

Europejskie społeczeństwo gigabitowe

The European Gigabit Society

Abstract

The aim of the paper is to present the European gigabit society which is perceived by European Union's leaders as a model of the future European society and economy. It is based on new digital technologies of the XXI century and on new, very high capacity mobile telecommunications networks. The rapid growth of information being processed and transmitted through electronic communications networks needs new high-speed and highly reliable broadband networks essential to economic growth, competitiveness and innovation as well as better quality products, services and the citizen's satisfaction. The 5G communications network is the solution which is perceived as a type of network which should resolve these problems. In the paper the concept of the European gigabit society is clarified, the 5G technology and its level of development in the European Union and in its Member States are described including Poland *vis-à-vis* the rest of the world. The European gigabit society is already under development and the 5G communication network is crucial to its success. It should be widely available in Europe including Poland. The paper is based on the analysis of official documents of the European Union and its Member States including Poland, official reports of the most active electronic telecommunications companies providing and implementing 5G technologies and on talks with representatives of some of the ones which are active on the Polish market.

Słowa kluczowe: europejskie społeczeństwo gigabitowe, społeczeństwo gigabitowe, 5G, Unia Europejska, sieci komunikacji elektronicznej, 5G w Polsce

Keywords: European Gigabit Society, Gigabit Society, 5G, European Union, Electronic Communications Networks, 5G in Poland

* **Marta Grabowska** – Uniwersytet Warszawski, e-mail: mgrabowska@uw.edu.pl, ORCID: 0000-0002-4481-0545.

Wprowadzenie

Termin „europejskie społeczeństwo gigabitowe” (ang. *the European gigabit society*) wprowadzony został w Komunikacie Komisji Europejskiej z 14 sierpnia 2016 r. pt. Łączność dla jednolitego rynku cyfrowego: w kierunku europejskiego społeczeństwa gigabitowego¹. Terminem tym określono społeczeństwo europejskiego XXI w., które będzie mogło skutecznie konkurować na rynku globalnym dzięki wykorzystaniu najnowszych technologii informacyjnych i komunikacyjnych oraz rozwijaniu modelu ekonomii opartej na danych². Społeczeństwo to operować będzie wielką ilością informacji powstających w wyniku stosowania takich technologii cyfrowych, jak: Internet Rzeczy (IoT), sztuczna inteligencja, wirtualna i rozszerzona rzeczywistość, Big Data, technologie chmurowe, robotyka, druk 3D czy symulacja. Przeobrażają one nie tylko mechanizmy gospodarcze, ale także sferę publiczną i całokształt życia obywateli. Aby model ten mógł być zrealizowany, niezbędne jest stworzenie odpowiedniej infrastruktury, w tym przede wszystkim szybszych, bardziej niezawodnych i o większej niż dotychczas przepustowości sieci łączności elektronicznej, które będą musiały podołać rezultatom cyfryzacji w obszarach gospodarki, sfery publicznej oraz codziennego życia obywateli. Technologie informacyjne przełomu XX i XXI w. zrewolucjonizowały już wiele obszarów, umożliwiając np. stworzenie przemysłu 4.0³, usprawnienie funkcjonowania transportu i logistyki, handlu, energii, mediów, rolnictwa, medycyny, różnych dziedzin humanistyki, a nawet domostw oraz sektora mediów i rozrywki. Każdy z tych obszarów operuje ogromną ilością informacji. Aby obsłużyć te procesy, konieczna jest budowa sieci łączności elektronicznej nowej generacji o dużo większej przepustowości i niezawodności, znanej już jako 5G. Dotychczasowa przepustowość łączy elektronicznych mierzona w megabitach nie wystarcza. Musi powstać powszechnie dostępna sieć nowej generacji o przepustowości gigabitowej, do której podłączonych może być o wiele więcej urządzeń na kilometr kwadratowy niż to jest obecnie, a łączność odbywać się będzie w warunkach mobilnych. Terminem „przepustowość” określa się liczbę bitów

¹ Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. Łączność dla konkurencyjnego jednolitego rynku cyfrowego: w kierunku europejskiego społeczeństwa gigabitowego SWD(2016) 300 final, COM(2016) 587 final, Bruksela 14.9.2016.

² D.A. Schweidel, *Profiting from the data economy. Understanding the roles of consumers, innovators and regulators in a data-driven world*, Pearson Education, Inc. Upper Saddle River, New Jersey 2015.

³ A. Gilchrist, *Industry 4.0. The Industrial Internet of Things*. [e-book] Apress (Springer), 2016.

przeptywających przez łącze na sekundę⁴, czego nie należy mylić z liczbą bitów przesyłanych podczas konkretnych sesji, np. dwugodzinnej transmisji wydarzenia sportowego. Termin „europejskie społeczeństwo gigabitowe” jest nowy i ma tymczasem charakter symboliczny. Brak też na razie publikacji naukowych na ten temat. Wiele się pisze natomiast o sieciach gigabitowych⁵, które są szkieletem i krwiobiegiem całego systemu, i które umożliwią obsługę i konsolidację już istniejących, jak i przyszłych zaawansowanych technologii informacyjnych. Termin „europejskie społeczeństwo gigabitowe” określa nowy etap rozwoju społeczeństwa Unii Europejskiej, szczególnie w kontekście nadchodzącej perspektywy finansowej 2021–2027 i wyznaczonych w niej celów⁶. Oczekiwane korzyści to przede wszystkim wzrost udziału gospodarki cyfrowej w ogólnym GDP Unii Europejskiej i poprawa komfortu życia obywateli. Skutki społeczne to m.in. konieczność reorientacji zawodowej różnych grup pracowników, zmiana zachowań wynikająca z wszechobecnej cyfryzacji, ale też zagrożenia związane ze stopniową utratą prywatności, wykluczeniem cyfrowym, likwidacją niektórych zawodów czy dotychczasowych miejsc pracy. Inne skutki społeczne znane będą zapewne po upływie lat, a może nawet dekad, i dopiero wtedy społeczeństwo to będzie można w pełni ocenić. Obecnie działania Unii Europejskiej skupiają się przede wszystkim na stymulowaniu rozwoju infrastruktury sieciowej niezbędnej dla kształtowania się tego społeczeństwa, tj. technologii 5G⁷.

Osiągnięcia Europejskiej agendy cyfrowej w zakresie łączności elektronicznej

Już w Europejskiej agendzie cyfrowej⁸, jednym z siedmiu projektów przewodnich strategii Europa 2020⁹, którego realizacja obejmuje lata

⁴ *Przepustowość łącza – co należy wiedzieć?*, w: *Systel Systemy Teleinformatyczne*, <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=systel> (dostęp 20.12.2019).

⁵ Np. D. Chandramouli, R. Liebhart, J. Pirskanen, *5G for the connected world*, John Wiley and Sons Ltd., Hoboken, New Jersey 2019.

⁶ U. von der Leyen, *Speech in the European Parliament Plenary Session*, Publications Office of the European Union, Luxembourg 2019.

⁷ H. Holma, A. Toskala, T. Nakamura, *5G technology. 3 GPP New Radio*, John Wiley and Sons Ltd., Hoboken, New Jersey 2020.

⁸ Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. Europejska agenda cyfrowa, KOM(2010) 245 wersja ostateczna, Bruksela, 19.5.2010.

⁹ Komunikat Komisji. Europe 2020. Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu, KOM(2010) 2020 wersja ostateczna, Bruksela, 3.3.2010.

