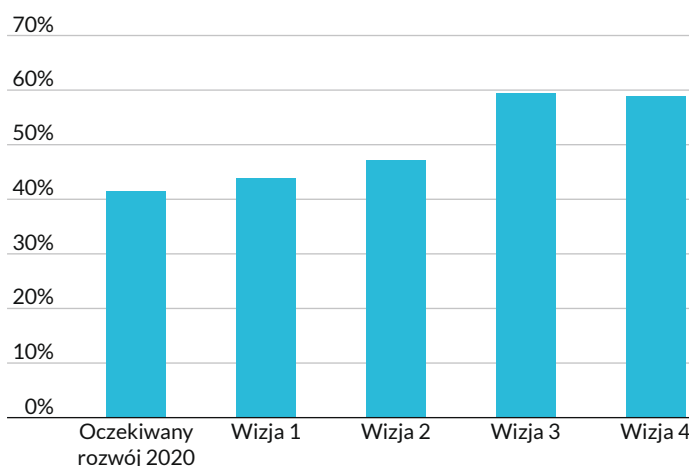
Ryc. 3. Scenariusz operatorski „oczekiwany rozwój” w przestrzeni wizji 2030

Źródło: TYNDP 2016, *Scenario development report, for public consultation*, 21 May 2015.

Opracowanie TYNDP w edycji 2016, podobnie do edycji 2014, bazować będzie na konsensusie podejścia odgórnego (sposób opracowania wizji 2 i 4) oraz podejścia odolnego (sposób przygotowania scenariusza operatorskiego „oczekiwany rozwój”, wizji 1 i 3). Efektem prac trwających do końca 2016 roku ma być pakiet dokumentów obejmujących: raport główny TYNDP 2016, 6 regionalnych planów inwestycyjnych, Przegląd scenariuszy i prognozy wystarczalności systemu 2014–2030 oraz zatwierdzona przez KE w lutym br. metodyka oceny kosztów i korzyści (ang. *cost benefit analysis methodology – CBA*). W pierwszej kolejności – latem tego roku – opublikowane zostaną regionalne plany inwestycyjne, które posłużą jako podstawa aktualizacji listy KE projektów wspólnego zainteresowania 2015. Raport główny TYNDP 2016 zostanie opublikowany w 2016 roku wraz oceną projektów w myśl metodyki CBA.

Komisja Europejska zakłada, że 27% cel udziału OZE, w sektorach objętych i nieobjętych handlem emisjami, przekłada się na 40% redukcję emisji gazów cieplarnianych i proponuje odniesienie tego celu do udziału OZE w zużyciu energii UE, tak by udział

OZE w sektorze energii elektrycznej wzrósł do co najmniej 45% w 2030 roku²⁶. Możliwość wypełnienia celu udziału OZE w zużyciu energii zgodnie z TYNDP w edycji 2016 przedstawia rysunek 4.



Ryc. 4. Pokrycie zapotrzebowania na energię przez OZE w europejskim dziesięcioletnim planie rozwoju systemu przesyłowego (edycja 2016, %)

Źródło: TYNDP 2016, *Scenario development report, for public consultation*, 21 May 2015.

4. Projekt Electricity Highways 2050 jako podstawa przygotowania narzędzia długoterminowego planowania rozwoju infrastruktury przesyłowej w oparciu o cele polityki energetycznej UE

4.1. Formułowanie scenariuszy ramowych rozwoju infrastruktury w perspektywie 2050

Badanie kierunków rozwoju systemu elektroenergetycznego w perspektywie długoterminowej 2050 może obejmować założenia realizacji bardziej radykalnych celów, jak redukcja emisji gazów cieplarnianych na poziomie 80–95%. Przyjęcie, że OZE, efektywność energetyczna i infrastruktura elektroenergetyczna oparta na technologiach „smart” będą głównymi czynnikami sprawczymi rozwoju opcji technologii, umożliwiającymi transformację europejskiego systemu elektroenergetycznego zgodnie celami polityki energetycznej UE, odbywa się w projekcie finansowanym przez KE w ramach w 7. Programu Ramowego pt. Electricity Highways 2050 (e-Highways 2050)²⁷. W ramach projektu badane są możliwości wdrożenia koncepcji autostrad

²⁶ Communication from the European Commission to the European Parliament, the Council, the European and Social Committee and the Committee of the Regions, A policy framework for climate and energy in the period from 2020 to 2030, s. 6, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52014DC0015> [dostęp: 30.05.2015].

²⁷ <http://www.e-highway2050.eu/e-highway2050/>

elektroenergetycznych, służących przesyłaniu energii, w tym przede wszystkim z OZE, na dużą skalę, które to autostrady w założeniu mają „spinać” poszczególne systemy elektroenergetyczne, po identyfikacji centrów generacji i zapotrzebowania w Europie²⁸. Prace w projekcie realizowanym od września 2012 roku będą równoległe do przygotowania kolejnych edycji TYNDP (2014 i 2016). Biorąc pod uwagę, że projekt ma na celu opracowanie metodyki i modułowego planu rozwoju systemu przesyłowego dla perspektywy długoterminowej 2050 w oparciu o wyłącznie odgórne podejście, a jego zakończenie planowane jest na koniec 2015 roku, rezultatu w postaci elementów nowej metodyki, której to elementy zostaną włączone do kolejnej edycji TYNDP, należy spodziewać się około 2018 roku²⁹. Modułowość w kontekście obszarów prac w projekcie oznacza:

- identyfikację warunków brzegowych określających ramy rozwoju infrastruktury w horyzoncie 2050;
- wskazanie opcji topologii sieci, które będą w stanie sprostać wyzwaniom rynku energii elektrycznej 2050;
- potwierdzenie portfela niezbędnych technologii, mających (pośredni lub bezpośredni) wpływ na topologie przyszłych sieci w Europie; potwierdzenie zasadności opcji topologii z punktu widzenia bezpieczeństwa i niezawodności pracy systemu, w tym dla kolejnych dziesięcioletnich horyzontów 2030, 2040 i 2050;
- zbadanie modeli administracyjno-zarządczych i określenie modelu docelowego dla takiego systemu;
- rankingowanie projektów przez pryzmat korzyści ekonomiczno-społecznych za pomocą ogólnodostępnego narzędzia;
- aktywne zaangażowanie interesariuszy w proces konsultacji;
- zatwierdzenie metodyki planowania, pozbawionej ograniczeń obecnych w dotychczasowym podejściu.

W celu identyfikacji warunków brzegowych dla rozwoju autostrad elektroenergetycznych zidentyfikowane zostały niepewności oraz opcje rozwoju systemu (technologiczne, ekonomiczne, finansowe, polityczne, społeczne, środowiskowe, a także w zakresie badań i rozwoju). Na ich podstawie, biorąc pod uwagę wagę, określone strategie i „przyszłości” (ang. *futures*) przygotowano matrycę 30 scenariuszy. W kolej-

²⁸ Obok europejskiego dziesięcioletniego planu rozwoju, kodeksów sieci, centralnej platformy przejrzystości i informacji dla uczestników rynku, wspólnego modelu (wymiany) informacji przedsięwzięcie e-Highways 2050 stanowi flagowy projekt firmowany przez ENTSO-E.

²⁹ Projekt realizuje konsorcjum 28 podmiotów stanowiących paneuropejską reprezentację, tj. uczestniczących bezpośrednio: wybranych operatorów systemów przesyłowych, uniwersytety, jednostki naukowo-badawcze, stowarzyszenia branżowe i organizacje pozarządowe oraz 9 operatorów systemów przesyłowych – jako strony trzecie reprezentowanych przez ENTSO-E. W dużej mierze zatem uczestnictwo w Projekcie pokrywa się z członkostwem w ENTSO-E (37 operatorów systemów przesyłowych uczestniczących w projekcie vs 42 operatorów systemów przesyłowych członków ENTSO-E).

nym kroku, po eliminacji scenariuszy niespójnych wewnętrznie³⁰, wyłonionych zostało 15 scenariuszy. Po ich analizie pod kątem wyboru możliwej reprezentacji dla grupy podobnych scenariuszy oraz porównaniu z innymi długoterminowymi studiami planistycznymi wybrano 5 reprezentatywnych scenariuszy, odpowiadających dwóm podstawowym założeniom:

- topologia sieci, odpowiadająca wyzwaniom wynikającym z wybranych scenariuszy, sprostą każdemu innemu z analizowanych scenariuszy do roku 2050;
- podstawowe parametry opisujące scenariusze dotyczą wytwarzania, zapotrzebowania na energię i poziomu wymiany energii między państwami, pozostałe zaś czynniki, takie jak zmienne społeczno-ekonomiczne, polityki itp. są wpisane w te podstawowe parametry (z różnymi rodzajami współzależności). Scenariusze z projektu nie są zatem ani przewidywaniami ani prognozami przyszłości, żaden ze scenariuszy nie wydarzy się z większym prawdopodobieństwem niż inny ani nie jest bardziej preferowany od innego. Każdy ze scenariuszy stanowi alternatywny obraz, jak mogłyby się rozwijać autostrady elektroenergetyczne³¹. Tabela 1 zawiera zestawienie wyselekcjonowanych 5 scenariuszy brzegowych rozwoju systemu elektroenergetycznego 2050 oraz podstawowych charakteryzujących je parametrów.

³⁰ Charakteryzujących się konfliktem pomiędzy społeczną percepcją w „przyszłościach” i możliwościami rozwoju w myśl strategii, odpowiednio dla: technologii CCS i technologii jądrowej; konfliktem pomiędzy „przyszłościami” determinowanymi rynkiem a strategiami wdrożenia w oparciu o silną presję polityczną; konfliktem pomiędzy wielkoskalową strategią a małymi i lokalnymi preferencjami w „przyszłościach”.

³¹ Produkt nr 1.2. projektu e-Highway 2050 pt. *Structuring of uncertainties, options and boundary conditions for the implementation of EHS*, s. 98,

http://www.ehighway2050.eu/fileadmin/documents/Results/eHighway2050_D1_2.pdf [dostęp: 20.05.2015].

Tab. 1. Scenariusze określające warunki brzegowe rozwoju autostrad elektroenergetycznych 2050 oraz opis podstawowych parametrów

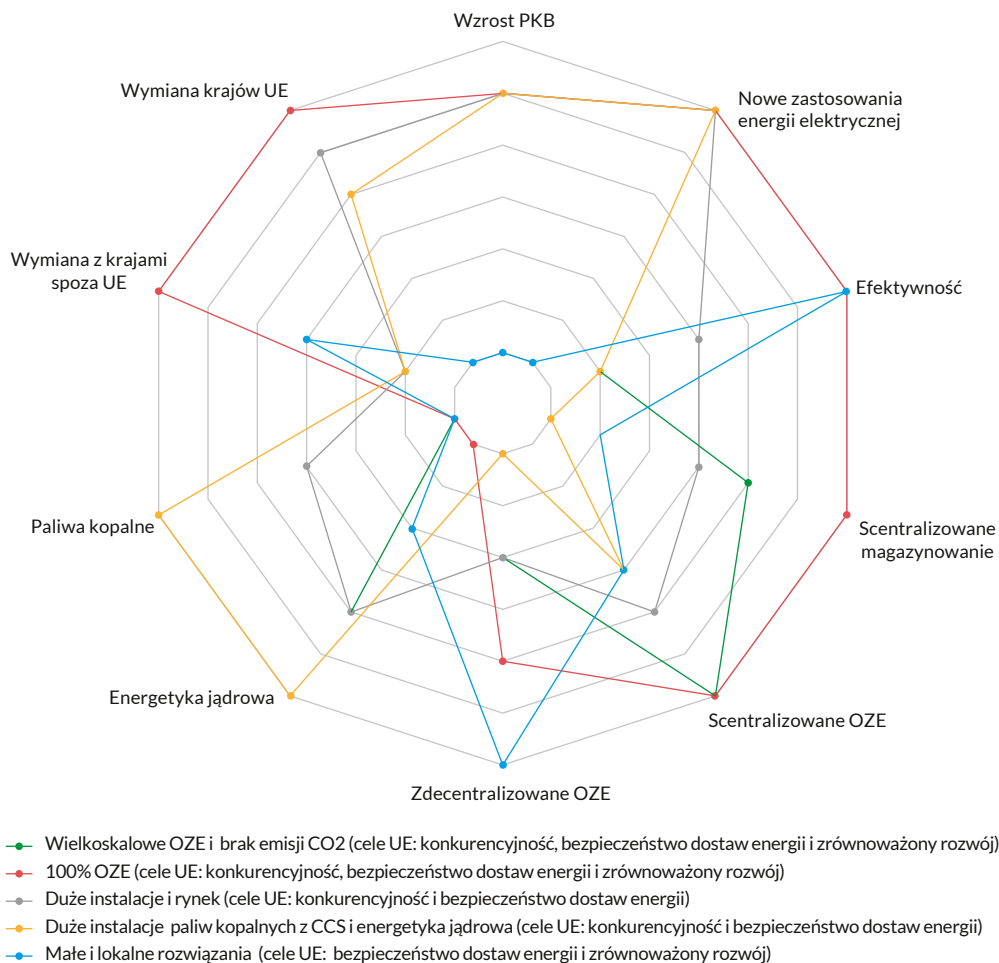
Scenariusz Kryteria (opcje / niepewności)	x-5	x-7	x-10	x-13	x-16
	Wielkoskalowe OZE i brak emisji CO ₂	100% OZE	Duże instalacje i rynek	Duże instalacje paliw kopalnych z CCS i energ. jądrowa	Małe i lokalne rozwiązania
Porozumienie w zakresie łagodzenia zmian klimatycznych	Osiągnięte na poziomie Europy, niski poziom wykorzystania paliw kopalnych	Nieosiągnięte na poziomie globalnym	Osiągnięte na poziomie globalnym	Osiągnięte na poziomie globalnym, niski poziom wykorzystania paliw kopalnych	Nieosiągnięty na globalnym poziomie
Zaangażowanie UE w redukcję emisji gazów cieplarnianych na poziomie 80–95%	Pełne	Pełne	Pełne w oparciu o strategię rynkową	Pełne	Pełne
Koszt emisji CO₂ (poziom)	Wysoki, istnieje globalny rynek handlu emisjami CO ₂	Wysokie	Wysoki, istnieje globalny rynek handlu emisjami CO ₂	Wysoki, istnieje globalny rynek handlu emisjami CO ₂	
Scentralizowane OZE (poziom)	Wysoki 60% Parki offshore na Morzu Północnym i Morzu Bałtyckim projekt Desertec w Afryce Północnej	Wysoki 60% Parki offshore na Morzu Północnym i Morzu Bałtyckim projekt Desertec w Afryce Północnej	Średni 40% Preferowany wiatr Stosunek społeczeństwa obojętny	Średni 30% Niskie zainteresowanie społeczne	Niski 25% Koncentracja na źródłach zdecentralizowanych
Zdecentralizowane OZE (poziom)	Niski 15% Elektrociepłownie i biomasa niższy priorytet niż instalacje OZE wielkoskalowe	Wysoki 40% Wykorzystanie w skali Europy potencjału elektrociepłowni i biomasy	Średni 20% Bardziej preferowany gaz łupkowy	Niski 5% Niskie zainteresowanie społeczne	Wysoki 60% Dominują elektrociepłownie i biomasa
Elektrownie oparte na paliwach kopalnych (z CCS i bez CCS) (poziom)	Niski 5% Niedojrzała technologia CCS (wysokie koszty) wtórna dla osiągnięcia celu redukcji gazów cieplarnianych	Brak 0%	Wysoki 20% Dojrzała technologia CCS	Wysoki 35% Podstawa realizacji celu redukcji emisji gazów cieplarnianych	Niski 5% Nie wpisuje się w realizację celu redukcji emisji gazów cieplarnianych

Scenariusz Kryteria (opcje / niepewności)	x-5	x-7	x-10	x-13	x-16
	Wielkoskalowe OZE i brak emisji CO ₂	100% OZE	Duże instalacje i rynek	Duże instalacje paliw kopalnych z CCS i energ. jądrowa	Małe i lokalne rozwiązania
Instalacje energetyki jądrowej (poziom)	20% średni Obecny poziom rozwoju energetyki jądrowej zgodnie z tempem decommissioning wynikającym z planów rozwoju tych źródeł wytwórczych do roku 2050	0% brak Stosunek społeczeństwa negatywny	20% średni Stosunek społeczeństwa pozytywny	30% wysoki Stosunek społeczeństwa pozytywny Podstawa realizacji celu redukcji emisji gazów cieplarnianych	10% niski Nie wpisuje się w realizację celu redukcji emisji gazów cieplarnianych
Scentralizowane magazynowanie (poziom)	Wysoki Priorytet mają elektrownie szczytowo-pompowe, skompresowanego powietrza jako odpowiadające wyzwaniom wielkoskalowego OZE	Wysoki Wysoki również poziom zdecentralizowanego magazynowania jako odpowiedź na potrzeby bilansowania zmienności generacji OZE	Średni	Niski Brak zainteresowania społecznego	Niski Dominują zdecentralizowane magazyny na poziomie przesyłu i dystrybucji
Wymiana energii elektrycznej z krajami spoza UE (poziom)	Wysoki Mimo niskiego poziomu importu powodowanego energetyczną zależnością Europy, wysoki import z Afryki Północnej, w tym udział projektu Desertec	Wysoki Brak importu paliw kopalnych, import jedynie energii z OZE (energetyka solarna z Afryki, biomasa z Rosji)	Średni	Niski Strategia energetyczna opiera się na odgórnym podejściu z poziomu UE z koordynacją podejść (między) narodowych w oparciu o moce ramy polityk i bodźców	Średni Niektóre kraje wymagają importu spoza UE
Zastosowanie nowych technologii (poziom)	Wysoki Powolny wzrost DSM i rozwiązania na rzecz elastyczności źródeł solarnych	Wysoki Wywołany przez mechanizmy rynkowe wzrost DSM i rozwiązania na rzecz elastyczności źródeł solarnych	Średni	Średni DSM i rozwiązania na rzecz elastyczności źródeł solarnych w celu ograniczenia zapotrzebowania na energię	Niski Duże zainteresowanie rozwiązaniami proefektywnościami, w tym DSM i na rzecz elastyczności źródeł solarnych

Scenariusz Kryteria (opcje / niepewności)	x-5	x-7	x-10	x-13	x-16
	Wielkoskalowe OZE i brak emisji CO ₂	100% OZE	Duże instalacje i rynek	Duże instalacje paliw kopalnych z CCS i energ. jądrowa	Małe i lokalne rozwiązania
Nowe zastosowania energii elektrycznej (poziom)	Wysoki Elektryfikacja transportu ogrzewania i przemysłu na scentralizowanym i zdecentralizowanym poziomie	Wysoki Elektryfikacja transportu ogrzewania i przemysłu na scentralizowanym i zdecentralizowanym poziomie	Wysoki Elektryfikacja transportu ogrzewania i przemysłu na scentralizowanym poziomie	Wysoki Elektryfikacja transportu ogrzewania i przemysłu na scentralizowanym poziomie	Niski Elektryfikacja transportu ogrzewania i przemysłu na zdecentralizowanym poziomie
Populacja i zmiany demograficzne	Wzrost	Wzrost	Wzrost	Wzrost	Tylko migracja w UE Niski Niehomogeniczna aktywność gospodarcza poszczególnych państw UE
Wzrost PKB	Średni	Średni	Średni	Średni	
Efektywność energetyczna (poziom)	Niski Polityczna preferencja wobec strony podażowej – duża ilość generacji ze źródeł opartych na paliwach innych niż kopalne powoduje, że inwestycje w rozwiązanie proefektywnościowe są mniej atrakcyjne, co stoi w opozycji do zachowań społecznych ukierunkowanych „proekologicznie”	Wysoki Duże zmiany zachowania w kierunku „proekologicznym, większe wykorzystanie „czystego” transportu	Średni Niewielkie zmiany zachowania w kierunku „proekologicznym”	Niski Niewielkie zmiany zachowania w kierunku „proekologicznym”	Wysoki Duża aktywność społeczna w kierunku „proekologicznym”

Źródło: opracowanie własne na podstawie Produktu nr 1.2. projektu e-Highway 2050 pt. *Structuring of uncertainties, options and boundary conditions for the implementation of EHS*, dz. cyt.

Rysunek 5 zawiera zestawienie 5 scenariuszy z punktu widzenia poziomu podstawowych parametrów oraz realizacji celów polityki UE³².



Ryc. 5. Scenariusze brzegowe rozwoju systemu elektroenergetycznego 2050 na rzecz koncepcji autostrad elektroenergetycznych 2050

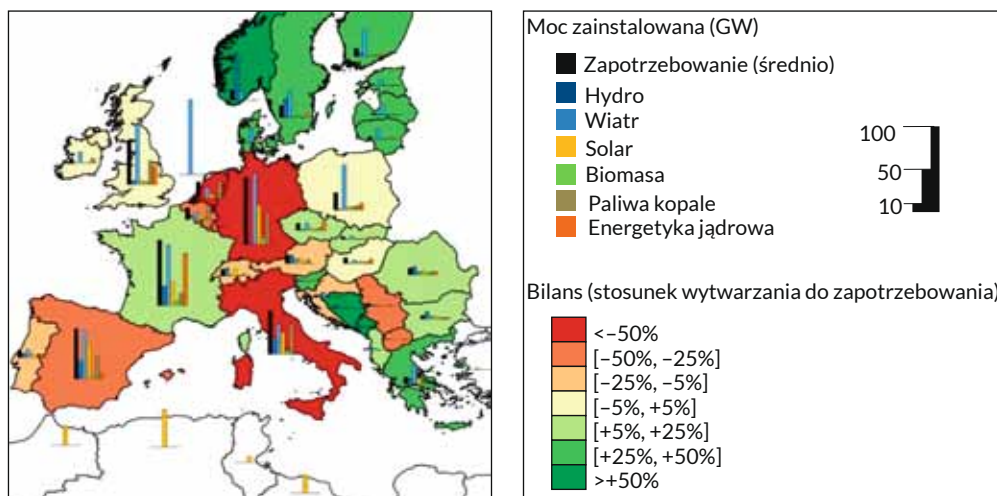
Źródło: Opracowanie własne na podstawie Produktu 1.2. Projektu e-Highways 2050 pt. *Structuring of uncertainties, options and boundary conditions for the implementation of EHS*.

4.2. Efekty (dez)agregacji danych dotyczących scenariuszy rozwoju koncepcji autostrad elektroenergetycznych 2050

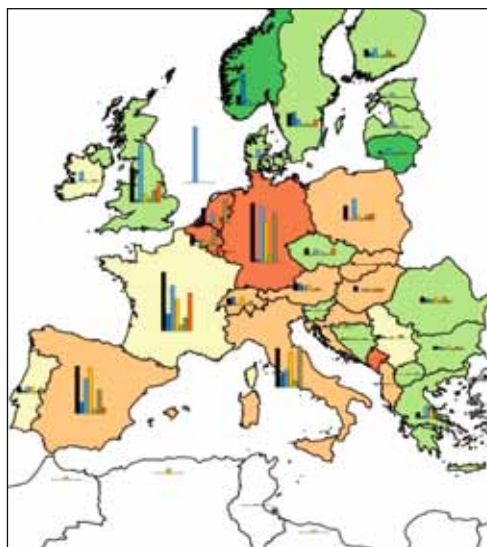
Każdy z powyższych scenariuszy charakteryzuje inna wielkość zapotrzebowania na energię oraz wielkość mocy zainstalowanych w różnych technologiach wytwa-

³² Komunikat Komisji do Rady, Parlamentu Europejskiego, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego oraz Komitetu Regionów, Analiza możliwości zwiększenia celu 20-procentowej redukcji emisji gazów cieplarnianych oraz ocena ryzyka ucieczki emisji, Bruksela, dnia 26.5.2010, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52010DC0265&from=FR> [dostęp: 31.05.2015].

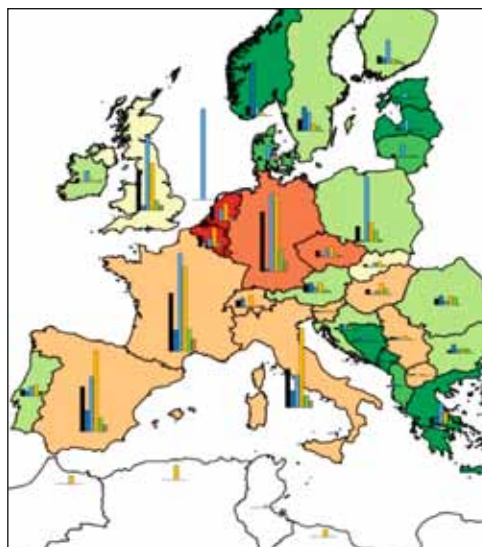
rzania. Bilanse poszczególnych krajów rozumiane jako stosunek generacji do zapotrzebowania dezagregacji danych zgodnie z „kluczami” podziału według technologii oraz regionów geograficznych³³ przedstawiają rysunki 6–10.



Ryc. 6. Moce zainstalowane i bilanse krajów w scenariuszu wielkoskalowe OZE i brak emisji CO₂



Ryc. 7. Moce zainstalowane i bilanse krajów w scenariuszu 100% OZE

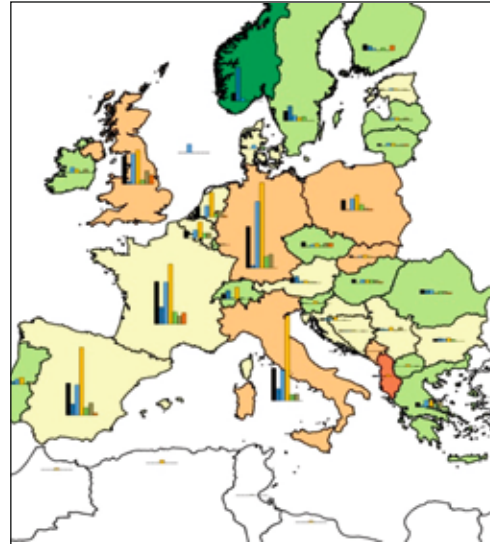


Ryc. 8. Moce zainstalowane i bilanse krajów w scenariuszu duże instalacje i rynek

³³ Produkt 2.1 projektu e-Highways 2050 pt. *Data sets of scenarios developed for 2050* http://www.effiziente-energiesysteme.de/fileadmin/user_upload/PDF-Dokumente/e-Highway/D2_1_Data_sets_of_scenarios_for_2050_1_.pdf za pośrednictwem <http://www.e-highway2050.eu/results/>



Ryc. 9. Moce zainstalowane i bilanse krajów w scenariuszu duże instalacje paliw kopalnych z CCS i energetyka jądrowa



Ryc. 10. Moce zainstalowane i bilanse krajów w scenariuszu małe i lokalne rozwiązania

Źródło: projekt Produktu 2.3. Projektu e-Highways 2050 pt. *System simulations analysis and overlay-grid development*, s. 10.

Jak wynika z powyższych rysunków, kraje o dużym potencjale generacji z OZE i relatywnie niskim zapotrzebowaniu na energię, czyli Szwecja, Norwegia, Finlandia, Rumunia, Bułgaria i Grecja są eksporterami netto przez cały rok we wszystkich scenariuszach. Kraje takie jak Hiszpania, Włochy, Niemcy, Belgia i Holandia – z uwagi na duże zapotrzebowanie na energię, które nie może być zaspokojone lokalnie – to importerzy we wszystkich scenariuszach. Bilans Francji, Wielkiej Brytanii i Polski (importer/eksporter) zależy od scenariusza.

4.3. Identyfikacja dodatkowych potrzeb przesyłowych w wyniku symulacji w modelu sieci

Identyfikacja potrzeb rozwoju infrastruktury – korytarzy niezbędnych do przesłania energii – w każdym ze scenariuszy, wraz z określeniem dodatkowych zdolności przesyłowych, nastąpiła na bazie uproszczonego modelu (ekwiwalentu) sieci. Wyprowadzone zostało pojęcie „klastra” (wirtualnego węzła), łączącego w sobie charakterystyki techniczne i geograficzne, a mianowicie:

- agregatu generacji i zapotrzebowania na energię „w jednym”,
- „łącznika” pomiędzy istniejącą siecią a przyszłymi strukturami sieciowymi „ponad” siecią dotychczasową,
- swoistego kompromisu pomiędzy zbyt ogólnymi badaniami na poziomie krajów a szczegółowością charakteryzującą modele sieci z dokładnością do poziomu stacji rozdzielczych,

- podstawy określenia długości geograficznej pomiędzy wybranymi klastrami w celu określenia długości niezbędnych wzmocnień elementów sieci i ich kosztów w danych technologiach przesyłania.

Liczba klastrów – 100 – to wynik założenia, że:

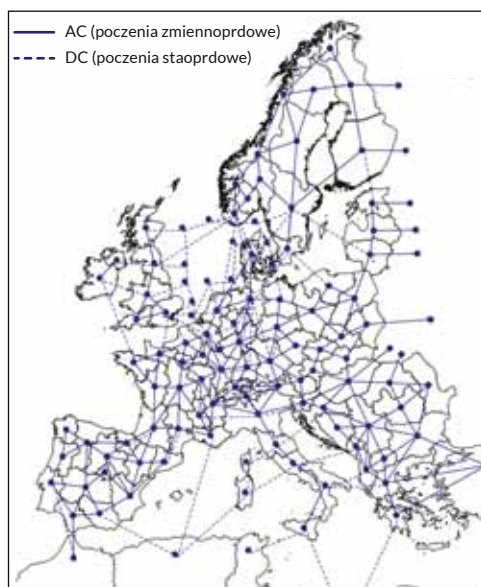
- klastry z uwagi na podobną charakterystykę wytwarzania i zapotrzebowania (w ramach klastrów nie ma wymiany energii elektrycznej), umożliwią identyfikację różnic w potencjałach poszczególnych regionów w Europie oraz potrzeb w zakresie przesyłania energii pomiędzy nimi,
- w efekcie zastosowania algorytmu minimalizującego zagregowaną funkcję liczby NUTS³⁴ – będą stanowić reprezentację poszczególnych krajów w ekwiwalentnym modelu sieci bez naruszenia/nakładania się klastrów na granice terytorialne poszczególnych państw³⁵.

Rysunki 11 i 12 przedstawiają model Europy w podziale na klastry i utworzony na tej bazie model sieci ekwiwalentnej.



Ryc. 11. Geograficzna reprezentacja klastrów w Europie

Źródło: Produkt 2.2 projektu e-Highway 2050 pt. *European cluster model of the pan-European transmission grid*, s. 28.



Ryc. 12. Model ekwiwalentu sieci (AC – połączenia zmiennoprądowe, DC – połączenia stałoprądowe)

Źródło: Produkt 2.3. Projektu e-Highways 2050 pt. *System simulations analysis and overlay-grid development*, s. 7.

³⁴Nomenclature of Territorial Units for Statistics – formalna jednostka administracyjna KE do celów statystycznych – prowadzenie bazy danych Eurostat.

³⁵ Produkt 2.2 projektu e-Highway 2050 pt. *European cluster model of the pan-European transmission grid*, http://www.effiziente-energiesysteme.de/fileadmin/user_upload/PDF-Dokumente/e-Highway/D2_2_European_cluster_model_of_the_Pan-European_transmission_grid_1.pdf za pośrednictwem <http://www.e-highway2050.eu/results/>

Sieć początkowa, na której podstawie został utworzony model ekwiwalentu sieci, bazuje na zestawie danych ze wspólnego modelu informacyjnego ENTSO-E (*Common Information Model* – CIM). Dodatkowo względem projektów z TYNDP 2014, uwzględnione zostały inwestycje w horyzoncie do roku 2030, tj. stałoprądowe korytarze kablowe w Niemczech i w południowo-zachodniej Francji, korytarze z Wielkiej Brytanii do Europy kontynentalnej i z Wielkiej Brytanii do Francji; wzmocnienia sieci w Europie Środkowej i krajach bałtyckich. Z założenia jako wykorzystywane uwzględnione są korytarze z Afryki Północnej (ich rozwój badany jest poza omawianym projektem)³⁶. Założono, że zdolności przesyłowe połączeń łączących klastry offshore, będą wynosić około połowy mocy zainstalowanej generacji offshore, jako że dalszy rozwój połączeń na Morzu Północnym z Wielkiej Brytanii, Europą kontynentalną i krajami nordyckimi, będzie przedmiotem analizy w Projekcie.

4.3. Identyfikacja dodatkowych potrzeb przesyłowych w wyniku symulacji w modelu sieci

Przyjęcie założeń modelowych umożliwiło:

- analizę ograniczeń (wąskich gardeł) w sieci: identyfikację ich znaczenia, lokalizacji i najbardziej krytycznych okresów w roku;
- sformułowanie propozycji wzmocnień sieci i testów w iteracyjnym podejściu. Po identyfikacji wszystkich potrzeb wzmocnienia sieci określenie preferowanych technologii umożliwia wstępną ocenę kosztów i weryfikację zyskowności topologii sieci³⁷.

Efekty ograniczeń przesyłania energii w sieciach stanowią wynik różnicy dwóch symulacji:

- sytuacji płyty miedzianej, dla której zakłada się brak ograniczeń sieciowych (wąskich gardeł), a możliwości przesyłania energii są nieskończone. Symulacja miedzianej płyty określa górny limit korzyści wynikających ze wzmocnienia sieci w celu zapewnienia bezpieczeństwa i optymalizację kosztów pracy systemu elektroenergetycznego;
- symulacji w warunkach ograniczeń sieciowych, dla których zdolności przesyłania energii są determinowane przez:

³⁶ Połączenia z Afryką charakteryzują się różną wielkością zdolności przesyłowych w zależności od przyjętego scenariusza. W momencie opracowywania koncepcji projektu e-Highways 2050 Fundacja Desertec i bliźniacza inicjatywa Dii liczyły 47 konsorcjantów, jednak po spadku cen paneli słonecznych i turbin wiatrowych konsorcjum przyznało, że UE może dostarczyć większość czystej energii samodzielnie. W lipcu 2013 roku przedsięwzięcia rozdzieliły się, w Dii na koniec 2014 roku z 17 pozostało 3 konsorcjantów, co nie oznacza zaniechania zaangażowania Desertec w projekt Tunur w Tunezji, w ramach którego planowane jest, że energia do Europy eksportowana będzie od 2018 roku. W 2010 roku powołana została natomiast komplementarna względem inicjatywy Medgrid, bazująca na konsorcjantach z obszaru Morza Śródziemnego, w tym podmiotach z Francji, Włoch i Hiszpanii.

³⁷ Niezbędne dane zawarte są w produkcie 3.1. Projektu e-Highway 2050 pt. *Technology assessment from 2030 to 2050*.

- sieć początkową 2030 (bazuje na modelu obecnej sieci i realizacji projektów zawartych w TYNDP 2014);
- sieć początkową oraz dodatkowe potrzeby w zakresie przesyłania energii – potrzeby wzmocnienia (rozbudowy) sieci.

Symulacja na bazie sieci początkowej odzwierciedla najniższy poziom bezpieczeństwa systemu, który może zostać osiągnięty dla stanu sieci 2030 po wdrożeniu rozwoju zapotrzebowania i generacji 2050.

Zakładanym celem rozwoju sieci jest minimalizacja efektów ograniczeń sieciowych po najniższym koszcie, dlatego efekty finansowe, czyli korzyści wynikające z redukcji wartości poniżej scharakteryzowanych wskaźników, przeciwstawiane są wielkościom kosztów inwestycyjnych w skali roku dla każdego ze scenariuszy w ramach strategii wynikających z poziomu społecznej akceptacji dla nowej infrastruktury oraz kosztów możliwych technologii.

Wskaźniki służące do analizy ograniczeń (wąskich gardeł) w sieci przesyłowej:

- ENS – energia niedostarczona (ang. *energy not supplied*) reprezentuje wolumen energii niedostarczonej odbiorcom z powodu występowania ograniczeń sieciowych. ENS przy planowaniu opartym na podejściu odgórnym jest zjawiskiem nieuniknionym, odgórne scenariusze bowiem nie zakładają, by kraje niezależnie zaspokajały swoje zapotrzebowanie. Wartość ENS w badanych tygodniach krytycznych dla funkcjonowania systemu elektroenergetycznego została przyjęta na poziomie 10000€/MWh, co oznacza nieuniknione korzyści z budowy infrastruktury, jednak w badaniu wrażliwościowym zyskowności topologii sieci wartość ENS została sprowadzona do 1000€/MWh;
- rozptył (ang. *spillage*) lub rozptył delta określa wielkość energii (np. OZE), która musi zostać wyprodukowana, ale nie może zostać skonsumowana w danym miejscu z powodu występowania ograniczeń w sieci;
- rozdział obciążeń generacji termalnej (ang. *thermal dispatch*) w klastrach:
 - pozytywny rozdział oznacza, że lokalna generacja termalna z powodu ograniczeń w sieci zostaje zwiększona, by zabezpieczyć zapotrzebowanie w klastrze. Ta (droższa) generacja zastępuje energię z OZE i konkurencyjną generację termalną dostępną w innych klastrach, jednakże nie może zostać uwolniona z powodu ograniczeń przesyłowych w sieci;
 - negatywny rozdział obciążeń oznacza, że generacja termalna zoptymalizowana w symulacji miedzianej płyty, z powodu ograniczeń w sieci zostaje zredukowana. Negatywny rozdział ma miejsce w krajach/klastrach charakteryzujących się zdolnościami wytwórczymi w technologiach konkurencyjnych, np. energetyka jądrowa vs biomasa, i dotyczy głównie krajów z nadwyżką energii.
- zróżnicowanie kosztu krańcowego połączeń (ang. *marginal cost variation – MCV*). Ten wskaźnik odzwierciedla potencjalne korzyści dla systemu za każdą dodatkową MW udostępnianą za pomocą połączenia między klastrami.

Tabela 2 zawiera zestawienie strategii z punktu widzenia społecznej akceptacji i wyboru technologii do oceny kosztów rozbudowy systemu.

Tab. 2. Strategie z punktu widzenia społecznej akceptacji i wyboru technologii do oceny kosztów rozbudowy systemu

Strategia	Akceptacja społeczna	Opis technologii	Kable	Wzmocnienie linii napowietrznych	Nowe linie napowietrzne	Nowe linie napowietrzne w nowych korytarzach
Akceptacja nowej infrastruktury	Społeczeństwo akceptuje nowe linie napowietrzne	Wybór najbardziej efektywnych rozwiązań	X	(X)	X	X
Ponowne wykorzystanie korytarzy	Społeczna akceptacja nowej infrastruktury w dotychczasowych korytarzach	Ponowne wykorzystanie dotychczasowych korytarzy lub budowa kabli podziemnych	X	(X)	X	
Status quo	Brak społecznej akceptacji dla nowej infrastruktury	Wzmocnienie linii dotychczasowych o tych samych walorach wizualnych lub budowa kabli podziemnych	X	X		

Źródło: projekt Produktu 2.3. Projektu e-Highways 2050 pt. *System simulations analysis and overlay-grid development*, s. 31.

