



Instytut Łączności – Państwowy Instytut Badawczy

Warszawa, wrzesień 2016

SPIS TREŚCI

Streszczenie menedżerskie	3
1. Wprowadzenie.....	9
2. Rola usług mobilnych - kontekst społeczno-gospodarczy	11
3. Specyfika usług mobilnych w wybranych segmentach gospodarki	18
3.1 Przemysł.....	18
3.2 Energetyka	24
3.3 Administracja publiczna	28
3.4 Zdrowie	31
3.5 Bankowość	34
3.6 Rozrywka	38
3.7 Edukacja.....	41
3.8 Inteligentne miasta, budynki, pojazdy	43
3.8.1 Inteligentne miasta	43
3.8.2 Inteligentne budynki	47
3.8.3 Inteligentne pojazdy.....	49
3.8.4 Wsparcie osób niepełnosprawnych	51
3.9 Transport i logistyka.....	53
3.10 Rolnictwo	56
4. Otoczenie prawno-regulacyjne - szanse i zagrożenia dla rozwoju nowoczesnych usług teleinformatycznych...	59
5. Otoczenie techniczne z punktu widzenia nowych usług.....	61
5.1 Transmisja bezprzewodowa – techniki transmisji i częstotliwości radiowe	61
5.2. Uwierzytelnianie i identyfikacja z wykorzystaniem technik mobilnych	71
5.3. Wyzwania bezpieczeństwa i prywatności w usługach mobilnych	76
6. Podsumowanie i wnioski	82
Bibliografia	84
Słownik.....	84

1. STRESZCZENIE MENEDŻERSKIE

Gospodarka stoi u progu czwartej rewolucji przemysłowej (tzw. *Industry 4.0*, a po polsku Przemysłu 4.0), **której podstawą są mobilne technologie ICT i bez nich, w dzisiejszym świecie, nie ma mowy o cyfryzacji, a tym samym innowacyjności, przyspieszeniu gospodarki, czy zwiększeniu efektywności wykorzystania zasobów.** Niestety często się o tym zapomina, stąd koncepcja niniejszego raportu, w którym tytułowe Mobilne Państwo: 1) ma zwrócić uwagę na szerokie zastosowania mobilnych rozwiązań w różnych sektorach gospodarki i 2) pokazać, że przed mobilnością nie można się bronić, jeśli dąży się do rozwoju nowoczesnej (czy też: cyfrowej) gospodarki. Do sformułowania tak silnej tezy, przyświecającej niniejszemu raportowi, składają obserwacje gospodarki.

Po pierwsze, w segmencie detalicznym: wyraźnie **rośnie wykorzystanie szerokorozumianych usług i urządzeń mobilnych z grupy ICT, przy spadającym wykorzystaniu usług stacjonarnych.** Pojawiają się międzynarodowe szacunki, wg których już w 2020 r. rynek mobilny stanowić będzie 2/3 całego sektora ICT. Przy dzisiejszej wartości globalnego rynku ICT takie założenie dałoby wartość rynku mobilnego na poziomie ok. 1 873 mld €, a w Polsce blisko 42 mld zł. W Polsce segment mobilny mierzony liczbą użytkowników odnotowuje rocznie ok. 1 p.p. wzrostu (za wyjątkiem obserwacji w 2015 r.), podczas gdy w tym samym czasie rynek stacjonarny ma ok. 0,6 p.p. spadku. Wpływ na to ma współczesne duże tempo życia, większa dostępność cenowa: zarówno sprzętu, jak i usług transmisji danych czy samego dostępu do bezprzewodowego internetu, ale przede wszystkim pojawiające się nowe funkcjonalności urządzeń końcowych, głównie smartfonów (obecnie stają się one centrum usług, łączności i rozrywki). Już w samym pierwszym kwartale 2016 r. ponad 73% sprzedanych w Polsce aparatów telefonicznych to smartfony i statystyki te systematycznie rosną.

Po drugie (w segmencie usług dla biznesu): **większość rozwiązań, które niesie ze sobą Przemysł 4.0 to rozwiązania realizowane wyłącznie za pomocą zaawansowanych technik mobilnych.** Wystarczy wspomnieć o pojawiających się w Strategii na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju, firmach start up z zakresu

Smart City, mierzenia wydajności pracowników w „fabryce przyszłości”, czy podejmowania działań dla efektywności energetycznej kraju. Wymienione działania to najczęściej usługi opierające się na Internecie Rzeczy (tzw. IoT), polegające na komunikacji wielu urządzeń i maszyn między sobą (tzw. M2M) i przekazywaniu szeregu (zbieranych za pomocą specjalnych czujników) informacji. Już dziś w krajach lepiej rozwiniętych znajdują one zastosowania w takich gałęziach jak przemysł, energetyka, transport, czy logistyka. Ważne jest tutaj **szybkie przekazywanie danych, i masowe przetwarzanie informacji w czasie niemal rzeczywistym.** Za taką potrzebą próbują nadążać możliwości w postaci nowych technik, jak chociażby LTE-Advanced czy 5G. Umożliwiają one transmisje masowe i dają możliwość podłączenia rekordowo dużej liczby urządzeń, przy jednoczesnej dużej przepływności (ponad 1 Gb/s, a w warunkach laboratoryjnych nawet 100 Gb/s) i minimalnych opóźnieniach (nie większych niż 1 milisekunda).

Przed pojawiającymi się usługami mobilnymi stoi **jeszcze szereg wyzwań**, bez rozwiązania których nie ma mowy o rewolucji przemysłowej w Polsce. Są to przede wszystkim:

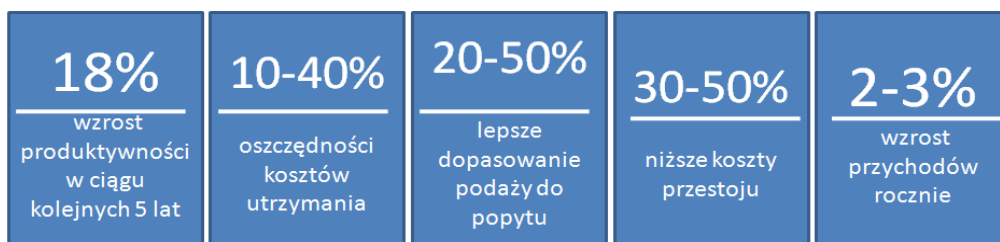
- bezwzględne **zapewnienie bezpieczeństwa** użytkownikom (gdzie obecnie identyfikuje się braki w regulacjach związanych z ochroną danych osobowych i przetwarzaniem danych przez deweloperów aplikacji),
- **dostosowanie infrastruktury innych sektorów, w celu umożliwienia pełnego wykorzystania technologii mobilnych** (np. na rynku energetycznym, gdzie istnieje szereg problemów do połączenia transmisji danych i energii),
- uporządkowanie kwestii związanych z **częstotliwościami** (gdzie w kontekście rozwoju sieci wykorzystywane będą aktualne pasma radiowe operatorów komórkowych jak i nowe, które zostały przydzielone w ostatnich latach);
- umożliwienie rozwoju nowych standardów (5G) na równi z innymi krajami europejskimi, m.in. poprzez wsparcie krajowej

i międzynarodowej działalności B+R oraz udrożnienie administracyjne procesów inwestycyjnych (w chwili obecnej przepisy regulujące dopuszczalną moc pola elektromagnetycznego i sankcjonujące wysokie opłaty za zajęcie pasa drogowego

skutkują spowolnieniem rozwoju infrastruktury nowej generacji w stosunku do innych krajów europejskich);

- konieczność **standaryzacji** interfejsów m.in. na styku maszyna-maszyna.