2010–2020, wskazywano na konieczność rozwoju szerokopasmowego internetu, zwiększania szybkości połączeń stacjonarnych i bezprzewodowych oraz zwiększania inwestycji w bardzo szybką i powszechnie dostępną sieć internetową. Wiąże się to z koniecznością rozszerzenia dostępu do treści, usług oraz ich swobodnego przepływu w Unii Europejskiej, a także pełnego wykorzystania potencjału unijnego rynku wewnętrznego. Nacisk położono przede wszystkim na skonsolidowanie europejskich rynków telekomunikacyjnych, interoperacyjność sieci i systemów informacyjnych oraz związanych z tym norm europejskich, uporządkowanie przydziału widma radiowego oraz udzielania licencji i podziału numerów, co dotychczas odbywało się na poziomie krajowym, a także zwiększenia zaufania do sieci łączności elektronicznej. Wskazano na pilną potrzebę budowy szybszych sieci o znacznie większej przepustowości oraz zmian regulacyjnych w kierunku harmonizacji zasad funkcjonowania łączności elektronicznej. W celu realizacji tych założeń powołano Organ Europejskich Regulatorów Łączności Elektronicznej (*Body of European Regulators for Electronic Communications*, BEREC¹⁰), którego zadaniem stały się harmonizacja i optymalizacja transgranicznych usług łączności elektronicznej w Unii Europejskiej. W ramach realizacji założeń Europejskiej agendy cyfrowej ustalono także zasady korzystania z różnych zakresów widma radiowego, wprowadzono *roaming* w 2012 r., paneuropejski numer alarmowy 112 czy numer alarmowy dotyczący dzieci 116. W obszarze bezpieczeństwa sieci i informacji zreorganizowano i doprecyzowano zadania Europejskiej Agencji ds. Bezpieczeństwa Sieci i Informacji (*European Network and Information Security Agency*, ENISA¹¹), w każdym państwie członkowskim powołano zespoły ds. reagowania kryzysowego w obszarze informatycznym (*Computer Emergency Response Teams*, CERT¹²) oraz ustanowiono zasady ich współpracy z organami ścigania. Przyjęto także przepisy dotyczące zwalczania ataków cybernetycz-

¹⁰ Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/1971 z dnia 11 grudnia 2019 ustanawiające Organ Europejskich Regulatorów Łączności Elektronicznej (BEREC) oraz Agencję Wsparcia BEREC (Urząd BEREC) zmieniające rozporządzenie (UE) 2015/2120 oraz uchylające rozporządzenie (WE) 1211/2009 (Tekst mający znaczenie dla EOG), Dz. Urz. UE 2018 L 321, 17.12.2018.

¹¹ Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/881 z dnia 17 kwietnia 2019 r. w sprawie ENISA (Agencji Unii Europejskiej ds. Cyberbezpieczeństwa) oraz certyfikacji cyberbezpieczeństwa w zakresie technologii informacyjno-komunikacyjnych oraz uchylenia rozporządzenia (UE) nr 526/2013 (akt o cyberbezpieczeństwie) (Tekst mający znaczenie dla EOG), Dz. Urz. UE 2019 L151 7.6.2019.

¹² D. Cappelli, A. Moore, R. Trzeciak, *The CERT Guide to Insider Threats. How to Prevent, Detect, and Respond to Information Technology Crimes (Theft, Sabotage, Fraud)*, Addison-Wesley (USA) 2012; Carnegie Mellon University. Software Engineering Institute. *The CERT Division*, <https://www.sei.cmu.edu/about/divisions/cert/index.cfm> (dostęp 3.09.2019).

nych na systemy informatyczne oraz bezpieczeństwa sieci i systemów informatycznych w Unii Europejskiej¹³. Zaplanowano, że do 2020 r. wszyscy Europejczycy powinni mieć zagwarantowany dostęp do internetu o przepustowości 30Mb/s z tendencją wzrostową, a co najmniej połowa europejskich gospodarstw domowych powinna mieć dostęp do łączy o przepustowości 100Mb/s i powyżej tej wartości. Komisja zwróciła uwagę, że państwa członkowskie powinny zadbać o umożliwienie instalowania sieci światłowodowych przez odpowiednią organizację inżynierii lądowej i udostępniania tzw. prawa drogi inwestorom, np. do kablowania wewnątrz budynków. Zwrócono także uwagę na rolę szerokopasmowego internetu bezprzewodowego naziemnego i satelitarnego, ze szczególnym uwzględnieniem obszarów, gdzie obecnie występuje brak zasięgu, np. na terenach wiejskich. Sugeruje się, że sytuację poprawić może wprowadzenie handlu częstotliwościami w celu stymulowania konkurencyjności i innowacyjności. Zaznaczono, że Unia Europejska ciągle pozostaje w tyle w zakresie rozwoju sieci łączności elektronicznej w stosunku do światowych liderów, takich jak: Japonia czy Korea Południowa. Na terenie Unii Europejskiej występują też znaczne różnice w dostępie do tych sieci i ich użytkowania. Wreszcie sformułowano oczekiwania sporządzenia krajowych planów dotyczących dostępu do szerokopasmowych sieci łączności elektronicznej, w tym do sieci najnowszej generacji 5G i inwestycji w nie. Zwrócono przy tym uwagę na konieczność zachowania zasad neutralności i otwartości w odniesieniu do zawartości Internetu, na ochronę praw autorskich i danych wrażliwych oraz na konieczność podwojenia inwestycji w badania naukowe w tym zakresie. Wskazano, że należy podnosić poziom umiejętności cyfrowych obywateli, a także podejmować działania w kierunku likwidacji sfery wykluczenia cyfrowego, szczególnie w grupie osób nigdy dotąd niekorzystających z Internetu. Instrumentem kontrolnym realizacji tych założeń stał się coroczny przegląd postępów ogłaszany przez władze unijne w maju każdego roku trwania Europejskiej agendy cyfrowej. Istotnym wsparciem dla budowy szybkich transeuropejskich elektronicznych sieci telekomunikacyjnych stał się także przyjęty w 2013 r. instrument Łącząc Europę¹⁴. Jego celem jest przyspiesze-

¹³ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2013/40/UE z dnia 12 sierpnia 2013 r. dotycząca ataków na systemy informatyczne i zastępująca decyzję ramową Rady 2005/222/WSiSW, Dz. Urz. L 2013 nr 218 z 14.08.2013 r.; Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016 /1148 z dnia 6 lipca 2016 r. w sprawie środków na rzecz wysokiego wspólnego poziomu bezpieczeństwa sieci i systemów informatycznych na terytorium Unii, Dz. Urz. UE 2016 L 194 19.7.2016.

¹⁴ Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 1316/2013 z dnia 11 grudnia 2013 r. ustanawiające instrument „Łącząc Europę”, zmieniające rozporządzenie (UE) nr 913/2010 oraz uchylające rozporządzenia (WE) nr 680/2007 i (WE) nr 67/2010 (Tekst mający znaczenie dla EOG), Dz. Urz. UE 2013 L 348, 20.12.2013.

nie w latach 2014–2020 inwestycji w transeuropejskie sieci telekomunikacyjne, transportowe i energetyczne, wskazując na konieczność synergii działań na polu ich budowy oraz ich optymalizację, a także finansowanie zarówno ze środków publicznych, jak i prywatnych. Dotyczy to również szybkich sieci szerokopasmowych. Z kolei wsparciem w obszarze badań nad nowymi rozwiązaniami ICT stał się program Horyzont 2020¹⁵. Ostateczne podsumowanie osiągnięć Europejskiej agendy cyfrowej znane będzie po 2020 r.

Technologia 5G

Już w 2016 r. Komisja Europejska opublikowała komunikat *Sieć 5G dla Europy: plan działania*¹⁶, w którym wskazała, że po upływie ponad 20 lat od wprowadzenia w Europie mobilnej sieci GSM (2G), która zastąpiła łączność analogową łącznością cyfrową, potem okresów implementacji 3G i 4G, nadchodzi czas, kiedy potrzebna będzie sieć mobilna o gigabitowej przepustowości. Musi ona sprostać zadaniom rozwijającego się europejskiego jednolitego rynku cyfrowego, przemysłu 4.0, obsługi transportu publicznego, sektora zdrowia, e-governmentu i praktycznie wszystkich sektorów gospodarki oraz życia publicznego i prywatnego. Komisja Europejska zaplanowała dostępność technologii 5G w Europie do 2020 r., a jej pełną operatywność we wszystkich państwach członkowskich UE do 2025 r. W tym celu już w 2013 r. Komisja zainicjowała europejskie partnerstwo publiczno-prywatne (5G-PPP) między nią, państwami członkowskimi i branżą telekomunikacyjną ze wsparciem finansowym w kwocie 700 mld euro. Komisja zakłada, że do 2025 r. przychody z sieci 5G powinny osiągnąć kwotę powyżej 200 mld euro. W celu realizacji tego planu podjęto czynności przygotowawcze na poziomie unijnym polegające na tworzeniu odpowiedniego ekosystemu dla rozwoju szybkich sieci łączności elektronicznej, na który składają się przede wszystkim kompatybilne standardy europejskie oraz zharmonizowany Europejski kodeks łączności elektronicznej¹⁷ określający zasady funkcjonowania tej łączności. W 2017 r. przyjęta została także rezolucja Parlamentu Europejskiego *Internet connectivity*

¹⁵ Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) NR 1291/2013 z dnia 11 grudnia 2013 r. ustanawiające „Horyzont 2020” – program ramowy w zakresie badań naukowych i innowacji (2014–2020) oraz uchylające decyzję nr 1982/2006/WE (Tekst mający znaczenie dla EOG), Dz. Urz. UE 2013 L 347, 20.12.2013.