Dla tych trzech strategii wyliczany jest zdyskontowany koszt roczny inwestycji, uwzględniający ekonomiczny okres życia elementów infrastruktury przy stopie dyskonta 3%.

Ocena zyskowności dotyczy całości topologii a nie poszczególnych pakietów wzmocnień (zyskowność każdego ze wzmocnień zależy w dużej mierze od realizacji innych wzmocnień i dlatego jest trudno ocenić zyskowność pojedynczego projektu).

Po identyfikacji obszarów deficytowych i posiadających nadwyżki generacji w poszczególnych scenariuszach (tab. 3) oraz wzięciu pod uwagę sezonowości występowania ograniczeń w sieci, zidentyfikowane zostały dodatkowe potrzeby w zakresie przesyłania energii, wspólne dla wszystkich scenariuszy (ryc. 13).

Tabela 3 zawiera zestawienie obszarów deficytowych definiowanych przez energię niedostarczoną i pozytywny rozdział generacji z powodu ograniczeń w sieci oraz krajów z nadwyżką generacji, które muszą stawić czoła dodatkowemu rozplywowi

lub negatywnemu rozdziałowi generacji z powodu ograniczeń w sieci. Dany kraj może być eksporterem netto w ciągu roku a jednak nie posiadać wystarczająco mocy podczas wybranych krytycznych okresów, dlatego ostatecznie zostaje zakwalifikowany jako „obszar deficytowy”. Dany kraj może być również jednocześnie obszarem deficytowym i nadwyżkowym, ponieważ zjawiska te mogą występować w różnych okresach czasu.

Tab. 3. Zestawienie obszarów deficytowych i z nadwyżką w ramach scenariuszy projektu e-Highways 2050

			ES	DE	IT	PL	FR	UK	GR	SE	NO	NS	
Wielkoskalowe OZE	Deficyt	ENS	Red	Red		Red							
		Rozdział generacji +		Green	Green								
	Nadwyżka	Rozpływ								Light Green	Light Green	Light Green	
		Rozdział generacji -					Light Blue	Light Blue		Light Blue			
100% OZE	Deficyt	ENS		Red		Red	Red	Red					
		Rozdział generacji +	Green	Green	Green		Green						
	Nadwyżka	Rozpływ					Light Green		Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	
		Rozdział generacji -											
Duże instalacje i rynek	Deficyt	ENS	Red				Red						
		Rozdział generacji +	Green	Green	Green								
	Nadwyżka	Rozpływ						Light Green			Light Green	Light Green	
		Rozdział generacji -					Light Blue	Light Blue		Light Blue			
Duże instalacje paliw kopalnych z CCS i energetyka jądrowa	Deficyt	ENS	Red		Red		Red						
		Rozdział generacji +	Green	Green	Green								
	Nadwyżka	Rozpływ									Light Green	Light Green	
		Rozdział generacji					Light Blue	Light Blue		Light Blue			
Małe i lokalne rozwiązania	Deficyt	ENS		Red	Red		Red						
		Rozdział generacji +	Green		Green		Green	Green					
	Nadwyżka	Rozpływ	Light Green		Light Green						Light Green	Light Green	
		Rozdział generacji -											

Źródło: opracowanie własne na podstawie projekt Produktu 2.3. Projektu e-Highways 2050 pt. *System simulations analysis and overlay-grid development, dz.cyt.*

Hiszpania i Włochy stanowią obszary deficytowe we wszystkich scenariuszach, jako że charakteryzuje je wysoki poziom energii niedostarczonej oraz pozytywny rozdział obciążeń. Włochy są krajem importującym we wszystkich scenariuszach z powodu ograniczonego potencjału generacji wiatrowej oraz braku generacji jądrowej. Hiszpania to importer netto prawie we wszystkich scenariuszach, co jest spowodowane przede wszystkim bardzo wysokim zapotrzebowaniem na energię w porównaniu ze stanem obecnym. Hiszpania i Włochy jako „wyspy” mogą liczyć na ograniczone wsparcie reszty Europy, dlatego charakteryzuje je wysoki poziom energii niedostarczonej oraz pozytywny rozdział obciążeń generacji termalnej. Sytuacja jest krytyczna dla Hiszpanii, jako kraju najbardziej wydzielonego.

Obszarem deficytowym we wszystkich scenariuszach są Niemcy. Kraj ten charakteryzuje wysokie zapotrzebowanie na energię, które nie może zostać zaspokojone lokalnie w przypadku ograniczenia emisji CO₂ i wyłączenia elektrowni nuklearnych. Niemcy importują energię z klastrów Morza Północnego i pozostałej części Europy we wszystkich scenariuszach. Z uwagi na obecność w centrum Europy i bliskość do głównych źródeł (Morze Północne i Skandynawia), sytuacja w Niemczech jest mniej krytyczna aniżeli w Hiszpanii i Włoszech, do czego przyczyniają się korytarze stałoprądowe z północy na południe kraju.

Francja posiada nadwyżkę w scenariuszach z wysokim poziomem generacji jądrowej, jednak z uwagi na niewystarczające zdolności przesyłowe jako kraj o najwyższej generacji tego typu nie może jej eksportować. Francja jest również deficytowa w czterech z pięciu scenariuszy z powodu wysokiego zapotrzebowania na energię w szczycie zimą.

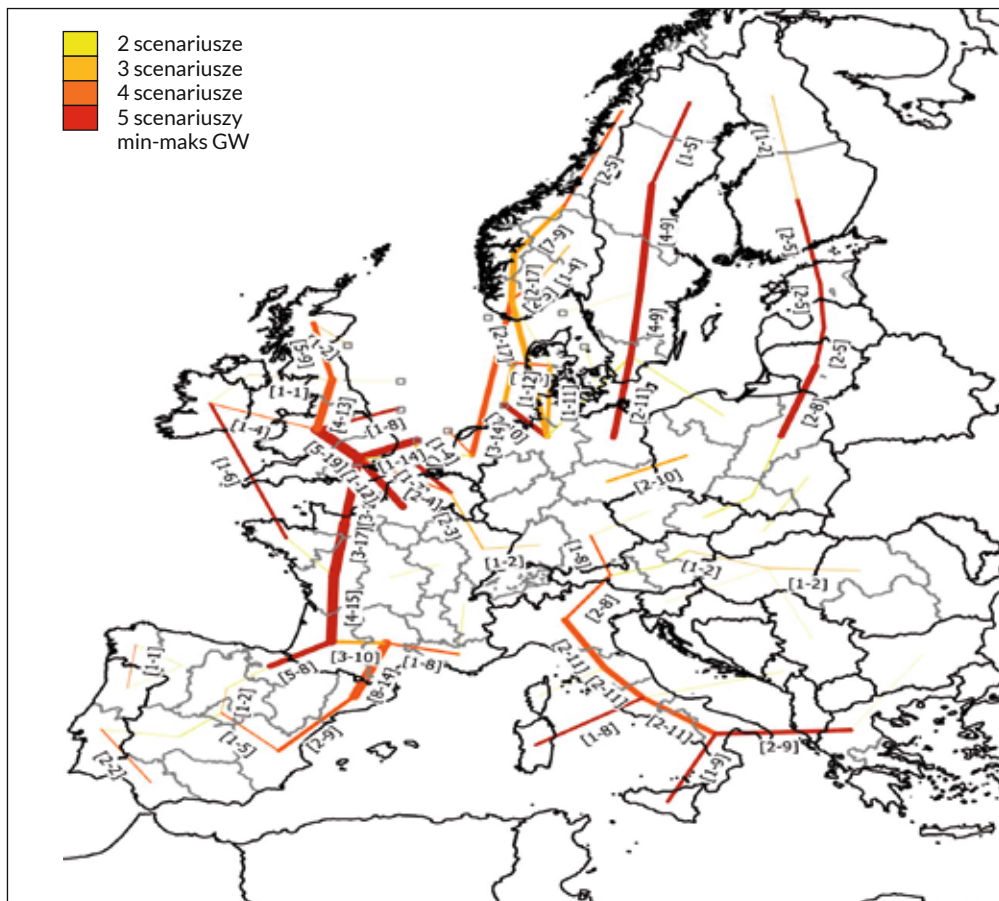
Wielka Brytania stanowi obszar nadwyżek generacji w scenariuszach z wysokim poziomem generacji nuklearnej, która mogłaby zostać wyeksportowana do Europy kontynentalnej w przypadkach ograniczeń sieciowych. W scenariuszach z mniejszą ilością lub wobec braku energetyki jądrowej Wielka Brytania stanowi obszar deficytowy w pewnych okresach, nawet jeśli nie jest importers netto w ciągu całego roku. Okresy krytyczne występują, gdy miejscowa generacja (głównie wiatr) nie jest wystarczająca dla pokrycia zapotrzebowania: ograniczone połączenia transgraniczne z Europą kontynentalną nie pozwalają na wystąpienie wystarczającego importu. Norwegia i Szwecja to kraje posiadające nadwyżkę generacji we wszystkich scenariuszach. Charakteryzuje je raczej ograniczony poziom hydro generacji oraz generacji z wiatru. Klasy offshore na Morzu Północnym charakteryzuje nadwyżka produkcji we wszystkich scenariuszach i eksport całości założonej generacji.

Nawet przy dużej różnicy założeń 5 scenariuszy, wspólne i znaczące potrzeby rozwoju infrastruktury dotyczą przesyłu energii:

- ze Skandynawii do północnej Europy kontynentalnej,
- z Finlandii do Polski przez państwa bałtyckie,
- z Wielkiej Brytanii do Hiszpanii przez Francję,
- z Grecji do Włoch.

W dużej mierze zależą one od realizacji projektów zgłoszonych do TYNDP, bowiem w modelu sieci początkowej 2030 założono realizację tego planu i nie można dziś zagwarantować, że zostaną zrealizowane bez projektów z TYNDP, co ma szcze-

gólne zastosowanie do projektów początkujących połączenia nad-sieciowe (ang. *overlay*), np. promowane korytarze stałoprądowe w Niemczech. Przy założeniu, że celem zadania dotyczącego rozwoju sieci jest identyfikacja minimalnych potrzeb rozwoju sieci, które będą przynosić korzyści nawet w warunkach „surowych” i stanowić inwestycje „pewne”, dochodowe okazują się projekty wynikające nawet ze scenariusza z mniejszą ilością energii odnawialnej lub promującego małe i lokalne rozwiązania. Jest to możliwe za przyczyną zmiennej charakterystyki produkcji energii elektrycznej z OZE, która zgodnie z założeniem w projekcie może zostać zbilansowana na obszarze całej Europy pod warunkiem wsparcia w postaci infrastruktury sieciowej, zmniejszając ENS. Jednocześnie obniżeniu ulegają koszty wytwarzania dzięki taniej produkcji ze źródeł odnawialnych i braku potrzeby rozdziału obciążeń dla generacji termalnej. W ramach projektu uwzględnione zostały jedynie koszty inwestycji sieciowych w każdym ze scenariuszy. Koszty inwestycyjne w dystrybucję, magazyny i zarządzanie stroną popytową zostały pominięte.

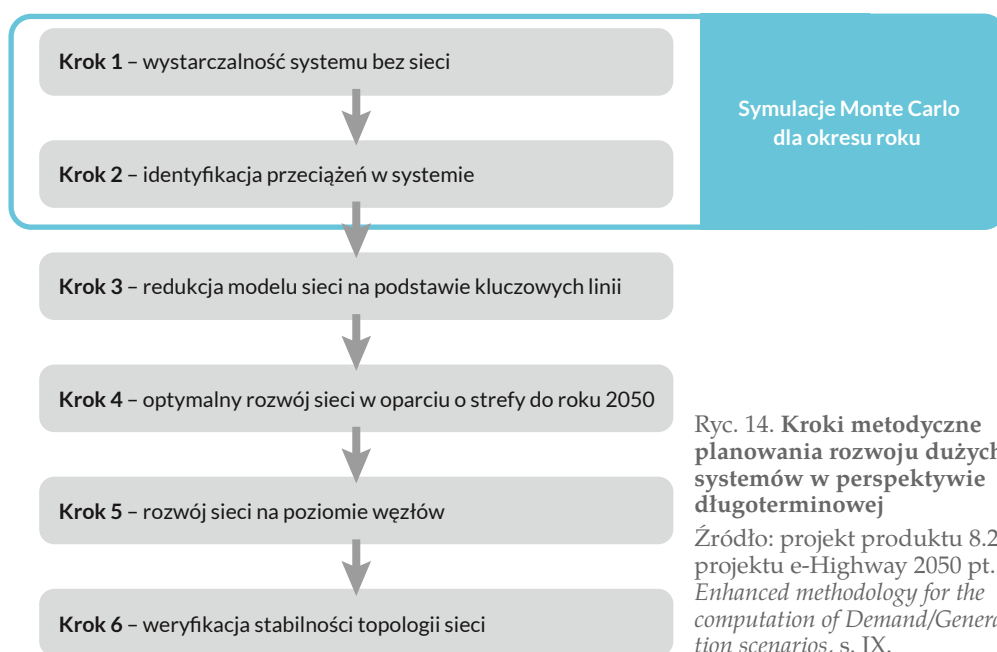


Ryc. 13. Zidentyfikowane potrzeby przesyłowe wspólne dla scenariuszy projektu e-Highways 2050

Źródło: projekt Produktu 2.3. Projektu e-Highways 2050 pt. *System simulations analysis and overlay-grid development*, s. 156.

5. Metodyczna podbudowa programowania rozwoju infrastruktury 2050

Modelowe założenia i propozycje potrzeb (wzmocnień i rozwoju) infrastruktury przesyłowej zostały osadzone w metodyce planowania rozwoju dużych systemów w perspektywie długoterminowej, czemu nadano formalne ramy problemu optymalizacji oraz specyfikacji nowych narzędzi planowania. Stochastyczność zjawiska pracy systemu elektroenergetycznego została ujęta w ramy symulacji Monte Carlo. Właściwe ujęcie rozkładu przestrzennego oraz czasowego jest w tej sytuacji kreowane poprzez stochastyczność oraz złożoność metodyczną. Opracowane zostały metody redukcji „wielkości” sieci oraz wyboru „snapshot’ów” (odwzorowań stanu sieci) spośród 8760 godzin roku. Rysunek 14 przedstawia etapy metodyczne prowadzące do weryfikacji stabilności ostatecznie zaproponowanej topologii europejskiej sieci.



Ryc. 14. Kroki metodyczne planowania rozwoju dużych systemów w perspektywie długoterminowej

Źródło: projekt produktu 8.2. projektu e-Highway 2050 pt. *Enhanced methodology for the computation of Demand/Generation scenarios*, s. IX.

KROK 1. Wystarczalność systemu bez sieci

Generacja serii czasowych

Metodyka przewiduje symulację pracy systemu w warunkach „miedzianej” płyty, tj. nieskończonych zdolności przesyłowych z powodu braku ograniczeń w sieci oraz generację zbilansowanych serii czasowych zapotrzebowania i wytwarzania dla różnych niepewności. W ramach generacji serii czasowych w podziale na godziny dla okresu całego roku dla każdego obszaru modelowanego systemu badaniom poddawane są próbki serii wszystkich danych wejściowych obciążonych niepewnością, takie jak: generacja z wiatru i energetyki solarnej, zapotrzebowanie, hydrogeneracja, wyłączenia jednostek termalnych w oparciu o dotychczasowy przebieg, sezonowość, autokorelację, prawdopodobieństwo funkcji gęstości, wzajemną korelację (ang. *cross-correlation*) oraz założenia dotyczące przy-

szłych trendów. Wzajemne zależności pomiędzy seriami czasu zostały rozwiązane w ramach generatora serii, przy czym na szczególną uwagę zasługują korelacje przestrzenne, które mają wpływ na wyniki symulacji wystarczalności systemu, zaś ich pominięcie w symulacjach Monte Carlo mogłoby doprowadzić do zbyt optymistycznej oceny niezawodności działania systemu oraz nieobiektywnej oceny potrzeb sieciowych.

Symulacja wystarczalności systemu

W ramach symulacji zachowania generacji kontrolowanej i zapotrzebowania na energię praca jednostek termalnych i alokacja hydro-zasobów podlegają dekompozycji w układzie 52 tygodni. Przeprowadzonych zostaje 52 symulacji wystarczalności w odstępach czasowych z dokładnością do jednego tygodnia rozdziału obciążeń dla zasobów hydro-termalnych. Model uwzględnia szczegółową reprezentację jednostek termalnych, wraz z doborem jednostek według kryteriów ekonomicznych (ang. *unit commitment*), minimalnej mocy stabilizacyjnej oraz minimalnych czasów trwania wyłączeń i pracy. W ramach modelowania uwzględniane są możliwości przesunięcia części zapotrzebowania w czasie poprzez programy zarządzania stroną popytową i wymianę z systemami sąsiednimi.

KROK 2. Identyfikacja przeciążeń w systemie

Redukcja modelu sieci

Redukcja pełnego modelu sieci europejskiej najwyższych napięć (ok. 8000 węzłów) do 1000 węzłów bazuje na koncepcji klastrów, które zostały wyodrębnione metodą mieszaną k-centroidów (średnich) i programowania liniowego (*Dotu's mixed integer linear programming*) jako umożliwiającą podział na strefy odpowiadające połączeniem fizycznym i jednoczesną kontrolę liczby tych stref. W celu agregacji węzłów wykorzystano koncepcję odległości elektroenergetycznej. W modelu sieci zmiennoprądowej (AC) zostały uwzględnione przesuwniki fazowe (PST) i stałoprądowe połączenia najwyższych napięć (HVDC).

Automatyczne mapowanie

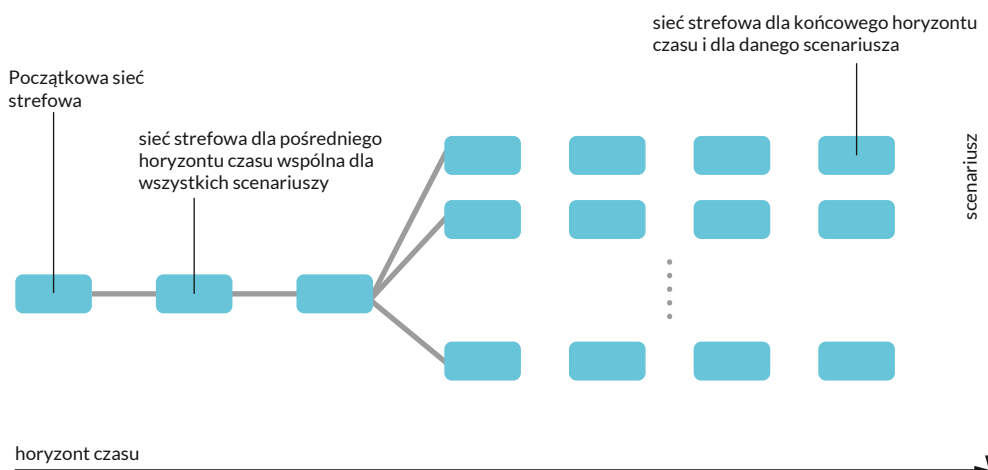
Na podstawie kluczy dystrybucji zapotrzebowanie i produkcja wynikająca z symulacji wystarczalności systemu podlegają dezagregacji dla każdego węzła i serii czasowych.

Identyfikacja problemów przeciążeń w systemie

W celu uniknięcia wyboru reprezentatywnych „snapshot'ów”, uwzględniających wszystkie złożoności przestrzenne i czasowe pracy systemu elektroenergetycznego, które to jednak z uwagi na niepewności związane z jego rozwojem nie rozwiązują problemów przeciążeń w sieci, wykorzystano koncepcję optymalnych przepływów w kablach stałoprądowych (*DC Optimal Power Flows – DCOPF*) przy uwzględnieniu możliwości kontroli przepływów za pośrednictwem kabli najwyższych napięć i przesuwników fazowych. Zmiennymi w takim procesie jest kąt fazowy napięcia, kąt przesunięcia fazowego (dla przesuwników) oraz kontrolowane przepływy na połączeniach stałoprądowych. Przy założeniu minimalizacji kosztów działań dostosowawczych generacji kontrolowalnej i zapotrzebowania oraz wykorzystania bezkosztowej kontroli przepływów za pomocą kabli i przesuwników fazowych, na bazie DCOPF identyfikowane są kluczowe połączenia (ang. *critical branches*).

KROK 3. Redukcja modelu sieci na podstawie kluczowych połączeń

Kluczowe linie to linie, na których często występują ograniczenia w przesyłaniu energii elektrycznej. Ich identyfikacja nastąpiła na podstawie różnych wskaźników: średni przepływ powyżej określonego progu procentowego zdolności przesyłowej linii, stosunek godzin, gdy na linii występuje ograniczenie do czasu jej pracy, różnica pomiędzy węzłowymi cenami krańcowymi na końcowych węzłach linii. Z uwagi na możliwość kontroli przepływów przesuwniki fazowe i połączenia kablowe stałoprądowe są zawsze uznawane za kluczowe połączenia. W oparciu o koncepcję „mieszanej odległości” jako agregatu odległości elektroenergetycznej i odległości geograficznych, ew. węzłowych cen krańcowych następuje podział sieci, czyli przypisanie węzłów do stref w celu uzyskania rozkładu stref uwzględniającego kluczowe połączenia w taki sposób, by ich węzły końcowe należały do różnych stref.



Ryc. 16. Planowanie rozwoju sieci w okresie 2020–2050

Źródło: C. Pache, J. Maegh, B. Seguinot i in., *New methodology for long term transmission planning – general description*, dz. cyt.

KROK 4. Optymalny rozwój sieci w oparciu o strefy do roku 2050

Celem tego kroku jest opracowanie sekwencyjnego planu rozwoju sieci do roku 2050 wraz z określeniem rozwoju sieci dla wszystkich scenariuszy do 2030 roku. Strefowy plan rozwoju bazujący na 100 węzłach ma na celu minimalizację kosztów inwestycyjnych sieci oraz kosztów pracy i utrzymania systemu przesyłowego, w ramach którego rozpatrywane są trzy możliwe topologie: rozwiązanie optymalne, czyli minimalizacja sumy kosztów inwestycyjnych, pracy i utrzymania; rozwiązanie dotyczące „nad-sieci”, czyli penalizujące połączenia krótkich odległości i „lokalny rozwój”, czyli penalizacja dużych odległości.

Wybór snapshot'ów

Z uwagi na duże potrzeby w zakresie mocy obliczeniowych przy optymalizacji rozwoju sieci w oparciu o wszystkie odstępów czasu dla badanych lat Monte Carlo, sugerowany jest wybór grupy reprezentatywnych snapshot'ów w oparciu o meto-

dę k-centroidów zgodnie z kryterium z symulacji Monte Carlo przy uwzględnieniu zmienności wynikającej z charakterystyki niekontrolowalnej generacji i zapotrzebowania jako właściwej reprezentacji zmienności pracy systemu.

Wybór propozycji rozwoju sieci

Głównym kryterium wyboru zestawu propozycji rozwoju sieci (nowych linii) jest kryterium zyskowności, jednakże zestaw początkowy determinowany jest ograniczeniami technicznymi, tj. długością oraz charakterem terenu, przez który linie przebiegają. Po identyfikacji potencjalnych propozycji rozwoju następuje ich zainstalowanie/wkomponowanie w sieci za pośrednictwem Planu rozwoju (lokalne luźne zmienne). Algorytm wyszukuje propozycje zapewniające korzyści/zyskowność po zainstalowaniu propozycji poprzedzających. Analiza ta prowadzona jest również w celu identyfikacji komplementarnych propozycji rozwoju sieci oraz substytutów.

Optymalizacja planowania rozwoju przesyłu

Przy założeniu, że generacja i konsumpcja określone w kroku 1 odwzorowują stan idealny, czyli zapewniający minimalizację kosztów, część rozwiązania problemu optymalizacji polega na minimalizacji odchyłeń od stanu idealnego. Po identyfikacji inwestycji modelowaniu podlega wpływ na pracę systemu rozumiany jako różnica pomiędzy pracą systemu z ograniczeniami w sieci oraz bez nich. Za zyskową uznana zostaje taka inwestycja, której koszt inwestycyjny oraz wpływ na koszt pracy systemu są mniejsze niżeli konsekwencje braku inwestycji.

Wskazany problem optymalizacyjny podlega rozwiązywaniu na dwóch poziomach: inwestycyjnym i pracy systemu. Celem optymalizacji części inwestycyjnej jest minimalizacja całości kosztów dla wszystkich horyzontów czasowych (2020 do 2050) i dla wszystkich scenariuszy (ważonych prawdopodobieństwem ich realizacji), podczas gdy część kosztów operacyjnych z uwagi na ich charakter samoistnie się optymalizuje, będąc zadaną dla określonej sieci oraz zestawu snapshot'ów, odchyłeń od produkcji i zużycia z kroku 1.

KROK 5. Rozwój sieci na poziomie węzłów

Po opracowaniu trzech planów rozwoju w układzie strefowym następuje identyfikacja topologii w oparciu o model złożony z 1000 węzłów dla dwóch pierwszych horyzontów czasowych. Ich charakterystyka powinna odpowiadać zdolnościom przesyłowym zdefiniowanym w modelu strefowym i zapewniać niezawodność pracy systemu (kryterium bezpieczeństwa n-1 wyłączenia elementu systemu). W odniesieniu do zdolności przesyłowych pomiędzy strefami wybranych zostaje kilka opcji propozycji rozwoju sieci, przy czym wybór najlepszej konfiguracji dokonywany jest za pomocą optymalizatora, przy zapewnieniu kryterium niezawodności i utrzymaniu wielkości zdolności przesyłowych między strefami.

KROK 6. Weryfikacja stabilności pracy systemu

W celu weryfikacji stabilności pracy systemu, z uwagi na potrzeby analizy szeregu aspektów stabilności stanu systemu (badanie m.in regulacji napięcia ze pomocą mocy biernej i równowagi dynamicznej), na bazie aproksymacji modelu stałoprądo-

wego opracowany został pełen model zmiennoprądowy, w którym konwergencję rozplywów względem modelu stałoprądowego zapewnia odrębny algorytm. Badanie stabilności napięcia odniesione zostaje do algorytmu optymalizacji sekwencyjnego programowania liniowego jako determinującego zastosowanie środków kompensacji mocy biernej i urządzeń kontroli napięcia.

Powyższe kroki miały zastosowanie wobec modelowego przypadku dwóch systemów: francuskiego i hiszpańskiego. W dalszej części trwania projektu planowane jest ich zastosowanie wobec modelu całej Europy, przy czym wymagać to będzie zaangażowania dodatkowych dużych mocy obliczeniowych, co ma znaczenie z punktu widzenia czasu realizacji obliczeń i wielkości danych poddawanych symulacji.

6. Dalsze działania w Projekcie e-Highways 2050

Projekt się jeszcze nie zakończył i trwa do końca 2015 roku. W dalszych jego częściach szczegółowemu badaniu podlegać będą:

- możliwości wdrożenia zidentyfikowanych w projekcie topologii do obecnego systemu 220kV/380 kV. Planowana jest identyfikacja problemów na poziomie sieci krajowych (w klastrach) i sugestie środków zaradczych dla zapewnienia bezpiecznej pracy systemów połączonych;
- identyfikacja działań z obszaru badań i rozwoju. Po zwymiarowaniu korytarzy kolejnym krokiem będzie wskazanie preferowanych technologii, w tym przy uwzględnieniu założonego poziomu społecznej akceptacji. Wśród technologii systemu 380 kV sugerowane jest kilka nowych, które nie były stosowane w ramach połączonego systemu Europy kontynentalnej i dotyczą poziomów napięć 550 kV lub technologii stałoprądowych +320 kV, +600 kV, jednak te dwie ostatnie nie osiągnęły poziomu dostatecznej dojrzałości;
- wpływ topologii sieci na środowisko naturalne;
- model zarządzania. Mimo wskazania, że infrastruktura przynosi korzyści w warunkach niepewności perspektywy 2050 roku, obok technicznych kwestii do rozstrzygnięcia pozostaje, którzy interesariusze – uczestnicy rynku – ją sfinansują i następnie będą zarządzać tym systemem;
- kompleksowa ocena kosztów i korzyści. Ocena kosztów i korzyści, w ramach której roczne koszty nowych wzmocnień sieci są konfrontowane z korzyściami zmniejszenia kosztów generacji i zmniejszeniu energii niedostarczonej to rachunek uproszczony. Bardziej szczegółowa metodyka oceny korzyści sugerowanych topologii rozwoju sieci, w tym ogólnodostępne narzędzie ich rankingowania, zostaną udostępnione we wrześniu br.

Podsumowanie

W wybranych systemach elektroenergetycznych dalsza realizacja celu polityki energetycznej UE do roku 2030 w postaci rozwoju OZE nie jest możliwa bez rozbudowy infrastruktury i połączeń transgranicznych. O ile w związku z tym na dziś nie są promowane określone nowe technologie przesyłania, w niedługiej perspektywie

można spodziewać się, że za pośrednictwem programowania rozwoju infrastruktury jako efektu badań horyzontu długoterminowego, takie technologie będą promowane. Badania w uproszczonym rachunku wykazują bowiem efektywność ekonomiczną budowy połączeń transgranicznych w każdym scenariuszu uwzględniającym wyjście ponad poziom generacji z OZE zakładany jako minimalny do roku 2030.

Określenie potrzeb rozwoju infrastruktury w Europie w dużej mierze determinowane jest przez metodykę opartą na liniowym programowaniu, w którym układ przyszłych topologii infrastruktury przesyłowej zależy od realizacji projektów infrastrukturalnych wynikających z poprzednich elementów (edycji) programowania jej rozwoju. Takie podejście wpisane jest w modele sieci, służące do badań statycznych i dynamicznych pracy systemu, jednak obarczone jest elementami arbitralności, czego przykładem w paneuropejskich badaniach dla horyzontu długoterminowego 2050 mogą być klucze dystrybucji technologii generacji i wielkości mocy zainstalowanych dla regionów w Europie oraz możliwość promowania określonych projektów infrastrukturalnych poprzez uzależnienie finalnej topologii sieci od włączenie i realizacji (lub nie) projektów wynikających z wcześniejszych elementów programowania, np. korytarze stałoprądowe w Niemczech.

Nie bez znaczenia dla właściwego zwymiarowania potrzeb w zakresie rozwoju infrastruktury w skali Europy mają narzędzia symulacji w ramach procesu planowania. Promowane przez francuskiego OSP i zastosowane w badaniu długoterminowych możliwości rozwoju infrastruktury narzędzie Antares okazuje się niedostosowane do wymiarowania potrzeb w skali całej Europy, biorąc pod uwagę czas obliczeń i wielkość danych poddanych symulacjom i analizom. Niewykluczone, że wraz ze wskazaniem dodatkowych potrzeb wobec narzędzia mającego zastosowanie w badaniu rozpocznie się dyskusja nad narzędziem nowym (jeśli nie kolejną ulepszoną wersją Antaresa).

Wobec bieżących braków w programowaniu rozwoju sieci w badaniu e-Highways 2050, zasadny jest przegląd innych narzędzi i modeli³⁸. Modele te jednak często dedykowane są do innych metodyk programowania rozwoju sieci, opartych na podejściu kooptymalizacji rozwoju zasobów generacji i przesyłu. Zastosowanie takiego podejścia zredukowałoby elementy arbitralności, również te wynikające z programowania rozwoju sieci w ramach TYNDP³⁹, co jednak mogłoby wpłynąć na inne elementy składowe programowania rozwoju infrastruktury przesyłowej UE, w sposób nie zawsze oczywisty wobec obranych i obecnie realizowanych kierunków i rozwiązań unijnych.

³⁸ Praca zbiorowa przygotowana przez Eastern Interconnection States' Planning Council and National Association of Regulatory Utility Commissioners, *White paper: Co-optimization of Transmission and Other Supply Resources*, wrzesień 2013, s. 33 i studium *Energy Exemplar LLC for EISPC and NARUC: Cooptimization of Transmission and other resources*, <http://www.naruc.org/grants/programs.cfm?page=66> [dostęp: 31.05.2015].

³⁹ W przypadku zastosowania dla wizji 3. z TYNDP edycji 2014 metody kooptymalizacji w badaniu efektywności kosztowej likwidacji ograniczeń sieciowych przez realizację transgranicznych projektów przesyłania energii, najbardziej efektywne okazuje się nie połączenie między UK a Norwegią (traci swoje pierwsze miejsce pod względem znaczenia dla Europy i spada na miejsce drugie) a połączenia między Polską a Szwecją jako priorytetowe w skali Europy.

Bibliografia

50-Hertz Annual report 2014,

http://gb-50hertz.com/files/50hertz/files/downloads/2014_50hertz_annual_report.pdf

Communication from the European Commission to the European Parliament, the Council, the European and Social Committee and the Committee of the Regions, A policy framework for climate and energy in the period from 2020 to 2030,

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52014DC0015>

Eastern Interconnection States, Planning Council and National Association of Regulatory Utility Commissioners, White Paper: Co-optimization of Transmission and Other Supply Resources, wrzesień 2013,

<http://www.naruc.org/grants/programs.cfm?page=66>

Eastern Interconnection States, Planning Council and National Association of Regulatory Utility Commissioners, Energy Exemplar LLC for EISPC and NARUC: Cooptimization of Transmission and other resources, styczeń 2015,

<http://www.naruc.org/grants/programs.cfm?page=66>

Energy Union Package, Communication from the Commission to the European Parliament and the Council, Achieving the 10% electricity interconnection target, making Europe's electricity grid fit for 2020,

http://ec.europa.eu/priorities/energy-union/docs/interconnectors_en.pdf

Energy Union Package, Communication from the Commission to the European Parliament and the Council, the European Economic and Social Committee, the Committee of the Regions and the European Investment Bank, A Framework Strategy for a Resilient Energy Union with a Forward-Looking Climate Change Policy,

http://ec.europa.eu/priorities/energy-union/docs/energyunion_en.pdf

Gimeno-Gutiérrez M., Lacal-Arántegui R., Assessment of the European potential for pumped hydropower energy storage, A GIS-based assessment of pumped hydropower storage potential, European Commission, Joint Research Centre, Institute for Energy and Transport, 2013, https://ec.europa.eu/jrc/sites/default/files/jrc_20130503_assessment_european_phs_potential.pdf

<http://newint.org/features/2015/03/01/desertec-long/>

<http://www.e-highway2050.eu/e-highway2050/>

<http://www.medgrid-psm.com/en/>

<https://www.entsoe.eu/major-projects/Pages/default.aspx>

Joint study by ČEPS, MAVIR, PSE and SEPS regarding the issue of unplanned flows in the CEE region in relation to the common market area Germany – Austria, January 2013,

<http://www.pse.pl/index.php?dzid=14&did=1309>

Komunikat Komisji do Rady, Parlamentu Europejskiego, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego oraz Komitetu Regionów, Analiza możliwości zwiększenia celu 20%-owej redukcji emisji gazów cieplarnianych oraz ocena ryzyka ucieczki emisji,

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52010D-C0265&from=FR>

Madrid declaration, Energy Interconnections Links Summit Spain-France-Portugal-Europe-an Commission-EIB, Madrid, 4 March 2015,
<https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/Madrid%20declaration.pdf>

Options for 2030 infrastructure targets, Infrastructure and the EU 2030 climate and energy framework, Discussion paper, December 2013, E3G,
http://e3g.org/docs/E3G_Infrastructure_and_the_EU_2030_climate_and_energy_framework.pdf

Pache C., Maegh J., Seguinot B. i inni, New methodology for long term transmission planning – general description
http://www.e-highway2050.eu/fileadmin/user_upload/e-Highway2050_New_methodology_for_long_term_transmission_grid_planning.pdf

Plan rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną na lata 2010-2025, Wyciąg,
www.pse.pl/uploads/kontener/Plan_Rozwoju_2010_2025.pdf,

Produkt 1.2 projektu e-Highway 2050 pt. *Structuring of uncertainties, options and boundary conditions for the implementation of EHS*, <http://www.e-highway2050.eu/results/>

Produkt 2.1 projektu e-Highways 2050 pt. *Data sets of scenarios developed for 2050*
<http://www.e-highway2050.eu/results/>

Produkt 2.2 projektu e-Highway 2050 pt. *European cluster model of the pan-European transmission*, <http://www.e-highway2050.eu/results/>

Produkt 2.3 projektu e-Highways 2050 pt. *System simulations analysis and overlay-grid development*, [produkt przed publikacją na oficjalnej stronie Projektu e-Highways 2050, <http://www.e-highway2050.eu/results/>]

Produkt 3.1 Projektu pt. e-Highway 2050 pt. *Technology assessment from 2030 to 2050*, [produkt przed publikacją na oficjalnej stronie Projektu e-Highways 2050, <http://www.e-highway2050.eu/results/>]

Produkt 8.2 projektu e-Highway 2050 pt. *Enhanced methodology for the computation of Demand/Generation scenarios*, [produkt przed publikacją na oficjalnej stronie Projektu e-Highways 2050, <http://www.e-highway2050.eu/results/>]

Regional cooperation in the context of the new 2030 energy governance, Report commissioned by the European Climate Foundation, <http://www.ecologic.eu/11776>

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 347/2013 z dnia 17 kwietnia 2013 r. w sprawie wytycznych dotyczących transeuropejskiej infrastruktury energetycznej, uchylające decyzję nr 1364/2006/WE oraz zmieniające rozporządzenia (WE) nr 713/2009, (WE) nr 714/2009 i (WE) nr 715/2009, Dz. Urz. L 115, 25.4.2013, s. 39-75, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX:32013R0347>

The Spanish electricity system 2013 Preliminary Report, http://www.ree.es/sites/default/files/downloadable/preliminary_report_2013.pdf

The Spanish electricity system 2013 Report, http://www.ree.es/sites/default/files/downloadable/the_spanish_electricity_system_2013.pdf

The Spanish electricity system 2014 Preliminary Report, http://www.ree.es/sites/default/files/downloadable/preliminary_report_2014.pdf

TYNDP 2016, Scenario development report, for public consultation, 21 May 2015, https://consultations.entsoe.eu/system-development/entso-e-tyndp2016-3rd-wp-scenarios/user_uploads/150521-tyndp2016-scenario-development--report-for-consultation-v2.pdf

Ziemann O., Prezentacja pt. *Challenges of integrating renewables, experiences of 50-Hertz and in Germany*, http://iwpc2015.org/OLAF_ZIEMANN.pdf

SUMMARY

Development of the transmission system according to the directions stemming from European energy policy brings even more uncertainties to the planning process that requires sophisticated tools and innovative methodologies to be applied by TSOs. Special focus is given to the long term transmission planning as the challenge to cope with in terms of panEuropean range and coherence between methodological and practical approach within network simulations. The long term transmission planning applied for the assessment of the concept of electricity Highways confirms the feasibility of transmission requirements in profitability terms no matter the scenario applied in the e-Highway Project. Notwithstanding the shortages of linear programming of network development this approach seems to keep as prevailing for the future solutions as not fully complementary to method of generation and transmission resources planning co-optimization.