Rys. Wpływ Przemysłu 4.0 (realizowanego głównie przy wykorzystaniu technik mobilnych) na gospodarkę - ujęcie liczbowe



Źródło: opracowanie własne

1.1. Wprowadzenie

Technologie ICT obecne są we współczesnej gospodarce praktycznie w każdym sektorze i towarzyszą zarówno sferze zawodowej, jak i prywatnej coraz większej rzeszy ludzi. Tak jak wielkim skokiem cywilizacyjnym było pojawienie się w XVIII w. maszyny parowej, tak dziś bodźcem do wszelkiego rodzaju przemian przemysłowych są nowe technologie. Znaczenia nabiera szczególnie silny, obserwowany od kilku lat, trend mobilności usług elektronicznych – stają się one elementem codziennego życia „cyfrowego społeczeństwa” i bardzo szybko znajdują zastosowanie w procesie produkcji, w mediach, w logistyce, transporcie, zdrowiu, bankowości, czy wreszcie w sektorze publicznym. Zjawisko to jest na tyle wyraźne, a pozytywny wpływ ICT na gospodarkę stał się na tyle oczywisty, że całość tych przemian zaczęto określać mianem ery Industry 4.0¹ (co należy tłumaczyć jako Przemysł 4.0).

Niniejszy raport określa spektrum możliwości, jakie niosą za sobą nie tyle całe technologie ICT, co najważniejszy i najsilniejszy nurt: mobilność. Stąd tytułowe mobilne państwo rysuje się jako synonim państwa nowoczesnego, powstającego w duchu Przemysłu 4.0. Państwa, w którym dzięki rejestracji, przetwarzaniu i transmisji odpowiednich danych można zoptymalizować wydajność zasobów produkcji (maszyn i pracowników) oraz produkcję wytwarzając spersonalizowane produkty. Państwa, w którym łączone są zaawansowane technologie i inteligentne procesy produkcji tak, aby stworzyć nowy ład technologiczny, radykalnie przekształcający sferę produkcyjną i stosowane modele biznesowe. Wreszcie: państwa, przechodzącego zmiany technologiczne i społeczne, u podstaw którego leży internet rzeczy, wykorzystanie sztucznej inteligencji do

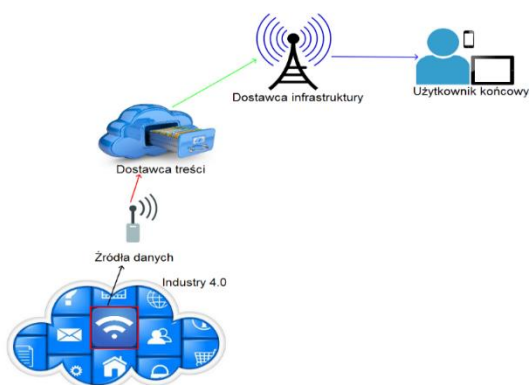
analizy dużych ilości danych (big data), ale też obywatel coraz częściej pełniący rolę prosumenta.

Usługi mobilne, (cytuując za: ISO TR 29172:2011) najczęściej definiowane są jako mobilne aplikacje niosące użytkownikowi końcowemu pewną wartość. W niniejszym raporcie stworzono własną, nieco szerszą definicję, traktując mobilne usługi jako cały ekosystem dostawców i odbiorców oraz źródeł informacji umożliwiających realizację zdefiniowanych funkcji niezależnie od lokalizacji odbiorcy usługi.

Dzięki temu, mobilna usługa nie ogranicza się wyłącznie do warstwy aplikacyjnej czy transmisyjnej, ale wychodzi poza nią obejmując swoim zakresem także wszelkiego rodzaju połączenia z urządzeniami dedykowanymi. Tym samym usługa mobilna dotyczy całego spektrum mobilnych usług nowoczesnych, które zaspokajają coraz to nowe potrzeby pojawiające się w społeczeństwie zarówno po stronie produkcji, jak i konsumpcji. Punktem wyjścia, czy też dokładniej: podstawowym generatorem nowych usług jest zatem *potrzeba*, materializująca się w zgłaszanym na usługi popycie. Jak w każdym modelu popytowym, tak i w tym przypadku usługa jest grą kilku aktorów, z których każdy stanowi istotny element rynkowy. Najważniejsi są oczywiście użytkownicy, bo bez nich usługi nie miałyby racji bytu. Użytkownicy rozumiani są zarówno jako użytkownicy indywidualni (pojedyncze osoby, korzystający z usług na własny użytek), jak i użytkownicy biznesowi (wykorzystujący usługi mobilne do prowadzonej przez siebie działalności gospodarczej, do unowocześnienia i usprawnienia procesów w przedsiębiorstwie). Powszechnie, w kontekście Przemysłu 4.0, znacznie częściej mówi się o tej drugiej grupie użytkowników – grupie z kręgu biznesu i przemysłu. W niniejszym raporcie podejście to zostało rozszerzone przez wzgląd na aspekt mobilności, która w znaczący

¹Pojęcie Industry 4.0 pojawiło się po raz pierwszy w 2011 roku podczas Targów w Hannoverze. Pojęcie to wprowadziła ustanowiona przez Rząd Federalny Niemiec grupa robocza Germany Trade and Invest (GTAI).

sposób personalizuje usługi. To, co charakteryzuje obie wspomniane grupy użytkowników, to konieczność wykorzystywania przez nich urządzeń mobilnych, dzięki czemu możliwe staje się korzystanie z nowoczesnych usług. Drugim ważnym graczem rynkowym jest cała strona podażowa: poczynając od dostawców usług medium transmisyjnego (najczęściej dostawców usługi dostępu do sieci internet), poprzez dostawców treści (tak zwanego kontentu), po dostawców źródeł informacji (rozumianych tutaj jako dostawców urządzeń dedykowanych, typu sensory i czujniki). Ogólny schemat funkcjonowania usług mobilnych i ich związku z Przemysłem 4.0 przedstawiono na Rys 1. Mobilność jest jednym z elementów wspierających całą koncepcję Przemysłu 4.0.



Rys.1.1. Schemat funkcjonowania usług mobilnych w kontekście paradygmatu Przemysł 4.0.

Źródło: Opracowanie własne

W niniejszym raporcie kluczowe są dwa aspekty przedstawionego schematu, a mianowicie zaspokajanie potrzeb użytkownika końcowego oraz element związany ze źródłem i rodzajem danych (specyficzne rozwiązania, konieczność wykorzystywania dedykowanych urządzeń sensorowych, rodzaju danych wykorzystywanych i przetwarzanych w usłudze).

W związku z tym, początek raportu jest prezentacją kontekstu - zmian zachodzących w polskim społeczeństwie i przedsiębiorstwach w zakresie wykorzystania technik ICT, w tym wykorzystania urządzeń i technik mobilnych. Ze względu na zastosowanie bardzo szerokiej definicji mobilności, w rozważaniach tych ważna jest zarówno warstwa telekomunikacyjna (telco) i sprzętowa, jak i aplikacyjna (IT). Pokazuje to skalę zjawiska i potencjał do wprowadzania nowych usług mobilnych w gospodarce. Część druga jest przedstawieniem możliwości jakie niosą ze sobą usługi mobilne w wybranych segmentach gospodarki - ze szczególnym uwzględnieniem wartości dodanej dla użytkownika, jaką te nowe usługi wnoszą i rodzajów przekazywanych informacji. Trzecia, ostatnia część raportu z kolei koncentruje się na aspektach technicznych, transmisyjnych, które muszą spełniać określone wymagania dyktowane przez rozwijające się usługi mobilne. Jest to część o tyle istotna, że to właśnie w tym miejscu pojawiają się wąskie gardła rozwoju wielu usług i to one stanowią największe wyzwanie zarówno w samej sferze technicznej, jak i regulacyjnej.