¹⁶ Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. Sieć 5G dla Europy: plan działania SWD(2016) 306 final, COM(2016) 588 final, Bruksela 14.9.2016 r.

¹⁷ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/1972 z dnia 11 grudnia 2018 r. ustanawiająca Europejski kodeks łączności elektronicznej (wersja przekształcona) (Tekst mający znaczenie dla EOG), Dz. Urz. UE 2018 L 321 z 17.12.2018.

*for growth, competitiveness and cohesion: European gigabit society and 5G*¹⁸, w której wskazano, że technologia 5G, jako łączność mobilna nowej generacji, stanowić będzie bazę dla rozwoju wysokiej jakości produktów i usług, nowych modeli biznesowych, rozwoju innowacyjności i wzrostu konkurencyjności, a w efekcie pozwoli osiągnąć przełomowe efekty gospodarcze i wysoką satysfakcję obywateli.

Terminem technologia 5G określa się technologię mobilną piątej generacji, która powstała na bazie technologii 4G i jest obecnie w fazie wczesnego wdrażania. Jej głównymi celami są: polepszenie jakości telefonii mobilnej, obsługa Internetu Rzeczy (IoT), precyzyjna obsługa różnego rodzaju działań przemysłowych, nowoczesnego transportu i logistyki, usług publicznych oraz różnych obszarów życia obywateli. Choć mówi się tutaj o technologii mobilnej, to sieć 5G jest zintegrowana z szerokopasmowymi sieciami światłowodowymi oraz systemami satelitarnymi. Musi być zagwarantowana duża przepustowość, a także bardzo niski poziom błędów i opóźnień. Sieć musi być w stanie obsłużyć miliony urządzeń na 1 km², a szybkość transmisji powinna osiągać nawet 100 Gb/s. *Nota bene* szybkość transmisji osiągnięta przez 4G LTE nie przekraczała 300 Mb/s, a więc sieć 5G reprezentuje o wiele większy potencjał transmisyjny. Jest ona niezbędna w sytuacji, gdy z roku na rok zwiększa się wielokrotnie ilość przesyłanych informacji, takich jak: informacje głosowe, video, transmisje na żywo (np. wydarzeń sportowych czy zabiegów medycznych), obsługa przemysłu 4.0, europejskiego rynku cyfrowego, gromadzenie i przetwarzanie danych pochodzących z różnego rodzaju sensorów, sfery usług publicznych, przetwarzania w chmurze itd. Sieć 5G musi charakteryzować się więc wykorzystaniem wszystkich możliwych szerokopasmowych sieci łączności elektronicznej: mobilnej, światłowodowej i satelitarnej, natychmiastową transmisją ogromnych ilości informacji oraz pełną niezawodnością¹⁹. Koszty infrastruktury muszą być niskie.

Ze względu na to, że zasadniczą trudnością w projektowaniu tej sieci było zwiększenie możliwości transmisyjnych na odcinkach bezprzewodowych – grupa 3GPP, tj. 3G Partnership Project stworzyła nowy w stosun-

¹⁸ Łączność internetowa na rzecz wzrostu gospodarczego, konkurencyjności i spójności: europejskie społeczeństwo gigabitowe i 5G. Rezolucja Parlamentu Europejskiego z dnia 1 czerwca 2017 r. w sprawie łączności internetowej na rzecz wzrostu gospodarczego, konkurencyjności i spójności: europejskie społeczeństwo gigabitowe i 5G (2016/2305(INI)), Dz. Urz. UE 2018 C 307, 30.8.2018.

¹⁹ Są to takie rozwiązania, jak m.in.: eMBB – enhanced Mobile Broadband; mMTC – massive Machine Type Communications, URRLC – Ultra-Reliable Low Latency Communications, mMIMO – massive Multiple Input Multiple Output, CoMP – Coordinated Multipoint Transmission i in.

ku do 4LTE standard zwany *New Radio (NR) Access Technology*²⁰, w którym zaprojektowano wspomniane wyżej nowe możliwości sieci, lecz nie wszystkie, brak bowiem jeszcze m.in. światowych uzgodnień Międzynarodowego Związku Telekomunikacyjnego (*International Telecommunication Union, ITU*) dotyczących przydziału pasm widma radiowego na potrzeby sieci 5G. Ma to nastąpić dopiero we wrześniu–listopadzie 2019 r. na konferencji sekcji R-Radiocommunication ITU, która odbędzie się w Sharm el-Sheikh w Egipcie. Przewidywane są trzy typy częstotliwości: niskie (do 1 GHz), średnie (od 3 GHz do 5 GHz) i wysokie (20–100 GHz). Szczegółowe wartości zostaną podane, a ich wdrożenie będzie wymagało najpierw opróżnienia i uporządkowania tych częstotliwości, co nie nastąpi zapewne wcześniej niż w 2020 r. Tymczasem w różnych krajach podejmowane są już działania wdrożeniowe na różnych częstotliwościach, gdyż brak uzgodnień międzynarodowych nie oznacza, że nie można instalować urządzeń sieci 5G. W 2011 r. opublikowany został standard IEEE 802.11ac²¹ i zatwierdzony w 2014 r. oraz przyjęty przez Wi-Fi Alliance²² jako Wi-Fi 5. Standardy z grupy IEEE 802.11²³ są podstawą dla certyfikatów przyznawanych w zakresie Wi-Fi.

Zakłada się, że korzystnie z sieci 5G odbywać się będzie zarówno w trybie stacjonarnym, jak i w warunkach mobilnych. Oznacza to, że nadawanie czy odbieranie informacji może odbywać się z różnych punktów. Zatem sieć 5G albo w całości może być siecią światłowodową, np. w przypadku użytkowania komputera stacjonarnego, albo światłowody doprowadzone są do punktów dostępu, gdzie początkowe i końcowe odcinki dosyłania uzupełniane są łącznością bezprzewodową. Gęste rozmieszczenie takich węzłów oraz sprawna ich komunikacja między sobą (ang. D2D – *Device-to-Device*) powoduje, że odcinki dosyłania są krótkie, a ich zasięg pokrywa cały zaplanowany dla danej sieci obszar. Taka konstrukcja sieci

²⁰ R. Goodwins, *5G. New Radio: The technical Background*, w: *ZDNet (1 February, 2019)*, <https://www.zdnet.com/article/5g-new-radio-the-technical-background/><https://www.zdnet.com/article/5g-new-radio-the-technical-background/> (dostęp 12.12.2019).

²¹ *Standard IEEE 802.11 ac oraz implikacje dla okablowania strukturalnego*, w: Siemon, https://www.scabbling.pl/images/Artykuly/Standard_IEEE_802_11ac_oraz_implikacje_dla_okablowania_strukturalnego.pdf (dostęp 9.09.2019).

²² *Wi-Fi Alliance. The Worldwide network of companies that brings you Wi-Fi*, <https://www.wi-fi.org/> (dostęp 9.09.2019).

²³ *IEEE Standard for Information technology Telecommunications and information exchange between systems Local and metropolitan area Networks Specific requirements Part11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer(PHY) Specific ationsAmendment4:Enhancements for Very High Through put for Operation in Bands below 6GHz*, December 11, 2013; *Standard IEEE 802.11*, <http://edu.pjwstk.edu.pl/wyklady/wspisi/scb/main31.html> (dostęp 12.12.2019).

gwarantuje płynność komunikacji użytkowników także będących w ruchu nawet do 500 km/g i w łączności tej nie występują luki. Poruszanie się obiektów z taką prędkością wymieniających między sobą informacje, co jest możliwe dzięki szybkiemu przejmowaniu przekazywanej informacji przez kolejne węzły, nie powoduje zakłóceń ani opóźnień, a przekazywana informacja jest kompletna. Na marginesie można dodać, że wcześniejszą wersję rozwiązania umożliwiającego komunikację mobilną między obiektami poruszającymi się z dużą prędkością dostrzec można w systemie Korei Południowej WiBro opartym na standardzie IEEE 802.16e²⁴ (WiMAX), którego założeniem było osiągnięcie dla obiektów poruszających się z dużą prędkością przepustowości 1Gb/s. Jednak wobec nowszych rozwiązań system ten został zamknięty w 2018 r.

Udostępnienie sieci 5G umożliwi rozwój i upowszechnienie najrozmaitszych systemów inteligentnych działających w obszarze gospodarki, sferze publicznej i życiu domowym. Komunikacja 5G może odbywać się między ludźmi, ludźmi a maszynami oraz między maszynami (*Machine-to-Machine*, M2M²⁵). Aby korzystać z tej sieci niezbędne są odpowiednie urządzenia, w tym także np. smartfony nowego typu.