Czy zagrożony jest dostęp do obfitej i taniej energii?

Wprowadzenie

Świat zawdzięcza swój obecny dobrobyt dostępowi do obfitej i taniej energii. W czasach historycznych, ale przedprzemysłowych praca ludzka nie pozwalała uzyskać średnio o wiele więcej mocy niż 60 W w przeliczeniu na jednego pracującego człowieka. Gdyby dzisiaj wszyscy dorośli pracujący Polacy zostali zatrudnieni wyłącznie do produkcji energii elektrycznej i pracowali z wydajnością ery przedprzemysłowej, to ich łączna produkcja wystarczyłaby zaledwie do zapewnienia energii tylko jednemu miastu średniej wielkości, np. takiemu jak Radom.

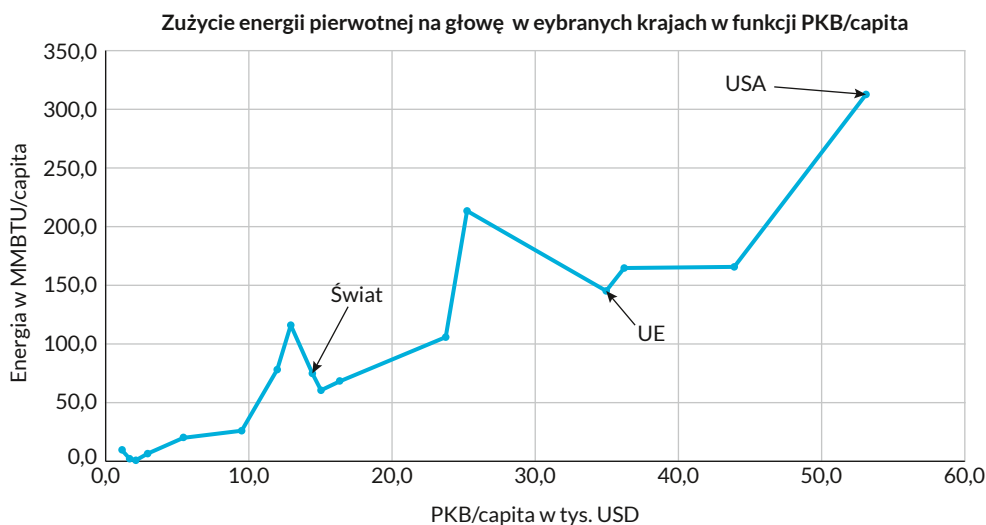
Natomiast dzisiaj praca jest już tak uzbrojona technicznie, iż każdy mieszkaniec Ziemi dysponuje średnio 2,5 kW energii pierwotnej, czyli mocą około 40 razy większą niż np. w starożytności¹. To zresztą nie obrazuje w pełni obecnej sytuacji krajów rozwiniętych. Kiedy Polak wsiada do samochodu osobowego o mocy 100 KM, to rozporządza mocą, jaka była do dyspozycji bogatego Rzymianina, właściciela ziemskiego posiadającego 1500 niewolników. Niezwykły skok wydajności i możliwości inżynierskich.

Jednak typowy mieszkaniec np. Bangladeszu czy Mozambiku ma już mniej szczęścia. Zużycie energii elektrycznej na głowę w tym pierwszym kraju to zaledwie 242 kWh rocznie, a w drugim – 425 kWh. Jedna typowa współczesna lodówka zużywa w roku dokładnie całość energii elektrycznej dostępnej dla obywatela Bangladeszu. Obecnie aż około 1,3 mld ludzi na Ziemi nie ma dostępu do energii elektrycznej i to właśnie ci ludzie sytuują się na dole drabiny dochodowej z najniższą stopą życiową. Przy czym nie jest to tylko kwestia możliwości konsumpcyjnych gospodarstw domowych. Możliwości produkcyjne społeczności pozbawionych energii elektrycznej są oczywiście niezwykle ograniczone. W zasadzie wykluczone jest użycie większości maszyn i nowoczesnych urządzeń łączności, co sprawia, że produkcowanie odbywa się wyłącznie dzięki pracy ręcznej i przy wykorzystaniu prymitywnych technik wytwórczych.

Statystyka potwierdza, że dobrobyt człowieka, poziom jego stopy życiowej jest ściśle zależny od dostępności do użytecznej energii. Współczynnik korelacji między średnim zużyciem energii per capita a dochodem na głowę w poszczególnych krajach świata wynosi ponad 0,9. Niemal doskonałe skorelowanie. Kiedy zestawiamy relacje

¹ *Total Primary Energy Consumption 2012*, International Energy Statistics, EIA, US Energy Information Agency.

pomiędzy zamożnością różnych społeczeństw a ich dostępem do energii (co na przykładzie wybranych, w tym największych, państw świata pokazuje ryc. 1), to sytuacja rysuje się jednoznacznie². Najbogatsze USA ma ponad dwukrotnie wyższe zużycie energii pierwotnej na głowę niż UE i 1,5 razy wyższe PKB/capita od krajów unijnych. Z kolei kraje UE zużywają prawie dwukrotnie więcej energii na głowę niż średnio świat, a ich PKB/capita jest niemal 2,5-krotnie wyższy od ogólnej średniej.



Ryc. 1. Zależność między zużyciem energii pierwotnej na głowę (w MMBTU) a poziomem zamożności mierzonej PKB/capita (w USD wg PPP) w roku 2011

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych US Energy Information Administration, International Energy Statistics oraz World Bank.

1. Dygresja historyczna

Jest dość paradoksalne, że ekonomia konstruuje modele wzrostu ekonomicznego budowane wokół zasobów kapitału rzeczowego i pracy, a niemal zupełnie ignoruje rolę i znaczenie dostępu do źródeł energii, a ogólniej do zasobów przyrody. Te ostatnie kilkakrotnie stwarzały mniej lub bardziej silne ograniczenie dla procesów wzrostu produkcji. Na przykład z takim ostrym kryzysem energetycznym w Europie, w najwyższej rozwiniętej, zachodniej części tego kontynentu, nie mieliśmy do czynienia z pewnością od XVIII wieku, a być może nawet wcześniej. W okresie przedprzemysłowym ziemia była kluczowym czynnikiem produkcji, bo najbardziej rzadkim i stąd

² Wybrane kraje to ustawione od najbiedniejszych do najbogatszych: Mozambik, Burkina Faso, Czad, Bangladesz, Indie, Indonezja, Chiny, RPA, świat (średnio), Brazylia, Meksyk, Polska, Rosja, UE (średnio), Japonia, Niemcy, USA.

szczególnie cennym. Rzadkość tego czynnika wynikała z faktu, że wykorzystanie ziemi to jednocześnie:

- podaż żywności wyznaczona przez wielkość upraw i hodowli zwierząt,
- źródło surowca dla potrzeb włókiennictwa (hodowla owiec na pastwiskach),
- pozyskiwanie drewna jako źródła energii, w tym ogrzewania,
- pozyskiwanie drewna jako materiału budowlanego.

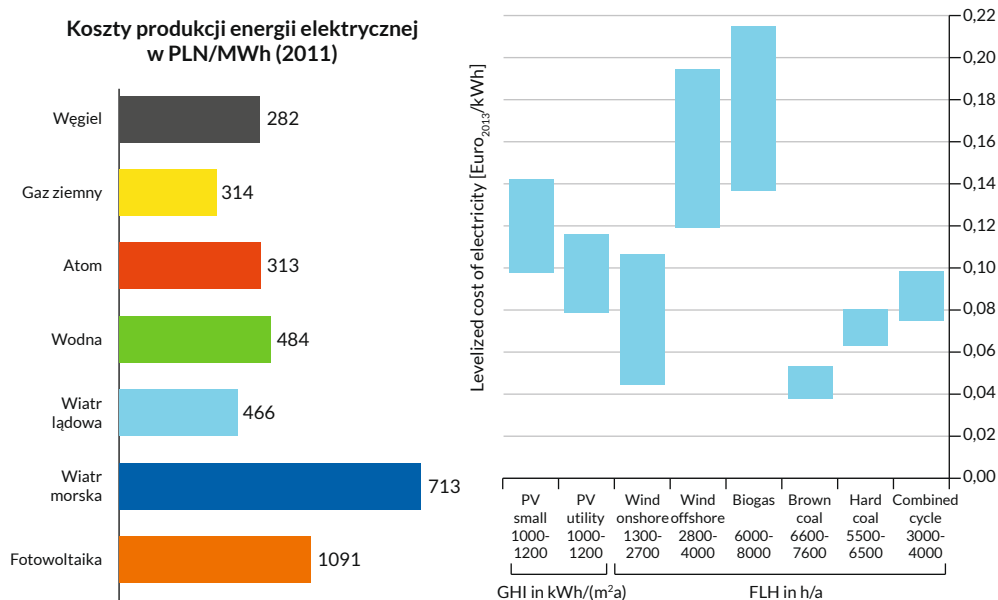
Ekspansja demograficzna, jaką rejestrowano w XVIII wieku w zachodniej Europie, zaostrzała niebywale deficyt ziemi wskutek szybko rosnącego popytu na wszystkie wyżej wymienione surowce i produkty, tj. żywność, wełnę i drewno. W ówczesnej Anglii przejawem powstałego w ten sposób kryzysu energetycznego był proces gwałtownej deforestacji i rosnące ceny drewna używanego do różnych celów produkcyjnych, ale przede wszystkim do ogrzewania. Gdyby Anglia nie rozwiązała tego problemu przez stopniowe, a potem masowe wykorzystanie nowego paliwa, jakim był węgiel kamienny, jej rozwój ekonomiczny zostałby zahamowany, tak jak to się stało w Chinach w tym okresie. Porównanie ówczesnej sytuacji Wielkiej Brytanii i Chin wskazuje, że nie istnieje żadna automatyczna gwarancja przełamania kryzysu energetycznego, a sukces lub porażka może – jak w tym przypadku – zależeć od jakichś czynników przypadkowych. Tym przypadkowym czynnikiem sukcesu była tu względna bliskość (w przeciwieństwie do chińskiej sytuacji) angielskich pokładów węgla względem głównych centrów zapotrzebowania. Wysokie koszty transportu wyznaczały wówczas stosunkowo niewielkie odległości opłacalnego przewozu surowca.

Węgiel zdecydował o przezwyciężeniu kryzysu energetycznego, a w dalszej kolejności stał się kołem zamachowym gwałtownego przyspieszenia wzrostu gospodarczego Wielkiej Brytanii, kiedy opanowano sposoby wykorzystania tego paliwa. Uruchomione zostało dodatkowo sprzężenie zwrotne: wysoce energetyczne paliwo pozwoliło na skonstruowanie silnika parowego, co podniosło z kolei możliwości wydobywcze w brytyjskich kopalniach wykorzystujących ten silnik. Im więcej maszyn parowych produkowano, tym – dzięki *learning by doing* – szybszy był postęp techniczny podnoszący sprawność tych silników i niższe koszty wydobywania węgla. Rosnąca efektywność silników parowych i taniejący węgiel wykorzystywano coraz szerzej w przemyśle metalurgicznym i maszynowym, ale także w transporcie kolejowym i statkach parowych. Pomiędzy 1850 a 1870 rokiem wykorzystanie pary wodnej podniosło wydajność brytyjskiej siły roboczej o 2/5. Sygnalizuje to, że gwałtowne przyspieszenia wzrostu gospodarczego następowały w historii w momentach, gdy energia, w wyniku nowych odkryć naukowych i postępu technologicznego, znacząco taniała. Można się obawiać, że kiedy energia będzie drożała, wzrost gospodarczy będzie zagrożony.

2. Koszty produkcji energii elektrycznej przy wykorzystaniu różnych technologii

Obecna gospodarka światowa opiera się na paliwach kopalnych. Udział węgla, ropy naftowej i gazu ziemnego w światowym bilansie paliw pierwotnych wynosi około 75%. W produkcji energii elektrycznej jest to prawie 70%. I są to dziś najtańsze źródła energii. Taki jest wynik większości wyliczeń kosztów produkcji energii elektrycz-

nej (tzw. *LCOE levelized cost of energy*). Przytoczymy tu trzy oceny kosztów produkcji energii elektrycznej. Według raportu E&Y³ dotyczącego Polski roku 2011, oszacowane koszty produkcji energii elektrycznej wskazują, że najtańsza energia pochodzi z energetyki klasycznej (w obecnych warunkach polskich z węgla i gazu ziemnego), a koszt energii z wiatru na lądzie (najtańsze źródło OZE w Polsce, być może z wyłączeniem biomasy) jest i tak o 2/3 wyższy niż z węgla kamiennego (zob. ryc. 2).



Ryc. 2. Oszacowane koszty produkcji energii elektrycznej LCOE w nowych źródłach w Polsce w 2011 roku oraz w Niemczech w 2013 roku.

Źródło: *Wpływ energetyki wiatrowej na wzrost gospodarczy w Polsce*, Raport przygotowany przez Ernst & Young przy współpracy z Polskim Stowarzyszeniem Energetyki Wiatrowej oraz European Wind Energy Association, marzec 2011; *Levelized Cost of Electricity, Renewable Energy Technologies. Study*, Fraunhofer Institut for Solar Energy Systems ISE, November 2013.

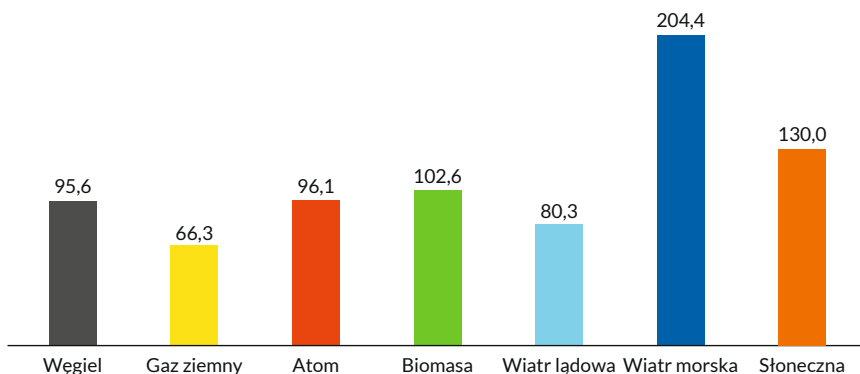
Z kolei studium Instytutu Fraunhofera pokazuje dla Niemiec roku 2013⁴, że jedynie energia wiatru w farmach lądowych może ewentualnie konkurować z produkcją energii z węgla kamiennego i gazu ziemnego, ale już energia z węgla brunatnego jest tańsza i raczej poza konkurencją. Jednocześnie autorzy studium przyjmują wyjątkowo niskie czasy pracy źródeł gazowych (CCGT), które są przystosowane do pracy w podstawie. Gdyby skorygować to założenie, to wówczas także źródła gazowe były-

³ *Wpływ energetyki wiatrowej na wzrost gospodarczy w Polsce*, Raport przygotowany przez Ernst & Young przy współpracy z Polskim Stowarzyszeniem Energetyki Wiatrowej oraz European Wind Energy Association, marzec 2011.

⁴ *Levelized Cost of Electricity, Renewable Energy Technologies. Study*, Fraunhofer Institut for Solar Energy Systems ISE, November 2013.

by w pełni konkurencyjne w stosunku do wszystkich OZE. Studium instytutu Fraunhofera potwierdza relatywnie wysoką opłacalność źródeł wiatrowych na lądzie, choć sygnalizuje jednocześnie silną wariację wyników pracy generatorów wiatrowych.

Podobne informacje przynosi także najnowszy raport EIA z kwietnia 2014 roku⁵. Prognozuje on koszty energii w USA dla roku 2019 z różnych źródeł. W zasadzie jedyny rodzaj energii, który jawi jako potencjalnie konkurencyjny względem klasycznych generatorów, to energia wiatrowa z farm lądowych, tańsza od energii pochodzącej z węgla, ale już nie – z gazu ziemnego.



Ryc. 3. Oszacowane przyszłe jednostkowe koszty energii elektrycznej LCOE w USA w roku 2019 w nowych źródłach (w USD/MWh cenach roku 2012)

Źródło: *Levelized Cost and Levelized Avoided Cost of New Generation Resources in the Annual Energy Outlook 2014*, U.S. Energy Information Administration, April 2014.

Te i podobne wyliczenia jednostkowych kosztów energii elektrycznej dla różnych technologii zależą jednak w dużym stopniu od przyjętych założeń i z tego względu nie są – niestety – w pełni zobiektywizowane. Spory dotyczące wyliczeń konkurencyjności poszczególnych rodzajów energii wynikają z czterech powodów. Po pierwsze, są trudności wynikające z samej konieczności porównywania bardzo odmiennych technologii produkowania energii. Po drugie, oceny dotyczące opłacalności czy konkurencyjności budowanego dziś źródła energii wymagają prognozowania wielu wielkości, takich np. jak przyszłe ceny paliw, oceny tempa postępu technicznego w zakresie sprawności energetycznej alternatywnych źródeł, stopnia wykorzystania zdolności produkcyjnych, przyszłych kosztów inwestycyjnych itp. W tych kwestiach pojawiają się zazwyczaj bardzo różne sądy i na przykład zwolennicy OZE są wielkimi optymistami co do postępów technologii i szans na szybką obniżkę jednostkowych kosztów instalacji mocy w energetyce słonecznej czy wiatrowej. Inni badacze są w tych kwestiach bardziej sceptyczni, ponieważ słyszą zapowiedzi na temat szybkiego osiągnięcia *grid parity* (zrównania kosztów) od wielu lat. Po trzecie, spór toczy się o wielkość kosztów (efektów) zewnętrznych produkcji energii. Chodzi tu o policzenie

⁵ *Levelized Cost and Levelized Avoided Cost of New Generation Resources in the Annual Energy Outlook 2014*, U.S. Energy Information Administration, April 2014.

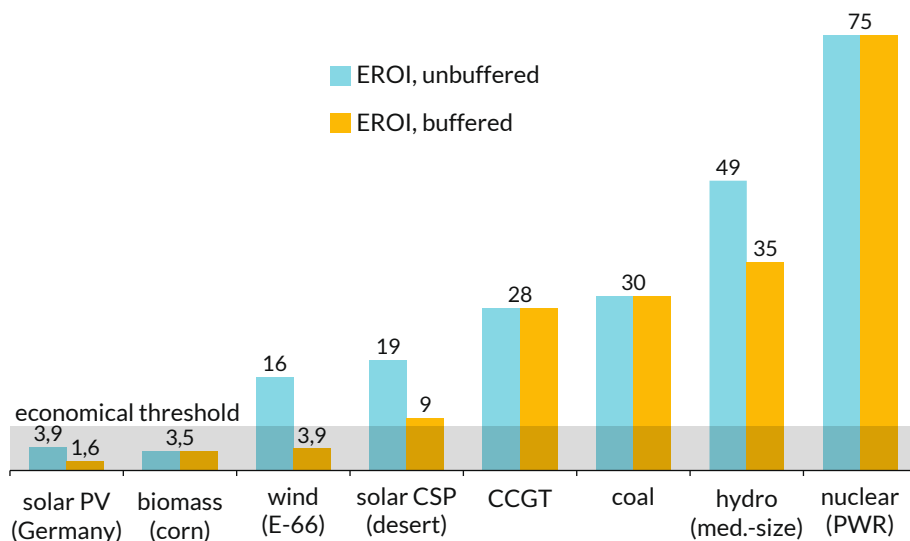
pełnych, społecznych kosztów i korzyści związanych z wytwarzaniem energii w poszczególnych źródłach. Dotychczasowe postulaty redukują ideę efektów zewnętrznych (nieuwzględnianych w prywatnych rachunkach firm) jedynie do konieczności uwzględnienia kosztów emisji CO₂, tlenków siarki i azotu oraz pyłów w przypadku energetyki opartej o paliwa organiczne. Jednocześnie, zwolennicy OZE są skłonni całkowicie ignorować efekty (zewnętrzne) wywoływane przez instalacje energetyki odnawialnej, jak np. zniszczenia krajobrazu, hałas, wielkość arealu niezbędną do pracy źródeł czy wreszcie niedyspozycyjny charakter pracy generatorów OZE. Jest więc regułą, że rachunki nie są nigdy pełne w sensie uwzględnienia wszystkich społecznych kosztów i korzyści (zresztą nie byłoby to wykonalne), ale praktycznym rezultatem tej sytuacji jest walka poszczególnych lobby o przechwycenie kontroli nad regulatorami rynków energetycznych, by pod pretekstem usunięcia defektów rynkowych narzucić własne i korzystne dla siebie reguły gry. Także sposoby wyceny kosztów produkcji energii w ramach poszczególnych technologii. Po czwarte, koszty różnią się w zależności od lokalizacji źródła energii. W rezultacie energetyka słoneczna jest bardziej opłacalna w rejonach równikowych i gorących, podczas gdy energia z wiatru może być tania w porównaniu do klasycznej na odległym i wietrznym archipelagu na północnym skraju Europy. Z tych względów rachunki LCOE zapewne mogą być dość różne dla Australii, USA czy Europy. Z praktycznego punktu widzenia koszty produkcji muszą być zatem ujmowane w pewnym przedziale, a nie jako konkretna wartość. Nie można więc negocjować, że postęp techniczny zapewnia już dziś najlepszym (i najlepiej ulokowanym) źródłem wiatrowym konkurencyjność z generatorami pracującymi na bazie paliw organicznych, ale ta prawidłowość niekoniecznie przekłada się na instalacje pracujące w warunkach przeciętnych.

Niezależnie od tych kłopotów można mieć wątpliwości, czy przyjęty powyżej sposób rachowania opłacalności różnych technologii wytwarzania energii jest metodologicznie poprawny. W jakim sensie? Dla rachunków mikroekonomicznych zastrzeżeń metodologicznych nie ma. Ale z punktu widzenia makroekonomicznego, a zwłaszcza rachunku odnoszącego się do gospodarki światowej, wyłącznie finansowe wyliczenia kosztów są mylące. Potrzebny jest rachunek w języku samej energii. Pozyskanie użytecznej energii, np. energii elektrycznej, wymaga wcześniej zużycia jakiejś ilości energii, pewnego uprzedniego wkładu energetycznego. Tę sprawność procesu wytwarzania energii – dla danej techniki produkcyjnej – wyraża wskaźnik EROI (*Energy Return On Invested*), czyli stosunek energii uzyskanej do energii włożonej. Odwrotność tego wskaźnika można potraktować jako miarę energochłonności produkcji energii lub swoistą cenę energii wyrażoną w jednostkach energii.

Liczenie wskaźników EROI nie jest łatwe. O ile wyliczenie energii wyprodukowanej czy pozyskanej nie przysparza trudności, o tyle pełny rachunek energii włożonej (*input*) jest zadaniem bardzo skomplikowanym. Na przykład w przypadku źródeł wykorzystujących węgiel kamienny wymaga to uwzględnienia energii ucieleśnionej w posadowionych budynkach, zainstalowanych maszynach i urządzeniach niezbędnych do produkcji energii elektrycznej w samej elektrowni, energetycznego kosztu likwidacji elektrowni po zakończeniu jej życia oraz kosztu energetycznego pozyskania paliwa. Ten ostatni wymaga z kolei ustalenia, jaka energia została zużyta, by powsta-

ła kopalnia wraz z jej pełnym wyposażeniem. Dodatkowo w energetyce węglowej uwzględnić należy koszt transportowania węgla do elektrowni.

Zgodnie z ostatnim, bardzo wnikliwym studium szacującym wskaźniki EROI dla różnych rodzajów energii⁶, odnawialne źródła energii (OZE) charakteryzują się niskimi EROI. Czyli energetyczny koszt pozyskania jednostki użytecznej energii z tych źródeł jest wysoki. Bo niewielki jest uzysk energii w stosunku do energii włożonej. Istotnie, elektrownia wiatrowa jedynie na pozór jest niewielkim, lekkim urządzeniem. W rzeczywistości pojedyncza, typowa przemysłowa elektrownia wiatrowa to układ produkcyjny o mocy około 1–2 MW z wieżą wznoszącą się na wysokość około 80–100 m i o łopatach o rozpiętości skrzydeł Boeinga. Jej zbudowanie (w przeliczeniu na 1 MW mocy) wymaga 115 t stali, 590 t cementu, 2,5 t miedzi, 9,8 t włókna szklanego, 8 t innych materiałów, jak aluminium, plastiki, wyroby gumowe, drewno i inne. Postawienie elektrowni wiatrowej o mocy 1 MW wymaga użycia materiałów o łącznej wadze 750 t⁷.



Ryc. 4. Wielkości EROI dla różnych rodzajów energii, policzone bez rezerw (*unbuffered*) i wraz z rezerwami (*buffered*).

Źródło: D. Weißbach, G. Ruprecht, A. Huke, K. Czernski, S. Gottlieb, A. Hussein, *Energy intensities, EROIs (energy returned on invested), and energy payback times of electricity generating power plants*, „Energy” 52 (2013).

Jest oczywiste, że wyprodukowanie odpowiedniej ilości stali czy cementu dla potrzeb takiej elektrowni wiatrowej jest wysoce energochłonne. Zajmuje ona także

⁶ D. Weißbach, G. Ruprecht, A. Huke, K. Czernski, S. Gottlieb, A. Hussein, *Energy intensities, EROIs (energy returned on invested), and energy payback times of electricity generating power plants*, „Energy” 52 (2013)52.

⁷ D.R. Wilburn, *Wind energy in the United States and materials required for the land-based wind turbine industry from 2010 through 2030*, U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2011.

bardzo znaczny areal ziemi. Bezpośredni areal nie wydaje się wielki, ale pośrednie jej oddziaływanie na otoczenie jest bardzo znaczne (strefy ochronne, teren pod potrzebne dodatkowe drogi i linie energetyczne, ograniczenia w wykorzystaniu ziemi w celach rolniczych). Ocenia się, że zapotrzebowanie na ziemię farm wiatrowych jest nawet 100-krotnie większe niż analogicznych źródeł klasycznych.

Rysunek 4 pokazuje, że dla wszystkich rodzajów energii zachodzi $EROI > 1$. Oznacza to, że wszystkie produkują więcej energii niż jej konsumują. Autorzy studium oceniają jednak, że minimalnym, ekonomicznym progiem jest $EROI \geq 7$. To granica pozwalająca utrzymać obecny standard życia krajów rozwiniętych. Należy wziąć pod uwagę, że dopiero nadwyżka energii wytworzonej ponad *input* energii stanowi energię użyteczną, pozwalającą społeczeństwu czerpać korzyści, tj. produkować, budować, ogrzewać czy transportować. Jeśli EROI jest zbyt małe (czyli nadwyżka energii wytworzonej ponad włożoną jest mała), to wówczas z części stopy życiowej trzeba zrezygnować, bo poziom wydajności pracy jest niski i skala aktywności ekonomicznej musi się odpowiednio skurczyć. Zbyt wiele osób musi bowiem produkować samą energię. Niestety, obecne wartości EROI dla OZE są niskie, poza dość szczególnym przypadkiem saharyjskiej, pustynnej instalacji słonecznej CSP (*Concentrated Solar Power*, tj. instalacji wykorzystującej lustro dla koncentracji energii słonecznej). Praktycznie dla wszystkich OZE, jeśli uwzględnić konieczność rezerw, $EROI < 7$. A zatem dziś, pod względem sprawności procesu wytwórczego, bezkonkurencyjna jest energetyka jądrowa, choć wysokie wartości EROI notują także węgiel i gaz ziemny.

Przez rezerwy (*buffered*) autorzy opracowania (D. Weißbach i in.) rozumieją potrzebę zapewnienia odpowiednich zdolności do magazynowania energii w postaci elektrowni szczytowo-pompowych. Wszystkie rodzaje energii odnawialnej (wiatr, słońce, biomasa, czy nawet do pewnego stopnia hydroenergetyka) muszą być wspomagane przez takie rezerwy dla utrzymania dyspozycyjności dostaw. Takie rezerwowanie nie jest potrzebne dla energetyki węglowej, gazowej i jądrowej, bo tu rezerwami jest samo paliwo. Jednak po uwzględnieniu wspomnianych rezerw rejestruje się spadek EROI dla energetyki odnawialnej (*buffered*) w stosunku do EROI liczonego bez takiego wsparcia (*unbuffered*). Autorzy w/w opracowania konkludują, że *systemy energetyczne wykorzystujące energię jądrową, hydroenergetykę, energię z węgla i gazu ziemnego (w tej kolejności) są o jeden rząd wielkości efektywniejsze niż energetyka wiatrowa i słoneczna*⁸.

Oczywiście jedno zastrzeżenie warto zrobić. Rachunki przedstawione przez Weißbach i in. dotyczą gospodarki światowej. **Lokalnie możliwe jest jednak istotne podniesienie wartości EROI**, np. dla OZE – kosztem innych. **Jeśli kraje rozwinięte przerzucą koszty energetyczne na kraje rozwijające się**, wówczas pozyskiwanie energochłonnych składników np. instalacji wiatrowych będzie zupełnie opłacalne w bilansie energetycznym bogatych gospodarek. Podniesie to sztucznie wartości EROI dla dowolnych rodzajów produkcji energii (u tych krajów) i uczyni wcześniej zgłoszo-

⁸ D. Weißbach i in., *dz. cyt.*

ne wątpliwości nieistotnymi. Zamiast produkować u siebie niezmiernie energochłonne aluminium czy stal można tę produkcję przenieść gdzie indziej i tanio kupować te produkty – oszczędzając własną energię. To jest wariant rozwoju kosztem innych, kosztem stopy życiowej innych społeczeństw, ale całkiem możliwy i praktykowany.

Dlaczego jednak rachunki finansowe kosztów energii nie są zbieżne z wyliczeniami EROI? Dlaczego wiele rachunków sugeruje (niemal) *parity grid* najlepszych lądowych elektrowni wiatrowych z klasycznymi źródłami energii, podczas gdy wskaźniki EROI uznają ten typ technologii (OZE) za o rząd wielkości mniej efektywny od np. energetyki węglowej. Odpowiedź jest prosta: obecnie budowę instalacji OZE realizuje się niemal w 100% przy wykorzystaniu taniej energii z paliw organicznych o wysokich EROI, a nie energii z samych OZE (o niskich EROI). Decyduje o tym wciąż bardzo niski udział energii z OZE, który nie wpływa w jakikolwiek zauważalny sposób ani na bilanse energetyczne świata ani na światowy poziom cen. Wykorzystajmy ten fakt, że obecne ceny na energię kształtowane są przez dominujący udział paliw organicznych. Energetyczny (uśredniony⁹) koszt inwestycji energetycznych EC byłby ważoną (udziałami energii z różnych źródeł) sumą kosztów daną formułą¹⁰:

$$EC = u \cdot (1/EROI_O) + (1-u) \cdot (1/EROI_F) = 1/EROI_F + u \cdot (1/EROI_O - 1/EROI_F), \text{ gdzie}$$

u – udział energii z OZE w inwestycjach,

$1-u$ – udział energii z paliw organicznych w inwestycjach, $EROI_O$ i $EROI_F$ odpowiednio współczynniki dla źródeł odnawialnych i paliw organicznych. Uwzględniamy przy tym przytoczone wyżej wyliczenia, że obecnie zachodzi $EROI_O < EROI_F$.

Uśredniony energetyczny koszt inwestowania w energetykę zależy zatem od udziału energii z OZE, czyli u . Jeśli przyjąć, że rynkowa cena energii p jest dana i nie zależy od u ¹¹, to finansowy (pieniężny) koszt inwestowania w energetykę AC wynoszący:

$$AC = p \cdot [1/EROI_F + u \cdot (1/EROI_O - 1/EROI_F)]$$

Rysunek 5 dla prostej $AC(u)$ pokazuje, że koszt produkcji energii wzrasta, gdy sięgamy po zasoby energetyczne z niższymi EROI (na wykresie wzrost wartości u). Obecnie jesteśmy w obszarze zaznaczonym kółkiem, dającym niskie wartości AC, bo

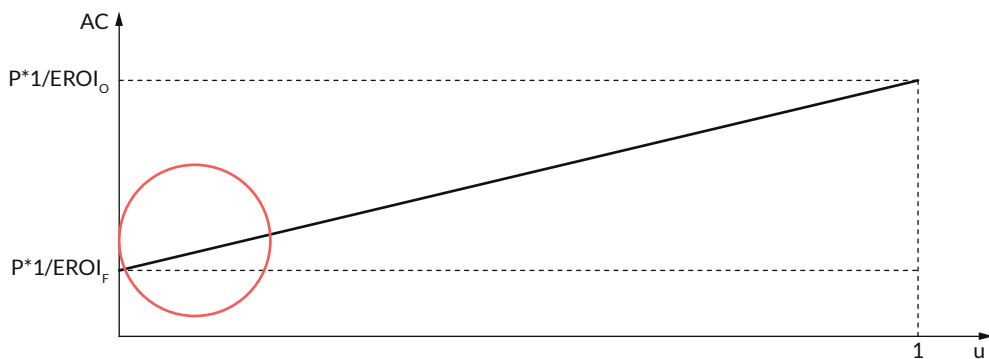
⁹ Założenie, że możemy mówić o uśrednionej cenie czy koszcie energii w wymiarze globalnym, światowym, wymagałoby uznania, że światowa gospodarka jest w pełni zintegrowanym i jednolitym obszarem gry ekonomicznej, co oczywiście nie jest prawdą. Uzasadnieniem dla operowania (dość sztuczną w tej sytuacji) kategorią średniego kosztu jest jednak fakt, że niezależnie od regionalnych i narodowych różnic poszczególne gospodarki w dziedzinie energii stanowią system naczyń połączonych.

¹⁰ Warto uświadomić sobie, że współczynnik EROI jest miarą efektywności inwestowania w energetykę, ale odwrotność EROI, to energochłonność pozyskania jednostki energii na wyjściu, czyli jej swobodny koszt.

¹¹ W rzeczywistości zależy, ale nawet gdyby uwzględnić ten fakt, wzmocniałoby to jedynie dalsze wnioski.

korzystamy głównie z taniej energii z paliw klasycznych. Wszyscy korzystamy, także inwestorzy w OZE. Ale to jest myląca ocena, jeśli odnosimy ją do OZE, bo wynikająca z „pasożytowania” OZE na „cudzej” energii. Gdyby gospodarka światowa miała być oparta głównie o energię ze źródeł odnawialnych, to przy obecnych niskich wartościach EROI społeczne koszty produkcji energii radykalnie by wzrosły (na wykresie 5 obszar z wysokimi u). Bo znacząco wzrosłyby energetyczne koszty pozyskania jednostki energii netto, a zatem odpowiednio wzrosłyby także koszty inwestowania w energetykę odnawialną. I to jest prawdziwa cena i pełny koszt, jaki gospodarka musi dziś płacić za odnawialne źródła energii. Tyle że jest to cena niewidoczna, bo skrywająca się za niskim udziałem OZE w światowej strukturze podaży energii. Podkreślmy, że nie ma to znaczenia dla mikroekonomicznych rachunków opłacalności w obecnym świecie. Ale całkowicie wypacza oceny kosztów energii w przyszłym świecie z dominacją energetyki odnawialnej. Tanią energię mamy tak długo, jak długo wspiera się ona na paliwach organicznych z wysokimi EROI i kiedy OZE mają minimalny udział w strukturze podaży energii. Odwrót od taniej energii wystąpi wówczas, gdy albo zacznie spadać efektywność pozyskiwania paliw kopalnych (stopniowe obniżanie się $EROI_F$), albo gdy zacznie znacząco rosnać udział OZE w miksie energetycznym świata (jedynym buforem dla tego procesu może być wzrost $EROI_O$, co jest pożądane, ale niepewne co do czasu zmaterializowania się).

Oczywiście prezentowany opis ma charakter statyczny i oddaje obecne relacje wartości współczynników EROI dla różnych typów technologii. Nie wyklucza to rzecz jasna zmiany sytuacji w przyszłości w wyniku postępu technicznego, o czym będzie jeszcze mowa. Niemniej dzisiejsze rachunki makroekonomiczne nie mogą abstrahować od wskazanej wyżej metodologicznej pułapki prowadzącej do porównywania rzeczy nieporównywalnych.



Ryc. 5. Uśrednione koszty inwestowania w energetykę AC w funkcji udziału energetyki odnawialnej u

Źródło: Opracowanie własne.

3. Czy era taniej energii się kończy?

Co oznacza dziś tania energia? Przede wszystkim są to niskie koszty transportu ludzi i towarów. Globalizacja nie byłaby możliwa na taką skalę bez radykalnego obniżenia tych kosztów. Hipotetyczny silny wzrost kosztów transportu – gdyby się zdarzył

– ponownie poszatkowałyby i posegmentowały gospodarkę światową i przynajmniej częściowo zamknął lub ograniczył dostęp do wielu obszarów. Uderzyłyby to w światową turystykę, zarówno po stronie świadczących usługi, jak i zgłaszających popyt. Ale przede wszystkim zerwane zostałyby więzi podażowe, produkcyjne. Byłby to potężny cios w ideę outsourcingu i uderzenie w interesy wielu krajów rozwijających się. Gdyby przenoszenie produkcji przestało się opłacać, to wytwarzanie ponownie wróciłoby do krajów wysokorozwiniętego centrum technologicznego, co zapewne zaczęłoby odwracać procesy konwergencji rozwoju, jakie w ostatnich dwóch dekadach zaczęły się powoli zarysowywać w światowej gospodarce. Po 150 latach przeciwnej tendencji trwającej od rewolucji przemysłowej.