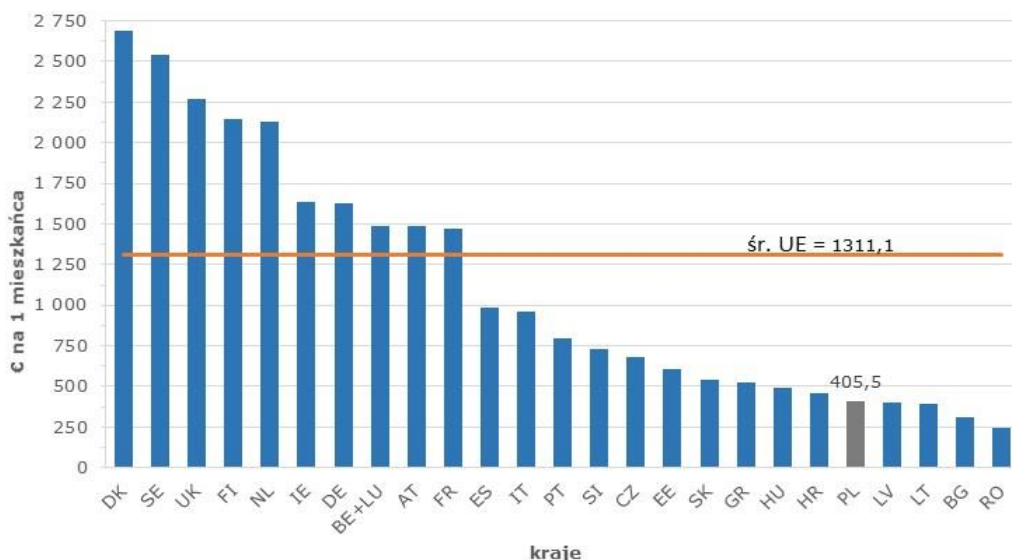
1.2. Rola usług mobilnych - kontekst społeczno-gospodarczy

Obserwowany od kilku lat wzrost rynku usług mobilnych ustabilizuje się. Sprzyjają temu: współczesne tempo życia i towarzysząca mu personalizacja urządzeń mobilnych, rozwój techniczny niosący nowe możliwości, a także czynniki czysto ekonomiczne – takie jak przystępność cenowa urządzeń i usług mobilnych.

W Polsce na przestrzeni ostatnich lat zaobserwować można dynamicznie postępujący proces informatyzacji gospodarki. Jest on następstwem rozwoju technik ICT, w tym ciągłej miniaturyzacji sprawiającej, że ICT znajdują coraz szersze zastosowanie we wszystkich gałęziach życia społeczno-gospodarczego. Wchodzące na rynek rozwiązania ICT dokonują przemian m.in. w kontaktach międzyludzkich, sposobie prowadzenia biznesu, edukacji, medycynie, a także w administracji państwowej. Usługi oparte na technikach ICT tworzą nową przestrzeń nie tylko informacyjną, ale przede wszystkim w

obszarze produkcji oraz dystrybucji towarów i usług.

Rynek ICT generuje konkretną mierzalną wartość dla gospodarki. W 2015 r. wartość rynku ICT w Polsce wyniosła ponad 61 600 mln PLN, a szacuje się, że w 2016 r. wzrośnie ona o 884 mln PLN. W wielkościach bezwzględnych takie wartości lokują Polskę na 9 miejscu wśród krajów UE, natomiast po przeliczeniu na liczbę mieszkańców pozycja Polski ulega przesunięciu na 21 lokatę (Rys. 2.1.).



Rys. 2.1. Wartość rynku ICT w krajach UE na mieszkańca (€), stan na koniec 2015 r.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych statystycznych [\[16\]](#)

Rynek ICT, przedstawiony w tym zestawieniu, stanowią dobra i usługi branży informatycznej i telekomunikacyjnej, z czego część IT nadal stanowi nieco mniej niż część telekomunikacyjna, bo 44,9%. W Europie proporcje już kilka lat temu uległy odwróceniu (rynek IT stanowi większą część całego rynku ICT) i podobnej tendencji należy spodziewać się wkrótce w Polsce. W końcu głównym motorem rynku ICT w naszym kraju są

usługi, a te coraz częściej opierają się na aplikacjach sektora IT. Co więcej, coraz częściej są to aplikacje i usługi mobilne.

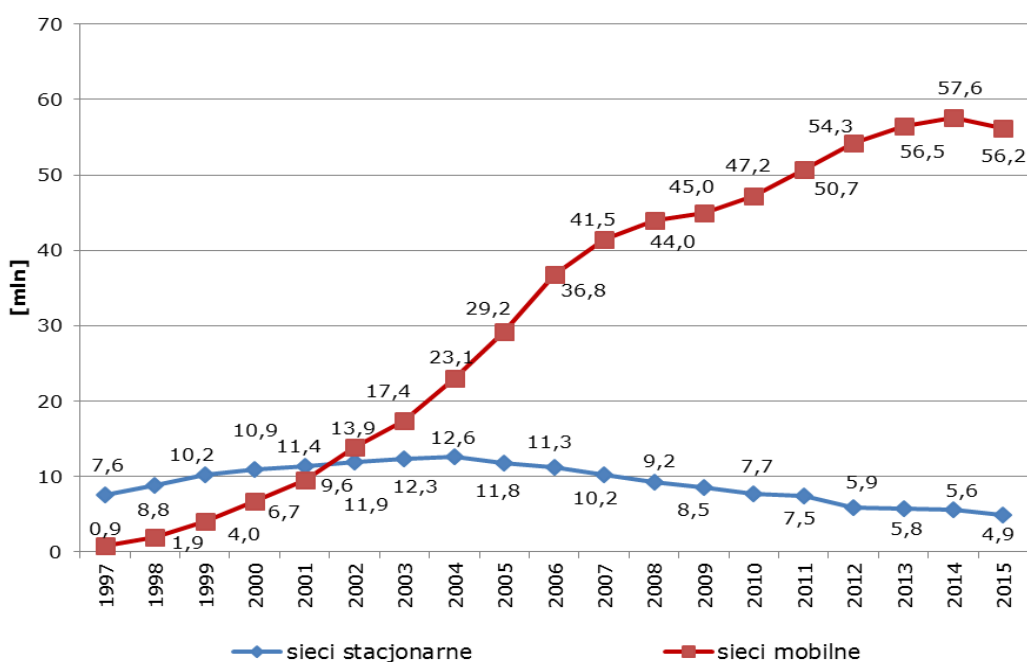
Ostatnie kilkanaście lat jednoznacznie wskazuje na trend wypierania usług stacjonarnych przez usługi mobilne. Przykładem jest rynek telefoniczny, gdzie w Polsce liczba abonentów telefonii mobilnej (a dokładniej: aktywnych kart SIM) już ponad jedenastokrotnie

przewyższa liczbę linii telefonii stacjonarnej i na koniec grudnia 2015 r. wyniosła 56,2 mln. Porównanie liczby łączy abonenckich telefonii stacjonarnej i aktywnych kart SIM w sieciach mobilnych w Polsce w latach 1997-2015 zilustrowano na rysunku 2.2. Nieznaczny spadek zaobserwowany w segmencie mobilnym w 2015 r. w porównaniu z rokiem ubiegłym świadczy o coraz większym wysyceniu rynku, zmniejszającej się tendencji do korzystania z kilku telefonów komórkowych² (łączenie telefonu prywatnego ze służbowym) i usunięciu z rynku nieużywanych już kart SIM. Obserwowany poziom liczby kart SIM na przestrzeni najbliższych lat jeszcze spadnie. Po pierwsze, silny jednorazowy spadek statystyk kart SIM będzie efektem obowiązku rejestracji kart prepaid. Co prawda, rosnąca popularność tzw. Internetu Rzeczy (IoT, z ang. *Internet of Things*), w ramach

którego karty SIM wykorzystuje się do komunikacji urządzeń np. w inteligentnych domach, czy inteligentnych fabrykach, spowoduje presję na zwiększenie wykorzystania kart SIM. Będzie to jednak zjawisko chwilowe i w dłuższej perspektywie (rzędu kilku, może kilkunastu lat), spodziewane jest wycofywanie kart SIM z części zastosowań, co wiąże się ściśle z wprowadzeniem rozwiązań typu *virtual SIM* (tzw. *eSIM*), czy pojawianiem się urządzeń *SIM-less* (rozmowy na ten temat z operatorami telekomunikacyjnymi rozpoczęli już rok temu producenci urządzeń mobilnych - Apple i Samsung)³.