Sieci tworzone za pomocą technologii 5G powinny być dostępne dla obywateli, na potrzeby bezpieczeństwa publicznego, służb publicznych, w bibliotekach, szpitalach, w portach lotniczych, na dworcach kolejowych oraz na statkach i w portach morskich, na potrzeby transportu publicznego, obsługi inteligentnych miast itd., ale mogą to być także sieci prywatne, zamknięte, tworzone np. na potrzeby różnych gałęzi przemysłu, transportu i logistyki (łańcuchy dostaw), rolnictwa, handlu, potrzeb domowych itd. Pod względem zasięgu mogą to być sieci rozległe, np. wspomniane wyżej sieci na potrzeby obywateli i sektora publicznego, wielkich międzynarodowych korporacji czy systemów transportowych, albo też sieci o niewielkim zasięgu, jak np. sieci tworzone na potrzeby jednego zakładu czy dla potrzeb domowych. Jak podano w *Ericsson Mobility Report June 2019*²⁶, do 2023 r. powstanie najwięcej sieci małych, zamkniętych na potrzeby różnych gałęzi przemysłu, szczególnie przemysłu 4.0, rolnictwa i handlu, a także obsługi gospodarstw domowych. Sieci 5G mogą najbar-

²⁴ R. Khanduri, Ch. Chaudhary, V. Gupta, *The Role of IEEE 802.16e Mobile WiMax*, "International Journal of Computer Applications" Vol. 70, No. 16 (May)/2013, s. 14–19, <https://pdfs.semanticscholar.org/8799/b255a2edb23127ae91ae3b844cfa7235eb07.pdf> (dostęp 9.09.2019).

²⁵ *Machine-to-machine communications. Architecture, Performance and Applications*, red. C.A. Haro, M. Dohler, Amsterdam, Elsevier 2015.

²⁶ *Ericsson Mobility Report June 2019*, <https://www.ericsson.com/en/mobility-report/reports/june-2019> (dostęp 3.09.2019).

dziej zrewolucjonizować produkcję, rynek, transport i logistykę oraz życie domowe. Wynika to z wdrażania takich technologii, jak wspomniany już Internet Rzeczy (IoT), robotyka, rozszerzona i wirtualna rzeczywistość, druk 3D i in. oraz takich zastosowań, jak autonomiczne pojazdy, inteligentne miasta, inteligentne sensory czy urządzenia domowe. Jeśli chodzi o użytkowników indywidualnych, to przewiduje się, że do 2024 r. z sieci 5G korzystać będzie już nawet 45–65% ludzi na świecie²⁷. Przyjmuje się także, że w wyznaczonych miejscach dostęp do sieci 5G powinien być bezpłatny, a centra życia publicznego (urzędy publiczne, biblioteki, szpitale), które przyjmą na siebie realizację tego celu, będą traktowane priorytetowo i będą mogły uzyskać dofinansowanie na lokalne instalacje dostępnej publicznie sieci 5G.

Kwestią podnoszoną przez środowiska ekologiczne jest bezpieczeństwo i zdrowie ludzi w środowisku fali elektromagnetycznej, szczególnie na obszarach dużych aglomeracji miejskich, gdzie jej działanie jest wzmożone. Fale radiowe nie są w zasadzie szkodliwe dla zdrowia ludzkiego. Jednak w Polsce w zakresie fal od 300 MHz do 300 GHz, a więc fal używanych dla sieci 5G, musi być przestrzegana dopuszczalna wartość składowej elektrycznej ($E \leq 7 \text{ V/m}$) oraz gęstość mocy $0,1 \text{ W/m}^2$ ($1/10$ wata na metr kwadratowy). Wymagania te zawarte są w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów²⁸. Należy jednak zaznaczyć, że ICNIPR (*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*) dopuszcza wartości do $10/\text{Wm}^2$, a więc wielokrotnie większe, uznając, że nie zagrażają one zdrowiu człowieka²⁹. Wartości takie popiera także Komisja Europejska.

Działania Unii Europejskiej w kierunku upowszechnienia technologii 5G

Jednym z naczelných zadań Unii Europejskiej w ostatnich latach wyznaczonych jeszcze w Europejskiej agendzie cyfrowej³⁰ jest szybki rozwój jednolitego rynku cyfrowego. Rynek ten ma za zadanie zapewnić dostęp do usług online obywatelom Unii Europejskiej oraz unijnym fir-

²⁷ Ibidem.

²⁸ Dz.U. z dnia 14 listopada 2003 r.

²⁹ *5G: sieci telekomunikacyjne nowej generacji*, <https://www.gov.pl/web/5g/dopuszczalne-wartosci-pola-elektromagnetycznego-w-polsce> (dostęp 1.12.2019).

³⁰ Patrz przypis nr 8.

mom gwarantującym uczciwą konkurencję, ochronę konsumentów oraz danych w celu usuwania barier wynikających z geograficznej lokalizacji państw, obywateli i firm oraz przestrzeganie praw autorskich.

Realizacja tego planu uzależniona jest od szybkich sieci łączności elektronicznej o dużej przepustowości. Toteż początkowe plany Komisji Europejskiej w zakresie technologii 5G wiązały się z tym założeniem³¹. Komisja wyznaczyła trzy cele strategiczne, tj. 1) zapewnienie dostępu do internetu 5G w miejscach stanowiących centra rozwoju społeczno-gospodarczego, 2) na obszarach miejskich i w obszarach głównych szlaków transportowych oraz 3) internetu o przepustowości powyżej 100 Mb/s (docelowo przynajmniej 1 Gb/s) w europejskich gospodarstwach domowych. Z analiz unijnych wynika, że gigabitowych przepustowości wymaga m.in. użytkowanie kilku aplikacji bądź usług jednocześnie (np. korzystanie z portali społecznościowych i oglądanie transmisji wydarzenia sportowego na żywo), telewizja cyfrowa, współpraca w 3D, gry mobilne, rozszerzona i wirtualna rzeczywistość, wideokonferencje z wieloma uczestnikami równocześnie, np. transmisje zabiegów medycznych na odległość (telemedycyna), e-learning, praca biur projektowych na odległość z wykorzystaniem rozszerzonej i wirtualnej rzeczywistości, obsługa przez internet bezzałogowych pojazdów, np. pociągów czy dronów, zbiorów Big Data oraz przetwarzanie w chmurze i in. Sieć 5G, jak już wspomniano, niezbędna jest także w związku z rozwojem przemysłu 4.0³² w Unii Europejskiej, co do którego poszczególne państwa członkowskie nie tylko mają już gotowe plany, jak np. Niemcy – „Industrie 4.0”³³, Francja – „La nouvelle France industrielle”³⁴ czy Hiszpania – „Industria Conectada 4.0”³⁵ itd., ale także skutecznie je realizują. Europa straciła 1/3 swojego przemysłu w okresie ostatnich 40 lat³⁶, a możliwość jego szybkiej odbudowy z zachowaniem europejskich stan-

³¹ Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. Łączność dla konkurencyjnego jednolitego rynku cyfrowego: w kierunku europejskiego społeczeństwa gigabitowego SWD(2016) 300 final, COM(2016) 587 final, Bruksela, 14.9.2016.

³² M. Grabowska, *Przemysł 4.0 w Unii Europejskiej*, „Studia Europejskie – Studies in European Affairs” No. 3/2018, s. 257–279.

³³ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Bundesregierung für Bildung und Forschung. *Industrie 4.0*, <https://www.plattform-i40.de/PI40/Navigation/DE/Home/home.html> (dostęp 17.08.2019).

³⁴ République Française.Gouvernement.fr, *La nouvelle France industrielle*, <https://www.gouvernement.fr/action/la-nouvelle-france-industrielle> (dostęp 9.09.2019).

³⁵ Gobierno de España Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, *Industria Conctada 4.0*, <https://www.industriaconectada40.gob.es/Paginas/index.aspx> (dostęp 3.09.2019).

³⁶ European Parliament: *Briefing. September 2015*, [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI\(2015\)568337_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI(2015)568337_EN.pdf) (dostęp 9.09.2019).

dardów ochrony środowiska oraz wysokiej automatyzacji upatruje się w zaawansowanej jego cyfryzacji i innowacyjności³⁷.