Tania energia to także tania żywność osiągalna dla masowego odbiorcy przez cały rok, tanie ogrzewanie jego mieszkania i dostęp do obfitych zasobów taniej energii elektrycznej pozwalającej instalować w gospodarstwie domowym wiele energochłonnych urządzeń zwiększających nasze poczucie komfortu (klimatyzacja, lodówki, telewizory, komputery itp.). Bez taniej energii nie byłby możliwy rozwój nowoczesnej metalurgii i budownictwa ani inwestycji infrastrukturalnych na dużą skalę. Dlatego tania – i w konsekwencji dostępna w dużych ilościach – energia wyznacza, bezpośrednio bądź pośrednio, poziom obecnego dobrobytu.

Wszystkie badania potwierdzają powolny spadek wartości EROI dla paliw kopalnych i wszystkie odwołują się do faktu wyczerpywania się tych zasobów. Taki scenariusz jest równoznaczny z rosnącymi kosztami pozyskiwania ropy naftowej, węgla i gazu ziemnego.

Idea *peak oil*, czyli momentu, gdy wydobycie ropy naftowej osiągnie szczyt i zacznie następnie spadać, liczy sobie już ponad pół wieku. I moment ten wciąż jest przesuwany. Byłoby jednak błędem ignorowanie problemu ograniczoności zasobów przyrodniczych i konsekwencji tego zjawiska dla rozwoju. W systemach zamkniętych rzeczywistość jest tak, że produkcja – prędzej czy później – musi prowadzić do katastrofy cywilizacyjnej wskutek wyczerpania się zasobów. Systemy zamknięte nie mogą pozyskiwać energii otoczenia. Zasoby energii w takim systemie stopniowo wyczerpują się i system obumiera. Ale gospodarka nie jest systemem zamkniętym, lecz otwartym; bezustannie pozyskującym energię z otoczenia, dzięki czemu część zasobów jest stale reprodukowana. Na przykład ludzkość stale korzysta z energii słonecznej, której wszak nie wytwarza. To w praktyce niewyczerpalna energia Słońca umożliwia w ogóle istnienie i bytowanie ludzi na Ziemi. Energia ta bezpośrednio lub pośrednio pozwala na produkcję rolnictwa i żywności oraz pozyskiwanie surowców energetycznych. Zresztą całe otoczenie przyrodnicze człowieka jest jednym wielkim rezerwuarem zasobów, z których korzystamy, bez których nie możemy istnieć ani się obejść, ale których nie wytworzyliśmy.

Kluczowe jest jednak zrozumienie, co w istocie określa wielkość dostępnych zasobów naturalnych. Nie jest prawdą, że wielkość tych zasobów jest dana i niezmienna. To, jakie konkretnie wytwory natury uznamy za użyteczne produkcyjnie, zależy wyłącznie od naszej wiedzy przyrodniczej i dostępnych technologii. Uran, gaz ziemny i ropę naftową wykorzystujemy jako paliwa od bardzo niedawna. Wcześniej były one zupełnie bezwartościowym zanieczyszczeniem. A co z apatytami i fosforitami, surowcami do produkcji nawozów sztucznych? Przecież te ostatnie zaczęły być pro-

dukowane dopiero w XIX wieku i dopiero wtedy doceniono znaczenie potrzebnych surowców. A metale ziem rzadkich? A tytan wykorzystywany dopiero od XX wieku? Widać, że wraz z postępem technicznym coraz to nowe zasoby stają się poszukiwane, cenne, a nawet tak ważne, że dziś nie potrafimy sobie bez nich wyobrazić życia (np. ropa naftowa). Ale nowe technologie zwiększają także możliwości pozyskiwania starych zasobów. Po opracowaniu nowej technologii pozyskiwania węglowodorów z łupków radykalnie zwiększyły się światowe rezerwy tych surowców. Wcześniej wiadomo było, że łupki bitumiczne zawierają gaz ziemny bądź ropę naftową, ale koszt wydobycia tych paliw z tych pokładów geologicznych był prohibicyjnie wysoki. Technologia radykalnie zmieniła wyniki rachunków ekonomicznych i przesunęła martwe zasoby do kategorii zasobów do ekonomicznego wykorzystania. Albo inny przykład: czy świat ma jakiś problem z deficytem wody? Przecież oceany zawierają gigantyczne jej ilości. Problemem dziś jest niezwykle kosztowne odsalanie wody. Gdybyśmy pozyskali tanią technologię czerpania energii słonecznej, wówczas problem by znikł, a ludzkość rozwiązałaby kwestię niedoborów tak kluczowego zasobu.

Podobnie wygląda problem z zasobami odnawialnymi. Także i tu innowacje technologiczne odsuwają granice dostępności tych surowców i powiększają listę odtwarzalnych zasobów. Dziś na przykład potrafimy zaprząć bakterie do produkcji niektórych antybiotyków. Nawet bez żadnego postępu technicznego ta technologia jest w pełni reprodukowalna ze względu na „dostępność” bakterii, które sama przyroda zapewnia w nieograniczonych ilościach. Jednocześnie dzięki naszej wiedzy i zmianom w procesach technologicznych systematycznie obniża się materiałochłonność produkcji, bardziej oszczędnie gospodarujemy surowcami, sięgamy po zamknięte cykle produkcyjne zmniejszając tym samym nacisk na bilanse surowcowo-materiałowe i odsuwając bariery rozszerzenia produkcji. W praktyce zatem wraz z postępem technicznym możliwości wytwórcze gospodarki oparte jedynie na zasobach odnawialnych mogą szybko rosnąć.

To jest jednak nieco teoretyczne rozumowanie. Rachuby na to, że rezerwuarem zasobów jest po prostu cały wszechświat i postęp techniczny pozwoli do tych zasobów zawsze sięgnąć, trącą nadmiernym optymizmem. Także w odniesieniu do zasobów energetycznych. Rzeczywiście wiemy, że rozwój nowych technologii poszerza ustawicznie dostęp do paliw organicznych i pozwala eksploatować wcześniej nieopłacalne i nieekonomiczne złoża. Hamuje tym samym rosące koszty wydobycia paliw. Obniża także wskaźniki energochłonności gospodarki. Ale jednocześnie stale rośnie popyt na surowce energetyczne. W rezultacie pojawia się swoisty wyścig między zdolnością postępu technicznego do sukcesywnego powiększania dostępnej puli podaży surowców energetycznych o umiarkowanych kosztach ich pozyskania – z jednej strony, a ssaniem rynku światowego na te surowce – z drugiej. Obniżanie się wartości współczynników EROI dla paliw organicznych odzwierciedlają wynik tego pojedynku w tym sensie, iż sygnalizują, że postęp techniczny nieznacznie go przegrywa. Takie spektakularne czynniki jak technologia szczelinowania, pozwalająca sięgnąć po tani gaz łupkowy i ropę naftową z łupków, odwracają, przynajmniej przejściowo, tendencje spadkowe EROI. Ale wyścig trwa ustawicznie i chwilowe zwycięstwa nie zapewniają trwałego triumfu. Nie ma żadnych gwarancji, że postęp techniczny zawsze nadąży z podażą odpowiednich technologii, by na czas przełamywać rodzący się potencjalnie deficyt paliw organicz-

nych. Rezultatem nienadążania nie będzie jednak fizyczne wyczerpanie się zasobów, ale rosnące koszty pozyskiwania paliw (ze względu na rosnącą krzywą podaży) i coraz wyższe ich ceny. Przykładem może być gaz ziemny. Zasoby tego surowca są ogromne, jeśli wziąć pod uwagę hydraty (metanu). Wielkości gazu ziemnego uwiecznionego w hydratach są prawdopodobnie przynajmniej kilkakrotnie większe od dotychczas znanych i rozpoznanych zasobów gazu ziemnego (metanu). Wydobycie gazu z hydratów jest jednak, przy znanych obecnie technologiach, niebezpieczne i bardzo kosztowne. Ale fizycznie zasoby te są wciąż potencjalnie do wykorzystania i przy bardzo wysokich rynkowych cenach metanu wydobycie gazu z tego źródła może stać się opłacalne.

Gospodarka światowa jest dziś pod silną presją popytu na surowce, w tym także surowce energetyczne, ze strony krajów rozwijających się, które starają się szybko zmniejszyć dystans cywilizacyjny (jak Chiny, Indie, Brazylia itp.). Czyni to prawdopodobnymi scenariusze rosnących kosztów energii ze źródeł organicznych (ropa naftowa, węgiel, gaz ziemny). Nawet mimo nowo odkrywanych zasobów i nowych technologii. Gdyby taki scenariusz miał się zmaterializować¹², wówczas atrakcyjne zaczęłyby się stawać alternatywne źródła energii, przede wszystkim w postaci słońca i wiatru oraz energetyka atomowa¹³. Zasoby tych dwóch pierwszych źródeł są w praktyce nieograniczone. Przekroczenie przez rosnące ceny surowców organicznych pułapu poza którym generatory OZE stawałyby się w pełni konkurencyjne względem klasycznych producentów energii (bez konieczności dotowania OZE), oznaczałoby rewolucję technologiczną, trwale zmieniającą krajobraz świata energii.

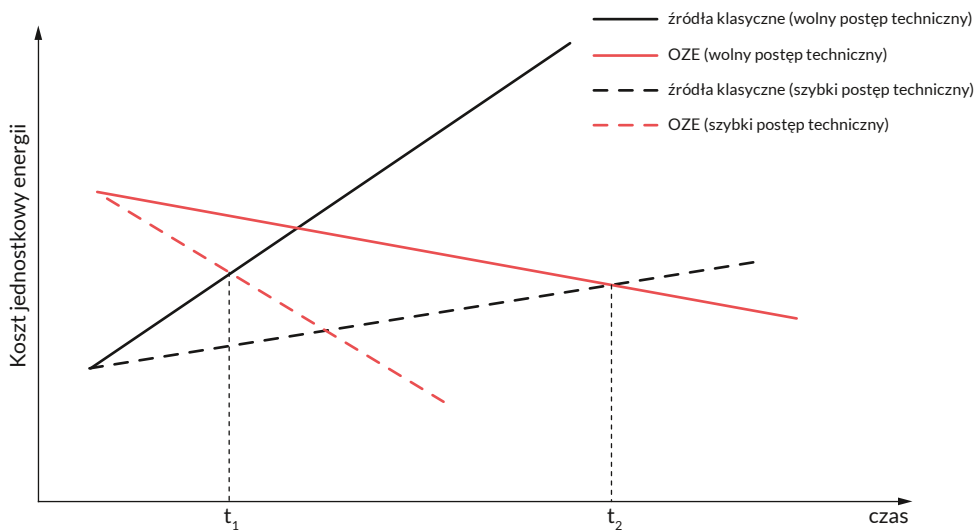
W tej sprawie istotne są jednak dwa aspekty: czynnik czasu i poziom kosztów zapewniający *grid parity*. Po pierwsze, postęp techniczny dotyczy nie tylko paliw organicznych, ale także technologii OZE. Co prawda dziś EROI (czyli rachunek pełnych kosztów energetycznych) jest niski dla źródeł wiatrowych i słonecznych, ale nowe technologie, zwłaszcza rozwiązywanie problemu taniego magazynowania energii dużej skali, zmieniłoby sytuację radykalnie, podnosząc EROI dla tego typu generacji energii elektrycznej. Obniżałoby to koszty pozyskiwania energii z OZE.

Pojawia się pytanie: jak wysoka jest względna dynamika zmian technologicznych w obszarze OZE i w dziedzinie klasycznych źródeł energii, w tym w sferze pozyskiwania surowców? Przyszłe możliwe scenariusze prezentuje rysunek 6. Na wykresie szybkość postępu w technologiach klasycznych (paliwa organiczne) wyznacza możliwie wolny wzrost kosztów energii produkowanych z drożących paliw, a w przypadku OZE – możliwie szybki spadek kosztów produkcji energii. Jeśli bardzo szybki postęp technologiczny w dziedzinie klasycznych technologii (przerywana czarna linia) zbiegnie się ze względną stagnacją technologii OZE (ciągła linia czerwona), wówczas moment osiągnięcia *parity grid* jest odłożony w czasie (t_2) i forsowanie szybkiego prze-

¹² Wydaje się, że taki scenariusz jest – prędzej czy później – nieunikniony. Mówimy wszak o nieodnawialnych zasobach węgla, ropy i gazu.

¹³ Przy rozważaniu jedynie aspektów ekonomicznych, inne uwarunkowania, np. społeczną awersję do energetyki jądrowej, w tym miejscu pomijamy.

stawiania gospodarki na OZE z ekonomicznego punktu widzenia będzie jedynie podnosiło koszty rozwoju (nadmierne przestawienie systemu na energię o małych EROI). Odwrotne relacje dynamiki zmian technologicznych przyspieszają moment zrównania się kosztów (t_1) i wówczas szybkie przestawianie się na OZE nie ma alternatywy.



Ryc. 6. Scenariusze zmian kosztów jednostkowych produkcji energii elektrycznej.

Źródło: Opracowanie własne.

Wnioski

Mamy dzisiaj do czynienia z dwiema wyraźnymi tendencjami związanymi z wykorzystaniem różnych rodzajów energii i technologii produkcyjnych. Po pierwsze, wraz z powolnym wyczerpywaniem się zasobów paliw organicznych następuje stopniowa obniżka ich EROI. Spadek EROI przekłada się w dłuższym okresie na wzrost cen tych paliw. Oznacza to, perspektywicznie, rosnące koszty pozyskiwania energii z ropy naftowej, gazu ziemnego i węgla. Po drugie, tendencja do stopniowego przesuwania struktury produkcji w kierunku OZE, czyli energii o niskich EROI, powoli i systematycznie podnosi koszty rozwoju. Czy odchodzimy od taniej energii?

Postęp techniczny łagodzi konsekwencje malejących EROI. Technologia pozwala na wzrost użytecznej energii pozyskiwanej z energii pierwotnej wskutek wyższej sprawności urządzeń i innych zabiegów technicznych, dzięki którym nawet z niższej podaży energii pierwotnej można „wycisnąć” większe ilości energii użytecznej. Rezultat jest wypadkową tych wielu procesów, ale o jednoznaczne prognozy trudno.

Bibliografia

- Levelized Cost of Electricity, Renewable Energy Technologies*. Study, Fraunhofer Institut for Solar Energy Systems ISE, November 2013.
- Levelized Cost and Levelized Avoided Cost of New Generation Resources in the Annual Energy Outlook 2014*, U.S. Energy Information Administration, April 2014.
- Total Primary Energy Consumption 2012*, International Energy Statistics, EIA, US Energy Information Agency.
- Wilburn D.R., *Wind energy in the United States and materials required for the land-based wind turbine industry from 2010 through 2030*, U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2011.
- Weißbach D., Ruprecht G., Huke A., Czerski K., Gottlieb S., Hussein A., *Energy intensities, EROIs (energy returned on invested), and energy payback times of electricity generating power plants*, „Energy” 52 (2013).
- Wpływ energetyki wiatrowej na wzrost gospodarczy w Polsce*, Raport przygotowany przez Ernst & Young przy współpracy z Polskim Stowarzyszeniem Energetyki Wiatrowej oraz European Wind Energy Association, marzec 2011.

SUMMARY

Thanks to cheap and plentiful energy we live in a much better world than past generations. Experts say that fossil fuels are the cheapest. Are we running out of fossil fuel resources? Cost of energy is proportional to energy input on energy return (the reciprocal of EROI). EROI goes down due to depletion of known resources but may increase in case of new discoveries and technological innovations. EROI is also low for renewables like sun and wind energy. Slow technological change and premature shift to renewables may threaten access to cheap energy.

Przyszłość polityki infrastrukturalnej – konwergencja i zaawansowane modele usługowe

Wprowadzenie

Imperium buduje, utrzymuje i rozwija infrastrukturę po to, aby umożliwić funkcjonowanie gospodarki i społeczeństwa. Z uwagi na historyczny rozwój i pełnione funkcje (aplikacje) podzielono infrastrukturę na teleinformatyczną (ICT), energetyczną i transportową. Każda z tych gałęzi infrastruktury powstała w zupełnie innym czasie, wskutek czego istnieją między nimi znaczne różnice zarówno w strukturach właścicielskich, zarządzaniu zasobami oraz udostępnianiu zasobów infrastrukturalnych użytkownikom.

Polityka infrastrukturalna Imperium bez względu na rodzaj infrastruktury napotyka wyzwania, które musi pokonać:

- rozbudowa infrastruktury powoduje niekontrolowany wzrost popytu na jej zasoby, który niekoniecznie przekłada się na efektywne ich wykorzystanie;
- brak koordynacji działań między różnymi przedsiębiorstwami infrastrukturalnymi, często inwestycje są powielane;
- niewielka innowacyjność na poziomie aplikacyjnym.

Widać wyraźnie, że te wyzwania korespondują z wybranymi trendami społecznymi, technologicznymi, ekonomicznymi i biznesowymi w Imperium:

- To USA i Chiny (a nie UE) dominują w dziedzinie wysokich technologii, a także wykorzystywania i korelowania danych rozproszonych (*technological power shift, big data*).
- Dobra infrastrukturalne (przede wszystkim energetyka, ale i woda) stają się na naszym kontynencie przedmiotem rozgrywek politycznych (*scarcity of resources*).
- Postępująca urbanizacja i powstawanie megaaglomeracji generują wymóg regularnego dostarczania zasobów infrastrukturalnych ogromnej liczbie skupionych geograficznie użytkowników (*urbanization*).
- Zmiana preferencji użytkowników, przedkładających OPEX nad CAPEX (*sharing economy*).
- Zmiany klimatyczne związane ze wzrostem emisji dwutlenku węgla (*sustainability*).
- Statyczne, nieskalowalne oraz nieprzesuwalne w czasie i przestrzeni zasoby infrastrukturalne (*cloud services, energy storage*).

Wydaje się, że wymaga to reformy modelu operacyjnego przedsiębiorstw infrastrukturalnych, a przede wszystkim:

- Kompleksowego współzarządzania infrastrukturą, szczególnie technologiami ICT, jako metainfrastrukturą dla pozostałych rodzajów;
- Przeanalizowania i wykorzystania efektu konwergencji w różnych gałęziach infrastruktury;
- Rezygnacji z ustalania ceny za korzystanie z infrastruktury stosownie do spożytkowanych zasobów na rzecz wyceny według efektu ekonomicznego lub przydatności infrastruktury dla użytkownika końcowego (np. zużycie energii rozliczane nie w kilowatogodzinach, lecz na podstawie temperatury w budynku).

W pierwszej części artykułu zostanie dokonana analiza przydatności infrastruktury dla użytkownika z uwzględnieniem charakteru usług, własności i kontroli nad infrastrukturą. W drugiej części znajdzie się wiele praktycznych przykładów usług konwergentnych. Artykuł zostanie zamknięty podsumowaniem i wyciągnięciem wniosków dotyczących przyszłości konwergencji i zaawansowanych modeli usługowych.

1. Ewolucja charakteru usług infrastrukturalnych w nowoczesnej gospodarce

Spoleczno-gospodarcze zapotrzebowanie na usługi infrastrukturalne determinowane jest agregowanym popytem wszystkich jej użytkowników, a także danymi konsumpcyjnymi. Na podstawie oceny tego popytu podmioty publiczne, a także prywatne dokonują decyzji inwestycyjnych dotyczących dalszej rozbudowy infrastruktury (jak rozbudowa energetycznych sieci przesyłowych czy też mobilnej infrastruktury telekomunikacyjnej LTE) albo rezygnują z niej (np. z nierentownych połączeń PKP). Z tego względu zasadniczy staje się sposób pomiaru popytu na usługi infrastrukturalne. W prasie można przeczytać, że np. w Polsce zużycie energii elektrycznej w 2013 roku wyniosło 160.036 MWh¹, ilość danych przetransferowanych przez sieci telekomunikacyjne na świecie przekroczyły w 2014 roku 200 terabitów na sekundę², praca przewozowa pasażerów wyniosła w 2014 roku 51,6 mld pasażerokilometrów itd. Miary te są jasno zdefiniowane i ogólnie akceptowane.

W ciągu ostatnich dziesięciu lat wykształciły się modele biznesowe, które podważają dotychczasową definicję usług infrastrukturalnych, ponieważ znacznie precyzyjniej odzwierciedlają potrzebę użytkownika końcowego. Okazało się bowiem, że w większości przypadków mierzone klasycznie usługi infrastrukturalne są tylko środkiem do celu, a nie celem. Stąd różnica między sprzedażą klasycznych produktów infrastrukturalnych a sprzedażą zintegrowanych rozwiązań infrastrukturalnych.

Wydaje się oczywiste, że popyt na infrastrukturę nie jest stały w przestrzeni ani w czasie. W klasycznych definicjach infrastruktury przesuwanie zasobów infrastrukturalnych w tych dwóch wymiarach nie jest możliwe lub tylko w bardzo ograniczony i kosztowny sposób. To ostatnie implikuje, że stały wymiar infrastruktury w danym

¹ *Statystyka Elektroenergetyki Polskiej, rok 2014*, Agencja Rynku Energii SA.

² Global Bandwidth Research Service, www.telegeography.com

okresie uzależnienia koszt dostarczania usług od chwilowego popytu; wzrasta on gwałtownie w okresach wzmożonego popytu (*peak demand*). Wysoki koszt wynika zarówno z konieczności zrównoważenia relatywnie krótkich okresów wzmożonego popytu (telekomunikacja), jak i z racji uzupełniania zasobów infrastrukturalnych z droższych źródeł (energetyka). Większość dyskusji dotyczących zarządzania popytem na zasoby infrastrukturalne (*demand side management*) skupia się na przesuwaniu obciążenia (*load shifting*) i tym samym ograniczaniu nieproporcjonalnych kosztów z okresów wysokiego popytu. To zarządzanie obejmuje różne modele taryfowe, modele zakazu i nakazu, a także, jeśli jest to możliwe, automatyczne sterowanie potrzebami indywidualnych odbiorców (np. w energetyce okresowe wyłączanie hut aluminium czy pomp ciepłych).

W literaturze naukowej pojęcie *demand side management* tylko w sposób ograniczony uwzględnia użytkownika końcowego: jego zapotrzebowanie na usługi infrastrukturalne i technologię, a także zachowania i preferencje. Według pracy McKinsey i in. (2009) o dekarbonizacji w sektorze energetycznym redukcja emisji dwutlenku węgla odbywa się nie tylko dzięki wykorzystaniu alternatywnych źródeł energii (OZE lub energii nuklearnej) czy też dzięki *demand side management*, lecz przede wszystkim dzięki modernizacji technologii dokonującej konwersji usługi infrastrukturalnej do pożądanej usługi końcowej³. Przykładem modernizacji technologii konwersji w energetyce jest choćby termoizolacja budynków, zmiana oświetlenia na LED. W transporcie jest to stosowanie efektywniejszych silników spalinowych. W telekomunikacji jest to technologia priorytetyzacji ruchu zgodnie z wymaganiami aplikacji (tzw. *Quality of Service*).

Uwzględnianie różnorodnych potrzeb użytkowników bywa bardziej złożone niż wprowadzanie ogólnych inicjatyw, lecz przyspiesza adaptację nowych technologii i zapewnia lepszą dystrybucję ryzyka.

2. Konwergencja w transporcie

Transport ma na celu przemieszczanie ludzi i ładunków w przestrzeni z wykorzystaniem środków odpowiednich w różnych warunkach (różne rodzaje transportu – powietrzny, wodny, powierzchniowy, lądowy, podziemny)⁴.

W przeszłości różne rodzaje transportu rozwijały się oddzielnie, dlatego o optymalnym doborze środków transportu (pod względem kosztów i czasu) przeważnie decyduje użytkownik. Jednakże widoczna staje się konwergencja wewnątrzbranżowa: szczególnie w transporcie towarowym coraz częściej wybierane są rozwiązania kombinowane lub intermodalne. Korzystanie z wielu środków transportu podczas jednego przewozu w transporcie publicznym oraz w logistyce już od dawna jest stosowane, gdy na przykład pasażerowie podróżują metrem, pociągiem i taksówką

³ Tzw. technologia konwersji.

⁴ *Transport*, pod red. W. Rydzkowskiego i K. Wojewódzkiej-Król, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2009.

na lotnisko albo gdy kontener zostaje przeładowany ze statku żeglugi morskiej na pokład śródlądowego, pociąg lub ciężarówkę. Na każdym odcinku trasy stosuje się najodpowiedniejszy (tzn. najszybszy, najbardziej niezawodny, najbardziej ekonomiczny albo najwygodniejszy) środek transportu. W ten sposób zalety każdego z nich są w pełni wykorzystane, a efektywność systemu transportowego wzrasta. Wymogiem jest jednak istnienie wydajnych punktów styczności między środkami transportu, np. w węzłach przeładunkowych czy na terminalach intermodalnych. Zintegrowane korzystanie ze środków motoryzacji indywidualnej oraz komunikacji publicznej jest dziś niezbyt popularne, ponieważ powiązanie obydwu systemów jest dla większości użytkowników zbyt skomplikowane, za uciążliwe i za drogie. Rozwiązania takie jak zintegrowany system rezerwacji biletów w komunikacji publicznej i *car sharing* mogą uczynić z multimodalnej mobilności system przyjazny użytkownikowi i praktyczny. W komunikacji publicznej konwergencja zmierza w kierunku międzynarodowej wymiany informacji i integracji w czasie quasi-rzeczywistym⁵ na wzór Europejskiego Systemu Sterowania Pociągami (ECTS) czy *Single European Sky*.

Konwergencja międzybranżowa (ICT, energetyki i transportu) widoczna jest w przypadku pojazdów napędzanych energią elektryczną. Gdy dojdzie do upowszechnienia elektromobilności, znaczna część energii pozyskiwanej z paliw zostanie zastąpiona energią elektryczną⁶. Konieczne okażą się nie tylko dodatkowe elektrownie, ale również dostosowanie systemu przesyłowego. Musiałyby powstać stacje ładowania pojazdów elektrycznych zdolne rozpoznać aktualny stan naładowania baterii pojazdu, sprawdzić warunki umowy między właścicielem pojazdu a dostawcą energii, a także zweryfikować i rozliczyć rodzaj, ilość i cenę pobranej energii⁷. Aby przetworzyć wszystkie te informacje, infrastruktura energetyczna musiałaby korzystać nie tylko z transmisji energii, ale również danych. Także sam układ drogowy stałby się inteligentny: coraz bardziej zaawansowane systemy zarządzania ruchem byłyby w nieustającym kontakcie i kierujący pojazdem wykorzystywałby bieżące informacje o ruchu, pogodzie czy wypadkach. Zauważalna konwergencja sieci transportowych, energetycznych i ICT utworzy kompleksową, wzajemnie oddziałującą w czasie quasi-rzeczywistym całość, a eksploatacja danych wymagać będzie ponadsektorowego planowania, koordynacji inwestycji i kompatybilnych modeli biznesowych. Jednym ze środków transportu, który przechodzi obecne duże zmiany ze względu na konwergencję infrastruktur, jest samochód osobowy. *Connected car* to koncepcja polegająca na wymianie danych między pojazdem a dedykowanymi aplikacjami internetowymi. Z jednej strony pojazd otrzymuje informacje z zewnątrz, np. dotyczące nawigacji, treści multimedialne czy też dostęp do Internetu dla przemieszczających się nim pasażerów, a z drugiej sam przekazuje informacje o swoim stanie technicz-

⁵ Czas quasi-rzeczywisty odnosi się do czasu opóźnienia spowodowanego przez zautomatyzowane przetwarzanie danych lub transmisje w sieci telekomunikacyjnej.

⁶ Więcej szczegółów w W. Leal (syn), R. Kotter, *E-Mobility in Europe: Trends and Good Practice*, Springer International Publishing, Cham 2015.

⁷ Dotyczy to pojazdów o napędzie elektrycznym jako magazynów energii.

nym i pozycji GPS. W kategoriach technologii informacyjnej nowoczesny samochód osobowy to de facto zmotoryzowany komputer z mnóstwem podzespołów i oprogramowania, a także dużą liczbą czujników, które stanowią bezcenne źródło informacji. *connected car* staje się więc platformą aplikacyjną podobnie jak smartfon, na której niezależni od producentów dostawcy aplikacji mogą dostarczać własne innowacyjne usługi. Poniższa tabela ilustruje najważniejsze zastosowania *connected car* w ekosystemie producentów pojazdów, dostawców aplikacji oraz użytkowników:

Tab. 1. Aplikacje w ekosystemie *connected car*

	Producenci pojazdów	Dostawcy aplikacji	Użytkownicy
Telematyka	Leasing Rozszerzona gwarancja Zarządzanie cyklem życia klienta	Telematyka ubezpieczeniowa ⁸ <i>Car sharing</i> E-Mobilność Odnajdowanie skradzionych pojazdów	Ekologiczna jazda (<i>eco driving</i>) Zarządzanie flotą Monitoring młodych kierowców Elektroniczny dziennik podróży
Bezpieczeństwo	Zdalna diagnostyka	Ochrona przed kradzieżą Pomoc drogowa	<i>eCall</i> <i>bCall</i>
Informacje i rozrywka	Statystyki użytkowania	Marketing oparty na lokalizacji pojazdu Dystrybucja treści multimedialnych	Dostęp do Internetu w pojeździe Informacje o ruchu drogowym
Car commerce	Programy lojalnościowe	Zdalna rezerwacja miejsc parkingowych <i>Polisy Pay As You Drive i Pay How You Drive</i>	Myjnie samochodowe Płatność za paliwo czy ładowanie Korzystanie z płatnych dróg Płatne parkowanie
Usługi społecznościami	Korzystanie z informacji zwrotnych użytkownika	<i>Car sharing</i> Współużytkowanie pojazdów przez społeczności lokalne	„Grywalizacja” Dzielenie się wrażeniami z jazdy

Źródło: Opracowanie własne.

⁸ Telematyka ubezpieczeniowa umożliwia ubezpieczycielom tworzenie polis, które uzależniają premię ubezpieczeniową od stylu jazdy (*Pay How You Drive*) oraz długości i rodzaju pokonywanych tras (*Pay As You Drive*).

Przykładem konwergencji w branży transportowej jest koncepcja MaaS (*Mobility as a Service*). Zgodnie z nią potrzebę użytkownika zaspokajają jeden usługodawca za pomocą dowolnych środków i rodzajów transportu. Płatność pobierana jest za wykonanie usługi. MaaS zmienia także relacje własnościowe, czego przykładem jest motoryzacja indywidualna. Programy współużytkowania, np. *car sharing*, opierają się na krótkoterminowym udostępnianiu pojazdów za ustaloną opłatą przez operatorów. Operatorami floty są przedsiębiorstwa, agencje publiczne, spółdzielnie, stowarzyszenia lub spółki podmiotów fizycznych. Ideą *car sharingu* jest korzystanie ze środka transportu bez ponoszenia kosztów i obowiązków wynikających z jego posiadania. *Car sharing* to jedno z rozwiązań na odciążenie zarówno środowiska, jak i natężenia ruchu w dużych miastach. Usługi MaaS stanowią więc realizację idei koncepcji zintegrowanej.

3. Konwergencja w energetyce

Energetyka dostarcza energię w dwóch postaciach: elektryczną – dostarczaną przewodami elektrycznymi, a produkowaną za pomocą turbin i prądnic napędzanych różnymi źródłami energii, oraz ciepłą – dostarczaną odbiorcy za pośrednictwem transportującego ciepło nośnika (może nim być para wodna pod dużym ciśnieniem, ogrzana woda lub inne ciecze). Do ogrzewania nośników wykorzystuje się rozmaite źródła energii. Transformacja energii elektrycznej czy cieplnej do postaci ostatecznej (np. ciepła czy światła) to domena użytkownika końcowego.

Konwergencja w energetyce odbywa się na poziomie sieciowym oraz nośników energii. Ważnym stymulatorem zmian są cele UE do 2020 roku⁹:

- Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych o 20% w stosunku do poziomu z 1990 roku (lub nawet o 30% w warunkach sprzyjających);
- Pozyskiwanie 20% energii ze źródeł odnawialnych;
- Wzrost efektywności energetycznej o 20%.

Przed energetyką stoi więc wiele ważnych wyzwań, bezpośrednio lub pośrednio prowadzących do konwergencji sieci elektrycznych, gazowych i ciepłowniczych. Te sieci w przeszłości były najczęściej eksploatowane niezależnie. Znaczny potencjał istnieje w zarządzaniu jednostkami wytwarzającymi energię, sieciami przesyłowymi i dystrybucyjnymi, składowaniem czy magazynowaniem, systemami planowania w przedsiębiorstwie, a także zarządzania zasobami energetycznymi, biurem obsługi klienta oraz taryfikatorami i billingiem.

Konwergencja sieci elektrycznych, gazowych i ciepłowniczych wydaje się szczególnie istotna w kontekście odnawialnych źródeł energii (OZE). Dostępność rozproszonych odnawialnych źródeł energii wiatru i słonecznej ulega gwałtownym zmianom w ciągu doby. Powoduje to wyzwania dotyczące stabilności sieci energetycznej i w dalszej kolejności bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej. Monitorowanie

⁹ Por. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/27/UE z 25 października 2012 r. w sprawie efektywności energetycznej, zmiany dyrektyw 2009/125/WE i 2010/30/UE oraz uchylecia dyrektyw 2004/8/WE i 2006/32/WE, Dz. Urz. UE ser. L z dnia 14 listopada 2012 r.

i reagowanie na stan sieci energetycznej na wszystkich jej poziomach, a także odpowiednie sterowanie popytem stanie się możliwe dzięki przesyłaniu i interpretowaniu danych operacyjnych ze wszystkich jej węzłów (koncepcja *smart grid*). Ma to prowadzić do optymalnego wykorzystania nośników energii, a zatem optymalizacji działania sieci. Właściwością systemu *smart grid* jest możliwość pozyskiwania informacji z poszczególnych węzłów sieci w czasie quasi-rzeczywistym (np. z instalacji wytwarzających energię, stacji transformatorowych), a także od odbiorców energii (od gospodarstw domowych i odbiorców przemysłowych po pompy ciepłe, ogrzewacze wody, urządzenia chłodnicze lub zamrażarki, baterie samochodowe). Konwergencja międzybranżowa zakłada budowę lub rozbudowę odpowiedniej infrastruktury komunikacyjnej ICT, łączącej węzły sieci energetycznej oraz infrastruktury automatyzującej reakcję sieci na wszelkie zmiany jej stanu w czasie quasi-rzeczywistym (SCADA). Istotną jest przede wszystkim wymiana liczników poboru energii na inteligentne, umożliwiające nie tylko przekazywanie danych o pobranej lub wprowadzonej jej wartości, ale także, w zależności od prawa obowiązującego w danym kraju członkowskim, na taryfikację czy zdalną aktywację lub dezaktywację usługi.

Innym rozwiązaniem problemu z fluktuacją mocy generowanej przez OZE może być odpowiednie magazynowanie energii, gdy produkcja przeważa nad popytem, i wykorzystanie jej w sytuacji odwrotnej. Dzięki temu produkcja energii z elektrowni nie musi być dostosowana do aktualnego zapotrzebowania. Istnieje kilka sposobów magazynowania energii elektrycznej, m.in. elektrownie szczytowo-pompowe, pompy ciepła, wykorzystanie elektromobilności (baterie pojazdów) czy technologia *power-to-gas*. Ta ostatnia przyczyni się w sposób szczególny do konwergencji w energetyce, ponieważ umożliwia transformację energii pochodzącej z jednego nośnika na inny. W *power-to-gas* proces chemiczny pozwala uzyskać z prądu elektrycznego uzyskanego z OZE paliwo gazowe. Jest to technologia, której stosowanie stanie się opłacalne, gdy udział OZE w wytwarzaniu energii osiągnie 60–70%; poniżej tego progu inne metody magazynowania lub rozbudowa systemu *Smart grid* będą bardziej ekonomiczne.

Konwergencja sieci w Unii Europejskiej jest również bardzo istotna, gdyż wymaga wyrównania fluktuacji mocy generowanej przez OZE między południem kontynentu (energia słoneczna) a północą (energia wiatrowa)¹⁰. Koszty budowy odpowiednich tras przesyłowych to istotne wyzwanie dla realizatorów tego przedsięwzięcia.

Konwergencja infrastruktury energetycznej, gazowej i ciepłowniczej jest niezwykle istotna dla efektywności energetycznej¹¹ i redukcji emisji dwutlenku węgla.

¹⁰ Por. rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 347/2013 z dnia 17 kwietnia 2013 r. w sprawie wytycznych dotyczących transeuropejskiej infrastruktury energetycznej, uchylające decyzję nr 1364/2006/WE oraz zmieniające rozporządzenia (WE) nr 713/2009, (WE) nr 714/2009 i (WE) nr 715/2009, Dz. Urz. UE ser. L z dnia 25 kwietnia 2013 r.

¹¹ Przez efektywność energetyczną należy rozumieć stosunek uzyskanych wyników, usług, towarów lub energii do wkładu energii; to zależność między energią uzyskaną a doprowadzoną. Pojęcie to zostało zdefiniowane po raz pierwszy w dyrektywie 2002/91/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 16 grudnia 2002 r. w sprawie efektywności energetycznej budynków, Dz. Urz. WE ser. L z dnia 4 stycznia 2003 r.

Wspomniana już Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/27/UE z dnia 25 października 2012 roku w sprawie efektywności energetycznej zmusza do zwiększenia efektywności energetycznej w UE dzięki redukcji podstawowego zużycia o 20% w porównaniu z 2006 rokiem. Realizacja dyrektywy wymaga wielu działań mających na celu podniesienie efektywności energetycznej przez państwa członkowskie w latach 2013–2020. W artykule 7 pt. *Systemy zobowiązujące do efektywności energetycznej* dyrektywa dodatkowo ustala cel nowych oszczędności energetycznych w wysokości 1,5% rocznej sprzedaży energii odbiorcom końcowym w latach 2014–2020. Dotyczy to podmiotów gospodarczych będących dystrybutorami energii i przedsiębiorstw prowadzących detaliczną jej sprzedaż z wyłączeniem sektora transportu. Osiągnięcie tych celów wymaga od państw członkowskich nałożenia na wymienione podmioty obowiązku wprowadzenia działań zmierzających do zwiększenia efektywności i uzyskania wymaganych wyników. W razie niewypełnienia dyrektywy przedsiębiorstwa narażają się na sankcje finansowe. Dyrektywa i odpowiednie prawa krajowe są więc dla dostawców energii motywacją do znacznej redukcji poboru energii przez odbiorców.