² Według przeprowadzonego na zlecenie UKE badania konsumenckiego w grudniu 2015 r. aż 94% Polaków w wieku 15 lat i więcej było posiadaczami jednego prywatnego telefonu komórkowego. Posiadanie dwóch prywatnych aparatów telefonicznych zgłosiło zaledwie 4,0% respondentów. [Źródło: *Rynek usług telekomunikacyjnych w Polsce w 2015 r.*, Raport z badania klientów indywidualnych przeprowadzonego przez konsorcjum firm PBS i CBM Indicator na zlecenie UKE, grudzień 2015 r.]

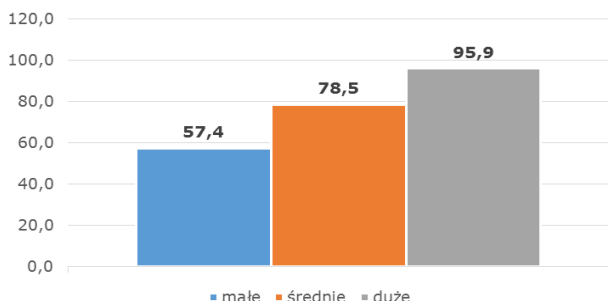
³ Virtual SIM – rozwiązanie polegające na zwirtualizowaniu karty SIM, w celu ułatwienia użytkownikom zmiany operatora (bez konieczności wymiany karty SIM), co w praktyce ma wyglądać analogicznie do łączenia się z WiFi; w ramach koncepcji SIM-less rozwijana ma być platforma chmurowa, dzięki której wszyscy użytkownicy będą mogli porównać i wybrać plan taryfowy (w przypadku post-paid) i wariant płatności (w przypadku pre-paid); krokiem do wprowadzenia tej koncepcji jest jedno z rozwiązań, nad którymi obecnie pracują producenci sprzętu zakładające stworzenie tzw. systemu opartego o chip (tzw. Simless System-on-Chip, w skrócie S2oC); szacuje się, że dzięki wprowadzeniu rozwiązań SIM-less, nastąpi szybszy i dynamiczniejszy rozwój usług z zakresu M2M i IoT.



Rys. 2.2. Liczba łączny abonenckich telefonii stacjonarnej i aktywnych kart SIM w sieciach mobilnych w Polsce w latach 1997-2015 (w mln)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych statystycznych [27], [28], [29], [30], [31], [32], [33]

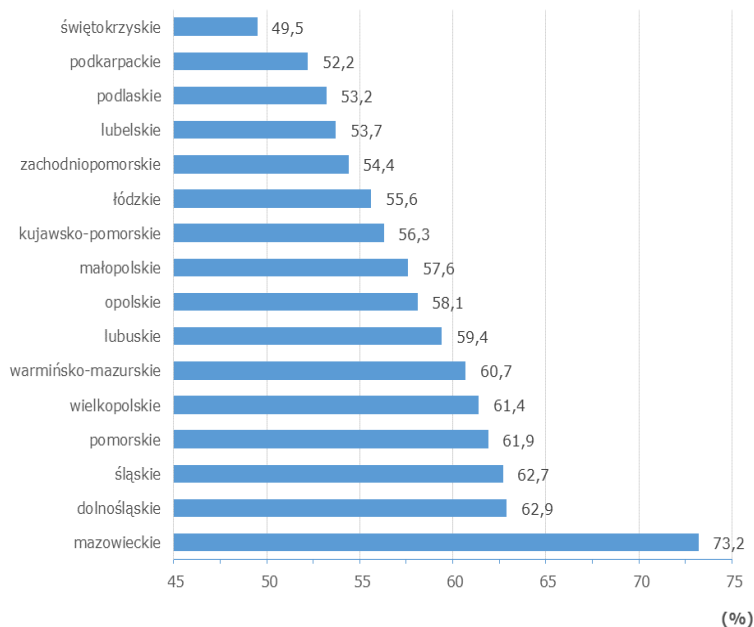
Trend „mobilności” usług ICT widoczny jest także wśród polskich przedsiębiorstw (Rys. 2.3).



Rys. 2.3. Odsetek przedsiębiorstw z dostępem do Internetu z użyciem technologii mobilnej poprzez urządzenia wykorzystujące technologię 3G lub 4G w zależności od wielkości przedsiębiorstwa w 2015 r. (%)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS

Według danych publikowanych przez GUS za 2015 rok, w Polsce 62 507 przedsiębiorstw wykorzystywało urządzenia przenośne (komputer, tablet, telefon) z dostępem do



Rys. 2.4. Przedsiębiorstwa w poszczególnych województwach z dostępem do Internetu z użyciem technologii mobilnej poprzez urządzenia wykorzystujące technologię 3G lub 4G w ogólnej liczbie przedsiębiorstw z urządzeniami z dostępem do internetu mobilnego w danym województwie (%)

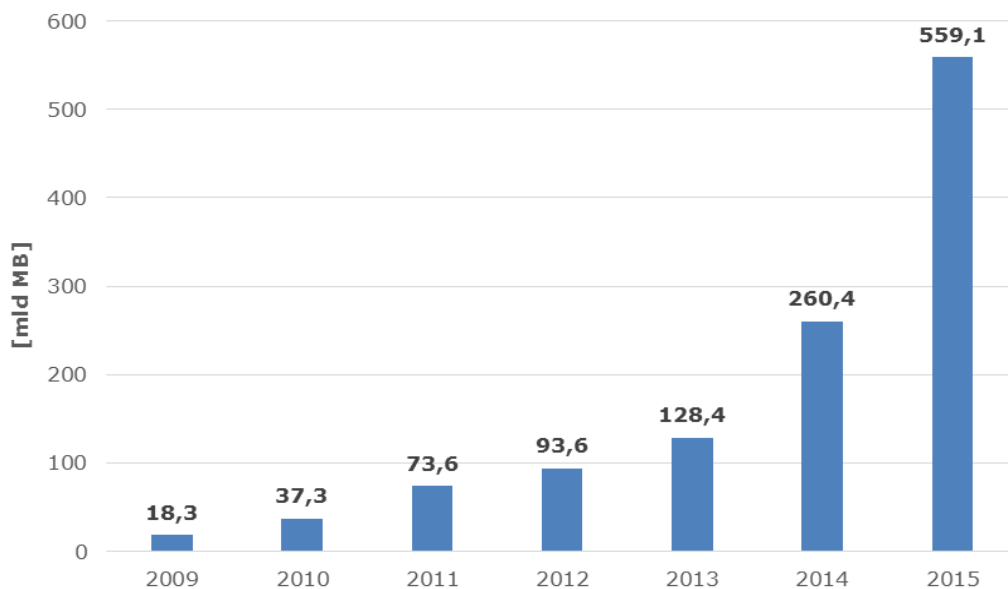
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS

internetu z użyciem technologii mobilnej 3G lub 4G. W ujęciu procentowym było to 61,5% ogółu przedsiębiorstw zatrudniających co najmniej 10 pracowników. W grupie przedsiębiorstw zatrudniających poniżej 10 pracowników, wykorzystanie internetu w technologii mobilnej jest jeszcze większe i (według informacji od operatorów) wynosi ok. 90%.

Najwięcej przedsiębiorstw w odniesieniu do wszystkich firm w danym województwie wykorzystuje urządzenia przenośne z dostępem do internetu na Mazowszu, Dolnym Śląsku oraz Śląsku. Średnio ok. 61% przedsiębiorstw w Polsce korzysta z takich rozwiązań, co oznacza, że powyżej tej wartości jest tylko pięć województw.

W Polsce bardzo dynamicznie rozwija się segment transmisji danych w sieciach mobilnych, gdzie w 2015 r. nastąpił ponad dwukrotny wzrost w stosunku do roku ubiegłego. Wpływ na ten stan rzeczy miały przede wszystkim wzrost penetracji smartfonów oraz niskie ceny transmisji danych (w tym przyznawanie transferu danych w ramach

opłaty abonamentowej – zarówno w taryfach dla klientów indywidualnych, jak i biznesowych), a częściowo także wprowadzone w Unii Europejskiej regulacje stawek roamingowych w zakresie tego typu usług. Kształtowanie się wielkości transmisji danych w latach 2009-2015 przedstawiono na rys. 2.5.