Państwa członkowskie Unii Europejskiej przygotowują plany rozwoju sieci 5G. Sieć ta powinna być doprowadzona przede wszystkim do miejsc, gdzie korzystać z niej będzie wielu użytkowników, tj. ośrodki przemysłowe i badawcze, przedsiębiorstwa, dworce kolejowe, lotniska, statki i promy oraz inne węzły transportowe, uczelnie wyższe, szkoły, biblioteki, instytucje i ośrodki służby publicznej itd. Dla zapewnienia ciągłości połączeń mobilnych niezbędne będzie udostępnienie sieci 5G w korytarzach transportowych (miejskich, krajowych, międzymiastowych – drogowych, kolejowych, morskich czy powietrznych). Na razie Komisja Europejska przewiduje kilka częstotliwości widma radiowego (niskich, średnich i wysokich), tj. od 700 MHz, 3.4–3.8 GHz oraz 26 GHz i powyżej tych wartości. Tymczasem wskazuje ona na pasma niskie – 700 MHz.

Technologię sieci 5G wprowadzono ostatecznie na rynek w Unii Europejskiej w 2018 r. Sieć ta docelowo ma mieć charakter komercyjny, a zatem firmy telekomunikacyjne przystępować będą do przetargów. Przetarg w zakresie dostępu do widma radiowego jest niezbędny ze względu na fakt, że widmo to jest dobrem publicznym. Bezpłatny dostęp do sieci powinien być zagwarantowany lokalnie w wyznaczonych miejscach publicznych, takich jak: ośrodki służb publicznych, szpitale, biblioteki itd. Założono też, że do 2020 r. przynajmniej w jednym dużym mieście w każdym państwie członkowskim zostanie zainstalowana sieć 5G, a do 2025 r. będzie ona funkcjonować we wszystkich miastach Unii Europejskiej oraz na terenie głównych szlaków komunikacyjnych. W marcu 2019 r. Parlament Europejski przyjął też zalecenie³⁸ odnoszące się do cyberbezpieczeństwa sieci 5G, szczególnie w związku ze wzmożoną aktywnością Chin pragnących wejść na unijny rynek łączności elektronicznej. Chodzi tu przede wszystkim o firmę Huawei Technologies Co. Ltd., która, zgodnie z raportem *5G Research*³⁹, zajmuje drugie miejsce na liście najbardziej aktywnych firm na polu technologii 5G na świecie. Pierwsze miejsce na liście najbardziej aktywnych firm na polu

³⁷ Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiej, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego, Komitetu Regionów i Europejskiego Banku Inwestycyjnego. Inwestowanie w inteligentny, innowacyjny i zrównoważony przemysł. Odnowiona strategia dotycząca polityki przemysłowej UE, COM(2017) 479 final. Bruksela, 13.9.2017 r.

³⁸ Zalecenie Komisji (UE) 2019/534 z dnia 26 marca 2019 r. Cyberbezpieczeństwo sieci 5G, Dz. Urz. UE 2019 L 88 z 29.03.2019 r.

³⁹ V. Singh, N. Tanwer, *5G Research. What are major players up to*, w: *GB* (Singapore 2019), <https://www.greyb.com/companies-working-on-5g-technology/><https://www.greyb.com/companies-working-on-5g-technology/> (dostęp 12.12.2019).

technologii 5G zajmuje obecnie Samsung Electronics (Korea Południowa), a prócz tego znajdują się na niej: Nokia Networks (Finlandia), NEC Corporation (Japonia), Ericsson (Szwecja), Verizon (USA), Orange (Francja), Cisco (USA) i in. Natomiast najczęściej zalecanym smartfonem współpracującym z siecią 5G jest Samsung Galaxy S10 5G zaprezentowany po raz pierwszy przez firmę Samsung 24 lutego 2019 r. W związku z trudnościami, na jakie napotykają Chiny na rynku europejskim i światowym, skorzystają zapewne takie firmy, jak Samsung Electronics, Ericsson czy inne firmy europejskie, japońskie i amerykańskie.

We wspomnianym wyżej zaleceniu dotyczącym cyberbezpieczeństwa w Unii Europejskiej mówi się o konieczności ścisłego przestrzegania zasad udzielania zezwoleń w zakresie instalacji urządzeń łączności elektronicznej na terenie Unii Europejskiej i korzystania z sieci 5G, a strażnikiem tego bezpieczeństwa wyznaczona została ENISA.

Sieć 5G w państwach członkowskich Unii Europejskiej

Na terenie Europy pierwszą eksperymentalną, działającą w czasie rzeczywistym sieć 5G uruchomiły firmy Telia, Ericsson i Intel w 2017 r. w Tallinie (Estonia) oraz w Sztokholmie (Szwecja)⁴⁰. W Tallinie sieć 5G uruchomiona została na statkach firmy Tallink, która rocznie obsługuje tysiące pasażerów i jest jedną z największych firm transportu morskiego na Bałtyku. W tym samym czasie testowano sieć 5G również w Londynie (firmy Vodafone i Ericsson)⁴¹. W Holandii pierwszymi miastami, które testują sieć 5G, są Haga i Maastricht. W Hadze działa firma T-Mobile, a w Maastricht VodafoneZiggo⁴². Z firmami instalującymi sieć 5G współpracują władze lokalne. Pełną parą trwają prace we Francji, gdzie istnieje już ponad 250 punktów bazowych w przeważającej większości należących do Orange. Jak podają źródła unijne, miesięczny przyrost tych punktów we Francji waha się w granicach 60⁴³. W Niemczech przewiduje się, że do 2022 r. 98% gospodarstw domowych oraz większość kanałów

⁴⁰ *5G sets sail in Estonia* (June 28, 2019, Press release), <https://www.ericsson.com/en/networks/cases/5g-telia-tallink> (dostęp 9.09.2019); A.A. Gontarz, *Rusza pierwsza sieć 5G w Europie. Będzie działać w Tallinie i Sztokholmie*, „CRN Dla resellerów, VAR-ów i integratorów IT. Numer 1 w Polsce”, 3.10.2017, <https://www.crn.pl/aktualnosci/rusza-pierwsza-siec-5g-w-europie> (dostęp 11.09.2019).

⁴¹ Ibidem.

⁴² *5G tests in the Netherlands* (Posted August 6th 2019) <https://5gobservatory.eu/5g-tests-in-the-netherlands/> (dostęp 9.09.2019).

⁴³ 5G Observatory, *ANFr authorizes 5G trials at 273 sites* (Posted August 9th 2019), <https://5gobservatory.eu/anfr-authorises-5g-trials-at-273-sites/> (dostęp 9.09.2019).

transportowych (kolejowych, samochodowych) będzie miała dostęp do sieci o przepustowości minimum 100 Mb/s, a każdy z operatorów, który uzyska licencję, będzie zobowiązany do uruchomienia co najmniej 1000 stacji bazowych sieci 5G do 2022 r. z warunkiem zainstalowania dodatkowych 500 stacji dla obszarów wiejskich, gdzie brak było dotychczas łączności elektronicznej⁴⁴. W Hiszpanii sieć komercyjna 5G działa już w 15 miastach. Instaluje je tam Vodafone Spain⁴⁵. W Norwegii przeprowadzono pierwszą aukcję na częstotliwości przewidzianej tam dla sieci 5G (700 MHz oraz 2,1 GHz). Jej ogólna wartość wyniosła 735 057 000 koron norweskich, a beneficjentami zostały trzy firmy Telia, Telenor i ICE⁴⁶. Sieć 5G rozwija się także np. w Rumunii, dzięki firmie Ericsson aktywnie działającej tam wraz z lokalnym dostawcą łączności elektronicznej⁴⁷.

5G w Polsce

W styczniu 2018 r. Ministerstwo Cyfryzacji opublikowało Strategię 5G dla Polski⁴⁸. Jest to dokument liczący 78 stron i zawierający m.in. takie zagadnienia, jak: diagnoza stanu obecnego i cele wdrożenia sieci 5G w Polsce, architektura i standardy sieci 5G, plan wdrożenia sieci 5G w Polsce, źródła finansowania oraz kompatybilność z dokumentami międzynarodowymi, a także korzyści płynące z wdrożenia tej sieci w Polsce. Podobnie jak to się dzieje w innych państwach członkowskich Unii Europejskiej, sieć 5G w Polsce nie będzie finansowana z budżetu państwa, a na użytkowanie pasm widma radiowego odbędzie się aukcja. Będzie to sieć komercyjna budowana przez podmioty działające na obszarze Polski. Na dofinansowanie ze środków publicznych mogą liczyć instalacje, które udostępnią sieć 5G lokalnie dla ogółu społeczeństwa. Zadaniem administracji państwowej i samorządowej będzie stworzenie odpowiednich warunków do rozwoju tej sieci. Sieć 5G będzie traktowana jako kluczowa infrastruktura państwa,

⁴⁴ *German 5G auction ends with 6.55 billion EUR in total bids* (Posted June 14th 2019), <https://5gobservatory.eu/german-5g-auction-ends-with-6-55-billion-eur-in-total-bids/> (dostęp 9.09.2019).