Dyrektywa narzuca też dużym przedsiębiorstwom (od 250 pracowników lub z rocznym przychodem w wysokości co najmniej 50 mln euro) określone obowiązki:

- regularne przeprowadzanie zewnętrznych audytów energetycznych (co najmniej raz na cztery lata), lub
- wprowadzenie certyfikowanego systemu zarządzania energią zgodnie z normami EN16001 lub ISO50001, lub
- wprowadzenie certyfikowanego systemu zarządzania środowiskiem zgodnie z normą ISO 14000, lub
- uczestniczenie w systemie ekozarządzania i audytu we Wspólnocie (EMAS), lub
- wprowadzenia równorzędnego wspólnotowo uznanego systemu zarządzania, który powinien uwzględniać regularny wewnętrzny lub zewnętrzny audyt energetyczny,
- zdefiniowania i udokumentowania systemu zarządzania energią lub dokumentacji przeprowadzenia audytu energetycznego i jego wyników.

Polityka wobec małych i średnich przedsiębiorstw jest wytyczana na szczeblu krajowym. W większości przypadków wymagany jest tylko audyt energetyczny.

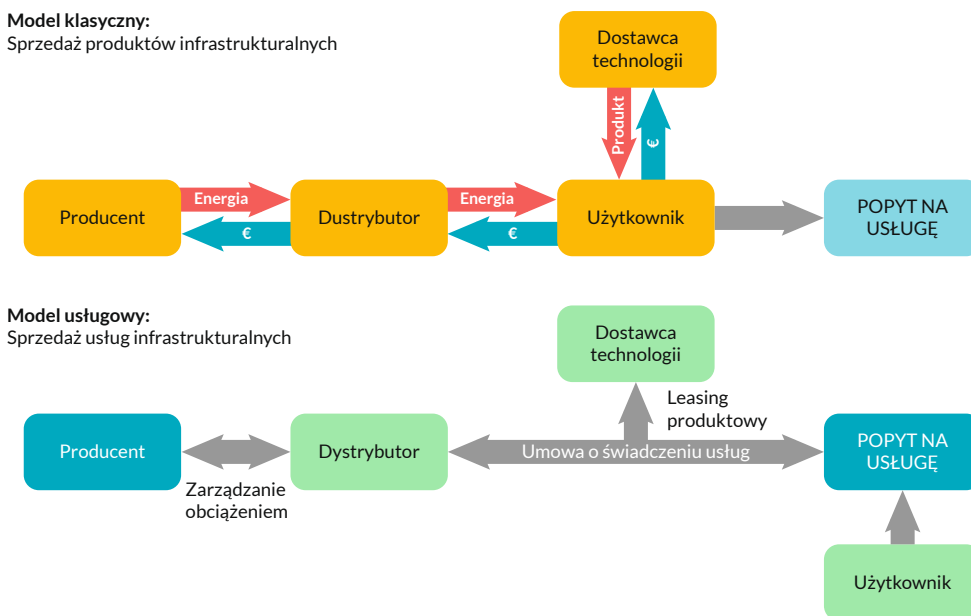
ISO50001 implikuje przede wszystkim konieczność wprowadzenia systemu teleinformatycznego, który pozwala na agregację danych zużycia energii cieplnej, elektrycznej, gazu, a także najważniejszych odbiorców (systemów oświetlenia, klimatyzacji, maszyn produkcyjnych itd.). Jest to więc przykład pełnej konwergencji między energetyką a ICT, z założenia podobny do *smart meteringu*, czyli wymagający instalacji inteligentnych liczników, ale wprowadzający kilka istotnych różnic¹²:

- agregacja danych odbywać się będzie nie tylko na poziomie licznika głównego, lecz także na poziomie podliczników; może nawet zostanie zintegrowana z systemem automatyki budynkowej;

¹² M. Geilhausen, *Kompakter Leitfaden für Energiemanager*, Vieweg+Teubner Verlag – Springer Fachmedien, Wiesbaden 2014.

- integracja kompleksowych odbiorców (maszyn) wymagać będzie zaawansowanej techniki pomiarowej;
- systemy zarządzania infrastrukturą pomiarową mają być implementowane na poziomie dowolnego przedsiębiorstwa i muszą być łatwe w obsłudze.

Na efektywności energetycznej opierają działalność przedsiębiorstwa usług energetycznych, tzw. ESCo (*Energy Services Company*)¹³. Zgodnie z dyrektywą 2006/32/WE z 5 kwietnia 2006 roku w sprawie efektywności końcowego wykorzystania energii i usług energetycznych ESCo to przedsiębiorstwo świadczące usługi energetyczne (dostarczające energię elektryczną, gaz, wodę, ciepło) oraz dążące do poprawy efektywności energetycznej w zakładzie lub w pomieszczeniach użytkownika. Poprawa efektywności odbywa się między innymi dzięki optymalizacji technologii konwersji, czyli np. zmiany rodzaju oświetlenia czy systemu ogrzewania. ESCo zobowiązuje się w kontrakcie do wygenerowania pewnych oszczędności w porównaniu z sytuacją zastaną, a za swe usługi żąda części tych oszczędności. Poniższy schemat¹⁴ przedstawia różnice między klasycznym modelem biznesowym dostawcy energii a ESCo.



Ryc. 1. Schemat sprzedaży produktów infrastrukturalnych

Źródło: Opracowanie własne.

¹³ Por. K. Roelich, J. Steinberger J., C. Knoeri, *Efficient and service oriented infrastructure operation; the role of the Energy Efficiency Directive in driving change towards multi-utility service companies*, ECEEE Summer Study Proceedings 2013, http://proceedings.eceee.org/papers/proceedings2013/1-351-13_Roelich.pdf?returnurl=http%3A%2F%2Fproceedings.eceee.org%2Fvisabstrakt.php%3Fevent%3D3%26doc%3D1-351-13 [dostęp: 28.05.2015].

¹⁴ J. Steinberger, J. van Niel, D. Bourg, *Profiting from negawatts: reducing absolute consumption and emissions through a performance-based energy economy*, „Energy Policy” 2009, nr 37, s. 361–370.

4. Konwergencja w ICT

ICT (*Information Communications Technology*) jest najmłodsza, a jednocześnie najszybciej rozwijającą się infrastrukturą skoncentrowaną na przekazywaniu informacji¹⁵. ICT to przekaz informacji na odległość (komunikacja) w czasie (zapamiętywanie) oraz przetwarzanie tych informacji (informatyka). W pojęciu ICT zawarta jest konwergencja sieci telefonicznych, radiowo-telewizyjnych oraz komputerowych (IT). Odbywa się ona w domenach sieci operatorów telekomunikacyjnych (*carrier*) albo w domenie przedsiębiorstwa (*enterprise*). Użytkownicy końcowi ICT dostrzegają wartość nie w samym dostępie do infrastruktury, ale w konkretnych zastosowaniach (aplikacjach). Aplikacją może być przeglądanie witryn www, wysyłanie e-maili, oglądanie telewizji cyfrowej, sprawdzanie rozkładu jazdy komunikacji miejskiej na smartfonie¹⁶.

W następnym kroku dokonany zostanie krótki szkic warstw ICT oraz trendów konwergencji w tej technologii.

Łączność (*connectivity*) – to przenoszenie informacji w sieci. Można ją podzielić dalej według kryteriów technologicznych (sieci stałe lub mobilne), a także według granulacji (sieci domowe – *home*, sieci firmowe – *enterprise*, sieci telekomunikacyjne – *carrier*). Sieci składają się z węzłów (ruterów), a także połączeń (kable miedziane, światłowody, mikrofały, stacje bazowe). Transportują one obecnie około 30 petabajtów danych miesięcznie. Największą globalną siecią jest Internet¹⁷. Nie należy zapominać o istnieniu wielu sieci zamkniętych, czyli niedostępnych w Internecie ze względu na brak fizycznego czy logicznego łącza, takich jak sieci intranetowe wielkich przedsiębiorstw, administracji publicznej, uniwersytetów, sieci prywatnych użytkowników i wiele innych. Konwergencja na poziomie sieci dostępu odbywa się między sieciami stałymi (światłowodami, miedzią) a sieciami mobilnymi (UMTS, LTE). Wynikiem tej konwergencji są tzw. mikrokomórki – komórki radiowe o bardzo ograniczonym zasięgu podłączone do sieci światłowodowej. Łączą one największe zalety mobilności z wysokimi parametrami transferu danych. Innym przykładem konwergencji jest uwolnienie ostatniej mili (*bit stream access*), umożliwiające operatorom alternatywnym swobodny dostęp do bazy klientów. Konwergencja międzybranżowa daje możliwość wykorzystania sieci dostępowych jako infrastruktury komunikacyjnej w energetyce (*smart grid*) czy transporcie, przede wszystkim w systemie *connected car*, zarządzaniu flotą pojazdów itp. Oprócz energetyki i transportu nie można zapomnieć o jej zastosowaniu w całej sferze aplikacji *machine-to-machine*¹⁸, umożliwiających zautomatyzowaną wymianę danych między urządzeniami końcowymi, takimi jak maszyny,

¹⁵ Ogólnie o ICT: A.Z. Dodd, *The Essential Guide to Telecommunications (5th Edition)*, Prentice Hall, Upper Saddle River – Boston i in., 2012.

¹⁶ Por. R.E. Balmer, *Competition and Investment in Telecommunications and Media Markets*, CreateSpace – Independent Publishing Platform 2014.

¹⁷ Wizualizacja na <http://internet-map.net>

¹⁸ Por. J. Höller, *From machine-to-machine to the Internet of things: Introduction to a new age of intelligence*, Elsevier Academic Press, Amsterdam 2014.

automaty, pojazdy czy kontenery, a innymi urządzeniami końcowymi czy też centralną bazą danych i centrum kontroli. Dzieje się to za pośrednictwem Internetu i sieci dostępowych (stacjonarnych i mobilnych).

Systemy wspomagające (*enabling*) – umożliwiają zarządzanie sieciami ICT (*Operations Support Systems, OSS*) oraz korzystanie z usług za pośrednictwem ICT (*Business Support Systems, BSS*). OSS to wszystkie te systemy, dzięki którym można konfigurować sieć, na bieżąco monitorować jej stan i reagować na ewentualne awarie. Do OSS należy też bardzo istotna sfera bezpieczeństwa sieci. BSS to z kolei te systemy, które są potrzebne do zrealizowania konkretnych aplikacji – poczynając od identyfikacji i autoryzacji użytkowników, naliczania i rozliczania opłat, zbierania płatności, wsparcia klienta, interfejsów aplikacyjnych umożliwiających korzystanie z zasobów sieciowych (choćby serwerów SMS), konsumenckich baz danych, a kończąc na bazach danych i systemach dokonujących ogólnej interpretacji danych aplikacyjnych (*big data*). Zaawansowana technologia OSS/BSS jest wielkim sukcesem ICT i stanowi jej wyróżnik wobec energetyki i transportu, gdyż pozwala w czasie quasi-rzeczywistym na dynamiczne uwierzytelnienie użytkownika, umożliwiając korzystanie z przysługującego mu zakresu usług, a następnie rozliczenie (*authentication, authorization, accounting*). Konwergencja na poziomie OSS/BSS odbywa się na wielu poziomach. Analogicznie do scalania się w jedną stałych i mobilnych sieci dostępowych systemy zarządzające i monitorujące tymi sieciami są ujednocicane. Energetyka i transport zaczynają korzystać z systemów OSS/BSS operatorów telekomunikacyjnych, by tworzyć własne, konwergentne usługi, takie jak *connected car* czy e-mobilność.

Aplikacje (*applications*) – to konkretne zastosowania infrastruktury i jej zasobów na potrzeby użytkownika końcowego. Na bazie szerokopasmowego przekazu danych istnieje multum aplikacji, które generują dużą wartość dodaną. Przykładem są choćby reklamy, za których pomocą tradycyjnie finansuje się Google. Innym przykładem jest *over the top*, czyli dostarczanie treści wideo, audio i innych mediów bez udziału i kontroli operatorów telekomunikacyjnych. Często z tego powodu operatorom brakuje środków na inwestycje w sieć, która generuje wartość dodaną głównie niezależnym dostawcom aplikacji. Dyskusje o przyszłości ICT dotyczą przeważnie samych aplikacji, z pominięciem faktu, że za ich prawidłowe całościowe działanie odpowiada skomplikowana maszyna. Aby działała aplikacja, potrzebna jest zarówno łączność, jak i systemy wspomagające. Na przykład aplikacja nawigacyjna Google Maps nie zadziała, jeśli nie ma w danym miejscu dostępu do sieci, czy to dlatego, że brak stacji bazowych w okolicy, czy też wtedy, gdy użytkownik nie zapłacił rachunku, a operator po zidentyfikowaniu go nie zezwoli mu na korzystanie z zasobów sieciowych. Podobnie aplikacja nie zadziała, gdy operator telekomunikacyjny nie udostępni za pośrednictwem swoich systemów OSS danych geolokalizacyjnych użytkownika (GPS). Dane te powinny być przekazywane do Google w sposób chroniony, aby nie dostały się w niepożądaną ręce. Konwergencja na poziomie aplikacji odbywa się przede wszystkim w połączeniach telefonii analogowej i cyfrowej, telefonii i Internetu mobilnego albo stacjonarnego. Na poziomie aplikacji widoczna jest konwergencja między

komunikacją a światem mediów w postaci radia internetowego, cyfrowych książek, portalów streamingowych, telewizji cyfrowej (IPTV), telewizji na żądanie (*video on demand*), telewizji mobilnej (*mobile TV*) czy telewizji interaktywnej (*smart TV*). Efektem konwergencji jest także smartfon – osobisty komputer z licznymi aplikacjami operatorskimi i pozaoperatorskimi, który służy również jako telefon. Smartfon jest jednocześnie charakterystyczny wyrazem trendu dalszego rozwoju technologii ICT na poziomie aplikacyjnym – operatorzy sieci są systematycznie wypierani z dostarczania aplikacji przez przedsiębiorstwa w tym kierunku wyspecjalizowane. Na klasycznym smartfonie usługi operatorskie ograniczają się do zazwyczaj do telefonii i udostępnienia Internetu. Świat mediów, rozrywki, portali społecznościowych, nawigacji i wielu innych aplikacji pozostaje poza kontrolą operatorów ICT.

Nowe modele biznesowe w dziedzinie ICT doskonale wyraża pojęcie *cloud computing* („chmura”)¹⁹. Istnieje wiele modeli:

- IaaS (*Infrastructure as a Service*) polega na outsourcingu zasobów obliczeniowych i pamięci dzięki korzystaniu z wyspecjalizowanych centrów komputerowych zamiast lokalnego hardware’u.
- Model SaaS (*Software as a Service*) polega na dystrybucji oprogramowania, w którym aplikacja jest przechowywana i udostępniana użytkownikom przez producenta za pośrednictwem Internetu. Eliminuje to potrzebę instalacji i uruchamiania programu w komputerze klienta.
- Koncern Apple zamierza wprowadzić we własnych produktach kartę SIM pozwalającą na zmianę dostawcy usług telekomunikacyjnych w menu telefonu, tym samym oferując użytkownikowi zintegrowaną usługę „z jednej ręki”.
- Amazon Kindle, przenośne urządzenie do czytania książek elektronicznych (e-booków) i e-gazet, wykorzystuje ekran w technologii E Ink, wprowadzony przez firmę Amazon.com na rynek amerykański w listopadzie 2007 roku. Kindle ma zintegrowaną kartę SIM – użytkownik nie zawiera umowy z dostawcą usług telekomunikacyjnych, czyni to za niego „w tle” Amazon.

Podsumowanie

Powiązania między różnymi sieciami infrastrukturalnymi istniały zawsze; na przykład rozwój infrastruktury energetycznej na początku XX wieku otrzymał wielkie wsparcie dzięki elektryfikacji kolei. Wiele wskazuje na to, że to wzajemne oddziaływanie w przyszłości stanie się jeszcze bardziej intensywne i kompleksowe, o czym zdają się świadczyć opisane wyżej trendy w konwergencji infrastruktur.

Jest ona widoczna na dwóch poziomach: wewnętrznym, czyli dotyczącym różnego rodzaju nośników, mediów czy sposobów transportu klasycznych produktów infrastrukturalnych, a także zewnętrznym, czyli między infrastrukturą ICT, energetyką i telekomunikacją.

¹⁹ R. Rafalels, *Cloud Computing: From Beginning to End*, CreateSpace – Independent Publishing Platform 2015.

Przyszłe modele usługowe zmierzać będą do zwiększenia roli użytkownika w kształtowaniu usługi infrastrukturalnej. Jednocześnie na dostawcy infrastruktury spocznie cała odpowiedzialność za efekt ekonomiczny całości dostarczonego rozwiązania, na co dobitnie wskazuje przykład wspomnianych *Energy Services Corporations*. Wyjątkiem wydaje się ICT, system coraz bardziej oddalający świat aplikacji od infrastruktury, który ze względu na potencjał przesyłania danych w czasie quasi-rzeczywistym oraz dzięki zaawansowanym systemom zarządzania sieciami staje się meta-infrastrukturą dla transportu i energetyki.

Bibliografia:

- Balmer R.E., *Competition and Investment in Telecommunications and Media Markets*, CreateSpace – Independent Publishing Platform 2014.
- Dodd A.Z., *The Essential Guide to Telecommunications (5th Edition)*, Prentice Hall, Upper Saddle River – Boston i in., 2012.
- Global Bandwidth Research Service www.telegeography.com
- Geilhausen M., *Kompakter Leitfaden für Energiemanager*, Vieweg+Teubner Verlag – Springer Fachmedien, Wiesbaden 2014.
- Höller J., *From machine-to-machine to the Internet of things: Introduction to a new age of intelligence*, Elsevier Academic Press, Amsterdam 2014.
- Leal W. (syn), Kotter R., *E-Mobility in Europe: Trends and Good Practice*, Springer International Publishing, Cham 2015.
- Rafalels R., *Cloud Computing: From Beginning to End*, CreateSpace – Independent Publishing Platform 2015.
- Roelich K., Steinberger J., Knoeri C., *Efficient and service oriented infrastructure operation; the role of the Energy Efficiency Directive in driving change towards multi-utility service companies*, ECEEE Summer Study Proceedings 2013, http://proceedings.eceee.org/papers/proceedings2013/1-351-13_Roelich.pdf?returnurl=http%3A-%2F%2Fproceedings.eceee.org%2Fvisabstrakt.php%3Fevent%3D3%26doc%3D1-351-13 [dostęp: 28.05.2015].
- Statystyka Elektroenergetyki Polskiej, rok 2014*, Agencja Rynku Energii SA.
- Steinberger J., van Niel J., Bourg D., *Profiting from negawatts: reducing absolute consumption and emissions through a performance-based energy economy*. „Energy Policy” 2009, nr 37, s. 361-370.
- Transport*. pod red. W. Rydzkowskiego i K. Wojewódzkiej-Król, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2009.
- Dyrektywa 2002/91/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 16 grudnia 2002 r. w sprawie efektywności energetycznej budynków, Dz. Urz. WE ser. L z dnia 4 stycznia 2003 r.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/27/UE z 25 października 2012 r. w sprawie efektywności energetycznej, zmiany dyrektyw 2009/125/WE i 2010/30/UE oraz uchylecia dyrektyw 2004/8/WE i 2006/32/WE, Dz. Urz. UE ser. L z dnia 14 listopada 2012 r.

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 347/2013 z dnia 17 kwietnia 2013 r. w sprawie wytycznych dotyczących transeuropejskiej infrastruktury energetycznej, uchylające decyzję nr 1364/2006/WE oraz zmieniające rozporządzenia (WE) nr 713/2009, (WE) nr 714/2009 i (WE) nr 715/2009, Dz. Urz. UE ser. L z dnia 25 kwietnia 2013 r.

<http://internet-map.net>

SUMMARY

A complete understanding of the requirements of infrastructure policy requires the understanding of its current development trends. Although these trends have been studied in each of the infrastructure domains, an overall view of all domains is still missing. This paper attempts to fill this gap by examining convergence and new service models across all infrastructure domains. Numerous examples from ICT, transportation and energy sectors are being described. In addition, the author attempts to introduce the technical and legal particularities behind these trends for each sector.

The results clearly indicate that ICT, transportation and energy grow into a common infrastructure layer. In particular, ICT is being employed as a meta infrastructure in many industries, serving as a possibility to deploy applications that require near-real time data quality.

PPP i inwestycje publiczne w Polsce – jaka perspektywa rozwoju?

Rozwój infrastruktury w Polsce i sposoby jego finansowania w nadchodzących latach są obecnie przedmiotem licznych analiz i dyskusji. Wypowiedzi ekspertów i przedstawicieli rządu koncentrują się zwłaszcza wokół pełnego wykorzystania funduszy strukturalnych Unii Europejskiej uzyskanych przez Polskę w ramach perspektywy finansowej 2014–2020, a także wokół realizacji nowych programów wsparcia inwestycji infrastrukturalnych, tak unijnych (Connecting Europe Facility, Plan Junckera), jak i krajowych (Program Inwestycji Polskich).

Na tym tle publiczna dyskusja na temat rozwoju Partnerstwa Publiczno-Prywatnego w Polsce wydaje się toczyć trochę na marginesie głównego nurtu wydarzeń. Można też zauważyć pewne znużenie uczestników debaty o PPP, którzy od dobrych kilku lat podkreślają zalety tej formuły inwestycji publicznych i domagają się jej szerszego stosowania w Polsce, jednak ich argumenty i postulaty nie wywołują po stronie państwa większego odzewu. W lutym 2008 roku czołowy portal budowlany zamieścił materiał zatytułowany *Dlaczego PPP udaje się wszędzie, tylko nie u nas?*¹ Jeszcze w marcu 2013 roku znany dziennikarz ekonomiczny ocenił, że *PPP w Polsce nigdy się nie uda*.² Ostatnio atmosfera wokół PPP nieco się poprawiła, ale przeważa pogląd że „w Polsce o PPP jak dotąd tylko się mówi”.

Ekspertci konsekwentnie chwalą wyższą efektywność ekonomiczną PPP w porównaniu do tradycyjnych projektów infrastrukturalnych finansowanych z budżetu. Jednak instytucje publiczne odpowiedzialne za realizację inwestycji w infrastrukturze, do których z natury rzeczy należy inicjatywa w kwestii planowania i wdrażania przedsięwzięć PPP, w większości przyjmują tutaj postawę pełną rezerwy. W prywatnych rozmowach wielu przedstawicieli ministerstw i organów samorządowych podkreśla obawy przed PPP (osławione „czwarte P”), jakkolwiek obawy te znacznie częściej wynikają z zasłyszanych opinii niż z własnych złych doświadczeń z tymi projektami.

¹ *Dlaczego PPP udaje się wszędzie, tylko nie u nas?* http://www.muratorplus.pl/biznes/wiesci-z-rynku/dlaczego-ppp-udaje-sie-wszedzie-tylko-nie-u-nas_62254.html [dostęp: 22.02.2008].

² J. Cipiur, *Procesy inwestycyjne: PPP w Polsce nigdy się nie uda* <http://www.obserwatorfinansowy.pl/forma/debata/procesy-inwestycyjne-ppp-w-polsce-sie-nigdy-nie-uda/> [dostęp: 27.03.2013].

Jeśli chodzi o oficjalne wypowiedzi strony rządowej, PPP na ogół oceniane jest pozytywnie, do czego przyczynił się przychylny raport NIK z 2013 roku³. Ale ciągle brakuje konkretnych, aktywnych działań państwa promujących stosowanie tej formuły inwestycji lub eliminujących różne zidentyfikowane bariery jej rozwoju.

Wśród ekonomistów i przedstawicieli biznesu dominuje pogląd, że rola PPP w Polsce jest ciągle marginalna, a postęp we wdrażaniu przedsięwzięć PPP frustrująco wolny, przez co wielki potencjał tego rozwiązania dla rozwoju polskiej infrastruktury pozostaje w znacznym stopniu niewykorzystany. Najczęstszą konkluzją większości wypowiedzi na temat perspektyw PPP w Polsce jest pesymistyczna prognoza, że do momentu zakończenia obecnej perspektywy finansowej UE (rok 2020, a nawet 2023, jeśli uwzględnić pełny cykl rozliczeń projektów unijnych) na znaczący rozwój PPP nie ma co liczyć⁴.

Powstaje pytanie: czy to poczucie rezygnacji u zwolenników PPP jest uzasadnione? Czy ta formuła inwestycji publicznych rzeczywiście znajduje się w Polsce w swoistym ślepych zaułku i dlaczego tak się dzieje? Czy można wskazać na działania, koncepcje czy choćby tylko kierunki myślenia, które pozwoliłyby zdynamizować jej rozwój z korzyścią dla państwa i gospodarki?

Niniejszy artykuł będzie próbą odpowiedzi na te pytania w oparciu o konkretne doświadczenia trzech krajów stanowiących ścisłą światową czołówkę w zakresie wykorzystania PPP – Wielkiej Brytanii, Australii i Kanady. Można zapytać: czemu akurat przykład tej trójki liderów ma stworzyć dla Polski perspektywę dla szerszego zastosowania PPP? Otóż program PPP we wspomnianych krajach przeszedł znamieną ewolucję, która wykazuje pewne istotne podobieństwa i która wydaje się wyrażać pewne dość uniwersalne prawidłowości związane nie tylko ze stosowaniem PPP, ale też z funkcjonowaniem całej dziedziny inwestycji publicznych. PPP wcale nie od razu odniosło tam sukces i warto prześledzić, jakie wnioski wyciągnięto z pierwszych prób i błędów, aby móc w pełni wykorzystać potencjał tej formuły inwestycji dla rozwoju infrastruktury⁵.

1. Sytuacja PPP w Polsce

Tak jak w każdym kraju, również w Polsce uwarunkowania dla rozwoju PPP są wypadkową złożonego splotu czynników politycznych, instytucjonalnych, ekonomicz-

³ Najwyższa Izba Kontroli, Realizacja przedsięwzięć w systemie Partnerstwa Publiczno-Prywatnego. Informacja o wynikach kontroli, 24 kwietnia 2013 r.

⁴ Por. G. Łyś, *PPP drgnie dopiero, gdy skończą się pieniądze unijne*, <http://www.obserwatorfinansowy.pl/forma/rotator/ppp-drgnie-dopiero-gdy-skoncza-sie-pieniadze-unijne/> [dostęp: 23.042015].

⁵ Autor wykorzystał w niniejszym artykule częściowe efekty prac badawczych prowadzonych w ramach projektu systemowego Polskiej Agencji Rozwoju Przedsiębiorczości pn. Partnerstwo publiczno- prywatne. Przykładem szczegółowego rozwinięcia problemu ewolucji programu PPP na przykładzie Kanady jest artykuł: K. Szymański, *Partnerstwo publiczno- prywatne w Kanadzie. Model i czynniki sukcesu*, PARP, Biuletyn partnerstwa publiczno- prywatnego nr 10/2014, s. 35 i nast.

nych i finansowych, które determinują funkcjonowanie infrastruktury usług publicznych i formy jej finansowania. PPP może być wykorzystywane szeroko, w niewielkim stopniu bądź wcale, w zależności m.in. od koncepcji i rozwiązań instytucjonalnych w zakresie zarządzania infrastrukturą, stosunków własnościowych i potrzeb inwestycyjnych sektora infrastruktury, stanu rynku budownictwa infrastrukturalnego czy form i dostępności długoterminowego finansowania dla projektów inwestycyjnych.

Nie ulega wątpliwości, że układ wspomnianych czynników, jaki ukształtował się w Polsce w ostatnich latach, wykreował bardzo poważne bariery dla szerokiego wykorzystania formuły PPP w sferze inwestycji publicznych.

Najważniejszą z tych przeszkód wydaje się przyjęty w ciągu ostatniej dekady model finansowania inwestycji infrastrukturalnych, którego podstawą są dotacje budżetowe połączone z dotacjami z funduszy strukturalnych Unii Europejskiej. Przesłanką dominacji takiego modelu była dostępność ogromnej puli dotacji z funduszy strukturalnych UE, uzyskanych przez Polskę w trakcie poprzedniej unijnej perspektywy finansowej (2007–2013). Dostępność ta została utrzymana także w okresie obecnej perspektywy (2014–2020).

Skalę wsparcia finansowego Unii Europejskiej dla inwestycji w budowę dróg i autostrad w Polsce – drogownictwo jest zdecydowanie najbardziej kapitałochłonnym sektorem infrastruktury – obrazuje tabela 1 poniżej. Ilustruje ona planowany udział funduszy UE w całości wydatków na inwestycje drogowe realizowane przez Generalną Dyрекcję Dróg Krajowych i Autostrad, zgodnie z założeniami trzech wieloletnich Programów Budowy Dróg Krajowych przyjętych przez polski rząd⁶.

Realizacja wspomnianych planów dość wyraźnie odbiegała od założeń wyjściowych, najczęściej w dół (wiele projektów opóźniło się w realizacji, ponadto wartość projektów określona w przetargach była często niższa od planowanych kosztorysów). Przykładowo rzeczywiste wydatki GDDKiA w latach 2008–2012 wyniosły 100,9 mld zł, co stanowiło nieco ponad 83% wyjściowej kwoty inwestycji⁷. Odchylenia wartości i terminów realizowanych projektów od planu wpływały z natury rzeczy na rozkład w czasie strumieni finansowych, ale nie powinny znacząco zmienić generalnych proporcji źródeł finansowania⁸.

Warto jeszcze zauważyć, że jeśli spojrzeć na źródła finansowania indywidualnych projektów dotowanych przez UE, udział funduszy europejskich był tam zazwyczaj wyraźnie wyższy niż wskaźniki tabeli 1, gdyż nie wszystkie inwestycje były współfi-

⁶ PBDK na lata 2008–2012 został przyjęty Uchwałą Rady Ministrów z 25 września 2007 r., a PBDK na lata 2011–2015 Uchwałą Rady Ministrów z 25 stycznia 2011 r. (nowy plan został wdrożony już w okresie realizacji starego). PBDK na lata 2014–2023 znajduje się jeszcze w trakcie prac, obecnie dostępny jest jedynie projekt planu z 22 grudnia 2014 r. Wszystkie w/w plany obejmują tzw. drogi krajowe, tak więc nie widać nich dróg samorządowych, które mogą być współfinansowane ze środków Unii w ramach właściwych Regionalnych Programów Operacyjnych.

⁷ Por. Ernst & Young, *Analiza rynku infrastruktury drogowej w Polsce*, 14.02.2014, s.25.

⁸ Przepływy finansowe związane z projektami wspieranymi przez fundusze UE są tak czy owak przesunięte w czasie (przynajmniej o 12–18 miesięcy w stosunku do faktycznej realizacji), gdyż technicznie budżet unijny refunduje wydatki już uprzednio poniesione w projekcie i sfinansowane przez rząd polski.

nansowane przez Unię. Ponadto liczby obrazujące skalę dotacji z budżetu UE w pewnym sensie zaniżają rolę „czynnika unijnego” w finansowaniu infrastruktury w Polsce, gdyż poważną część kwot wykazywanych w statystykach jako „środki krajowe” faktycznie pochodzi z kredytów uzyskanych przez Polskę w Europejskim Banku Inwestycyjnym, a więc banku związanego instytucjonalnie i politycznie z Unią Europejską⁹.

Tab. 1. Planowany udział funduszy strukturalnych UE w inwestycjach drogowych w Polsce

	Program rządowy łączne wydatki (mld zł)	Wydatki ze środków UE (mld zł)	Udział środków UE (mld zł)
PBDK 2008–2012	121,0	35,0	29,0%
PBDK 2011–2015	72,4	35,6	49%
PBDK 2014–2023	155,9	44,9	29%

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z aneksów statystycznych poszczególnych Programów Budowy Dróg Krajowych (bez późniejszych korekt).

Co bardzo ważne, czynnik obiektywny, czyli możliwość łatwego dostępu do funduszy UE, został wydatnie wzmocniony przez czynnik polityczny – bardzo silny nacisk rządu na podmioty sektora publicznego, aby w maksymalnym stopniu wykorzystywały środki unijne. Pełna absorpcja funduszy UE stała się w gruncie rzeczy naczelnym strategicznym celem rządu, który podporządkował realizacji tego celu wszystkie procesy decyzyjne i procedury związane z inwestycjami publicznymi.

Dla ekonomistów jest oczywiście sprawą dyskusyjną, czy wspomniana polityka rządu jest optymalna z punktu widzenia rozwoju gospodarczego Polski. Jej głównym motywem jest założenie, że dotacje UE są najtańszym źródłem finansowania rozwoju, swoistą „manną z nieba”, stąd wszędzie tam gdzie to możliwe to one powinny być punktem wyjścia do montażu finansowania inwestycji. Z założeniem tym trudno polemizować, tyle że przyjęta polityka ma też swoje negatywne skutki uboczne. Mówiąc w dużym skrócie, absolutny imperatyw, aby wydać w całości ogromne posiadane środki, prowadził niejednokrotnie do podejmowania realizacji projektów o relatywnie niskiej efektywności ekonomicznej, deformacji w stosowaniu procedur zamówień publicznych oraz zaburzeń w funkcjonowaniu rynku budownictwa inwestycyjnego.

Nastawienie polityki rządu na maksymalne wykorzystanie funduszy unijnych miało w płaszczyźnie instytucjonalnej również i ten efekt, że instytucje centralne i samorządowe podejmujące inwestycje w infrastrukturze dostosowały się do tego prio-

⁹ Polska korzysta także z kredytów innych międzynarodowych banków rozwojowych, jak Bank Światowy czy Europejski Bank Odbudowy i Rozwoju, ale nie na tak dużą skalę jak w przypadku EBI.

rytetu pod względem organizacyjnym, proceduralnym i kadrowym. Wdrożone przy tej okazji procesy i struktury organizacyjne mają zaś naturalną tendencję do utrwalania swojej egzystencji.

Przy tak ukształtowanym otoczeniu dla organizacji i finansowania inwestycji publicznych trudno się dziwić, że sprawa wykorzystania i promowania formuły PPP została zepchnięta na dalszy plan. Bezprecedensowa skala frontu inwestycyjnego współfinansowanego ze środków UE wymagała od podmiotów publicznych zaangażowanych w projekty unijne ogromnego wysiłku, aby sprawnie wydatkować i rozliczyć otrzymane fundusze, stąd na wdrażanie bardziej złożonych form inwestycji zвычайnie zabrakło czasu i energii.

Jedynym w zasadzie kierunkiem wspierania PPP, gdzie rzeczywiście widać inicjatywę i aktywne zaangażowanie strony rządowej, jest promowanie tzw. projektów hybrydowych, łączących formułę PPP z wykorzystaniem funduszy unijnych (dotacji lub rzadziej instrumentów zwrotnych, np. pożyczek pozyskanych w ramach programu JESSICA). Dużym sukcesem jest tu doprowadzenie do etapu realizacji dużego projektu budowy spalarni odpadów w Poznaniu, ale ciągle nie wiadomo, czy za tym pilotażowym projektem pójdą następne.

Dominacja budżetowo-unijnego mechanizmu finansowania infrastruktury wydaje się być w dużej mierze odpowiedzialna za fakt, że nie wprowadzono dotychczas w Polsce szeregu rozwiązań instytucjonalnych i regulacyjnych, które na świecie uważane są za niezbędne do pełnego wykorzystania potencjału PPP. Zwolennicy zwiększenia roli PPP w Polsce wskazują zwłaszcza na brak instytucji odpowiedzialnej za koordynowanie w całościowy sposób funkcjonowania polskiego programu PPP oraz łączący się z tym brak ogólnej krajowej strategii wykorzystania PPP, brak obowiązkowych standardów w zakresie procesów decyzyjnych i rozwiązań projektowych, niejasności w zakresie regulacji finansowo-księgowo dotyczące PPP itd.

Niedostatki otoczenia instytucjonalnego są niewątpliwie ważną barierą hamującą rozwój PPP w Polsce. Ta forma inwestycji ze swej natury wymaga zdecydowanego wsparcia ze strony państwa, jeśli ma zaistnieć na szerszą skalę na rynku inwestycyjnym. PPP jest po prostu rozwiązaniem bardziej skomplikowanym i ryzykownym dla decydentów publicznych niż tradycyjne zamówienia publiczne finansowane z budżetu. Dylemat urzędnika dokonującego wyboru między budżetowym wariantem inwestycji a wariantem PPP można wyrazić odnosząc się do pytania „czy lepszy wróbel w garści, czy gołąb na dachu”. Przysłowiowym wróblem jest dobrze znany i prosty w obsłudze wariant budżetowy, zaś rolę gołębia gra PPP, które jest trudniejsze i bardziej kosztowne w przygotowaniu, a jednocześnie oferuje korzyści, które co prawda mogą być bardzo duże, ale wcale nie są pewne, a jeśli się w ogóle zmaterializują, to dopiero w przyszłości i to często odległej.

W rezultacie podmioty publiczne wykazują całkowicie logiczną tendencję do preferowania w normalnych warunkach formuły tradycyjnej i zazwyczaj trzymają się jej tak długo, dopóki dysponują środkami w budżecie. PPP jest w tej sytuacji traktowane jako opcja ostatniego wyboru. Innymi słowy, staje się ono dla decydenta publicznego interesującym wariantem inwestycji dopiero wtedy, gdy napotka on barierę braku

środków publicznych. Typowy decydent nie wybiera PPP dlatego, że porównał wariant budżetowy i PPP, np. pod względem efektywności kosztowej, i PPP okazało się tańsze. Decyduje się on na PPP zazwyczaj dopiero wtedy, gdy alternatywą jest zaniechanie inwestycji w ogóle. Ta właśnie sytuacja tłumaczy wyraźny wzrost zainteresowania PPP zauważalny w ostatnich latach w polskich samorządach, które mocno zadłużyły się w latach 2007–2013, aby sfinansować wkłady własne do realizowanych projektów unijnych.

Warto przy tym podkreślić, że opisana powyżej inklinacja decydentów w sektorze publicznym do stosowania budżetowego wariantu inwestycji występuje praktycznie we wszystkich krajach świata, tak więc polscy samorządowcy nie różnią się wcale w swoim podejściu do PPP od swoich kolegów z zagranicy. Zasadniczo wszędzie tam, gdzie zaczynało wdrażać PPP, także w krajach stanowiących dziś światową czołówkę w stosowaniu tej formuły inwestycji publicznych, podstawowym motywem dla podejmowania wczesnych projektów PPP było dążenie podmiotów publicznych do obejścia bariery fiskalnej.