Rys. 2.5. Transmisja danych w sieciach mobilnych w Polsce w latach 2009-2015 (w mld MB)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych statystycznych [81]

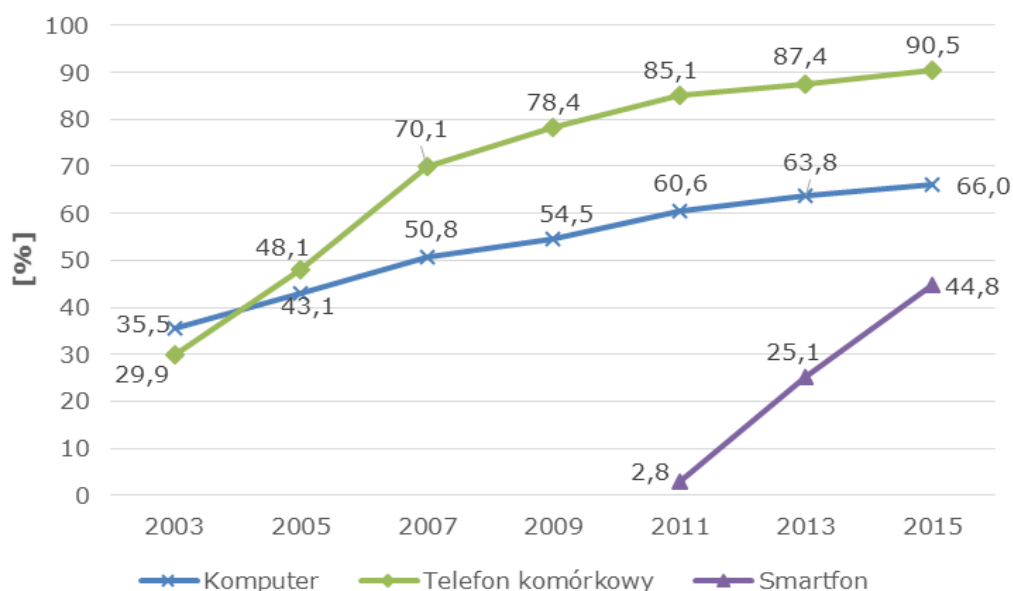
Popularność całego segmentu mobilnego w dużej mierze zależy od megatrendów społecznych. Zmienia się tempo i styl życia współczesnych obywateli. Częściowo jest to wynik dorastania pokolenia Milenium, które wychowało się w świecie pełnym rozwiązań IT. Pokolenie to chętnie korzysta z mediów społecznościowych, jest otwarte na nowości (także techniczne) i chce być zawsze na bieżąco w zakresie tego, co dzieje się w okolicy lub u najbliższych. Następuje wymiana informacji online i natychmiast – bo liczy się tu i teraz. Wystarczy spojrzeć na komunikację miejską, gdzie 80% podróżnych korzysta z urządzeń mobilnych: jedni sprawdzają pocztę e-mail, inni przeglądają profile społecznościowe czy grają w gry, a część po prostu sprawdza najnowsze wiadomości w serwisie informacyjnym.

Duże tempo życia jest także wynikiem silnej presji na wydajność pracowników. Skoro ludzie powoli zastępują roboty, to trzeba jakoś w tym wyścigu walczyć o swoją pozycję, trzeba pokazać, że jest się na bieżąco i trzeba być w pracy nie 8, a 24 godziny na dobę. Dziś to informacja jest towarem najcenniejszym, a w świecie tak szybkiego transferu wszelkiego rodzaju informacji, ulega ona szybkiej deprecjacji.

Za zmieniającymi się potrzebami ludzkimi podąża rynek urządzeń mobilnych, które wyposażane są w kolejne nowe funkcjonalności. Współczesny telefon komórkowy (a jak pokazują statystyki dla ponad połowy użytkowników wypadłoby raczej powiedzieć: smartfon) pełni m.in. funkcję dostępu do internetu, aparatu telefonicznego, odtwarzacza MP3, kamery, mini telewizora, konsoli do gier, radia, budzika, książki adresowej,

kalendacza, kalkulatora, ale coraz częściej też pulpitu do sterowania poszczególnymi urządzeniami w inteligentnym domu, czy kontrolera „parametrów osobistych” (np. dotyczących wysiłku fizycznego albo zużycia kalorii). O tym, jak ważna jest mobilność dla współczesnego obywatela, świadczyć może także

zestawienie pokazujące wykorzystanie sprzętu stacjonarnego i mobilnego (Rys. 2.7.), na którym rysuje się wyjątkowo wysoka dynamika urządzeń typu smartfon. Co więcej, ta dynamika może być zaniżona, bo duża część użytkowników smartfonów nie ma świadomości, że z nich korzysta.



Rys. 2.7. Korzystanie z technologii informacyjno-komunikacyjnych w latach 2003-2015 w Polsce

Źródło: [11]

Dużą popularność smartfonów (w tym phabletów⁴) w Polsce potwierdzają też dane sprzedażowe, wg których w ubiegłym roku stanowiły one 76% wszystkich sprzedanych telefonów komórkowych, a szacunki wskazują, że w bieżącym roku poziom ten przekroczy 82% (szacunki wg EITO).

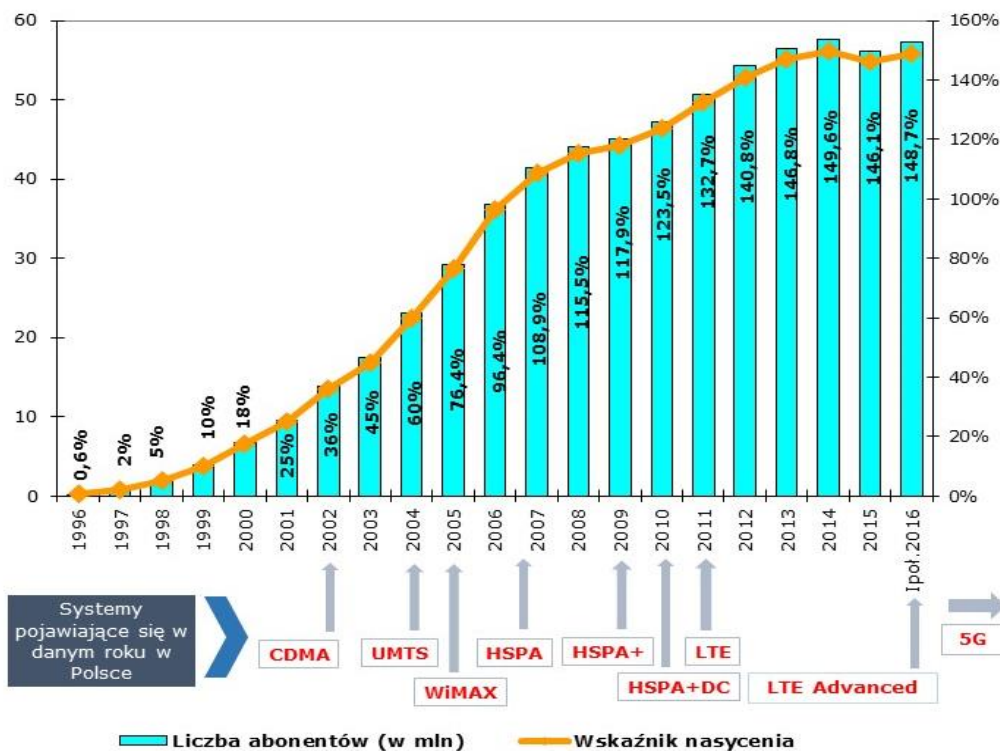
Rozwojowi usług mobilnych sprzyjają nie tylko urządzenia, ale i jednoczesny rozwój techniczny infrastruktury. Rozwijające się usługi są coraz bardziej wymagające, nic więc dziwnego, że techniki 2G/3G, HSPA czy HSPA+ nie były w stanie spełnić rosnących „pozagłosowych” oczekiwań użytkowników. Głównym problemem była