⁴⁵ *Vodafone Spain launched 5G in 15 cities* (Posted June 17th 2019), <https://5gobservatory.eu/vodafone-spain-launched-5g-in-15-cities/> (dostęp 9.09.2019).

⁴⁶ *The first 5G auction in Norway has ended* (5.06.2019), <https://eng.nkom.no/topical-issues/news/the-first-5g-auction-in-norway-has-ended> (dostęp 9.09.2019).

⁴⁷ *DIGI/RCS & RDS and Ericsson go live with 5G mobile service in Romania* (June 27, 2019. Press release), <https://www.ericsson.com/en/press-releases/2019/6/digi--rcs--rds-and-ericsson-go-live-with-5g-mobile-service-in-romania> (dostęp 9.09.2019).

⁴⁸ *Strategia 5G dla Polski, Styczeń 2018 r.*, <https://www.gov.pl/documents/31305/436699/Strategia+5G+dla+Polski.pdf/0cd08029-2074-be13-21c8-fc1cf09629b0> (dostęp 9.09.2019).

szczególnie wobec przyjętych już w Strategii na Rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju⁴⁹ planów budowy polskiego przemysłu 4.0 zwanego w tej strategii „Przemysłem+”.

Na polu rozwoju sieci 5G Polska wytycza sobie trzy główne cele: 1) Przyjęcie wspólnej polityki wdrażania sieci 5G w Polsce; 2) Pokrycie do 2025 r. wszystkich obszarów miejskich i głównych szlaków transportowych zasięgiem sieci 5G; 3) Wyznaczenie jednego dużego miasta, w którym do końca 2020 r. na zasadach komercyjnych będzie funkcjonowała sieć 5G.

Polityka wdrażania sieci 5G w Polsce ma być w pełni zgodna z polityką unijną i jej kodeksem łączności elektronicznej oraz zasadami cyberbezpieczeństwa. Głównym celem sieci będzie obsługa jednolitego rynku cyfrowego, przemysłu, szlaków transportowych i logistyki oraz sfer życia publicznego i prywatnego.

Jednak ostateczna koncepcja sieci nie jest jeszcze wypracowana. Polska ma zaległości w budowie sieci światłowodowej, która odgrywa istotną rolę w tworzeniu sieci 5G. Prace te muszą być przyspieszone. Wiele państw członkowskich Unii Europejskiej osiągnęło już 97%, a nawet 100% pokrycia ich terytoriów siecią światłowodową. Tworzenie takiej sieci jest kosztowne i czasochłonne a terytorium Polski rozległe, toteż prace te ciągle trwają. Budowa sieci światłowodowej jest silnie wspierana z Programu Operacyjnego Polska Cyfrowa⁵⁰, będącego polską pochodną Europejskiej agendy cyfrowej⁵¹. Obecnie pokrycie Polski siecią światłowodową wynosi 79%⁵², co oznacza, że ponad 1/5 kraju jej nie posiada. Postępy w instalacji sieci 5G w Polsce zależeć będą od dostępności sieci światłowodowej. Polska ma też trudności z zagwarantowaniem powszechnego dostępu do łączności szerokopasmowych o przepustowości co najmniej 30 Mb/s i powyżej tej wartości, a to plasuje ją znacznie poniżej średniej unijnej. W 2014 r. stworzono wprawdzie Narodowy Plan Szerokopasmowy⁵³, który próbowano

⁴⁹ Departament Strategii Rozwoju, *Strategia na Rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.)*, Warszawa 2017, <https://www.gov.pl/documents/33377/436740/SOR.pdf> (dostęp 11.09.2019).

⁵⁰ Program Operacyjny Polska Cyfrowa na lata 2014–2020. Wersja zaakceptowana decyzją Komisji Europejskiej z dnia 5 grudnia 2014 r. ze zmianami z dnia 15 lutego 2017 r. oraz z dnia 12 marca 2018 r., Warszawa [b.r.], https://www.polskacyfrowa.gov.pl/media/55216/POPC_Program_3_0_17042018.pdf (dostęp 12.09.2019).

⁵¹ Patrz przypis nr 8.

⁵² Indeks gospodarki cyfrowej i społeczeństwa cyfrowego (DESI). Sprawozdanie krajowe na rok 2019. Polska, <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/scoreboard/poland> (dostęp 12.09.2019).

⁵³ Narodowy Plan Szerokopasmowy (wersja robocza), https://www.gov.pl/documents/31305/436699/Narodowy_Plan_Szerokopasmowy_projekt.pdf/ac781add-c63f-b709-38eb-4683859e0874 (dostęp 9.09.2019).

zaktualizować w 2018 r.⁵⁴, lecz zagmatwana sprawa przetargu na ekspertyzy i odwołanie ze stanowiska minister Anny Streżyńskiej skomplikowały ten proces⁵⁵. Obecnie dąży się do tego, aby przynajmniej w ramach Ogólnopolskiej Sieci Edukacyjnej⁵⁶ zagwarantować wszystkim szkołom sieć o przepustowości co najmniej 100 Mb/s. Także plany przeprowadzenia aukcji na częstotliwość 700 MHz zostały przesunięte na 2022 r. ze względu na trudności związane z brakiem uzgodnień dotyczących użytkowania pasm widma radiowego przez ościenne państwa pozaunijne graniczące z Polską, tj. Białoruś i Rosję.

Miastem, które jako pierwsze ma otrzymać dostęp do sieci 5G, jest Łódź. W Strategii 5G dla Polski uzasadnia się to faktem, że Łódź spełnia wiele warunków, takich jak: lokalizacja na przecięciu głównych obecnych i przyszłych szlaków komunikacyjnych, silne środowiska naukowe na tamtejszych uczelniach, wysoka liczba start-upów i ewentualny rozwój w tym mieście różnych gałęzi przemysłu czwartej generacji, udział w łańcuchach dostaw (obecnie Łódź jest miastem z licznymi magazynami), realizowane już programy w obszarze *smart city* oraz możliwość testowania sieci, np. w tamtejszych środowiskach medycznych. Istotnym czynnikiem jest też ciągle jeszcze niski poziom promieniowania elektromagnetycznego na terenie miasta Łodzi. Promieniowanie to staje się problemem w dużych aglomeracjach miejskich i jest to przeszkoda, którą trzeba rozwiązywać w drodze optymalizacji procesu lokowania stacji bazowych w celu ich współużytkowania. Polska zastrzega sobie prawo wszechstronnej kontroli tych działań. Od 1 stycznia 2018 r. przedsiębiorstwa, które chciałyby przeprowadzić badania eksperymentalne w Polsce w zakresie sieci 5G, są zwolnione z opłat za użytkowanie pasma radiowego. Próby w tym zakresie prowadzi T-Mobile w centrum Warszawy⁵⁷ czy Orange

⁵⁴ Narodowy Plan Szerokopasmowy (wersja robocza), https://www.gov.pl/documents/31305/436699/Narodowy_Plan_Szerokopasmowy_projekt.pdf/ac781add-c63f-b709-38eb-4683859e0874 (dostęp 9.09.2019).

⁵⁵ T. Świderek, *Duży posłizg w aktualizacji Narodowego Planu Szerokopasmowego*, w: Telko-In, <https://www.telko.in/duzy-poslizg-w-aktualizacji-narodowego-planu-szerokopasmowego> (dostęp 2.09.2019).

⁵⁶ *Działania Ministra Cyfryzacji dotyczące zapewnienia szkołom dostępu do bardzo szybkiego internetu*, <https://www.gov.pl/attachment/de88836a-62aa-4dd1-9764-17b7282a4291> (dostęp 9.09.2019).

⁵⁷ J. Chajdak, *T-Mobile uruchomił pierwszą w Polsce sieć 5G. Informacja prasowa*, 5G, 7.12.2018, https://firma.t-mobile.pl/pl/dla-mediow/informacje-prasowe/t%20mobile_uruchomil_pierwsza_w_polsce_siec_5g/aid/a50c56d5a262954af64bd0d05e5897d8 (dostęp 11.09.2019).

Polska wspólnie z Ericssonem⁵⁸ w Gliwicach i Zakopanem. Rozmowy rządowe prowadzone są z firmą Ericsson⁵⁹.