Nawiązując jeszcze do tezy o wielkim niewykorzystanym potencjale PPP w rozwoju polskiej infrastruktury, należy podkreślić, że oczekiwania co do możliwości bardzo szerokiego zastosowania PPP w Polsce wydają się dość mało realistyczne, nawet przy znacznie bardziej sprzyjającym otoczeniu instytucjonalnym. Specyficzna ekonomika przedsięwzięć PPP sprawia, że tylko stosunkowo niewielka część projektów infrastrukturalnych, spełniających określone warunki, nadaje się do efektywnego zastosowania PPP, czyli oferuje potencjał dla znaczącej obniżki kosztów w porównaniu z wariantem budżetowym.

Te ograniczenia tłumaczą, dlaczego nawet w krajach, które mają duże doświadczenie w wykorzystywaniu PPP i gdzie ma ono sprzyjające otoczenie prawne i instytucjonalne, udział PPP w całości inwestycji infrastrukturalnych rzadko kiedy przekracza próg 10%, a najczęściej wynosi kilka procent (warto pamiętać, że szacunki dotyczące struktury źródeł finansowania inwestycji w infrastrukturze są utrudniane przez szereg komplikacji metodologicznych – zob. ramka 1 poniżej). Ponieważ projekty PPP dotyczą z reguły inwestycji dużych i prestiżowych, o znacznej widzialności, ich znaczenie dla rynku inwestycyjnego jest jednak z reguły oceniane wyżej, niż wskazywałby na to ich ilościowy udział w wolumenie transakcji – zgodnie z charakterystycznym określeniem używanym przez brytyjskie Ministerstwo Skarbu, rola PPP w obszarze inwestycji publicznych w Wielkiej Brytanii jest „niewielka ale znacząca” (*small but significant*).

Relatywnie niewielki udział projektów PPP w całym rynku projektów infrastrukturalnych, jakiego można się spodziewać także w Polsce, nie powinien w żadnym razie prowadzić do lekceważenia tej formy inwestycji.

Po pierwsze, zważywszy na wartość prognozowanych inwestycji publicznych w Polsce, nawet kilkuprocentowy udział PPP w całym rynku spowodowałby, że w formule tej prowadzony byłby wielomiliardowy portfel projektów, co oznaczałoby ogromny skok w porównaniu do obecnej sytuacji. Jak widać w tabeli 2, udział inwestycji publicznych w PKB Polski przez okres mniej więcej najbliższych 10 lat ma być

stabilny (z nieznacznym trendem zniżkowym) i utrzymywać się będzie na poziomie nieco ponad 4%. Przy stałym wzroście PKB oznaczać to będzie stopniowy, ale systematyczny wzrost kwoty inwestycji publicznych, która w 2020 roku powinna osiągnąć 105,5 mld zł (po przekroczeniu w 2018 roku rekordu z poprzedniej perspektywy finansowej UE wynoszącego 88,4 mld zł), a w 2030 roku 146,7 mld zł. PPP będzie więc miało znaczącą przestrzeń do rozwoju.

Po drugie, patrząc na doświadczenia innych krajów, PPP daje możliwość realizacji wielkich i skomplikowanych projektów, które choćby z uwagi na kwotę początkowych wydatków inwestycyjnych miałyby duży problem z umieszczeniem w budżecie. Ponadto PPP jest znacznie bardziej skuteczne w realizacji fazy budowy takich projektów zgodnie z harmonogramem i zaplanowanym budżetem kosztów. W rezultacie projekty tego typu mają w percepcji czołowych międzynarodowych inwestorów i firm wykonawczych bardzo duże znaczenie dla ogólnego klimatu inwestycyjnego i atrakcyjności danego rynku.

Tab. 2. Inwestycje sektora publicznego w Polsce (kwota i udział w PKB)

Rok	Kwota (w mld zł)	Udział w PKB (%)
2010	78,8	5,6
2011	88,4	5,9
2012	73,8	4,7
2013	63,2	4,1
2014	76,2	4,4
2015	80,8	4,5
2016	84,9	4,5
2017	85,8	4,3
2018	89,2	4,2
2020	105,5	4,5
2025	124,7	4,1
2030	146,7	3,6

Źródło: 2010–2014: Dane rzeczywiste. Źródło: Rada Ministrów, Wieloletni Plan Finansowy Państwa/Program Konwergencji, Aktualizacje dla lat 2011–2015.

2015–2018: Prognoza. Źródło: udział inwestycji w PKB – Wieloletni Plan Finansowy Państwa na lata 2015–2018, Rada Ministrów, kwiecień 2015, Aneks; kwota inwestycji – obliczenia własne na podstawie prognozy wzrostu PKB i % wskaźnika udziału inwestycji, dane j.w.

2020–2030: Prognoza. Źródło: M. Gronicki, J. Jankowiak, *Otwarte Fundusze Emerytalne i gospodarka Polski w latach 1999–2013*. Gdynia – Warszawa, 26 kwietnia 2013, Załącznik C.

Uwaga: Inwestycje sektora publicznego (*General Government*) są powszechnie utożsamiane w międzynarodowych analizach makroekonomicznych z nakładami na infrastrukturę. Trzeba jednak pamiętać, że (1) nie wszystkie nakłady na środki trwałe ponoszone przez instytucje publiczne służą budowie lub modernizacji obiektów infrastruktury (dokładniejszym miernikiem byłyby być może nakłady na budynki i budowle, zgodnie z terminologią GUS), (2) znaczące inwestycje dokonywane są także przez firmy w sprywatyzowanych sektorach infrastruktury (różne gałęzie transportu, energetyka, telekomunikacja itd.).

RAMKA 1

Publiczne i prywatne finansowanie infrastruktury – jak to liczyć?

W niniejszym artykule zasadniczo traktujemy pojęcia „inwestycje publiczne” i „inwestycje infrastrukturalne” jako synonimy, gdyż najczęściej jest to merytorycznie uprawnione. Generalnie rzecz biorąc, inwestycje publiczne w znaczącej większości przypadków mają miejsce w obszarze infrastruktury. Natomiast poczynając od lat 1980, gdy na świecie rozpoczął się szeroki trend do prywatyzacji przedsiębiorstw państwowych, który w wielu krajach objął także gałęzie infrastruktury gospodarczej, rosnąca część inwestycji w infrastrukturze przestała mieć charakter „publiczny”, przynajmniej w sensie statystycznym. Tak więc nie każda inwestycja infrastrukturalna jest dziś inwestycją publiczną.

Projekty inwestycyjne podejmowane przez sprywatyzowane firmy zarządzające infrastrukturą, np. w sektorze transportu, energetyki czy telekomunikacji, są w systemie rachunków narodowych zaliczane do inwestycji „prywatnych”. W związku z tym w szeregu krajów wysoko rozwiniętych, które sprywatyzowały dużą część swojej infrastruktury, udział inwestycji prywatnych w całej wartości inwestycji infrastrukturalnych przekracza znacznie połowę. Z reguły te całkowicie prywatne inwestycje infrastrukturalne są też o wiele większe od inwestycji realizowanych w formule PPP.

Projekty PPP z definicji mają miejsce w sektorach, gdzie majątek infrastrukturalny jest własnością publiczną, ponieważ jednak projekty te są organizowane w trybie *project finance* i stąd są prowadzone przez prywatne spółki SPV na mocy długoterminowej umowy z partnerem publicznym, miejsce ewidencji księgowej i statystycznej majątku powstałego w tych projektach nie jest jednoznacznie przesądzone – zależy ono od interpretacji postanowień zawartych w umowie PPP co do statusu własnościowego aktywów projektu, w tym zwłaszcza reguł postępowania w momencie zakończenia lub przerwania projektu. W poszczególnych krajach stosuje się tutaj różne podejścia, a złożoność umów PPP powoduje, że sposób ich księgowania jest źródłem licznych sporów i nieporozumień. Osobną kwestią jest tutaj polityka władz fiskalnych, motywowana m.in. względami zarządzania długiem publicznym.

Inwestycje realizowane w ramach projektów PPP są zazwyczaj zaliczane do inwestycji „prywatnych”, chociaż zdarza się że projekty tego typu są współfinansowane przez sektor publiczny. Z drugiej strony jako swoistą formę pośrednią między inwestycjami publicznymi i prywatnymi można też traktować nakłady na infrastrukturę ponoszone przez różnorodne instytucje, organizacje i przedsiębiorstwa kontrolowane przez państwo lub samorzady, ale funkcjonujące całkowicie lub częściowo w oparciu o rachunek ekonomiczny (mogą one np. prowadzić własną działalność na zasadach rynkowych oraz realizować określone zadania gospodarcze na zlecenie i rachunek organów administracji i otrzymywać w związku z tymi zadaniami fundusze z budżetu).

Jak widać, struktura źródeł finansowania inwestycji infrastrukturalnych, jak i generalnie przepływów finansowych związanych z infrastrukturą, jest bardzo mało przejrzysta już tylko z uwagi na złożone stosunki własnościowe i rozwiązania instytucjonalne występujące w sferze infrastruktury. Problemy z analizowaniem inwestycji i przepływów finansowych w sektorze infrastruktury są dodatkowo potęgowane przez rozbieżności między językiem potocznym a oficjalną terminologią prawną i statystyczną dotyczącą inwestycji „publicznych”

i „prywatnych”¹⁰. Dobre zrozumienie struktury i dynamiki finansowania inwestycji w infrastrukturze wymaga zatem bardzo starannej i ostrożnej analizy dostępnych danych.

Wielka Brytania jest przykładem kraju, który poświęca wiele uwagi i wysiłku analizowaniu, prognozowaniu i planowaniu inwestycji infrastrukturalnych oraz sposobów ich finansowania w całościowym układzie, obejmującym zarówno inwestycje sektora publicznego, jak i prywatnego. Wiąże się to niewątpliwie ze znacznym stopniem sprywatyzowania brytyjskich aktywów infrastrukturalnych oraz bardzo szerokim w porównaniu z innymi krajami zastosowaniem formuły PPP. Zgodnie z najnowszą prognozą źródeł finansowania dla inwestycji w infrastrukturze Wielkiej Brytanii, dotyczącą lat fiskalnych 2014–15 do 2020–21, w łącznej kwocie tych inwestycji wynoszącej 327 mld funtów, największy udział mają inwestycje prywatne z udziałem 65%. Na inwestycje publiczne przypada 21%, a na różne formy PPP 14% całości¹¹.

Z kolei w **Australii** udział inwestycji prywatnych w całej kwocie inwestycji infrastrukturalnych szacowany był w 2012 roku na nieco poniżej 50%. Tylko niewielka część inwestycji prywatnych zrealizowana została w ramach projektów PPP – poczynając od roku 1995, całość nakładów inwestycyjnych w infrastrukturze Australii wyniosła ponad billion dolarów australijskich, podczas gdy nakłady w projektach PPP wyniosły w tym okresie około 50 mld dolarów australijskich, czyli niecałe 5% całości¹².

2. „Dobre” i „złe” PPP, czyli dlaczego projekty PPP są podejmowane

Powyżej omówiono krótko czynniki, które oddziałują hamująco na rozwój PPP w Polsce. Jak dotąd nie został jednak w ogóle poruszony problem zasadniczy: właściwie dlaczego PPP ma być rozwijane, a jego udział w wolumenie inwestycji infrastrukturalnych powinien być większy? Z pewnością nie można traktować stosowania PPP jako celu samego w sobie, jest on raczej środkiem, który powinien służyć rozwojowi infrastruktury i całej gospodarki.

Dotykamy tutaj problemu o podstawowym znaczeniu, który w polskiej dyskusji o PPP jest poruszany dość zdawkowo, zapewne z uwagi na znikomą liczbę realizowanych w Polsce projektów tego typu – jakie korzyści PPP daje podmiotom publicznym,

¹⁰ Warto np. przypomnieć że system rachunków narodowych obowiązujący w krajach Unii Europejskiej (a więc także w Polsce) przy definiowaniu sektorów gospodarki w ogóle nie używa kryterium własnościowego. Sektory definiowane są poprzez kryterium funkcjonalne, mamy więc „sektor instytucji rządowych i samorządowych” i „sektor przedsiębiorstw”, które potocznie określane są jako sektor „publiczny” i „prywatny”. Ponieważ energetyka jest w polskiej statystyce zaliczana do sektora przedsiębiorstw, wszystkie inwestycje w energetyce są „prywatne”. Natomiast inwestycje w kolejnictwie są od 2014 roku „publiczne”, gdyż GUS przesunął w tym roku przedsiębiorstwo PKP PLK SA z sektora przedsiębiorstw do sektora instytucji rządowych i samorządowych.

¹¹ Por. HM Treasury, *National Infrastructure Plan 2014*, December 2014, Chart 14.A, s. 104. Brytyjski rok fiskalny rozpoczyna się 1 kwietnia i kończy się 31 marca roku następnego.

¹² Por. S. Chong, E. Poole, *Financing Infrastructure: A Spectrum of Country Approaches*, Reserve Bank of Australia, Bulletin, September 2013, s. 72–73.

które realizują inwestycje infrastrukturalne, a mówiąc dokładniej, jaki jest bilans korzyści i kosztów PPP w stosunku do tradycyjnych projektów budżetowych? Otóż należy podkreślić, że w krajach, w których PPP jest aktywnym i widocznym elementem frontu inwestycji infrastrukturalnych, ten podstawowy, wręcz egzystencjalny dla PPP problem budzi wiele sporów, kontrowersji i nieporozumień. Tak więc, aby dyskutować w sposób miarodajny o perspektywach rozwoju PPP w Polsce, trzeba wyjaśnić, o co w tych sporach chodzi.

Mówiąc w największym skrócie, ekonomiści rozróżniają „dobrą” i „złą” motywację dla podejmowania PPP przez podmioty publiczne.

„Dobry” powód dla inicjowania projektu PPP to dążenie do osiągnięcia wyższej efektywności ekonomicznej projektu niż ta możliwa do uzyskania w formule budżetowej. Dla każdego ekonomisty jest niejako oczywiste, że decydującym kryterium przy podejmowaniu wszystkich decyzji inwestycyjnych, zarówno w sektorze prywatnym, jak i publicznym, powinna być oczekiwana efektywność inwestycji. Jeśli podejmowane będą projekty o wątpliwej efektywności, inwestorzy osiągać będą ostatecznie niską stopę zwrotu, a w skali makro prędzej czy później dojdzie do obniżenia dynamiki wzrostu gospodarczego.

Rola kryteriów efektywnościowych w inwestycjach sektora publicznego może budzić pewne wątpliwości, zwłaszcza w przypadku tzw. infrastruktury społecznej, która z reguły nie generuje przychodów bądź jest wszechstronnie subsydiowana przez państwo (szkolnictwo, służba zdrowia, kultura itp.). Nie można tu wymagać tradycyjnie rozumianej opłacalności inwestycji, ale powinno się oczekiwać, że projekty będą planowane i przygotowywane na zasadzie wyboru wariantów i rozwiązań projektowych zapewniających najniższy koszt osiągnięcia zakładanych wyników (efektywność kosztowa).

W płaszczyźnie rozważań modelowych wiadomo dość dobrze, dlaczego projekt PPP daje potencjalną możliwość realizacji danego przedsięwzięcia przy niższych kosztach i/lub lepszym stopniu zaspokojenia potrzeb użytkowników niż tradycyjna formuła inwestycji publicznej¹³. Rzecz w tym, że w realnym świecie „dobra”, czyli efektywnościowa motywacja dla PPP najczęściej nie jest dla funkcjonariuszy publicznych priorytetem, i nie chodzi tu jedynie o uwarunkowania polityczne decyzji dotyczących infrastruktury. Kluczową barierą jest większy stopień trudności oraz długotrwałość i wysokie koszty przygotowania projektów PPP w porównaniu z konwencjonalnymi inwestycjami publicznymi.

Decydenci w administracji państwowej i samorządowej działają w gąszczu licznych przepisów planistycznych i budżetowych, co radykalnie zwiększa ich preferen-

¹³ Potencjał „proefektywnościowy” wynikający z formuły PPP jest szczegółowo omówiony w wielu publikacjach, więc nie ma potrzeby wyjaśniania go w niniejszym artykule. Decydujące znaczenie ma połączenie w jedną całość szeregu faz „cyklu życia infrastruktury” i związane z tym przejęcie przez partnera prywatnego kluczowych funkcji zarządczych i koordynacyjnych w zakresie budowy i eksploatacji określonych obiektów infrastruktury – w modelu tradycyjnym poszczególne fazy (projektowanie, budowa, utrzymanie i eksploatacja) realizowane są na bazie odrębnych zamówień z różnymi wykonawcami, a funkcje zarządcze spełniane są przez organ publiczny.

cję dla rozwiązań prostszych i szybszych pod względem prawno-proceduralnym. W tym samym kierunku oddziałuje brak doświadczenia i kompetencji w zarządzaniu złożonymi przedsięwzięciami biznesowymi, jakimi są projekty PPP. W niektórych krajach, aby stworzyć i ugruntować w sektorze publicznym motywację efektywnościową, wprowadzane są różnego rodzaju bodźce motywacyjne, które mają wspierać wybór PPP, ale nie zawsze dają one oczekiwane efekty.

Innym bardzo ważnym problemem utrudniającym w praktyce stosowanie motywacji efektywnościowej, sięgającym do samego sedna sporów o PPP, jest duża złożoność rachunku efektywności projektu, za pomocą którego przeprowadzana jest porównawcza ocena opłacalności wariantu tradycyjnego i wariantu PPP z punktu widzenia sektora publicznego. Metodologia takiego rachunku przesądza o tym, czy wybór między wariantem tradycyjnym i PPP zostaje dokonany w sposób ekonomicznie prawidłowy, tak więc poprawność i wiarygodność przyjętej metody mają krytyczne znaczenie zarówno dla efektów gospodarczych stosowania PPP, jak i dla społecznej i politycznej akceptacji tej formuły inwestycji publicznych.

Otóż metodologia porównawczego rachunku efektywności dla PPP i tradycyjnych projektów budżetowych jest przedmiotem nieustających sporów między zwolennikami i przeciwnikami PPP. Problem jest w pewnym sensie nie do rozwiązania. Ocena opłacalności złożonego przedsięwzięcia, które w typowym projekcie PPP łączy inwestycję budowlaną w obiekty infrastruktury oraz eksploatację wybudowanego majątku przez okres 20–30 lat, wymaga dokonania licznych założeń i prognoz co do kształtowania się wielkości ekonomicznych przez cały okres trwania projektu, a ponadto zastosowania różnego rodzaju zabiegów kalkulacyjnych dla uzyskania porównywalności rachunku dotyczącego projektu PPP z rachunkiem analogicznej inwestycji budżetowej, mającej z definicji odmienny zakres, profil ryzyka itd. Nieuchronnie wprowadza to do rachunku szereg wielkości obarczonych dużym marginesem błędów oraz zawierających znaczny element subiektywizmu, co otwiera drogę do podważania wyników analizy przez tych, którzy z różnych powodów nie są z tych wyników zadowoleni.

Okolicznością dodatkowo komplikującą sytuację jest fakt, że najczęściej o wyniku całej analizy porównawczej przesądza wycena ryzyka projektu oraz alokacja ryzyka pomiędzy partnera prywatnego i publicznego. Element ten ma najbardziej hipotetyczny charakter z całego rachunku, a ponadto wymaga zastosowania wysoce specjalistycznej wiedzy i metod, które dla osób spoza wąskiego grona ekspertów są z oczywistych powodów zupełnie niezrozumiałe. W rezultacie wielu krytyków PPP uznaje analizę ryzyka, a w konsekwencji cały porównawczy rachunek opłacalności tych projektów za niewiarygodny i tendencyjny, służący do uzasadnienia założonego z góry wyboru wariantu PPP.

W zasadzie powinno być tak, że „dobra”, czyli efektywnościowa, motywacja dla PPP powinna bronić się sama, tzn. dowody na wyższą opłacalność projektów PPP powinny zostać dostarczone przez empiryczne badania wyników uzyskanych przy ich realizacji. Tu jednak znowu pojawiają się komplikacje.

Nikt zasadniczo nie kwestionuje wyższej efektywności PPP w realizacji fazy budowy – wykonano tu szereg badań i właściwie wszystkie wykazały, że odsetek pro-

jektów PPP, które zrealizowały budowę infrastruktury w terminie i bez przekroczeń kosztów jest o wiele lepszy niż w inwestycjach budżetowych. I tak np. raport brytyjskiego National Audit Office z 2003 roku, cytujący badania przeprowadzone na projektach PFI i projektach tradycyjnych, podał, że udział projektów PFI zrealizowanych bez nieuzasadnionych podwyżek kosztów wyniósł 78% wobec tylko 27% dla projektów tradycyjnych. Analogiczny wskaźnik dla projektów zrealizowanych w terminie wyniósł odpowiednio 76% i 30%¹⁴.

Rzecz jednak w tym, że image projektów PPP w odbiorze opinii publicznej jest kształtowane przede wszystkim przez fazę eksploatacji, gdy z projektem stykają się użytkownicy. To w tym okresie strona prywatna uzyskuje przychody z projektu i decyduje się jego ostateczny wynik finansowy (tego też okresu dotyczy większość kontrowersji wokół PPP). Otóż przeszkoda tutaj polega na tym, że nie ma jeszcze w ogóle badań empirycznych, które dotyczą reprezentatywnej ilości projektów PPP z całkowicie zakończoną i rozliczoną fazą eksploatacji – po prostu na świecie prawie nie ma jeszcze takich projektów, zważywszy że pierwsze projekty PPP zaczęły wchodzić w fazę eksploatacji we wczesnych latach 90.!¹⁵ W rezultacie obraz PPP jest w pewien sposób wypaczony, bo kształtowany jest w dużym stopniu przez stosunkowo nieliczne projekty, których realizacja została przerwana przed terminem, czyli głównie takie, gdzie wystąpiły poważne problemy operacyjne lub finansowe.

Kontrowersje i nieporozumienia dotyczą bodaj w jeszcze większym stopniu „złej” motywacji dla podejmowania projektów PPP, co wynika z tej przyczyny, że w realnym życiu gospodarczym występuje ona w sumie znacznie częściej. W percepcji ekonomistów zajmujących się inwestycjami publicznymi „zły” powód dla wdrażania PPP wiąże się z motywami natury fiskalnej, czyli mówiąc prościej, polega na braku pieniędzy w budżecie. Ta negatywna ocena motywu fiskalnego przez ekonomistów może wydać się zaskakująca – przecież sięgnięcie do prywatnych źródeł kapitału poprzez formułę PPP wydaje się jak najbardziej pożądane, często jest wręcz wskazywane jako podstawowa korzyść z PPP, gdyż potrzeby w zakresie rozwoju infrastruktury są ogromne, a jednocześnie liczne analizy wykonywane w Polsce i za granicą wskazują, że sektor publiczny nie będzie w stanie samodzielnie ich sfinansować.

Otóż ocena ta wyraża kolejną z wielu dwuznaczności, jakie związane są z PPP. Fiskalny motyw podejmowania przedsięwzięć PPP implikuje, że wybór tej formuły nie zostaje dokonany w związku z wysoką opłacalnością (niskim kosztem) projektu dla sektora publicznego, ale dlatego, że zamawiający działa w sytuacji niejako przymusowej. Pozwala to na przypuszczenie, że decydent publiczny akceptuje wówczas gorsze warunki, czyli wyższą cenę, niż przy pełnej swobodzie decyzji. Atrakcyjność PPP dla strony publicznej polega tu natomiast głównie na tym, że formuła ta umożliwia (bądź ułatwia) realizację inwestycji infrastrukturalnych przy ewidencji projektu poza bilan-

¹⁴ Por. National Audit Office, *PFI: Construction Performance. Report by the Comptroller and Auditor General*, 5 February 2003, s. 11 i 14.

¹⁵ Trzeba tu przypomnieć, że faza eksploatacji (faza operacyjna) w projektach PPP trwa 20, 30 albo więcej lat.

sem sektora publicznego, a więc bez wpływu na deficyt i/lub dług publiczny lub przy znacznym ograniczeniu tego wpływu. Wymaga to z reguły mniej lub bardziej kreatywnych zabiegów księgowych, ale z tym nie ma większego problemu z uwagi skomplikowany charakter transakcji PPP. Ta ostatnia kwestia wyjaśnia, dlaczego PPP jest tak często nieufnie traktowane przez ministrów finansów, odpowiedzialnych za równowagę makroekonomiczną i przejrzystość finansów publicznych.

Podobnie jest z rolą PPP jako źródła dodatkowego finansowania dla inwestycji infrastrukturalnych, stanowiącego uzupełnienie środków budżetowych. Jest to jeszcze jeden przedmiot nieporozumień, wynikający ze złożonej struktury przepływów finansowych mających miejsce w związku z inwestycjami w infrastrukturze.

Międzynarodowe doświadczenia uczą, że długofalowa korzyść z PPP wcale nie polega na tym, że ta formuła inwestycji otwiera dostęp do zupełnie nowego, dotychczas niewykorzystanego zasobu kapitału ze źródeł prywatnych. Oczywiście na powierzchni zjawisk tak to wygląda, ponieważ spółki SPV tworzone dla realizacji projektów PPP pozyskują inwestycje kapitałowe i kredyty, których nie widać w statystykach długu publicznego. Ale to dopiero początek przepływów finansowych związanych z PPP. Zadłużenie musi zostać spłacone przez spółki projektowe, a inwestorom trzeba zapewnić odpowiedni do ich ryzyka zwrot z inwestycji. Ponieważ w większości projektów PPP przychody spółek SPV pochodzą z opłat za dostępność infrastruktury wypłacanych przez partnera publicznego, w całym wieloletnim okresie realizacji projektu przepływy finansowe zaczynają się z punktu widzenia sektora publicznego kompensować¹⁶.

Dla osób patrzących na PPP wyłącznie przez pryzmat motywu fiskalnego konstatacja, że PPP nie zdejmuje tak naprawdę z sektora publicznego ciężaru finansowania inwestycji infrastrukturalnych, a jedynie zmienia jego formę i odsuwa w czasie, stanowi często zaskoczenie i prowadzi do wniosku, że „PPP nie daje stronie publicznej żadnej korzyści”. Jest to oczywiście pogląd fałszywy, przede wszystkim dlatego, że ignoruje motywację efektywnościową dla PPP.

Motywacja fiskalna dla PPP dodatkowo upolitycznia tę formę inwestycji, gdyż styka ją bezpośrednio z newralgicznym obszarem funkcjonowania państwa, jakim jest sfera finansów publicznych. Jak już wspomniano, ministrowie finansów zazwyczaj patrzą na PPP podejrzliwie, gdyż widzą w nim próbę ucieczki organów rządowych i samorządowych od dyscypliny budżetowej. Na tym lista zastrzeżeń wobec PPP bynajmniej się nie kończy.

Skarbnicy państwa nie lubią sztywnych wydatków z budżetu zaplanowanych daleko w przyszłość (bo ograniczają elastyczność budżetu), a zwłaszcza nie lubią

¹⁶ Powyższy wywód nie dotyczy projektów koncesyjnych, gdzie przychód spółki SPV pochodzi z opłat ponoszonych przez użytkowników infrastruktury, tak więc w projektach tych zasadniczo nie występują przepływy finansowe między organem publicznym a spółką w fazie eksploatacji. Koncesyjne projekty PPP pozwalają zatem na rzeczywiste finansowanie infrastruktury ze środków prywatnych. Rola tych projektów jest jednak niewielka i wykazuje długofalową tendencję malejącą – według danych EPEC, wartość tych projektów stanowiła w 2014 roku 15% całego rynku PPP w Europie. Por. EPEC, *Market Update. Review of the European PPP Market In 2014*, March 2015.

wydatków nieprzewidzianych. Tymczasem projekty PPP generują sztywne zobowiązania związane z opłatami za dostępność infrastruktury, a ponadto ze swej natury, wynikającej z bardzo długich terminów eksploatacji infrastruktury, kreują dość istotne ryzyko dodatkowych wypłat w wypadku renowacji kontraktów¹⁷.

Jak wynika z dotychczasowych rozważań, PPP na wczesnym etapie rozwoju musi pokonać swoisty mechanizm samoblokujący. Decydenci w sektorze publicznym nie doceniają zalet „dobrego” PPP i jeśli już czują się zmuszeni do szukania niekonwencjonalnych rozwiązań inwestycyjnych, próbują realizować przede wszystkim „złe” PPP, jednak próby te dość szybko napotykać na bariery finansowe i polityczne. W jaki sposób trójka światowych liderów PPP wyszła z tego zakłętą kręgu, pokazano w Ramce 2 poniżej.

RAMKA 2

Ewolucja PPP czyli przejście od „złego” do „dobrego” PPP

Rozróżnienie pomiędzy efektywnościowymi a fiskalnymi motywami podejmowania PPP pozwala w bardzo klarowny sposób przedstawić historyczną ewolucję PPP w krajach o najdłuższym doświadczeniu w stosowaniu tej formuły inwestycji, a więc w Wielkiej Brytanii, Australii i Kanadzie.

W każdym z tych krajów wczesne projekty PPP wdrażane były przez sektor publiczny przede wszystkim w celu obejścia bariery deficytu budżetowego czy nadmiernego długu, która uniemożliwiała rządowi lub instytucjom samorządowym kontynuację inwestycji w infrastrukturze („złe” PPP). Umowy projektów były konstruowane w taki sposób, aby aktywa i pasywa spółek projektowych mogły być statystycznie wykazywane poza bilansem sektora publicznego.

Wczesne projekty PPP były przeważnie projektami koncesyjnymi, w których partner prywatny osiągał wynagrodzenie z opłat użytkowników i w związku z tym ponosił w fazie eksploatacji pełne ryzyko popytu (ryzyko rynkowe). Formalnie rzecz biorąc, sektor publiczny transferował w ten sposób wszystkie podstawowe rodzaje ryzyka projektu na stronę prywatną. Szereg z tych projektów napotkało na kłopoty finansowe, gdy okazało się, że planowane przychody z opłat zostały przeszacowane. Okazało się wówczas, że przeniesienie ryzyka na partnera prywatnego było w znacznej mierze iluzją – faktyczna odpowiedzialność strony publicznej za dostępność infrastruktury i społecznie akceptowalne warunki korzystania z niej powodowała, że sektor publiczny musiał interweniować, m.in. poprzez restrukturyzację bądź przejęcie projektu (wraz z długiem).

Mimo że większość projektów PPP realizowana była pomyślnie, koszty finansowe i polityczne związane z restrukturyzacją projektów zakończonych niepowodzeniem spowodowały, że w każdym ze wspomnianych trzech krajów zaczęto stopniowo zmieniać model PPP, aby

¹⁷ Według danych Międzynarodowego Funduszu Walutowego renowacja warunków umowy PPP zachodzi w przypadku 55% projektów tego typu (oczywiście nie we wszystkich przypadkach zwiększa to obciążenia strony publicznej). Por. Chris Wright, *Infrastructure needs hit \$500bn but PPP model has weaknesses*, wypowiedź z 13 maja 2015 r. na portalu www.emergingmarkets.org.

obniżyć stopień ryzyka i zwiększyć stabilność finansową projektów PPP. Przede wszystkim wzmocniono rolę kryteriów efektywnościowych w procesie decyzyjnym dotyczącym wyboru wariantu realizacji inwestycji publicznych, tak aby PPP było stosowane tylko tam, gdzie realnie oferowało niższy koszt dla strony publicznej niż tradycyjne zamówienie publiczne. Ograniczono „kreatywną” księgowość w projektach PPP, zmniejszając motywację podmiotów publicznych do stosowania PPP ze względów fiskalnych. Wreszcie zmodyfikowano typową alokację ryzyka w projektach PPP, poprzez stosowanie mechanizmu opłat za dostępność jako preferowanej formy wynagrodzenia strony prywatnej, co oznaczało przesunięcie ryzyka popytu na stronę publiczną, ale zarazem długookresowo stabilizowało sytuację finansową projektu.

Zmiany te oznaczały osiągnięcie przez PPP we wspomnianych krajach fazy dojrzałości i otworzyły drogę do szerokiego wykorzystania przez nie formuły PPP w sferze inwestycji infrastrukturalnych.

W **Wielkiej Brytanii** opisana ewolucja PPP może być śledzona głównie poprzez kolejne publikacje Ministerstwa Skarbu, normujące zasady kalkulacji ekonomicznej korzyści w projektach PPP (*value for money*). Pierwsza regulacja w tej dziedzinie wydana została w 1999 roku, zaś rozwinięte w pełni wytyczne dla rachunku ekonomicznego w PPP opublikowano w 2004 roku¹⁸.

W **Australii** za punkt zwrotny w rozwoju PPP uznaje się ogłoszenie przez Departament Skarbu i Finansów stanu Victoria w 2000 roku dokumentu pt. *Partnerships Victoria*. Zawierał on generalne założenia dla polityki stanu w zakresie PPP, a w szczególności uznawał korzyść ekonomiczną za decydujące kryterium przy podejmowaniu projektów PPP¹⁹. Podejście sformułowane przez stan Victoria zostało następnie w pełni przejęte przez Infrastructure Australia przy opracowywaniu National PPP Guidelines, ogłoszonych w 2008 roku.

W **Kanadzie** za decydujący krok w kierunku ukształtowania nowego modelu projektów PPP, często określanego jako projekty „drugiej fali”, uważa się reorganizację procesu przygotowania projektów PPP przeprowadzoną przez rządy przodujących pod tym względem prowincji na początku ubiegłej dekady. Towarzyszyło temu utworzenie przez te prowincje agend rządowych odpowiedzialnych za PPP (*Partnerships BC* w Kolumbii Brytyjskiej w 2002 roku, *Infrastructure Ontario* w Ontario w 2005 roku).

3. Jak nadać impuls rozwojowi PPP w Polsce?

Dokonaliśmy dotychczas związanej przeglądu trudności, na jakie napotyka rozwój PPP w Polsce oraz przedstawiliśmy złożoną motywację podmiotów publicznych przy podejmowaniu inwestycji infrastrukturalnych w formule PPP, opierając się na analizie trendów rozwoju PPP w krajach przodujących na świecie pod względem stosowania tej formy organizacji i finansowania inwestycji publicznych. Pora teraz na próbę wyciągnięcia wniosków dla kierunków prac nad rozwojem PPP oraz racjonalizacją sfery inwestycji publicznych w Polsce.

¹⁸ Por. HM Treasury, *Value of Money Assessment Guidance*, August 2004.

¹⁹ Por. *Partnerships Victoria*, The Secretary, Department of Treasury and Finance, June 2000.

Realistycznie biorąc, w najbliższym czasie trudno liczyć na jakieś głębsze zmiany w sferze inwestycji publicznych, które stworzyłyby przestrzeń dla szerszego wykorzystania PPP w Polsce.

Instytucje publiczne są w pełni zaabsorbowane wdrażaniem rozwiązań regulacyjnych i finansowych związanych z nową perspektywą finansową UE oraz końcowymi rozliczeniami projektów z poprzedniej perspektywy. Nie widać też po stronie rządowej nowych pomysłów na rozruszanie PPP – kontynuowane są dotychczasowe działania promocyjne, ale generalnie PPP jest ciągle traktowane jako niszowy, egzotyczny dodatek do podstawowych form inwestycji, finansowanych z dotacji budżetowych i unijnych.

Jak wcześniej wspomniano, w publicznych wypowiedziach dość często przewija się twierdzenie, że PPP w Polsce dostanie swoją szansę po 2020 roku, kiedy to dostępność funduszy z budżetu UE zostanie znacząco ograniczona. Warto przy tym zwrócić uwagę, że gdy mówią to przedstawiciele biznesu, ta kilkuletnia perspektywa oczekiwania na „wielkie otwarcie” dla PPP brzmi raczej pesymistycznie, natomiast w przypadku ludzi ze strony rządowej wydaje się ona mieć rys pewnego optymizmu – z ich punktu widzenia PPP stanowi dość wygodną odpowiedź na pytanie, które nurtuje coraz więcej osób: z czego będziemy finansować inwestycje infrastrukturalne gdy skończy się wielka kasa z Unii?

Jednak oczekiwanie, że PPP niejako automatycznie zastąpi fundusze unijne po zakończeniu obecnej perspektywy finansowej UE wcale nie musi się spełnić. Sama „chęć szczerą” do korzystania z PPP nie wystarczy, tym skomplikowanym narzędziem trzeba umieć się posługiwać, a nie jest to wcale proste.

Po pierwsze, cały system organizacji i finansowania inwestycji publicznych musiałby zostać przestawiony na zupełnie inne formy i metody działania niż te, do których wdrażał się i przyzwyczajał przez kilkanaście lat. Przewyciężenie starych nawyków na pewno nie będzie proste, a przede wszystkim wymagać będzie jasnej i dopracowanej koncepcji działania oraz woli politycznej ze strony rządu.

Po drugie, oczekiwanie że PPP wypełni lukę powstałą po dotacjach z budżetu UE, milcząco zakłada, że szersze wykorzystanie PPP przez podmioty publiczne w Polsce zostanie osiągnięte przede wszystkim w wyniku motywacji fiskalnej. Tymczasem z licznych doświadczeń ze stosowania PPP na świecie wynika, że jest to motywacja obciążona słabościami i sprzecznościami, które prędzej czy później prowadzą do problemów ekonomicznych i politycznych z wykorzystaniem PPP. Motyw fiskalny opiera się bowiem na iluzji, że sektor publiczny może kontynuować swoje inwestycje bez żadnych ciężarów w konsekwencji finansowych (czytaj: długu), ponieważ zostają one przyjęte przez partnera prywatnego w PPP. Jest to jednak tylko iluzja.

Fundamentalna korzyść odnoszona przez sektor publiczny z PPP polega na niższym koszcie (wyższej efektywności) dostarczania usług użyteczności publicznej uzyskanym w projekcie PPP w porównaniu z formułą budżetową. Ta wyższa efektywność PPP nie jest oczywiście zagwarantowana w każdym projekcie organizowanym w tej formule. Należy pamiętać, patrząc z perspektywy partnerów prywatnych, że dla nich projekt PPP będzie atrakcyjny, jeśli będą oni w stanie osiągnąć na nim co najmniej taką samą marżę zysku jak na kontrakcie wykonawczym w tradycyjnej

inwestycji publicznej. Będzie to możliwe tylko wtedy, gdy partner prywatny, oferując w PPP niską, konkurencyjną cenę stronie publicznej, jednocześnie zredukuje bardziej niż proporcjonalnie koszty projektu. Tak właśnie można zdefiniować dobre PPP.