(pojawiająca się także w przypadku usług stacjonarnych) zbyt niska szybkość transmisji łącza. Stąd pojawiające się kolejne standardy – technika LTE/4G, charakteryzująca się wyższymi w porównaniu do już poprzednich technik parametrami, głównie pod względem szybkości transmisji (w tym przypadku na poziomie 300 Mb/s) oraz jej następcy, czyli LTE-Advanced (szybkość do 1,2Gb/s) i 5G (gdzie w warunkach laboratoryjnych osiągnięto nawet 100 Gb/s). Minimalne opóźnienia (na poziomie 1 milisekundy w standardzie 5G) pozwolą na połączenia niemal w czasie rzeczywistym. Zastosowań takich rozwiązań jest wiele, czego przykładem mogą być autonomiczne samochody, czy obsługa specjalistycznych robotów w fabrykach. Pojawianie się nowych rozwiązań technicznych oraz dynamikę w liczbie użytkowników telefonii mobilnej i w poziomie

⁴ Phablet – inaczej phoneblet, nazwa powstała z połączenia słów smartfon+tablet, oznaczająca smartfon o przekątnej ekranu powyżej 5”.

wskaźnika nasycenia w Polsce w latach 1996-

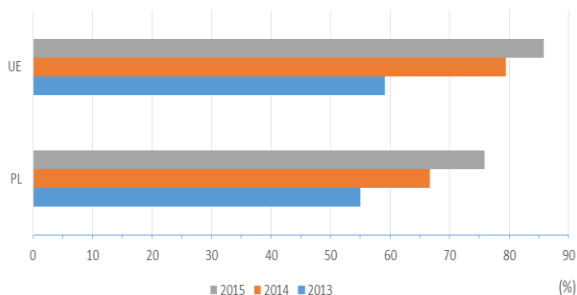
2015 zilustrowano na rysunku 2.8.



Rys. 2.8. Kształtowanie się liczby użytkowników telefonii mobilnej (mierzonej liczbą aktywnych kart SIM – w mln) i poziom wskaźnika nasycenia rynku telefonii mobilnej w % w Polsce na tle pojawiających się nowych rozwiązań technicznych w latach 1996-2015

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych statystycznych [27], [28], [29], [30], [31], [32], [33]

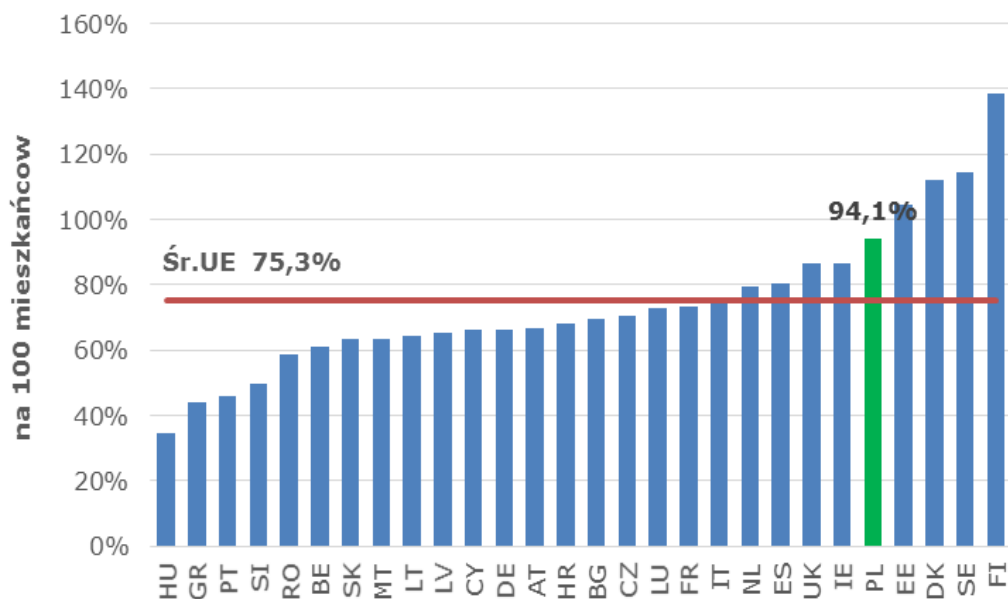
Poziom dostępności LTE w polskich gospodarstwach domowych w 2015 r. osiągnął blisko 76%, przy czym warto dodać, że jeszcze dwa lata wcześniej był on o 38 p.p. niższy. Średnia UE dla tego samego okresu wynosiła 86% – statystykę podniosły tutaj Holandia (99,62%), Szwecja (99,17%) i Dania (99,0%) (Rys. 2.9).



Rys. 2.9. Poziom dostępności technologii LTE w gospodarstwach domowych średnio w krajach europejskich i w Polsce w latach 2013 - 2015 (%)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych statystycznych Komisji Europejskiej

Jednym z najważniejszych czynników stymulujących rozwój usług mobilnych jest szybki bezprzewodowy internet. Operatorzy telefonii komórkowej w dużym stopniu sami kreują w Polsce popyt na usługi telekomunikacyjne proponując pakiety usług związanych z mobilnym dostępem do internetu. Nasycenie dostępu do mobilnego internetu szerokopasmowego w Polsce i w krajach Unii Europejskiej zaprezentowano na rysunku 2.10. W czerwcu 2015 r. Polska z wynikiem 94,1% zajęła piątą pozycję wśród krajów z najwyższym indeksem przed: Estonią (104,5%), Danią (112,1%), Szwecją (114,6%) i Finlandią (138,6%). Średnie nasycenie dostępowo do mobilnego internetu dla krajów Unii Europejskiej w czerwcu 2015 r. wyniosło 75,3%.



Rys. 2.10. Wskaźnik nasycenia dostępem do mobilnego internetu szerokopasmowego w Polsce i Unii Europejskiej, czerwiec 2015

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych statystycznych [\[81\]](#)

W najbliższych latach należy spodziewać się dalszych zmian nie tylko w sposobie korzystania z internetu, a jednocześnie nowego wymiaru nabierze sama treść przesyłu (przestanie mieć ona charakter czysto informacyjny, a coraz częściej będzie to interakcja obustronna). Już teraz operatorzy „kuszą” kolejnymi usługami i ofertami, za które będzie można płacić SMS-em lub kartą kredytową przez internet.

Będzie więcej gier, płatnych serwisów, ofert zakupu muzyki, e-książek, e-wydań gazet czy audiobooków, a także loterii i konkursów.

Wraz z pojawieniem się coraz większej liczby bardziej dostępnych cenowo smartfonów, a także tabletek czy fonbletów oraz rozwojem mobilnego dostępu do internetu, dynamicznie pojawiających się aplikacji, zwiększonej dostępności techniki LTE, a wkrótce także 5G, polski rynek ICT stanie się jeszcze bardziej mobilny.

Mobilne państwo pełnić będzie istotną rolę w różnych segmentach gospodarki. Mówiąc o usługach mobilnych, powinniśmy mieć zawsze na uwadze dwa konteksty tej mobilności.

Po pierwsze, mobilny kojarzy się przede wszystkim z sieciami telefonii ruchomej, widzianej dzisiaj poprzez pryzmat smartfonów, multimediiów i transmisji danych. Dzięki temu użytkownicy będąc w ruchu mogą korzystać z całej gamy zaawansowanych usług, dostępnych bądź to przez przeglądarkę internetową, bądź poprzez dedykowaną aplikację zainstalowaną na telefonie. Ale są też mobilne komputery, łączące się poprzez sieci WiFi czy też LTE z odpowiednimi usługami dostępnymi w sieci.