Polska deklaruje pełną zgodność z wymaganiami Unii Europejskiej w zakresie technologicznym, jak i bezpieczeństwa. Pracami kieruje Ministerstwo Cyfryzacji, które do 2021 r. ma wyznaczone cele, m.in. wypracowanie modelu sieci 5G w Polsce, prace legislacyjne w zakresie udostępnienia odpowiednich częstotliwości widma radiowego oraz usuwania barier na drodze rozwoju tej sieci. Podpisana 2 września 2019 r. przez Prezesa Rady Ministrów Mateusza Morawieckiego i Wiceprezydenta Stanów Zjednoczonych Ameryki Mike'a Pence'a Wspólna Deklaracja Polski i USA na temat 5G⁶⁰ zobowiązuje Polskę i USA do sprawdzania: „1. Czy dostawca jest kontrolowany przez obcy rząd bez możliwości odwołania się do niezawisłego sądu, 2. Czy dostawca ma przejrzystą strukturę własności, 3. Czy dostawca w swej historii wykazywał się etycznym postępowaniem korporacyjnym oraz czy podlega on porządkowi prawnemu, który zapewnia przejrzystość działalności firm”. Przesłanie tej deklaracji odnosi się bardziej do Polski, gdyż w USA jest ono już zapewne przestrzegane. Wiąże się ono także z działaniami rządu polskiego w zakresie unowocześnienia sprzętowego polskiej armii w oparciu o sprzęt amerykański. Podjęcie takiego zobowiązania przez Polskę z jednej strony wyklucza możliwość wejścia na polski rynek niektórych firm, z drugiej – kieruje działania Polski ku obecności na tym rynku firm spełniających ww. warunki. Zapewne współpraca Polski z USA na wszystkich polach w zakresie elektronicznej łączności 5G uzależniona będzie od spełnienia przez nasz kraj tych wymagań.

Podsumowanie

Pojęcie „europejskiego społeczeństwa gigabitowego” wprowadzone zostało w Unii Europejskiej na określenie społeczeństwa, które rozwijać się będzie w oparciu o nowoczesne technologie cyfrowe XXI w. umożliwiające powszechne wdrażanie inteligentnych rozwiązań oraz budowę ekonomii opartej na danych. Realizacja tego zamierzenia wymaga dostępu do sieci łączności elektronicznej nowej generacji, tj. sieć 5G o znacznie większej przepustowości i niezawodności niż dotychczas. Sieć ta da nieporówny-

⁵⁸ A. Belcik, *Orange Polska. Nadciąga tsunami 5G*, 26.05.2019, <https://www.pb.pl/orange-polska-nadciaga-tsunami-5g-961929> (dostęp 11.09.2019).

⁵⁹ PAP, *Morawiecki: coraz bliżej do inwestycji Ericssona w 5G w Polsce*, „Puls Biznesu”, 29.08.2019, <https://www.pb.pl/morawiecki-coraz-blizej-do-inwestycji-ericssona-w-5g-w-polsce-969053> (dostęp 20.11.2019).

⁶⁰ *Wspólna Deklaracja Polski i USA na temat 5G*, https://www.premier.gov.pl/files/files/5g_polska.pdf (dostęp 9.09.2019).

walnie większe możliwości wykorzystania nowych technologii informacyjnych oraz ich konsolidacji, a jako szkielet i krwiobieg całego systemu umożliwi lepsze operowanie informacją w sferze publicznej, gospodarce, transporcie i logistyce, życiu codziennym obywateli czy rozrywce. W tych rozwiązaniach Unia Europejska upatruje możliwości zwiększenia udziału gospodarki cyfrowej w ogólnym GDP Unii Europejskiej, a co za tym idzie – szybkiego rozwoju gospodarczego i społecznego w nowej perspektywie 2021–2027. Oczekuje się również zwiększenia satysfakcji obywateli. Postępującą realizację tej wizji widać już w państwach członkowskich Unii Europejskiej. Polska także stara się podążać tą drogą. Bardziej wyrazisty obraz tego społeczeństwa oraz rezultaty gospodarcze i społeczne wynikające z wdrożenia tych planów znane będą zapewne dopiero w przyszłości.

Bibliografia

- 5G: sieci telekomunikacyjne nowej generacji, <https://www.gov.pl/web/5g/dopuszczalne-wartosci-pola-elektromagnetycznego-w-polsce> (dostęp 1.12.2019).
- Bełcik A., *Orange Polska. Nadciąga tsunami 5G* (26.05.2019), <https://www.pb.pl/orange-polska-nadciaga-tsunami-5g-961929> (dostęp 11.09.2019).
- Briefing. September 2015*, [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI\(2015\)568337_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI(2015)568337_EN.pdf) (dostęp 9.09.2019).
- Cappelli D., Moore A., Trzeciak R., *The CERT Guide to Insider Threats. How to Prevent, Detect, and Respond to Information Technology Crimes (Theft, Sabotage, Fraud)*, Addison–Wesley 2012.
- Carnegie Mellon University. Software Engineering Institute. The CERT Division*, <https://www.sei.cmu.edu/about/divisions/cert/index.cfm> (dostęp 3.09.2019).
- Chajdak J., *T-Mobile uruchomił pierwszą w Polsce sieć 5G. Informacja prasowa*, 7.12.2018, https://firma.t-mobile.pl/pl/dla-mediow/informacje-prasowe/-/t%20mobile_uruchomil_pierwsza_w_polsce_siec_5g/aid/a50c56d5a262954af64bd0d05e5897d8 (dostęp 11.09.2019).
- Chandramouli D., Liebhart R., Pirskanen J., *5G for the connected world*, John Wiley and Sons Ltd. Hoboken, New Jersey, 2019, DOI: <https://doi.org/10.1002/9781119247111>.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/1148 z dnia 6 lipca 2016 r. w sprawie środków na rzecz wysokiego wspólnego poziomu bezpieczeństwa sieci i systemów informatycznych na terytorium Unii, Dz. Urz. UE 2016 L 194 z 19.7.2016.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/1972 z dnia 11 grudnia 2018 r. ustanawiająca Europejski kodeks łączności elektro-

- nicznej (wersja przekształcona) (Tekst mający znaczenie dla EOG), Dz. Urz. UE 2018 L 321 z 17.12.2018.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2013/40/UE z dnia 12 sierpnia 2013 r. dotycząca ataków na systemy informatyczne i zastępująca decyzję ramową Rady 2005/222/WSiSW, Dz. Urz. UE L 2013 nr 218 z 14.08.2013 r.
- Działania Ministra Cyfryzacji dotyczące zapewnienia szkołom dostępu do bardzo szybkiego internetu, <https://www.gov.pl/attachment/de88836a-62aa-4dd1-9764-17b7282a4291> (dostęp 9.09.2019).
- Ericsson Mobility Report June 2019*, <https://www.ericsson.com/en/mobility-report/reports/june-2019> (dostęp 3.09.2019).
- 5G sets sail in Estonia* (June 28, 2019, Press release), <https://www.ericsson.com/en/networks/cases/5g-telia-tallink> (dostęp 9.09.2019).
- DIGI/RCS & RDS and Ericsson go live with 5G mobile service in Romania* (June 27, 2019, Press release), <https://www.ericsson.com/en/press-releases/2019/6/digi--rcs--rds-and-ericsson-go-live-with-5g-mobile-service-in-romania> (dostęp 9.09.2019).
- Gilchrist A., *Industry 4.0. The Industrial Internet of Things*, Apress (Springer), 2016, DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4842-2047-4_2.
- Gontarz A.A., *Rusza pierwsza sieć 5G w Europie. Będzie działać w Tallinie i Sztokholmie*, „CRN Dla resellerów, VAR-ów i integratorów IT. Numer 1 w Polsce”, 3.10.2017, <https://www.crn.pl/aktualnosci/rusza-pierwsza-siec-5g-w-europie> (dostęp 11.09.2019).
- Goodwins R., *5G New Radio: The technical Background*, w: ZDNet (1 February, 2019), <https://www.zdnet.com/article/5g-new-radio-the-technical-background/>
<https://www.zdnet.com/article/5g-new-radio-the-technical-background/> (dostęp 12.12.2019).
- Grabowska M., *Przemysł 4.0 w Unii Europejskiej*, „Studia Europejskie – Studies in European Affairs” nr 3/2018, s. 257–279.
- Holma H., Toskala A., Nakamura T., *5G technology. 3GPP New Radio*, John Wiley and Sons Ltd.: Hoboken, New Jersey 2020, DOI: <https://doi.org/10.1002/9781119236306>.
- <https://www.greyb.com/companies-working-on-5g-technology/> (dostęp 12.12.2019).
- <https://www.zdnet.com/article/5g-new-radio-the-technical-background/> (dostęp 12.12.2019).
- ANFr authorizes 5G trials at 273 sites* (Posted August 9th 2019), <https://5gobservatory.eu/anfr-authorises-5g-trials-at-273-sites/> (dostęp 9.09.2019).
- German 5G auction ends with 6.55 billion EUR in total bids* (Posted June 14th 2019), <https://5gobservatory.eu/german-5g-auction-ends-with-6-55-billion-eur-in-total-bids/> (dostęp 9.09.2019).