Jeśli Polska ma wdrożyć program PPP oparty na zdrowych ekonomicznie zasadach, pozwalający na osiągnięcie długofalowej korzyści zarówno stronie prywatnej, jak i publicznej, powinniśmy przestać myśleć kategoriami motywacji fiskalnej dla PPP i skoncentrować uwagę przede wszystkim na promowaniu motywacji efektywnościowej. Takie jest dokładnie doświadczenie krajów, które odniosły sukces w stosowaniu PPP – po wczesnych doświadczeniach z PPP i przejściu przez okres „prób i błędów”, wdrożyły one rozwiązania, które wymusiły na sektorze publicznym stosowanie PPP opartego na kryterium efektywności.

Wdrożenie modelu PPP w wydaniu efektywnościowym jest zadaniem skomplikowanym, gdyż wymaga przewartościowania przez sektor publiczny jego utartych metod działania w obszarze inwestycji. Co najważniejsze, ta zmiana podejścia musi w praktyce dotknąć zarówno PPP, jak i tradycyjne projekty budżetowe. Tak więc, aby model taki został wprowadzony, na najwyższym szczeblu rządowym musi pojawić się wola polityczna, aby w znacznym stopniu odpolitycznić proces podejmowania decyzji dotyczących infrastruktury. Może to wydawać się nierealne, a jednak w wielu krajach rozwiniętych taki model udało się wprowadzić, gdyż jest to jedyna droga do gruntownej racjonalizacji inwestycji publicznych.

Jak zatem konstruować efektywny i trwały model PPP dla Polski? Otóż patrząc na kraje stanowiące światową czołówkę PPP, można zauważyć dwie fundamentalne cechy modelu PPP, jaki się tam ukształtował:

- PPP jest traktowane jako integralny element całościowego, zintegrowanego systemu zarządzania inwestycjami infrastrukturalnymi, w ramach którego tradycyjne projekty budżetowe i projekty PPP przechodzą przez jednolity proces decyzyjny dotyczący planowania i przygotowania konkretnych przedsięwzięć;
- wybór pomiędzy wariantem tradycyjnego zamówienia publicznego i wariantem PPP jako formy realizacji danego przedsięwzięcia dokonywany jest w oparciu o przejrzysty zestaw kryteriów, w którym podstawową rolę odgrywa porównawczy rachunek ekonomiczny. Decyzja o wyborze wariantu PPP zostaje podjęta tylko wówczas, gdy rachunek wykaże, że PPP w porównaniu z wariantem budżetowym pozwala sektorowi publicznemu uzyskać dodatkową wartość (*value for money*).

Jak widać, podejście to nie polega na tworzeniu preferencyjnych warunków dla projektów PPP. Przeciwnie, jego podstawą jest ujednoczenie reguł gry rządzących wszystkimi inwestycjami publicznymi, dzięki czemu kryteria opłacalności ekonomicznej zaczynają rządzić w znacznie większym stopniu także decyzjami dotyczącymi tradycyjnych inwestycji budżetowych. Specjalne promowanie PPP staje się w zasadzie bezprzedmiotowe, gdy proces planowania i przygotowania wszystkich inwestycji sektora publicznego zostaje podporządkowany regułom rachunku ekonomicznego.

Specyficzne traktowanie PPP wyraża się natomiast we wprowadzeniu rozwiązań, które poprzez określenie czynników sukcesu w formule PPP oraz wczesną selekcję

projektów opartą na tych czynnikach mają zapewnić stosowanie PPP tylko tam, gdzie zidentyfikowana została realna szansa na osiągnięcie *value for money*. W ten sposób uzyskany zostaje swego rodzaju kompromis pomiędzy większą pracochłonnością i kosztem przygotowania projektów PPP oraz ich większym potencjałem efektywności kosztowej w porównaniu z projektami tradycyjnymi. Jest to jednocześnie podejście pragmatyczne, świadomie pozbawione podtekstów politycznych czy ideologicznych, jakie często towarzyszyły promowaniu PPP w początkowym okresie jego rozwoju.

4. Zintegrowany model zarządzania inwestycjami infrastrukturalnymi

Zintegrowany model zarządzania inwestycjami publicznymi ukształtował się stopniowo w krajach wysoko rozwiniętych mniej więcej w ciągu ostatnich 30 lat, pod wpływem czynników, które spowodowały istotne zmiany własnościowe w sektorze infrastruktury usług publicznych oraz skomplikowały przepływy finansowe związane z rozwojem infrastruktury. Sytuacja ta wymusiła niejako na władzach rządowych, aby dostosowały cele, zakres i narzędzia polityki rozwoju infrastruktury do nowego profilu sektora, zdywersyfikowanego pod względem struktury własnościowej i źródeł finansowania.

Konkretne rozwiązania instytucjonalne przyjęte w poszczególnych krajach do planowania i finansowania rozwoju infrastruktury są oczywiście bardzo różnorodne. Głównie dla potrzeb krajów rozwijających się, ale nie tylko, zintegrowany model zarządzania inwestycjami publicznymi został w ostatnich latach formalnie opracowany i skodyfikowany przez Bank Światowy w postaci tzw. zasad zarządzania inwestycjami publicznymi (*Public Investment Management Framework*)²⁰. Elementy tego podejścia zawarte są także w rekomendacjach Organizacji Współpracy i Rozwoju Gospodarczego (OECD) dotyczących zasad partycypacji sektora prywatnego w infrastrukturze oraz zasad publicznego zarządzania przedsięwzięciami PPP, mających charakter oficjalnych standardów międzynarodowych w odnośnych dziedzinach²¹.

Punktem wyjścia tego modelu jest wieloletnie planowanie rozwoju infrastruktury, obejmujące wszystkie kluczowe gałęzie infrastruktury gospodarczej kraju, zarówno pozostające w ręku państwa, jak i sprywatyzowane. Oczywiście plan tworzony w tym układzie nie może być formalnym dokumentem decyzyjnym, zwłaszcza w odniesieniu do inwestycji sektora prywatnego, gdzie ma bardziej charakter szacunku czy prognozy. Nawet przy tych ograniczeniach wdrożenie wieloletniego procesu planowania i prognozowania rozwoju infrastruktury na najwyższym szczeblu rządowym (całego

²⁰ Por. A. Rajaram i in., *The Power of Public Investment Management. Transforming Resources into Assets for Growth.*, World Bank Group 2014.

²¹ Por. *OECD Principles for Private Sector Participation In Infrastructure*, Organisation for Economic Co-operation and Development, 2007, oraz *OECD Principles of Public Governance of Public-Private Partnerships. Recommendation of the Council*, Organisation for Economic Co-operation and Development, May 2012.

rządu, a nie poszczególnych resortów) ma ogromne znaczenie dla efektywnego funkcjonowania rynku inwestycyjnego.

Po pierwsze, w dokumencie planistycznym zawarta zostaje z reguły wizja i strategia rządu w zakresie głównych celów, kierunków i priorytetów rozwoju infrastruktury, w układzie całościowym oraz dla głównych sektorów. Proces planowania wiąże się najczęściej z publikowaniem regularnie aktualizowanych list planowanych projektów (*project pipelines*) czy list projektów o najwyższym priorytecie. Wiedza na ten temat jest niezwykle ważna dla firm zaangażowanych w inwestycje infrastrukturalne, gdyż pomaga im w planowaniu działań biznesowych, w tym udziału w przetargach na poszczególne projekty. Możliwość dokładniejszego planowania i przygotowania projektów przez firmy wykonawcze pozwala im w tendencji na bardziej efektywne gospodarowanie zasobami, a jednocześnie zwiększa konkurencję na rynku inwestycyjnym, co w efekcie przekłada się na niższy koszt projektów dla sektora prywatnego.

Po drugie, proces budowy zintegrowanego planu zakłada i zarazem wymaga wielostronnej konsultacji i koordynacji planów i zamierzeń inwestycyjnych podmiotów zarządzających infrastrukturą, w tym wewnątrz sektora publicznego – pomiędzy poszczególnymi resortami czy między rządem centralnym i samorządami. Efektywna koordynacja zwiększa spójność działań właścicieli i zarządców infrastruktury, pozwala na szybsze eliminowanie wąskich gardeł w infrastrukturze technicznej oraz działa w kierunku złagodzenia wahań koniunkturalnych i zaburzeń na rynku budownictwa infrastrukturalnego.

Po trzecie wreszcie, plany rozwoju infrastruktury są zazwyczaj koordynowane z wieloletnimi planami finansowymi rządu, co przyczynia się do lepszej zgodności mechanizmów finansowania inwestycji w infrastrukturze z wymogami równowagi finansów publicznych, w tym do unikania kolizji z rocznym cyklem budżetowym. Ułatwia to również rozwijanie form wsparcia finansowego państwa dla inwestycji infrastrukturalnych.

Wszystkie te elementy zmniejszają niepewność inwestorów i wykonawców oraz przyczyniają się do zwiększenia przejrzystości i stabilności rynku inwestycyjnego, co w tendencji powinno prowadzić do zmniejszenia premii za ryzyko w cenach oferowanych w przetargach.

Aktualny proces wieloletniego planowania rozwoju infrastruktury w Wielkiej Brytanii, Australii i Kanadzie przedstawiony został krótko w ramce 3.

RAMKA 3

Strategia rozwoju infrastruktury i wieloletnie planowanie inwestycji infrastrukturalnych

Formalny proces wieloletniego planowania rozwoju infrastruktury w **Wielkiej Brytanii** wdrożony został w roku 2010, w ramach szeregu reformatorskich posunięć nowego rządu konserwatywno-liberalnego Davida Camerona. Trzeba jednak podkreślić, że krok ten stanowił logiczną konsekwencję dużego zainteresowania, jakie brytyjskie rządy okazywały dla problemów infrastruktury już znacznie wcześniej.

Strategia rozwoju infrastruktury pozostaje w zakresie odpowiedzialności Ministerstwa Skarbu i to właśnie ten resort przygotowuje dokumenty planistyczne w tym zakresie. Pierwszy

plan (*National Infrastructure Plan 2010*) ogłoszony został w październiku 2010 roku. Dokument ten jest od tego czasu corocznie aktualizowany i ogłaszany, zazwyczaj pod koniec roku, wraz z wystąpieniem Ministra Skarbu w Parlamencie na temat prognoz rozwoju gospodarki (tzw. *Autumn Statement*). Elementem planu jest prognoza projektów w przygotowaniu (*National Infrastructure Pipeline*), która jest aktualizowana w cyklu półrocznym.

Plan obejmuje z reguły 5–6-letni horyzont czasowy. Obejmuje on wszystkie sektory tzw. infrastruktury gospodarczej²², zarówno pozostające w ręku sektora publicznego, jak i prywatne. Plan przedstawia cele, priorytety i strategię rządu w odniesieniu do infrastruktury jako całości oraz jej poszczególnych sektorów, omawia działania podejmowane przez rząd dla poprawienia efektywności przygotowania projektów oraz kroki służące zapewnieniu finansowania dla projektów ze źródeł publicznych i prywatnych. Poczynając od 2011 roku, w każdym planie co roku zidentyfikowanych zostaje 40 projektów o najwyższym priorytecie (*top 40 priority infrastructure investments*), które mają największe znaczenie dla realizacji celów strategicznych rządu i których realizacja jest przedmiotem szczególnego monitoringu i wsparcia.

Istotne elementy ogólnokrajowej strategii rozwoju infrastruktury w **Australii** zostały po raz pierwszy wprowadzone w życie na szczeblu rządu federalnego w kwietniu 2008 roku wraz z powstaniem instytucji o nazwie Infrastructure Australia. Jest to niezależny, choć ściśle związany z rządem organ doradczy, powołany na mocy specjalnej ustawy, Infrastructure Australia Act 2008.

Podstawowe zadanie Infrastructure Australia określone zostało jako doradztwo dotyczące obecnych i przyszłych potrzeb i priorytetów w zakresie tzw. „znaczącej infrastruktury narodowej” (*nationally significant infrastructure*), która obejmuje projekty i inwestycje mające wyraźnie polepszyć ogólnonarodową wydajność w obszarze infrastruktury transportowej, energetycznej, komunikacyjnej i wodnej. W pierwotnym zakresie działania Infrastructure Australia znalazły się działania blisko związane z planowaniem, takie jak przeprowadzanie audytów funkcjonowania infrastruktury oraz opracowywanie list priorytetowych projektów (*Infrastructure Priority Lists*).

Wieloletnie planowanie rozwoju infrastruktury zostało dodane do zadań wykonywanych przez Infrastructure Australia w ramach gruntownej reformy tej instytucji, przeprowadzonej na mocy ustawy Infrastructure Australia Amendment Act 2014, która weszła w życie w dniu 1 września 2014 roku. Plany rozwoju infrastruktury (*Infrastructure Plans*) mają być opracowywane na okresy 15-letnie i podlegać uaktualnieniu na zasadzie kroczącej co 5 lat. Plany powinny definiować priorytety dla rozwoju „znaczącej infrastruktury narodowej” na szczeblu krajowym i stanowym, m.in. w oparciu o pełne audyty bazy majątkowej infrastruktury. Pierwszy ogólnokrajowy audyt infrastruktury został opublikowany przez Infrastructure Australia w maju 2015 roku, zaś 15-letni plan rozwoju infrastruktury ma powstać do końca 2015 roku, po przeprowadzeniu publicznych konsultacji²³.

²² W najnowszym planie, z roku 2014, obejmuje ona 11 sektorów: drogownictwo, kolej, transport lokalny, lotniska, porty, energię, komunikację, gospodarkę wodną, gospodarkę odpadami, ochronę przed powodzią oraz badania i rozwój. Por. HM Treasury, *National Infrastructure Plan 2014*, December 2014.

²³ Por. Infrastructure Australia, *Australian Infrastructure Audit. Our Infrastructure Challenges. Report*, April 2015.

Kanada wdrożyła proces wieloletniego planowania rozwoju infrastruktury w odmiennej formie niż Wielka Brytania i Australia. Nie funkcjonuje tam cyklicznie powtarzana procedura planistyczna i prognostyczna obejmująca wszystkie (bądź tylko główne) sektory infrastruktury. Plany rozwoju infrastruktury w Kanadzie, formułowane przez rząd federalny lub rządy poszczególnych prowincji, mają po prostu formę wieloletnich programów inwestycji publicznych. Trzonem tych planów są projekty finansowane z budżetu, ale zawierają one również fundusze i instrumenty wsparcia finansowego dla projektów prywatnych, w tym PPP.

Pierwszym takim programem realizowanym przez rząd federalny Kanady był 7-letni *Building Canada Plan* (BCP), ogłoszony w 2007 roku i przewidujący wydanie na inwestycje infrastrukturalne z budżetu kwoty 33 mld dolarów kanadyjskich. Środki te miały być poprzez różne szczegółowe programy pomocowe dystrybuowane pomiędzy prowincje i samorządy. W ramach BCP utworzony został rządowy fundusz inwestycyjny dla projektów PPP (P3 Canada Fund z kwotą 1,2 mld dolarów kanadyjskich), a także wprowadzono obowiązek zweryfikowania potencjału dla PPP w przypadku dużych projektów ubiegających się o finansowanie z BCP.

Pomyślna realizacja BCP spowodowała, że w 2014 roku rząd federalny przyjął kolejny, tym razem 10-letni, *New Building Canada Plan*, będący rozbudowaną i zaktualizowaną wersją BCP. NBCP zakłada wydanie do 2024 roku kwoty 53,5 mld dolarów kanadyjskich na inwestycje infrastrukturalne na poziomie prowincji samorządów oraz 10 mld dolarów kanadyjskich na infrastrukturę zarządzaną na szczeblu federalnym. W ramach NBCP kolejną alokację w wysokości 1,2 mld dolarów kanadyjskich otrzymał P3 Canada Fund.

Polska nie wdrożyła jak dotąd wieloletniego zintegrowanego procesu planistycznego w obszarze rozwoju infrastruktury. Obowiązujący obecnie, wdrożony w 2009 roku, system zarządzania rozwojem kraju obejmuje szereg dokumentów strategicznych²⁴, ale żaden z nich nie jest poświęcony infrastrukturze jako całości ani nie identyfikuje bezpośrednio rozwoju infrastruktury jako kluczowego problemu rozwojowego. Natomiast dokumenty rządowe niższego rządu (takie jak aktualizowane co kilka lat Program Budowy Dróg Krajowych czy Wieloletni Program Inwestycji Kolejowych) są już dokumentami wykonawczymi o profilu resortowym.

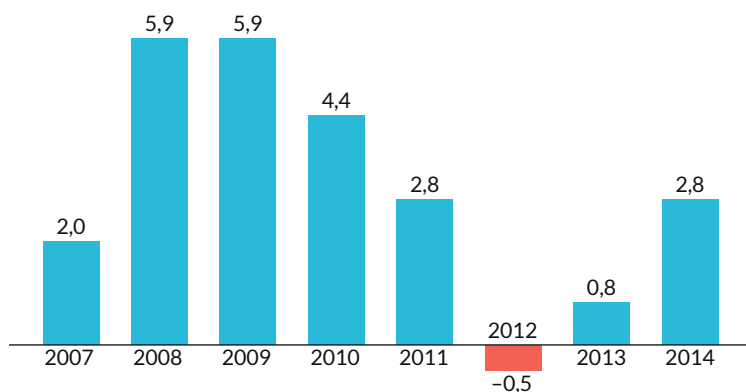
Tymczasem potrzeba większej spójności i koordynacji działań wszystkich uczestników rynku inwestycji publicznych w Polsce jest wyraźnie widoczna. Szeroka dostępność funduszy budżetowych i unijnych na finansowanie inwestycji nie okazała się wcale warunkiem wystarczającym do zapewnienia sprawnej, zgodnej z harmonogramami i kosztorysami, realizacji projektów – w istocie rzeczy było odwrotnie, presja na wydanie dostępnych funduszy prowadziła do nadmiernego spiętrzenia frontu inwestycyjnego, rozpoczynania źle przygotowanych projektów, strat i bankructw firm wykonawczych. W efekcie wielki boom inwestycji w infrastrukturze, który według często używanego określenia uczynił z Polski w ostatnich latach „największy plac budowy

²⁴ W skład pakietu strategii rozwoju Polski wchodzi: Długoterminowa Strategia Rozwoju Kraju Polska 2030 przyjęta w 2013 roku, średnioterminowa Strategia Rozwoju Kraju 2020 z 2012 roku, oraz 9 tzw. strategii zintegrowanych, spośród których dwie dotyczą kluczowych sektorów infrastruktury gospodarczej (Strategia Rozwoju Transportu z 2013 roku oraz Strategia Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko z 2014 roku). Resortem koordynującym cały system strategii rządowych jest Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju.

w Europie”, przyniósł też bardzo poważne napięcia i straty, szczególnie w największym segmencie budownictwa drogowego (zob. ryc. 1 poniżej).

Objawami kryzysu były m.in.:

- poważne problemy w realizacji wielu kontraktów drogowych (opóźnienia i przerwy w realizacji, przekroczenia budżetu kosztów projektu, anulowanie kontraktów i ponowne przetargi, wielomiliardowe spory sądowe);
- kryzys finansowy w branży budownictwa drogowego, uderzający rykoszetem – poprzez problemy firm – także w realizację projektów w innych sektorach infrastruktury (zob. ryc. poniżej);
- zupełne załamanie się współpracy GDDKiA (największego polskiego inwestora publicznego) z branżą wykonawczą.



Ryc. 1. Wynik finansowy przedsiębiorstw budowlanych w Polsce w latach 2007–2014 (w mld zł)
Źródło: PMR, *Sektor budowlany w Polsce I połowa 2015 – Prognozy rozwoju na lata 2015–2020*, maj 2015.

Zaistniała kryzysowa sytuacja musi być postrzegana jako wielki paradoks i marnowana szansa rozwojowa. Gigantyczny program inwestycji publicznych realizowany w Polsce w latach 2007–2020 powinien być traktowany przez rząd jako niepowtarzalna okazja dla wypromowania pozycji polskich firm wykonawczych i deweloperskich na europejskim i globalnym rynku inwestycyjnym. Tymczasem brak strategicznego podejścia do infrastruktury, w tym długofalowej polityki wobec branży budownictwa infrastrukturalnego, przynosi jak dotąd skutki dokładnie odwrotne.

Straty na kryzysie branży drogowej poniosły zresztą nie tylko firmy wykonawcze. Zaburzenia w realizacji projektów, w szczególności opóźnienia w przebiegu prac, nieuchronnie powodują wzrost kosztów budowy infrastruktury. Jest jeszcze zbyt wcześnie, aby oszacować ostateczną skalę kosztów dla budżetu, jakie wywołał kryzys w drogownictwie, ale można tu zapewne mówić o wielu miliardach złotych²⁵.

²⁵ Warto zwrócić uwagę na następujące obliczenie firmy Ernst & Young: przy porównaniu założeń Programu Budowy Dróg Krajowych na lata 2008–2012 (bez późniejszych zmian) z faktyczną realizacją, okazuje się że plan rzeczowy wykonany został w 50,5% (1 775 km dróg zamiast planowanych 3 513 km), natomiast plan wydatków w 83,4% (100,9 mld zł wobec planowanych 121,0 mld zł). Jak ostrożnie komentuje Ernst & Young: koszt planu budowy dróg mógł być istotnie nieoszacowany. Por. Ernst & Young, *Analiza rynku infrastruktury drogowej w Polsce*, s. 24.

Jednak nie doszło do żadnych istotnych zmian systemowych w istniejącym modelu zarządzania inwestycjami publicznymi. Po stronie rządowej rozważano głównie kroki typu awaryjnego, np. Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju planowało powołanie „pełnomocnika ds. dialogu z branżą infrastrukturalną”, ale o pomysłe jakoś ucichło. Ostatnio Przemysław Schmidt, członek Rady Nadzorczej PIR SA, wysunął znacznie dalej idącą koncepcję utworzenia stanowiska pełnomocnika ds. infrastruktury na najwyższym szczeblu rządowym²⁶. Jest to idea idąca już bardzo wyraźnie w kierunku wprowadzenia trwałych rozwiązań instytucjonalnych dla zarządzania infrastrukturą jako całością.

5. Miejsce PPP w systemie zarządzania i planowania rozwojem infrastruktury

Wdrożenie zintegrowanego planowania rozwoju infrastruktury miałyby niezwykle ważne znaczenie dla określenia instytucjonalnych warunków rozwoju PPP, czego bezskutecznie domagają się od dawna zwolennicy tej formy inwestowania w infrastrukturę. Przy braku ogólnej strategii rozwoju infrastruktury bardzo trudno jest bowiem sformułować racjonalną strategię, kierunki czy priorytety rozwijania PPP, gdyż brakuje dla nich naturalnej podstawy czy też punktu wyjścia. W rezultacie działania promujące wdrażanie PPP ciągle sprawiają wrażenie kroków o dość doraźnym charakterze (choć niewątpliwie szereg z nich należy ocenić bardzo pozytywnie, jak np. wspierane przez MliR pilotażowe projekty PPP w kilku sektorach infrastruktury).

Aby PPP mogło być w racjonalny sposób umiejscowione w zintegrowanym systemie planowania i zarządzania rozwojem infrastruktury, niezbędny jest przede wszystkim wiarygodny i przejrzysty mechanizm analityczny /decyzyjny prowadzący do wyboru między tradycyjnym wariantem projektu i PPP.

Jak wiadomo, wysoki koszt i czasochłonność analiz związanych z przygotowaniem projektów PPP są głównym czynnikiem utrudniającym akceptację tej formuły inwestycji przez decydentów publicznych. Warto przywołać w tym miejscu przykład pierwszej polskiej ustawy o PPP z 2005 roku²⁷ oraz towarzyszących jej rozporządzeń wykonawczych zawierających wymagania w sprawie niezbędnych działań analitycznych²⁸. Wymagania te zostały ocenione jako nadmiernie biurokratyczne i uznano je za główny czynnik odpowiedzialny za brak aktywności w zakresie projektów PPP w kolejnych latach. Poglądy te wydają się mocno przesadzone. Wspomniane przepisy w zasadzie nie różnią się niczym od analogicznych zasad wprowadzanych w innych

²⁶ Por. *Musimy lepiej koordynować rozwój infrastruktury*, wypowiedź P. Schmidta z dnia 11 maja 2015 r. na portalu www.monitor.zdgtor.pl.

²⁷ Ustawa z dnia 28 lipca 2005 r. o partnerstwie publiczno-prywatnym.

²⁸ Rozporządzenie Ministra Finansów z dnia 30 czerwca 2006 r. w sprawie niezbędnych elementów analizy przedsięwzięcia w ramach partnerstwa publiczno-prywatnego oraz Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21 czerwca 2006 r. w sprawie ryzyk związanych z realizacją przedsięwzięć w ramach partnerstwa publiczno-prywatnego.

krajach. Czego zabrakło, to szczegółowych wytycznych o praktycznym, roboczym charakterze, które stanowiłyby rozwinięcie ogólnych wymogów zawartych w przepisach prawnych.

Niestety, wydane w późniejszym okresie polskie akty prawne dotyczące PPP stanowią w sprawie unormowania reguł rachunku ekonomicznego niezbędnego dla wdrożenia takiego projektu wyraźny regres – ta kluczowa kwestia została faktycznie pozostawiona bez jakichkolwiek uregulowań.

W dojrzałych programach PPP rozwiązano ten dylemat, wprowadzając proste testy odpowiedniości formuły PPP dla danego projektu, aplikowane na wczesnym etapie planowania przedsięwzięcia w celu otrzymania w możliwie jak najszybszy i jak najtańszy sposób wstępnej oceny, czy projekt „dobrze rokuje” w formule PPP²⁹. Jeśli taki test wypada negatywnie, projekt procedowany jest dalej ścieżką dla tradycyjnej formuły budżetowej. Jeśli natomiast test wypada pozytywnie, projekt zostaje poddany pełnej analizie porównawczej, obejmującej zbudowanie tzw. komparatora sektora publicznego, aby definitywnie ocenić, czy realizacja w trybie PPP daje szansę na wyższą efektywność niż tradycyjny wariant projektu.

Ponieważ kryterium opłacalności ekonomicznej nie jest naturalnym motywatorem dla organów publicznych, skuteczne narzucenie im reguł wymuszających stosowanie PPP w przypadkach wskazujących na rzeczywisty potencjał efektywnościowy tej ścieżki realizacji projektu wymaga najczęściej stosowania przez rząd różnych rozwiązań motywacyjnych lub nawet administracyjnych. Taką „marchewką” może być dofinansowanie kosztu analizy ekonomicznej bądź powiązanie wsparcia finansowego z budżetu dla projektu z realizacją go w formule PPP. Dość typowym rozwiązaniem jest wprowadzenie obowiązku przeprowadzenia analizy wariantu PPP w przypadku, gdy kwota inwestycji w danym projekcie przekracza określony próg (w Australii 50 mln AUD, w Kanadzie 100 mln CAD, w Wielkiej Brytanii 20 mln funtów).³⁰

Trzeba podkreślić, że ideą zintegrowanego modelu zarządzania inwestycjami publicznymi jest traktowanie wszystkich wariantów realizacji projektu w sposób równoważny – rozwiązania proceduralne, instytucjonalne lub księgowo nie powinny ani preferować, ani działać na niekorzyść żadnego z wariantów, a podstawą wyboru między nimi ma być porównawczy rachunek efektywności. Tak więc wspomniane wyżej rozwiązania motywacyjne nie mają w założeniu preferować PPP, ale raczej wyrównać szanse w procesie wyboru, tak aby wariant potencjalnie najkorzystniejszy nie był z góry odrzucany, bo tak decydującym byłoby najwygodniej.

²⁹ Przykładem takiego narzędzia jest macierz oceny stosowana przez kanadyjskie federalne organy publiczne w celu wstępnego sprawdzenia potencjału projektu dla przeprowadzenia go w formule PPP. Por. *PPP Canada, Identifying P3 Potential. A Guide for Federal Departments & Agencies*, January 2014.

³⁰ Jednym z głównych wstępnych kryteriów przy ocenie, czy projekt ma potencjał na efektywną realizację w PPP, jest skala projektu – generalnie przyjmuje się, że im jest większa, tym bardziej prawdopodobne, że wykonanie projektu w PPP da niższy koszt na porównywalnej bazie niż w formule tradycyjnej.

Aby wspomniane wyżej zasady były stosowane w sposób konsekwentny i obiektywny, w krajach zajmujących czołowe pozycje na globalnym rynku PPP proces przygotowania projektów infrastrukturalnych, obejmujący analizę możliwych wariantów projektu i wybór wariantu najbardziej efektywnego prowadzony jest przez wyspecjalizowane organy publiczne odpowiedzialne za rozwój infrastruktury na szczeblu krajowym, regionalnym itp. Organy te obecnie zajmują się z reguły zarówno projektami tradycyjnymi, jak i PPP, tak więc we wspomnianych krajach nastąpiło zasadniczo odejście od modelu organizacyjnego, w którym funkcjonowały odrębne jednostki zajmujące się wyłącznie promocją i przygotowaniem projektów PPP (*Dedicated PPP Units*).

Wbrew pozorom, nie jest to wyrazem rezygnacji z aktywnego promowania PPP przez państwo, ale oznacza przejście do wdrażania go w inny sposób, bardziej właściwy dla dojrzałego stadium rozwoju programu PPP. Podejście to jest zarazem mniej podatne na polityczne i medialne kontrowersje, jakie towarzyszyły wczesnemu etapowi rozwoju PPP.

Trzeba podkreślić, że główny postulat instytucjonalny zgłaszany przez zwolenników PPP w Polsce, dotyczący powołania jednostki odpowiedzialnej za politykę państwa wobec PPP, definiowanie kierunków rozwoju PPP i tworzenie niezbędnych rozwiązań regulacyjnych, jest przez takie zintegrowane organy spełniany, gdyż mają one zadania związane z rozwojem PPP wpisane w swój oficjalny zakres działań. Jednocześnie połączenie w jednym ręku planowania i przygotowania zarówno projektów PPP, jak i tradycyjnych projektów publicznych, dzięki oparciu wyboru wariantu projektu o rachunek ekonomiczny zniosło specyficzny konflikt interesów, jaki pojawia się w przypadku „jednostki PPP”, odpowiedzialnej za promowanie jednej specyficznej formy inwestycji publicznych.

Forma organizacyjna organów publicznych odpowiedzialnych za inwestycje infrastrukturalne oraz umiejscowienie tych organów w strukturze rządu mogą być różne – pokazuje to ramka 4.

RAMKA 4

Jak sterować rozwojem infrastruktury i PPP – rozwiązania instytucjonalne

Za początek PPP w Wielkiej Brytanii uznawane jest ogłoszenie na jesieni 1992 roku przez rząd konserwatywny Johna Majora zasad programu PFI (*Private Finance Initiative*), który stał się później trzonem brytyjskiego PPP i wzorcem kopiowanym w wielu krajach świata³¹. Centralna rządowa „jednostka PPP” została jednak utworzona dopiero w 1997 roku, kiedy to w strukturze Ministerstwa Skarbu (HM Treasury), odgrywającego w Wielkiej Brytanii rolę połączonego resortu finansów i gospodarki, utworzony został zespół zadaniowy ds. PFI (PFI Taskforce, zwany zazwyczaj Treasury Taskforce, TTF).

³¹ Ściśle biorąc, opisane rozwiązania instytucjonalne dotyczące PPP obowiązują jedynie w Anglii, a nie w całej Wielkiej Brytanii, oraz w projektach realizowanych w tych obszarach, w których kompetencje rządu brytyjskiego nie zostały zdecentralizowane. W Szkocji, Walii i Irlandii Północnej funkcjonują odrębne regulacje.

W roku 2000 zadania TTF związane z praktyczną implementacją polityki PFI, w tym doradztwem dla podmiotów publicznych odnośnie przygotowania projektów PFI, zostały przeniesione do spółki Partnerships UK (PUK), w której 49% udziałów posiadało Ministerstwo Skarbu, a 51% inwestorzy prywatni. Tak więc jednostka PPP sama stała się specyficznym przedsięwzięciem PPP. Zadania strategiczne i regulacyjne związane z programem PFI pozostały w Ministerstwie Skarbu.

Struktura zarządzania programem PFI uległa istotnej zmianie w czerwcu 2010 roku, po dojściu do władzy koalicji konserwatywno-liberalnej Davida Camerona. Konserwatyści, jeszcze będąc w opozycji, wyrażali krytyczny stosunek do modelu PFI (głównie dlatego, że był on utożsamiany z Labour Party) i zapowiadali jego reformę³². W Ministerstwie Skarbu utworzono jednostkę organizacyjną o nazwie Infrastructure UK (IUK), której powierzono zadania związane z opracowywaniem i realizacją strategii rządu w dziedzinie rozwoju infrastruktury. W związku z dublowaniem się funkcji IUK i PUK, w maju 2011 roku ogłoszono likwidację PUK.

Obecnie rolę centralnej jednostki PPP w Wielkiej Brytanii pełni Infrastructure UK, łącząc ją z organizowaniem wszechstronnej współpracy rządu z sektorem prywatnym w obszarze infrastruktury. Specyficzną cechą IUK jest fakt, że działa przy niej mieszane ciało doradcze (Advisory Council), złożone w połowie z wysokich funkcjonariuszy resortów rządowych związanych z infrastrukturą, a w połowie z szefów czołowych prywatnych firm deweloperskich i inwestycyjnych.

Rozwiązania instytucjonalne przyjęte w programach PPP w Australii i Kanadzie odzwierciedlają fakt, że oba te kraje mają ustrój polityczny i prawny federacji. PPP funkcjonuje w obu krajach zarówno na szczeblu rządu federalnego, jak i rządów poszczególnych stanów (Australia) i prowincji (Kanada), które regulują PPP oraz inicjują konkretne projekty w tej formule³³.

W obu krajach projekty PPP realizowane na szczeblu stanów (prowincji) zdecydowanie dominują ilościowo i wartościowo nad projektami rządu federalnego, co wynika z faktu, że rząd centralny jest tam właścicielem i zarządcą tylko niewielkiej części infrastruktury. W związku z tym specyficzną cechą programów PPP w obu krajach jest potrzeba ujednoczenia praktyk i regulacji dotyczących PPP w skali ogólnokrajowej.

W **Australii**, gdzie pierwsze projekty PPP zaczęto realizować już w późnych latach 80., przez długi czas organizowano je według przepisów i uregulowań poszczególnych stanów. W celu skoordynowania działań na polu PPP w skali krajowej w maju 2004 roku powołano Narodowe Forum PPP (National Public Private Partnership Forum, National PPP Forum), złożone z ministrów kompetentnych w sprawach PPP ze wszystkich stanów i terytoriów oraz federalnego rządu Australii. National PPP Forum ma przede wszystkim charakter polityczny, natomiast pod jego egidą działa grupa robocza o charakterze eksperckim – National Public Private Partnership Working Group.

³² Ostatecznie reforma PFI została ogłoszona w grudniu 2012 roku. W kołach biznesowych przyjęto ją bardzo sceptycznie i oceniono, że wprowadziła tylko kosmetykę dotychczasowego modelu. Istotne zmiany dotyczyły jedynie reguł finansowania projektów nowego typu (nazwanych PF2), co było odpowiedzią na globalny kryzys finansowy.

³³ Dokładniej, projekty PPP mogą być także inicjowane na poziomie samorządów lokalnych i miejskich, ale ten segment rynku PPP pozostaje mało aktywny.

Ważnym wydarzeniem w tworzeniu rozwiązań instytucjonalnych dla zarządzania inwestycjami publicznymi w Australii było powołanie w kwietniu 2008 roku organu doradczego rządu federalnego w sprawach infrastruktury, Infrastructure Australia. Uzyskał on również uczestnictwo w National PPP Working Group i odgrywa ważną rolę w rozwijaniu PPP w Australii.

Kluczowe zadania przypisane Infrastructure Australia objęły m.in. dokonywanie oceny potrzeb i priorytetów w zakresie „znaczącej infrastruktury ogólnonarodowej”, przeprowadzanie ogólnonarodowego audytu infrastruktury i opracowywanie listy priorytetowych inwestycji w infrastrukturze. W grudniu 2008 roku opublikowane zostały opracowane przez Infrastructure Australia, ujednolicone w skali kraju wytyczne w sprawie polityki PPP (National PPP Guidelines).

W roku 2014 w działalności Infrastructure Australia nastąpiły bardzo istotne zmiany. Infrastructure Australia została przekształcona w samodzielną instytucję publiczną (*statutory agency*), odrębną od rządu pod względem prawnym i majątkowym. Zdefiniowano na nowo funkcje Infrastructure Australia – świadczenie doradztwa przestało być podstawową funkcją tej instytucji. Zadanie to wymienione jest w tekście znowelizowanej ustawy o Infrastructure Australia dopiero na piątym miejscu wśród funkcji agencji, po prowadzeniu audytów infrastruktury, opracowywaniu list priorytetów, ocenie propozycji w zakresie inwestycji oraz opracowywaniu planów infrastruktury (*Infrastructure Plans*).

Rządy poszczególnych stanów i terytoriów Australii prowadzą politykę PPP w oparciu o wytyczne Infrastructure Australia, ale w niektórych kwestiach szczegółowych wprowadzają swoje własne rozwiązania. W stanach Victoria i Nowa Południowa Walia, gdzie ma miejsce zdecydowanie największa aktywność PPP, funkcję jednostek kierujących programem PPP pełnią bezpośrednio stanowe ministerstwa finansów.

Kanada jest jedynym spośród omawianej trójki krajów, w którym funkcjonuje klasyczna jednostka PPP o ogólnokrajowym zasięgu działania. Jest to powstała w lutym 2008 roku agenda rządu federalnego o nazwie PPP Canada Inc., posiadająca status federalnej korporacji publicznej (*Federal Crown Corporation*).

PPP Canada realizuje obok typowych funkcji promocyjnych dwa główne zadania o charakterze transakcyjnym: świadczy doradztwo na rzecz kanadyjskich instytucji rządowych na szczeblu federalnym w przygotowaniu i wdrażaniu projektów PPP oraz dostarcza wsparcia finansowego podmiotom publicznym na szczeblu prowincjonalnym i samorządowym, które podejmują projekty PPP (główną funkcją PPP Canada w tym drugim obszarze jest zarządzanie funduszem inwestycyjnym rządu kanadyjskiego, P3 Canada Fund). Jeśli chodzi o ilość projektów wspieranych przez PPP Canada, zdecydowanie przeważają projekty prowincjonalne i samorządowe, jakkolwiek nieliczne projekty federalne mają nierzadko strategiczny i bardzo prestiżowy charakter.