Drugi kontekst, czyli zastosowanie różnych rozwiązań *mobilnych*, gdzie mobilny staje się synonimem rozwiązań *bezprowadowych*, stosowanych bezpośrednio w różnych procesach produkcyjnych. Mówimy tu o łączności pomiędzy czujnikami, rejestratorami, znacznikami, urządzeniami a systemami zbierania informacji, nadzoru itd.

W obu przypadkach wykorzystuje się te same techniczne rozwiązania transmisyjne, zaliczane ogólnie do kategorii szeroko zdefiniowanej w niniejszym raporcie mobilności.

2.1. Przemysł

Przemysł, w koncepcji czwartej rewolucji technologicznej, bazować będzie na szybkim i sprawnym przepływie dużych ilości danych, komunikacji między maszynami (tzw. M2M) oraz między maszynami a ludźmi (M2H). Nawiązuje to wprost do idei Internetu Rzeczy (IoT). Sprawne wprowadzenie tych zmian wymaga nowych rozwiązań w zakresie komunikacji, standaryzacji, tworzenia systemów autonomicznych opartych na sztucznej inteligencji. Wyzwaniem, jakie stoi przed sprawnym komunikowaniem się w nowoczesnym przemyśle jest opracowanie i standaryzacja nowych interfejsów multimedialnych, wykorzystujących je aplikacje oraz zapewnienie niezawodnych i bezpiecznych sieci.

Wraz z coraz szerszym rozwojem technik cyfrowych opracowywane są nowe koncepcje rozwoju, organizacji i realizacji produkcji przemysłowej. Najbardziej znana jest koncepcja niemiecka, określana jako Industrie 4.0. We Francji opracowano Nouvelle France Industrielle[74], w Holandii - Smart Industry[77], w Wielkiej Brytanii – High Value Manufacturing Catapult (HVM Catapult)[88], w Hiszpanii – Industria Conectada 4.0[42]. W Polsce dokumentem nawiązującym do czwartej rewolucji przemysłowej jest rządowa *Strategii na Rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju (SOR)*, czyli tzw. Plan Morawieckiego.

Mimo różnych nazw, koncepcje te mają ze sobą wiele wspólnego. Wszystkie mówią o nowym podejściu do produkcji przemysłowej, opartej na autonomicznych, elastycznych systemach produkcji wyrobów pod konkretne wymagania konsumentów. W polskim

dokumencie czytamy m.in. o *automatyzacji, robotyzacji oraz informatyzacji procesów gospodarczych*. W bardziej praktycznym języku oznacza to szerokie wykorzystanie sensorów, internetu rzeczy, inteligentnych robotów, systemów analitycznych, wirtualnej czy rozszerzonej rzeczywistości, wszystko wspomagane przez ultra szybkie sieci wymiany informacji. Wyraźnie widać też, jak ważne jest miejsce technologii mobilnych w kontekście polskiego dokumentu, w którym podane projekty flagowe (takie jak telemedycyna, elektromobilność i e-busy, projekt Żwirko i Wigura, czy wreszcie Cyberpark Enigma) nie wydarzą się bez technologii LTE lub 5G.

Jednak należy podkreślić, iż ta nowa, czwarta generacja (4.0) przemysłu widziana jest nie tyle jako samo unowocześnienie produkcji, poprzez jej

„ucyfrowienie”, ale przede wszystkim jako „lewar”, czy też „odskocznia” (vide brytyjski *Catapult*), mająca na celu utrzymanie pozycji europejskiej innowacyjności w obszarze produkcji przemysłowej. W polskim dokumencie także zwraca się uwagę na *wpływ innowacyjnych rozwiązań i technologii*, pojawiają się urządzenia mobilne, chmury obliczeniowe, big data czy wreszcie *rosnący popyt na stały dostęp do informacji*, które otworzyć mają nowe *perspektywy rozwoju i szybszej adaptacji do zmian*. W sytuacji ciągłego przenoszenia, w ramach niezupełnie dobrze pojętej globalizacji, produkcji na daleki wschód, za którą podążyły także działy badawczo-rozwojowe wielu europejskich (a także amerykańskich) przedsiębiorstw, konieczne są jakieś działania powstrzymujące ten trend.

Owa swoista „deindustrializacja” spowodowała istotny spadek udziału produkcji przemysłowej w produkcie brutto UE [17]. Dzisiaj zaledwie co dziesiąte przedsiębiorstwo europejskie klasyfikowane jest jako „wytwórca”, a mimo to sumarycznie odpowiadają one za ok. 33 mln miejsc pracy, ponad 80% eksportu, ale także za 80% prywatnych funduszy przeznaczanych na badania i rozwój. O ile w dzisiejszym, tradycyjnym przemyśle, opłacalność produkcji (liczona jako procentowy udział EBIT w wartości dodanej) jest na poziomie kilkuprocentowym, to zakłada się jej wzrost do kilkunastu procent, jako rezultat wprowadzenia „cyfryzacji” [12].⁵

Wdrożenie koncepcji Przemysł 4.0 pociągnie za sobą daleko idące zmiany, nie tylko w organizacji i realizacji samej produkcji, ale także w procesach projektowania, jak i etapu użytkowania i utrzymania produktu. Będą one, można powiedzieć, rewolucyjne w stosunku do zasad i procesów, z którymi mamy do czynienia

⁵ Nie da się ukryć, iż wprowadzenie nowych metod produkcji wymagać będzie prowadzenia wielu istotnych prac badawczo-wdrożeniowych nie tylko w samym przemyśle, ale także innych działach gospodarki. Dlatego też, w ramach tego nowego podejścia, w wielu krajach UE powołano specjalne gremia przemysłowo-naukowe, których celem jest opracowywanie i wskazywanie kierunków działania w zakresie odnowy przemysłu europejskiego. Przygotowywane są analizy pozycji rynkowej firm europejskich (a może nawet bardziej „specjalizacji krajowych”) w różnych segmentach rynku. Na tej podstawie powstają krajowe programy rozwoju sektorowego, które wspierane będą finansowo przez poszczególne rządy jak i samą Unię Europejską. Według danych brytyjskich, każdy funt dotacji rządowej udzielanej w HMV Catapult generuje £3,8[88].

obecnie. Przewiduje się, iż na wdrożenie tak nowatorskich rozwiązań potrzeba ok. 10 lat.

Trzecia rewolucja przemysłowa, która rozpoczęła się w końcu lat 70-tych i trwa do dzisiaj, oczywiście szeroko wykorzystuje automatyzację procesów produkcyjnych. Bardzo zaawansowane systemy CAD wspomagają projektantów na etapie projektowania produktów, a systemy CAM pomagają przygotowywać sterowanie liniami produkcyjnymi. Poszczególne stanowiska obróbki, często zautomatyzowane i zrobotyzowane, wyposażone są dzisiaj w specjalizowane sterowniki przemysłowe, sterujące wykonywaniem poszczególnych operacji produkcyjnych. Podobnie dzieje się w obszarze produkcji niematerialnej, gdzie praktycznie na każdym szczeblu wykorzystywane są systemy komputerowe. Wiele współczesnych usług istnieje tylko i wyłącznie w świecie elektronicznego przetwarzania informacji.

Poprzednia, trzecia rewolucja przemysłowa to powszechna komputeryzacja i automatyzacja produkcji, zarówno w sferze materialnej jak i niematerialnej. Komputery „potrafią” projektować i produkować nie tylko samochody, ale także piosenki czy też powieści kryminalne. Jednak w ramach tej rewolucji przemysłowej, mimo tak szerokiego wykorzystania komputerów, nie powstały systemy całkowicie zintegrowane, uniwersalne, a przede wszystkim autonomiczne. Jest to spowodowane zarówno przyczynami technicznymi jak i organizacyjnymi, a w przyszłości może okazać się, że element ten stanowić będzie jedną z większych bolączek dalszego rozwoju Unii Europejskiej, która obecnie stoi u progu czwartej rewolucji przemysłowej.