- 5G tests in the Netherlands* (Posted August 6th 2019), <https://5gobservatory.eu/5g-tests-in-the-netherlands/> (dostęp 9.09.2019).
- Vodafone Spain launched 5G in 15 cities* (Posted June 17th 2019), <https://5gobservatory.eu/vodafone-spain-launched-5g-in-15-cities/> (dostęp 9.09.2019).
- IEEE Standard for Information technology Telecommunications and information exchange between systems Local and metropolitan area Networks Specific requirements Part 11: WirelessLAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications Amendment4: Enhancements for Very High Through put for Operation in Bands below 6GHz*, December 11,2013.
- Indeks gospodarki cyfrowej i społeczeństwa cyfrowego (DESI). Sprawozdanie krajowe na rok 2019. Polska*, <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/scoreboard/poland> (dostęp 12.09.2019).
- Industria Conctada 4.0.*, <https://www.industriaconectada40.gob.es/Paginas/index.aspx> (dostęp 3.09.2019).
- Industrie 4.0*, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Bundesregierung für Bildung und Forschung, <https://www.plattform-i40.de/PI40/Navigation/DE/Home/home.html> (dostęp 17.08.2019).
- Khanduri R., Chaudhary Ch., Gupta V., *The Role of IEEE 802.16e Mobile WiMax*, “International Journal of Computer Applications” Vol. 70, No. 16 (May)/2013, s. 14–19, DOI: <https://doi.org/10.5120/12150-7822>.
- Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiej, Rady Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego, Komitetu Regionów i Europejskiego Banku Inwestycyjnego. Inwestowanie w inteligentny, innowacyjny i zrównoważony przemysł. Odnowiona strategia dotycząca polityki przemysłowej UE, COM(2017) 479 final. Bruksela 13.9.2017 r.
- Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. Europejska agenda cyfrowa, KOM(2010) 245 wersja ostateczna z dnia 26.08.2010.
- Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. Sieć 5G dla Europy: plan działania, SWD(2016) 306 final, COM(2016) 588 final, Bruksela 14.09.2016 r.
- Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. Łączność dla konkurencyjnego jednolitego rynku cyfrowego: w kierunku europejskiego społeczeństwa gigabitowego, SWD(2016) 300 final, COM(2016) 587 final. Bruksela 14.9.2016.
- Komunikat Komisji. Europe 2020. Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu, KOM(2010) 2020 wersja ostateczna. Bruksela 3.3.2010.

- La nouvelle France industrielle*, <https://www.gouvernement.fr/action/la-nouvelle-france-industrielle> (dostęp 9.09.2019).
- Leyen, von der U., *Speech in the European Parliament Plenary Session*, Publications Office of the European Union, Luxembourg 2019.
- Łączność internetowa na rzecz wzrostu gospodarczego, konkurencyjności i spójności: europejskie społeczeństwo gigabitowe i 5G. Rezolucja Parlamentu Europejskiego z dnia 1 czerwca 2017 r. w sprawie łączności internetowej na rzecz wzrostu gospodarczego, konkurencyjności i spójności: europejskie społeczeństwo gigabitowe i 5G (2016/2305(INI)) Dz. Urz. UE 2018 C 307 z 30.08.2018.
- Machine-to-machine communications. Architecture, Performance and Applications*, red. C.A. Haro, M. Dohler, Amsterdam, Elsevier 2015.
- Program Operacyjny Polska Cyfrowa na lata 2014–2020. Wersja zaakceptowana decyzją Komisji Europejskiej z dnia 5 grudnia 2014 r. ze zmianami z dnia 15 lutego 2017 r. oraz z dnia 12 marca 2018 r.*, Warszawa, https://www.polskacyfrowa.gov.pl/media/55216/POPC_Program_3_0_17042018.pdf (dostęp 12.09.2019).
- Narodowy Plan Szerokopasmowy* (wersja robocza), https://www.gov.pl/documents/31305/436699/Narodowy_Plan_Szerokopasmowy_projekt.pdf/ac781add-c63f-b709-38eb-4683859e0874 (dostęp 9.09.2019).
- Przepustowość łączy – co należy wiedzieć?*, w: *Systel Systemy Teleinformatyczne*, <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=systel> (dostęp 20.12.2019).
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów, Dz.U. z dnia 14 listopada 2003 r.
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 1316/2013 z dnia 11 grudnia 2013 r. ustanawiające instrument „Łącząc Europę”, zmieniające rozporządzenie (UE) nr 913/2010 oraz uchylające rozporządzenia (WE) nr 680/2007 i (WE) nr 67/2010 (Tekst mający znaczenie dla EOG), Dz. Urz. UE 2013 L 348 z 20.12.2013.
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/1971 z dnia 11 grudnia 2019 ustanawiające Organ Europejskich Regulatorów Łączności Elektronicznej (BEREC) oraz Agencję Wsparcia BEREC (Urząd BEREC) zmieniające rozporządzenie (UE) 2015/2120 oraz uchylające rozporządzenie (WE) 1211/2009 (Tekst mający znaczenie dla EOG). Dz. Urz. UE 2018 L 321 z 17.12.2018.
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/881 z dnia 17 kwietnia 2019 r. w sprawie ENISA (Agencji Unii Europejskiej ds. Cyberbezpieczeństwa) oraz certyfikacji cyberbezpieczeństwa w zakre-

- sie technologii informacyjno-komunikacyjnych oraz uchylenia rozporządzenia (UE) nr 526/2013 (akt o cyberbezpieczeństwie) (Tekst mający znaczenie dla EOG), Dz. Urz. UE 2019 L151 z 7.6.2019.
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) NR 1291/2013 z dnia 11 grudnia 2013 r. ustanawiające „Horyzont 2020” – program ramowy w zakresie badań naukowych i innowacji (2014–2020) oraz uchylające decyzję nr 1982/2006/WE (Tekst mający znaczenie dla EOG). Dz. Urz. UE 2013 L 347 z 20.12.2013.
- Schweidel D.A., *Profiting from the data economy. Understanding the roles of consumers, innovators and regulators in a data-driven world*, Pearson Education, Inc.: Upper Saddle River, New Jersey 2015.
- Singh V., Tanwer N., *5G Research: What are major players up to*, w: GB, Singapore 2019, <https://www.greyb.com/companies-working-on-5g-technology/><https://www.greyb.com/companies-working-on-5g-technology/> (dostęp 12.12.2019).
- Standard IEEE 802.11 ac oraz implikacje dla okablowania strukturalnego*, w: Siemon, https://www.scabling.pl/images/Artykuly/Standard_IEEE_802_11ac_oraz_implikacje_dla_okablowania_strukturalnego.pdf (dostęp 9.09.2019).
- Standard IEEE 802.11.*, <http://edu.pjwstk.edu.pl/wyklady/wspsi/scb/main31.html> (dostęp 12.12.2019).
- Strategia 5G dla Polski*, Styczeń 2018 r., <https://www.gov.pl/documents/31305/436699/Strategia+5G+dla+Polski.pdf/0cd08029-2074-be13-21c8-fc1cf09629b0> (dostęp 9.09.2019).
- Strategia na Rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.)*, Warszawa 2017, <https://www.gov.pl/documents/33377/436740/SOR.pdf> (dostęp 11.09.2019).
- Świderek T., *Duży posłizg w aktualizacji Narodowego Planu Szerokopasmowego*, w: Telko-In, <https://www.telko.in/duzy-poslizg-w-aktualizacji-narodowego-planu-szerokopasmowego> (dostęp 2.09.2019).
- The first 5G auction in Norway has ended*, 5.06.2019, <https://eng.nkom.no/topical-issues/news/the-first-5g-auction-in-norway-has-ended> (dostęp 9.09.2019).
- Wi-Fi Alliance. The Worldwide network of companies that brings you Wi-Fi*, <https://www.wi-fi.org/> (dostęp 9.09.2019).
- Wspólna Deklaracja Polski i USA na temat 5G*, https://www.premier.gov.pl/files/files/5g_polska.pdf (dostęp 9.09.2019).
- Zalecenie Komisji (UE) 2019/534 z dnia 26 marca 2019 r. Cyberbezpieczeństwo sieci 5G*, Dz. Urz. UE 2019 L 88 z 29.03.2019 r.