Rządy większości prowincji kanadyjskich mają swoje własne agendy realizujące zadania typowe dla jednostki PPP, z tym że najczęściej realizują one tę funkcję w ramach zarządzania całym portfelem strategicznych inwestycji infrastrukturalnych danej prowincji. Najbardziej znane i doświadczone z tych instytucji, które prowadziły gros projektów PPP realizowanych w Kanadzie, to Infrastructure Ontario i Partnerships BC.

Zakończenie

W niniejszym artykule podjęto próbę diagnozy obecnego stanu Partnerstwa Publiczno-Prywatnego w Polsce oraz wskazano na kierunki działań, które powinny stworzyć warunki dla pełnego i racjonalnego wykorzystania potencjału tej formy inwestycji publicznych. Rozważania dotyczące kroków prowadzących do dynamizacji stosowania PPP oparto w dużym stopniu na doświadczeniach trzech krajów tworzących ścisłą światową czołówkę w wykorzystywaniu PPP w rozwoju i finansowaniu infrastruktury, a więc Wielkiej Brytanii, Australii i Kanady.

Stan rozwoju PPP w Polsce jest dość powszechnie oceniany jako niezadowolający. Odzwierciedla to zarówno typowe, widoczne także w innych krajach bariery dla szerokiego wykorzystania PPP, jak i czynniki specyficzne dla Polski (można zresztą mówić o silnym splocie czynników jednego i drugiego rodzaju).

Najważniejszą barierą dla szerszego stosowania PPP w Polsce jest dominacja budżetowego modelu finansowania inwestycji infrastrukturalnych, radykalnie wzmocniona w wyniku dysponowania przez Polskę największą pulą funduszy strukturalnych Unii Europejskiej. Rząd prowadzi w sferze inwestycji publicznych politykę nakierowaną na maksymalne wykorzystanie dostępnych funduszy unijnych, co nieuchronnie łączy się z niższym priorytetem dla korzystania z PPP i wdrażania rozwiązań instytucjonalnych promujących tę formę inwestycji.

Brak aktywnego wsparcia ze strony rządu wzmacnia z kolei pasywną postawę wobec PPP podmiotów publicznych bezpośrednio odpowiedzialnych za realizację inwestycji w infrastrukturze. PPP jest narzędziem złożonym, wymagającym dla pomyślnej realizacji wysokich kompetencji – także po stronie publicznej – oraz starannego przygotowania i strukturyzacji projektów. Sprawia to, że podmioty publiczne zazwyczaj nie są zainteresowane PPP, dopóki nie zostaną do tego zmuszone przez brak środków budżetowych na planowane inwestycje.

W artykule wskazano, że strategicznym kierunkiem działania promującym PPP w Polsce powinno być wbudowanie programu PPP w zintegrowany system zarządzania inwestycjami publicznymi, obejmujący zarówno tradycyjne projekty realizowane w trybie zamówień publicznych, jak i projekty PPP. W ramach tego systemu podstawowym kryterium dla podejmowania inwestycji oraz wyboru formy ich realizacji i finansowania powinien być porównawczy rachunek efektywności ekonomicznej. Pozwoliłoby to na swoiste wyrównanie szans między projektami tradycyjnymi i PPP oraz sprawiłoby, że PPP stałoby się realną alternatywą dla tych pierwszych.

Jak łatwo zauważyć, sugerowany kierunek działań daleko wykracza poza obszar wykorzystania samego PPP, ale obejmuje całą sferę inwestycji publicznych w Polsce. Podejście to może wydawać się nazbyt ambitne, ale też warto zastanowić się, dlaczego typowy dotychczas sposób definiowania potrzeb i uwarunkowań rozwoju PPP był tak mało skuteczny, jeśli chodzi o przekonanie do tej formy inwestycji decydentów publicznych. Wydaje się, że pewna PPP-centriczność zgłaszanych postulatów, sformułowanych w dużej mierze na zasadzie „co trzeba zrobić dla PPP”, sprawiała że

mogły być one postrzegane przez stronę rządową jako nazbyt oderwane od głównych problemów nurtujących polskie inwestycje publiczne i zarazem nie dające wyraźnej odpowiedzi na pytanie: „a co PPP zrobi dla mnie?”.

Zarysowany kierunek rozwoju PPP, jak i całej sfery inwestycji publicznych, przy najmniej z dwóch względów powinien być postrzegany jako wizja działań o charakterze średnio- bądź długofalowym. Po pierwsze, należy się spodziewać, że w najbliższych latach polityka rządu w odniesieniu do form finansowania infrastruktury nie ulegnie raczej zmianie, czyli nadal najwyższym priorytetem będzie jak najpełniejsze wykorzystanie funduszy UE. W tej sytuacji bardzo trudno będzie odejść od dominacji obecnego modelu opartego na dotacjach budżetowych i unijnych.

Po drugie, znaczące wzmocnienie reguł rachunku ekonomicznego w sferze tradycyjnych inwestycji finansowanych z budżetu – co zakłada logika zintegrowanego systemu zarządzania inwestycjami publicznymi – oznaczać będzie radykalną zmianę w podejściu instytucji rządowych i samorządowych do polityki inwestycyjnej. Przede wszystkim zmiana ta będzie w dużej mierze łączyć się z odpolitycznieniem decyzji inwestycyjnych. Nie ulega wątpliwości, że wywoła to w sektorze publicznym silny „opór materii”, którego pokonanie wymagać będzie silnej woli politycznej na najwyższym szczeblu rządu. Jednak z całą pewnością warto podjąć ten wysiłek.

Najważniejszym argumentem za wprowadzeniem w Polsce zintegrowanego modelu zarządzania inwestycjami publicznymi jest fakt, że krok ten wpisalby się dokładnie w strategiczne cele polskiej polityki fiskalnej i gospodarczej oraz wydatnie wspierałby te cele.

Jak stwierdzają kluczowe dokumenty określające cele i priorytety polityki gospodarczej Polski, w szczególności Wieloletni Plan Finansowy Państwa, jej naczelnym długofalowym celem jest trwale ustabilizowanie finansów publicznych. Będzie to realizowane poprzez działania określone jako „konsolidacja budżetowa przyjazna wzrostowi”, oparte o tzw. stabilizującą regułę podatkową, wprowadzoną do polskiej polityki fiskalnej, poczynając od budżetu na 2015 rok. Działania te prowadzić będą do stopniowego ograniczania relacji wydatków publicznych do PKB, przy jednoczesnej racjonalizacji wydatków i ich priorytetyzacji z punktu widzenia wzmocnienia potencjału wzrostowego polskiej gospodarki w długim okresie³⁴.

Cięcia w inwestycjach pobudzających wzrost gospodarczy, zwłaszcza w obszarze infrastruktury, mają być minimalizowane, co m.in. wynika z zaleceń Rady Ecofin dla Polski³⁵. Na tym tle propozycje działań systemowych nakierowane na zwiększenie efektywności i obniżenie kosztów inwestycji publicznych, gdzie istnieją w tym wzglę-

³⁴ Por. *Wieloletni Plan Finansowy Państwa na lata 2015–2018*, Rada Ministrów, Warszawa kwiecień 2015, Część I. *Program konwergencji*, Aktualizacja 2015, zwłaszcza omówienie w Rozdziale I. *Ogólne ramy prowadzenia polityki gospodarczej i jej cele*, s. 6–9.

³⁵ Por. Rada Unii Europejskiej (Ecofin), Zalecenie Rady z dnia 8 lipca 2014 r. w sprawie krajowego programu reform Polski na 2014 r. oraz zawierające opinię Rady na temat przedstawionego przez Polskę programu konwergencji na 2014 r. *Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej* nr C 247/97 z dnia 29 lipca 2014 r.

dzie naprawdę duże możliwości, logicznie biorąc powinny wzbudzić zainteresowanie rządu.

Wpisanie PPP w szerszy kontekst zmian proefektywnościowych może też sprawić, że nawet Minister Finansów zacznie patrzeć na PPP przychylniejszym okiem niż dotychczas, PPP stałoby się bowiem w znacznie większym stopniu niż dotychczas instrumentem polityki gospodarczej i finansowej państwa. Odwołując się do plusów i minusów, jakie PPP przedstawia dla jakości i stabilności finansów publicznych, można jak się wydaje sformułować tezę, że PPP otrzyma swoją prawdziwą szansę dopiero wtedy, gdy rząd zacznie na poważnie racjonalizować sferę inwestycji publicznych.

Bibliografia

- Chong S., Poole E., *Financing Infrastructure: A Spectrum of Country Approaches*, Reserve Bank of Australia, Bulletin, September 2013.
- Cipiur J., *Procesy inwestycyjne: PPP w Polsce nigdy się nie uda*, artykuł z 27 marca 2013 r. na portalu www.obserwatorfinansowy.pl
- Dlaczego PPP udaje się wszędzie, tylko nie u nas?* artykuł z 22 lutego 2008 r. na portalu www.muratorplus.pl
- EPEC, *Market Update. Review of the European PPP Market in 2014*. March 2015.
- Ernst & Young, *Analiza rynku infrastruktury drogowej w Polsce*, 14.02.2014.
- Gronicki M., Jankowiak J., *Otwarte Fundusze Emerytalne i gospodarka Polski w latach 1999–2013*. Gdynia–Warszawa, 26 kwietnia 2013.
- HM Treasury, *National Infrastructure Plan 2014*, December 2014.
- HM Treasury, *Value of Money Assessment Guidance*, August 2004.
- Infrastructure Australia, Australian Infrastructure Audit. Our Infrastructure Challenges. Report*, April 2015.
- Łyś G., *PPP drgnie dopiero, gdy skończą się pieniądze unijne*, artykuł z 23 kwietnia 2015 r. na portalu www.obserwatorfinansowy.pl.
- Musimy lepiej koordynować rozwój infrastruktury*, wypowiedź P. Schmidta z dnia 11 maja 2015 r. na portalu www.monitor.zdgtor.pl.
- Najwyższa Izba Kontroli, *Realizacja przedsięwzięć w systemie Partnerstwa Publiczno-Prywatnego. Informacja o wynikach kontroli*, 24 kwietnia 2013 r.
- National Audit Office, *PFI: Construction Performance. Report by the Comptroller and Auditor General*, 5 February 2003.
- OECD Principles of Public Governance of Public-Private Partnerships. Recommendation of the Council*, Organisation for Economic Co-operation and Development, May 2012.
- OECD Principles for Private Sector Participation in Infrastructure*. Organisation for Economic Co-operation and Development, 2007.
- Partnerships Victoria*, The Secretary, Department of Treasury and Finance, June 2000.
- PMR, *Sektor budowlany w Polsce I połowa 2015 – Prognozy rozwoju na lata 2015–2020*, maj 2015.

- PPP Canada, *Identifying P3 Potential. A Guide for Federal Departments & Agencies*, January 2014.
- Program Budowy Dróg Krajowych na lata 2008–2012*, przyjęty Uchwałą Rady Ministrów nr 163/2007 z dnia 25 września 2007 r.
- Program Budowy Dróg Krajowych na lata 2011–2015*, przyjęty Uchwałą Rady Ministrów nr 10/2011 z dnia 25 stycznia 2011 r.
- Program Budowy Dróg Krajowych na lata 2014–2023*, projekt z dnia 22 grudnia 2014 r. Rada Ministrów RP, Wieloletni Plan Finansowy Państwa/Program Konwergencji, Aktualizacje dla lat 2011–2015.
- Rada Unii Europejskiej (Ecofin), Zalecenie Rady z dnia 8 lipca 2014 r. w sprawie krajowego programu reform Polski na 2014 r. oraz zawierające opinię Rady na temat przedstawionego przez Polskę programu konwergencji na 2014 r. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej nr C 247/97 z dnia 29 lipca 2014 r.
- Rajaram A. i in., *The Power of Public Investment Management. Transforming Resources into Assets for Growth*. World Bank Group 2014.
- Rozporządzenie Ministra Finansów z dnia 30 czerwca 2006 r. w sprawie niezbędnych elementów analizy przedsięwzięcia w ramach partnerstwa publiczno-prywatnego. Dziennik Ustaw 2006 nr 125, poz. 866.
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21 czerwca 2006 r. w sprawie ryzyk związanych z realizacją przedsięwzięć w ramach partnerstwa publiczno-prywatnego. Dziennik Ustaw 2006 nr 125, poz. 868.
- Szymański K., *Partnerstwo publiczno-prywatne w Kanadzie. Model i czynniki sukcesu*. PARP, Biuletyn partnerstwa publiczno-prywatnego nr 10/2014, s. 35 i nast.
- Ustawa z dnia 28 lipca 2005 roku o partnerstwie publiczno-prywatnym. Dziennik Ustaw 2005 nr 169 poz. 1420.
- Wright C., *Infrastructure needs hit \$500bn but PPP model has weaknesses*, wypowiedź z 13 maja 2015 r. na portalu www.emergingmarkets.org.

SUMMARY

The focus of the article is to analyse reasons for the slow development of Public-Private Partnerships in Poland and to explore the chances for using this formula for infrastructure investment more frequently. The narrative is put into the wider context of public / infrastructure investment management. The main basis for reference and comparisons is provided by experience of 3 most successful countries in terms of using PPP to develop and maintain infrastructure: UK, Australia and Canada.

The key reason put for the marginal importance of PPP projects in Poland so far is the dominance of budgetary model of financing the public investment, strengthened to a large extent by the easy availability of structural funds from European Union and the very high priority given by the Polish government to the full use of EU funds. The institutional environment for PPP in Poland is also not the friendly one, lacking several features that are considered essential for facilitating PPPs.

In order to explain the attitudes and motivations of public decision-makers regarding PPPs, a distinction is introduced between „good” PPP, initiated for efficiency reasons, and „bad” PPP, motivated by purely fiscal reasons. The evolution of PPP programs of 3 leading countries is construed as a movement from „bad” to „good” PPP, benefitting both public and private sector.

The conclusion of the article is that Poland should reform its public investment management rules along the lines of PPP world leaders, by introducing the multiyear strategic planning for development of infrastructure and requiring all investment projects – both PPP and traditional ones – to fulfill economic efficiency criteria. This would create the proper conditions for PPPs, which would be undertaken only when showing the Value for Money in comparison with traditional projects financed from budgetary allocations.

Ustawa o odnawialnych źródłach energii 2015 – dokąd zmierzamy?

Wprowadzenie

Z uwagi na swoją charakterystykę rozwój odnawialnych źródeł energii (OZE) w Polsce, tak jak i w innych krajach, jest uzależniony od systemów wsparcia, opierających się na kolejno obowiązujących regulacjach prawnych. Koszty wytwarzania energii elektrycznej w OZE są zdecydowanie wyższe niż w źródłach konwencjonalnych, stąd kraje wspierające rozwój takich technologii na bieżąco wdrażają i modyfikują różne formy wsparcia dla technologii OZE.

Systemy wsparcia OZE zostały zapoczątkowane przez Konwencję Klimatyczną ONZ z 1992 roku. Dodatkowy wpływ na rozwój tych technologii dało zobowiązanie wynikające z tzw. Konwencji Kioto z 1997 roku. Unia Europejska kieruje się polityką klimatyczną z pełnym określeniem celów do 2020 roku i wytycznymi kierunkowymi do 2050 roku. Cele Pakietu są potocznie zwane „3 razy 20 na 2020”, zostały przyjęte podczas spotkania Rady Europy w marcu 2007 roku i dotyczą:

- poprawy efektywności energetycznej o 20% do 2020 roku;
- zwiększenia do 2020 roku udziału energii ze źródeł odnawialnych do 20% całkowitego zużycia energii finalnej w UE;
- zmniejszenia do 2020 roku emisji gazów cieplarnianych o co najmniej 20%, w porównaniu do 1990 roku, z możliwością wzrostu tej wielkości nawet do 30%, pod warunkiem, że inne kraje rozwinięte zobowiążą się do porównywalnej redukcji emisji, a wybrane kraje rozwijające się wniosą odpowiedni wkład na miarę swoich możliwości redukcyjnych.

Aktualny (na dzień pisania niniejszego materiału) mechanizm wsparcia dla OZE, i to bez wdawania się w szczegółowe opisy na jego temat, opiera się na wprowadzonym w 1999 roku obowiązku zakupu energii elektrycznej z OZE przez przedsiębiorstwa sprzedające energię do odbiorców końcowych, a od 2004 roku na wprowadzonych świadectwach pochodzenia (SPOZE) i regulowany rynek obrotu prawami majątkowymi (PMOZE). Trzecim filarem polskiego systemu wsparcia było zwolnienie energii elektrycznej z OZE z konieczności zapłaty podatku akcyzowego.

Historia uchwalania nowego prawa dotyczącego wsparcia dla OZE sięga 2010 roku. Pierwotnie ustawa o OZE miała być częścią tzw. Trójpaku Energetycznego, czyli pakietu trzech ustaw zmieniających w zasadniczy sposób obszar regulacji prawa energetycznego. Na Trójpak miały składać się pierwotnie ustawa – Prawo energetyczne, ustawa – Prawo gazowe oraz ustawa o odnawialnych źródłach energii (ustawa OZE). W ciągu ostatnich pięciu lat pojawiła się niezliczona ilość wersji tej ostatniej, przy czym pierwotną przyczyną prac nad nimi nie była w gruncie rzeczy chęć dokonywa-

nia rewolucyjnych zmian w systemie wsparcia, a konieczność dostosowania polskich przepisów do obowiązujących dyrektyw. W zakresie polityki unijnej dotyczącej odnawialnych źródeł energii kluczowa jest dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych (Dyrektywa OZE). W przypadku dotychczasowych regulacji wątpliwość budziła przede wszystkim prawidłowość zastosowanych przez Polskę środków i instrumentów służących prawidłowej implementacji Dyrektywy OZE oraz kompletność realizacji wszystkich celów tej Dyrektywy. Załamanie się rynku zielonych certyfikatów w latach 2012–2013, wstrzymanie (zawieszenie) wsparcia w postaci żółtych certyfikatów dla instalacji produkujących ciepło w wysokosprawnej kogeneracji – to tylko niektóre z długiej listy uchybień w zakresie polskiej polityki względem OZE. Należy w tym miejscu wspomnieć, że Dyrektywę OZE Polska miała wdrożyć do grudnia 2010 roku. Samo postępowanie przeciwko Rzeczypospolitej wynikające z uchybienia temu obowiązkowi trwało od marca 2013 roku, a Komisja Europejska zaproponowała, by za każdy dzień zwłoki nasz kraj płacił 133 228 euro. W styczniu 2011 roku Komisja przesłała wezwanie do usunięcia uchybienia, zaś w marcu 2012 roku wystosowała uzasadnioną opinię. Karę ograniczono w późniejszym czasie do 61 380 euro za dzień z uwagi na częściową transpozycję przepisów w toku postępowania. Przed ETS odbyły się dwie rozprawy, 7 października i 11 grudnia 2014 roku. W końcu, kilka dni po ostatecznym uchwaleniu przez Sejm ustawy OZE z dnia 26 lutego 2015 roku, Komisja wycofała skargę.

W części zasadniczej ustawa OZE budzi zdecydowane wątpliwości, przede wszystkim natury praktycznej, dotyczące wdrożenia nowego modelu wsparcia, jakim jest system aukcyjny. Wątpliwości te co do zasady opierają się na obawach, czy model aukcyjny zapewni wystarczające wsparcie, przy założeniu okresu zwrotu z inwestycji, który ma znaczenie przede wszystkim dla stron je finansujących (np. banków). Ustawa utrzymuje jednocześnie dotychczasowy system wsparcia w ramach zachowania zasady praw nabytych. Ten ostatni zostanie wygaszony najpóźniej w 2035 roku.

1. Rzecz o prosumencie

Uzasadnienie mojego krytycznego podejścia do ustawy OZE można opisać dwoma słowami: poprawka prosumencka. I nie jest tak, że jestem przeciwnikiem prosumentów i generacji rozproszonej. Przeczyłoby to moim poglądom, wyrażonym w publikacjach i pracach dotyczących energetyki prosumenckiej. Moja krytyka ma związek wyłącznie z jakością nowej legislacji, a raczej – mówiąc wprost – jej niechlujnością i tendencyjną już w Polsce chęcią do przeregulowania zagadnienia. Chyba nikt już do końca nie wie, dlaczego w toku prac sejmowych i senackich wyprodukowano jeden z największych bubli prawnych i to nie tylko w obszarze regulacji sektora energetycznego, bo w historii całej polskiej legislacji można by tę ustawę uznać za przykład dla pokoleń – jak nie tworzyć nowego prawa.

Proces legislacyjny przebiegał bardzo długo, ale przez większość czasu bez większych wzburzeń. Projekt przygotowany przez Ministerstwo Gospodarki przyjmował założenia wypracowane w toku wcześniejszych prac nad „Dużym Trójpakiem”.

Dotyczyły one zmiany modelu wsparcia, o czym wyżej, ale także zapewnienia ram rozwoju energetyki prosumenckiej w Polsce. Ma to rzecz związek z koncepcjami energetyki rozproszonej i mikrogeneracji, o których miałem okazję pisać na łamach publikacji Europejskiego Kongresu Finansowego *Dylematy rozwoju infrastruktury* rok temu. Projekt ustawy nie zakładał rzecz jasna stworzenia podstaw do zarządzania na większą czy mniejszą skalę źródłami prosumenckimi, niemniej jednak stanowił krok w dobrym kierunku. Niestety największym problemem nowego prawa jest jego niespójność, która powoduje, że najlepsi specjaliści w tej dziedzinie gubią się w jego interpretacji.

Przede wszystkim ustawa nie posługuje się pojęciem prosument, o co wielokrotnie wnioskowano w toku prac legislacyjnych. Teoretycznie można by przyjąć, że definicja znajdująca się w art. 4 ustawy OZE odwołuje się do wytwórcy w mikroinstalacji, który nadwyżki wytworzonej energii elektrycznej może oddawać do sieci, bez konieczności prowadzenia w tym celu działalności gospodarczej. Zasada słuszna, jednak jej zastosowanie uniemożliwił sam ustawodawca, któremu po czterech jednostkach redakcyjnych zabrakło konsekwencji. W szczegółowych przepisach dotyczących funkcjonowania jednostek mikrogeneracyjnych (zob. art. 41 ustawy OZE) możemy rozróżnić kilkanaście rodzajów instalacji prosumenckich, w zależności od różnych kryteriów (modelu wsparcia, okresu rozpoczęcia wytwarzania, prowadzenia bądź nie działalności gospodarczej, mocy zainstalowanej, okresu, charakteru źródła). Nie ulega wątpliwości, że każdy uczestnik rynku, nawet ten profesjonalny, będzie miał problem ze zidentyfikowaniem samego siebie. Najdonioślejsze skutki i największe zamieszanie wprowadziła tzw. nakładka prosumencka, która przyniosła rewolucję w modelu wsparcia dla odnawialnych źródeł energii (art. 41 ust. 10 i 15 ustawy OZE). Po raz pierwszy w historii mamy do czynienia w Polsce z systemem taryf gwarantowanych (*Feed-in-Tariff* – FiT). System FiT polega na nałożeniu na określone podmioty (tzw. sprzedawców zobowiązanych) obowiązku zakupu energii elektrycznej wytworzonej w nowobudowanych kwalifikowanych instalacjach OZE po określonej stałej cenie jednostkowej za kWh. Sprzedawca zobowiązany ma obowiązek zakupu energii elektrycznej z kwalifikowanych instalacji OZE przez okres kolejnych 15 lat, liczony od dnia oddania do użytkowania danej instalacji. Model ten został stworzony dla wytwórców energii elektrycznej w instalacjach OZE o mocy zainstalowanej do 3 kW włącznie oraz od 3 kW do 10 kW. Poprawka została napisana w pośpiechu i bez głębszych konsultacji, gdyż jest niekompatybilna z resztą regulacji – i to w kilku miejscach. Przede wszystkim zawiera nigdzie niezdefiniowane pojęcie „nowo budowanej” instalacji. Nie zawiera odwołań do wcześniejszych i późniejszych jednostek redakcyjnych – lub odwrotnie, późniejsze zapisy (np. dotyczące tzw. netowania) nie odwołują się do przepisów o FiT. Nieprawdopodobne, ale prawdziwe, jest także to, że w art. 41 ust. 12 uchwalonego przez Parlament RP aktu prawnego, który został następnie podpisany przez Prezydenta, zapomniano dodać słowa „Minister” w delegacji do wydania rozporządzenia przez... „właściwego do spraw gospodarki...” no właśnie – kogo?

2. Wątpliwości o charakterze prawnym

Powyższe, z punktu widzenia prawnika, to tylko wierzchołek góry lodowej. W trakcie prac nad ustawą OZE zapomniano nie tylko o tym, że w polskim porządku prawnym moc powszechnie obowiązującą mają tzw. Zasady techniki prawodawczej¹, które przy projektowaniu tej regulacji w zasadniczej części zignorowano. Przywołana wyżej możliwość zmiany stawek dla FiT za pomocą bliżej nieznanego ... „właściwego do spraw gospodarki”, generuje możliwość zmiany postanowień ustawy aktem niższej rangi – rozporządzeniem – co może stanowić o niekonstytucyjności takiego rozwiązania. Przy okazji dodawania opisywanej wyżej nakładki prosumenckiej, całkowicie pominięto, że istnieje w prawodawstwie i orzecznictwie unijnym bardzo ścisła regulacja dotycząca przyznawania pomocy publicznej, która może zakłócać konkurencję na unijnym rynku wewnętrznym. Autorzy pierwotnego projektu ustawy o OZE bardzo starannie przygotowywali go pod kątem braku konieczności „notyfikacji” ustawy przed unijnymi organami regulującymi przyznawanie pomocy publicznej. W pierwotnym założeniu mikrowytwórcy mieli otrzymywać za wytworzoną energię ekwiwalent średniej ceny prezesa URE, waloryzowanej przez ten organ kwartalnie, czyli w podobny sposób, jak dotychczas wspierane były tzw. duże instalacje OZE. Istotny problem pojawił się wraz z dodaniem do projektu opisywanej wyżej nakładki prosumenckiej, która oprócz bardzo wysokich cen jednostkowych, wprowadziła limity mocy dla zainstalowanych jednostek mikrowytwórczych². Niestety ustawodawca nie określił wprost, jaki podmiot ma monitorować, czy nie doszło do przekroczenia owych limitów, a jednym z bardzo istotnych elementów kontroli, czy nie dochodzi do niedozwolonej pomocy publicznej, jest to, by środki pozostawały w sposób definitywny pod kontrolą administracji publicznej, podlegając tym samym rozdysponowaniu według jej uznania. Ma to z kolei związek z mechanizmem pokrycia strat wynikłych po stronie sprzedawców zobowiązanych z tego tytułu. Koszty zakupu energii ze źródeł wymienionych FiT rozliczane są przez Operatora Rozliczeń Energii Odnawialnej SA (OREO SA – spółkę Skarbu Państwa) powołanego do prowadzenia rozliczeń w ramach systemu wsparcia OZE. OREO, jako podmiot będący pod kontrolą administracji publicznej, miałby rozliczyć sprzedawcom zobowiązanych różnicę pomiędzy ustaloną ceną wynikającą z przepisów a ceną na hurtowym rynku energii. Skąd na to środki? Z opłaty OZE, która – w dużym uproszczeniu – byłaby pobierana od odbiorców końcowych. Na marginesie warto wspomnieć, że opłata OZE została na rok 2016 określona w ustawie na kwotę 2,51 zł za 1 MWh i jej wysokości, zgodnie z moją wiedzą, została wzięta z przysłowiowego „sufitu”. Z uwagi na fakt, że przepływ strumienia środków pieniężnych będzie za każdym razem przechodził przez OREO SA, trudno nie dopatrzeć się tutaj problemu związanego z kwestiami pomocowymi.

¹ Rozporządzenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 20 czerwca 2002 roku w sprawie „Zasad techniki prawodawczej”, Dz. U. 2002 nr 100 poz. 908.

² 300MW łącznej mocy zainstalowanej z jednostek 0–3 kW oraz 500 MW łącznej mocy zainstalowanej z jednostek od 3–10 kW.

Kolejnym problemem związanym z prawem unijnym jest to, że ustawa nie zawiera regulacji, która uniemożliwiłaby kumulację strumieni wsparcia dla prosumentów. Należy bowiem zaznaczyć, że pomoc państwa dla szeroko rozumianych prosumentów ma równoległe miejsce także w ramach dotacji z tzw. programu „Prosument”, co stwarza wątpliwości, czy taryfy gwarantowane będzie można łączyć z takim dofinansowaniem, czy też nie. W toku procesu legislacyjnego pojawił się co prawda zapis, który wyraźnie zakazywał łączenia pomocy inwestycyjnej z pomocą w ramach wsparcia dla mikrowytwórców³, jednak podczas zamieszania, które miało miejsce podczas głosowania poprawek senackich w Sejmie, zapis ten przepadł.

Za osobliwy należy ponadto uznać fakt, iż ustawa OZE, której celem jest wspieranie idei energetyki prosumenckiej swoimi poszczególnymi uregulowaniami, uderza w inną fundamentalną zasadę funkcjonującą w polskim prawodawstwie regulującym rynek energetycznym – zasadę TPA. Zasada obligatoryjnego saldowania⁴ w praktyce uniemożliwia bowiem prosumentowi objętemu zakresem tego uregulowania skorzystanie z przyznanego mu w ustawie – Prawo energetyczne uprawnienia do swobodnego wyboru sprzedawcy energii elektrycznej.

3. Ustawa do pilnej poprawki

Już po podpisaniu ustawy przez Prezydenta⁵, w dniu 18 marca 2015 roku odbyło się posiedzenie Komisji Nadzwyczajnej do spraw energetyki i surowców energetycznych (NES), której przewodzi Poseł Andrzej Czerwiński. W trakcie posiedzenia, w obecności m.in. Sekretarza Stanu w Ministerstwie Gospodarki Jerzego Witolda Pietrewicza oraz Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki Macieja Bando, przedstawiono informację o skutkach wejścia w życie ustawy o odnawialnych źródłach energii. Ku zdziwieniu wszystkich przedstawione zastrzeżenia pokrywały się w wielu punktach z wątpliwościami zarówno branży energetycznej (zawodowej), Ministerstwa Gospodarki czy Urzędu Regulacji Energetyki. W prezentacji, która została przedstawiona w trakcie posiedzenia, zaadresowano zdecydowanie więcej wątpliwości, niż przedstawiono w niniejszym eseju. Efektem poglądów zaprezentowanych w trakcie posiedzenia Komisji NES było pilne podjęcie prac zmierzających do nowelizacji już uchwalonej ustawy, jeszcze przed dniem wejścia w życie jej rozdziału 4., traktującego o nowym modelu wsparcia dla OZE⁶. Wedle stanu na maj 2015 roku znane są już główne założenia do nowelizacji ustawy o OZE. Zakładają one między innymi wprowadzenie mechanizmu kontroli przez Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki, związanej z limitami wytwórczymi dla mikrowytwórców, teoretyczne wyeliminowanie rozliczania strat dla Sprzedawców Zobowiązanych przez OREO. Trudno jednak przewidzieć, jaki będzie końcowy efekt tych zmian, a w związku z kalendarzem wyborczym i planowaną

³ Art. 39a w Senackim projekcie ustawy o OZE przekazanym do Sejmu w dniu 10 lutego 2015, druk 3137.

⁴ Art. 41 ust. 14 ustawy z dnia 20 lutego 2015 roku o odnawialnych źródłach energii, Dz. U. 2015 poz. 478.

⁵ Prezydent podpisał ustawę w dniu 11 marca 2015 roku.

⁶ Rozdział 4 ustawy o OZE wchodzi w życie z dniem 1 stycznia 2016 roku.

przerwą w pracy parlamentu oraz nieznanym poglądem nowego prezydenta RP na kwestie związane z OZE, mocno niepewnym jest, czy nowelizacja wejdzie w życie, zanim rozdział 4. ustawy OZE zacznie obowiązywać. Jeśli nowelizacja nie wejdzie w życie przed 1 stycznia 2016 roku, abstrahując od mocno wątpliwego efektu samej nowelizacji, wszyscy uczestnicy sektora elektroenergetycznego będą musieli przekonać tę gorzką pigułkę z napisem OZE, jaką sami sobie wytworzyli.

4. Dokąd zmierzamy?

Z jaką sytuacją zmierzmy się w dniu 1 stycznia 2016 roku? Z uwagi na tak dużą ilość luk prawnych, o których była mowa wyżej, mam przekonanie graniczące z pewnością, że jak zwykle w takiej sytuacji duża część regulacji dotyczącej relacji między odbiorcami (przede wszystkim mikrowytwórcami) a wielką energetyką zawodową będzie przeniesiona na relacje kontraktowe, co może generować poważne wątpliwości co do kwestii zachowania równości stron umów, biorąc pod uwagę ich pozycję na rynku. Nie da się ukryć, że tzw. duża energetyka w relacji z „prosumentem” ma zdecydowanie lepszą pozycję. W chwili obecnej, wobec braku przejrzystości przepisów ustawy, prowadzone są także pogłębione badania dotyczące wpływu wejścia ustawy na relacje między podmiotami na rynku odnawialnych źródeł energii. Przeprowadzona przez Polskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej, PwC i Kancelarię DZP pierwsza próbna aukcja dla Odnawialnych Źródeł Energii⁷ pokazała, że w ustawie brak jest mechanizmu, który zapobiegałby składaniu w procesie aukcyjnym zbyt niskich ofert (*underbidding*). Istnieją także duże wątpliwości, czy z systemów wsparcia zawartych w ustawie będą mogły korzystać podmioty stanowiące jednostki samorządu terytorialnego, co z punktu widzenia celowości regulacji może okazać się dużym niedopatrzeniem.

Aby nowoczesna polska energetyka (nie tylko ta odnawialna) miała możliwość rozwoju i zmierzenia się z oczekiwaniami nie tylko rynku, ale także wyzwaniem technologicznymi, konieczne jest inne podejście do zagadnień tworzenia prawa i otoczenia regulacyjnego. Przede wszystkim należy uwzględnić, jakie innowacyjne trendy występują na rynku. W ubiegłej edycji Europejskiego Kongresu Finansowego miałem szansę zaprezentować swój pogląd dotyczący rozwoju zarządzania popytem i podażą oraz koncepcji energetyki rozproszonej. Koncepcję tę w ustawie o OZE w zasadzie pominięto, choć znajdują się tam pewne elementy stanowiące o tym, że ustawodawca myśli o przyszłości. W definicji odnawialnego źródła energii mówi się już o tym, że źródło takie może również magazynować energię. Nie jest do końca jasne, czy magazynować tę energię mogą również prosumenci, gdyż jak wspomniałem, zabrakło definicji prosumenta w ustawie. Ta kwestia może wymagać jak najszybszego doprecyzowania, gdyż w mojej ocenie największa rewolucja technologiczna w kwestii magazynowania energii elektrycznej może się dokonać właśnie w naszych domach. Zaprezentowany w dniu 30 kwietnia 2015 roku przez amerykańską firmę Tesla⁸ nowy system baterii do domowego magazynowania energii tę rewolucję zdecydowanie roz-

⁷ <http://www.cire.pl/item,111367,1,0,0,0,0,system-aukcyjny-do-poprawy.html>

⁸ <http://www.teslamotors.com/powerwall>

poczyna. Dostępne na rynku konsumenckim rozwiązania umożliwiające wytwarzanie, a następnie magazynowanie energii elektrycznej to ogromna szansa dla całego systemu energetycznego. Potraktowanie przydomowych magazynów jako potencjału do bilansowania w systemie energii z OZE nie brzmi już jak *science-fiction* i wymagać będzie niebawem dokładnego przygotowania oraz zmiany mentalności energetyki zawodowej, przede wszystkim tej zajmującej się zarządzaniem sieciami przesyłowymi i dystrybucyjnymi. Po raz kolejny nawoływać należy do prawnego uregulowania istnienia podmiotów odpowiedzialnych za agregację popytu (DR/DSR), których usługi dla systemu elektroenergetycznego mogą być nieocenione, gdyż wymaga tego zrównoważony rozwój energetyki i to nie tylko tej odnawialnej.

Bibliografia

Rozporządzenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 20 czerwca 2002 roku w sprawie „Zasad techniki prawodawczej”, Dz. U. 2002 nr 100 poz. 908.

Senacki projekt ustawy o odnawialnych źródłach energii, 10 lutego 2015 r., druk 3137.

Ustawa z dnia 20 lutego 2015 roku o odnawialnych źródłach energii, Dz. U. 2015 poz. 478.

<http://www.cire.pl/item,111367,1,0,0,0,0,system-aukcyjny-do-poprawy.html>

<http://www.teslamotors.com/powerwall>

SUMMARY

The chapter is aimed at new regulation on support for renewable energy sources. After a long battle between European Commission against Polish state National Parliament has prepared an Act on RES. The Act should face requirements enclosed in RES-directive but in fact it has plenty of inaccuracies in its content. Support for microgeneration is described in a complicated way so many subjects may have problems even in defining themselves as one of many categories of microgenerators. Another failure is easy to be seen as the article dedicated to microgeneration is not connected with the rest of the Act. In fact it shows how policy makers misunderstand the need of proper energy policy. Regulations have been prepared neglectfully without any concern on the balance between the interests of particular market shareholders as well as without a vision of energy system of the future.

Opracowanie „Megatrendy i ich wpływ na rozwój sektorów infrastrukturalnych” jest przedsięwzięciem wydawniczym o szczególnym charakterze. Eseje, autorstwa specjalistów z dziedziny ekonomii i prawa – naukowców oraz praktyków – dotyczą wpływu globalnych przemian gospodarczych i społecznych na rozwój trzech zasadniczych sektorów infrastrukturalnych, jakimi są transport, energetyka oraz technologia komunikacyjna i informatyczna (ICT). Uporządkowanie w jednej publikacji przenikających się zagadnień makroekonomicznych, formalnoprawnych, strukturalnych i finansowych daje ogłęd obecnej rzeczywistości i rysuje obraz przyszłości, przez co stwarza merytoryczną podstawę potrzebną do sformułowania rekomendacji rozwojowej dla krajowej i regionalnej polityki infrastrukturalnej.

Warto pamiętać, że myślenie o przyszłości jest megatrendem na stałe przypisanym do ludzkiego życia. Bez chęci patrzenia w przyszłość i teraźniejszość nie ma sensu.

Dr hab. Tomasz Kuszewski

Profesor nadzwyczajny w Instytucie Ekonometrii SGH

ISBN: 978-83-88835-26-1