Powstanie nowych generacji procesorów o wysokim stopniu integracji i wysokiej wydajności otworzyło możliwości wykonania systemów bardziej uniwersalnych, które mogły być swobodnie programowane do realizacji skomplikowanych funkcji obliczeniowych. Wprowadzenie na rynek przez firmę IBM komputera osobistego (PC) rozpoczęło prawdziwą rewolucję informatyczną. Komputery PC szybko pojawiły się na biurkach pracowników, ale dopiero wprowadzenie komputerów osobistych do domów spowodowało gwałtowny wzrost produkcji tych urządzeń. Architektura PC ugruntowała się jako de facto standard rynkowy. Zatem „naturalnym” już krokiem było wprowadzenie pod koniec ubiegłego wieku komputerów PC do sterowania procesami produkcyjnymi.

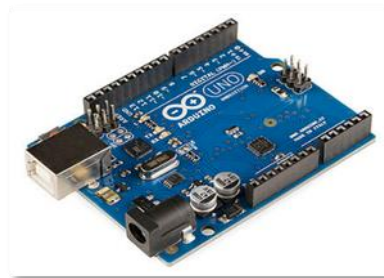
Powstanie sieci komputerowych wpłynęło na szybkość i łatwość wymiany informacji. Sieć Ethernet została zaprojektowana na potrzeby przemysłu, jednak bardzo szybko "przedostała się" do innych segmentów gospodarki, aby stać się powszechnym medium wymiany danych w sieciach lokalnych, a nawet rozległych. Dzisiaj zespoły projektowe błyskawicznie wymieniają się informacjami o projektowanym produkcie. Dzięki ogólnoświatowej łączności produkt może być projektowany przez 24 godziny na dobę, poprzez różne zespoły umieszczone w różnych strefach czasowych. Centra wspomaganie klienta na etapie eksploatacji urządzeń także działają na podobnych zasadach.

Jednak dopiero postępy technologiczne wprowadzane w ostatnich kilkunastu latach naszego wieku, jak kolejna miniaturyzacja i będący jej następstwem wzrost wydajności i niezawodności urządzeń komputerowych, dały początek nowej koncepcji organizacji przemysłu i stosowanych w nim procesów, określanej jako Przemysł 4.0, czyli czwartej rewolucji przemysłowej.

Powszechna komputeryzacja spowodowała, iż w obszarze technik komputerowych nastąpiła daleko idąca standaryzacja, początkowo w warstwie sprzętowej, a następnie również w warstwie programowej. Jednym z rezultatów tej unifikacji stała się możliwość produkcji oprogramowania typu open source (oprogramowanie otwarte), "pasującego" do wielu różnych komputerów i systemów operacyjnych. Pojawiły się nie tylko bardzo zminiaturyzowane konstrukcje komputerów PC, ale także miniaturowe sterowniki o otwartej architekturze, jak np. Arduino, czy LoRa. Wokół takich koncepcji powstały zorganizowane społeczności zajmujące się ich rozwojem. W ten sposób narodziły się nowatorskie koncepcje zastosowania mikrokontrolerów, o których jeszcze kilka lat temu nikt nie myślał. Przykładami takich rozwiązań jest przedstawiona na Rys. 3.2. bluza reagująca na ruchy głowy użytkownika, czy rejestrator westchnień (Rys. 3.3) – oba rozwiązania możliwe do wykorzystania chociażby w badaniach marketingowych reakcji klientów na oglądane produkty.

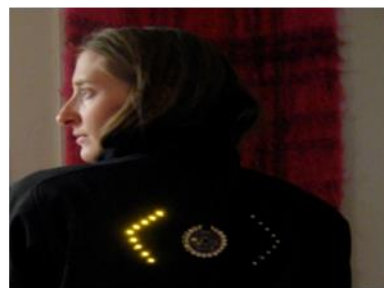
Jednak to, co jest tutaj istotne, to powstanie nowego mechanizmu wpływu użytkownika na kształt i funkcje produktu. Dzisiaj odbywa się to w kręgach społecznościowych, ale nadal potrzebne są tu liczne umiejętności techniczne. W erze czwartej rewolucji

przemysłowej, dzięki zastosowaniu nowych metod komunikacji człowiek-maszyna, nawet techniczni laicy będą mogli uczestniczyć w procesach projektowania wyrobów przemysłowych.



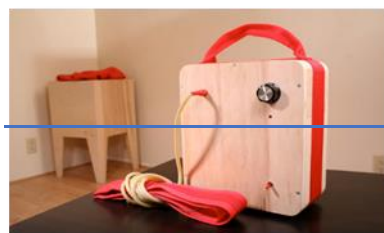
Rys. 3.1. Moduł Arduino

Źródło: [37]



Rys. 3.2. Zastosowanie sterownika LilyPad Arduino jako kierunkowskaz na ubraniu. Kierunkowskaz na ubraniu, reagujący na ruchy głowy. Okrągły element w środku to sterownik LilyPad Arduino.

Źródło: [43]



Rys. 3.3. Zastosowanie sterownika Arduino jako rejestratora emocji użytkownika

Źródło: [43]

Doświadczenia uzyskane na polu otwartego oprogramowania będą miały szerokie zastosowanie w koncepcji Przemysłu 4.0. Tak, jak w świecie urządzeń mobilnych czy też komputerów, tak i w obszarze projektowania, sterowania produkcją czy też kontaktu z użytkownikiem, konieczne jest uzyskanie daleko pojętej unifikacji interfejsów, zarówno na poziomie maszyna-maszyna, jak i maszyna-człowiek.

Przemysł 4.0 będzie korzystać z różnorodnych technik i rozwiązań, w dużej mierze już istniejących, ale wymagających modyfikacji i rozwoju – takich jak:

- Zaawansowane metody symulacji,
- Autonomiczne roboty, stanowiska produkcyjne i systemy,
- Przekrojowa integracja systemów,
- Big Data i analityka wielokryterialna,
- Rozszerzona rzeczywistość (AR),
- Produkcja 3D (drukowanie 3D),
- Przemysłowy internet rzeczy,
- Cyberbezpieczeństwo,
- Chmura komunikacyjno-usługowa.

Przykładów obecnych zastosowań aplikacji mobilnych w przemyśle, można by mnożyć. Najczęściej pojawiającymi się są:

- monitorowanie stanu technicznego maszyn i urządzeń, co umożliwi centralne zarządzanie urządzeniami, czy maszynami oraz pozwala na ich szybką diagnostykę, a także przyspiesza czas naprawy w przypadku wystąpienia awarii,
- zdalne pomiary wartości mierzalnych np. temperatury, ciśnienia,
- przenośne terminale operatorskie - umożliwiają przesyłanie informacji o stanie urządzenia, parametrach produkcji czy też zdiagnozowanej usterce, potrzebnych częściach do naprawy, ułatwiają komunikację w zakładzie pracy,
- kontrola ruchu dotyczy rejestracji i monitorowania pojazdów, pracowników poruszających się na terenie zakładu, fabryki,
- ochrona i nadzór mienia poprzez kamery wideo.

Przemysł 4.0 to przede wszystkim przejście od dzisiejszych pojedynczych, izolowanych od siebie obszarów produkcji do w pełni zintegrowanych inteligentnych i autonomicznych systemów, połączonych strumieniami wymienianych informacji.

Aby wprowadzić personalizację produkcji konieczne jest zaangażowanie użytkowników na każdym etapie życia wyrobu. Nie ma znaczenia, czy mówimy tutaj o produkcji materialnej czy też niematerialnej. Odbiorca musi w każdym wypadku uczestniczyć w procesach projektowania produktu, testowania, wytwarzania i oczywiście użytkowania oraz serwisu. Aby było to realne, powstać muszą nowe systemy komunikacji

pomiędzy maszynami a człowiekiem. Odbiorca nie musi być bowiem specjalistą od produkcji, ale wprowadzony w pewne jej aspekty, lepiej zrozumie konkretne uwarunkowania i ograniczenia. Dlatego też potrzebne będą nowe interfejsy graficzne i standardy wymiany informacji multimedialnej, aby w sposób obrazowy przekazywać dane pomiędzy stronami zaangażowanymi w konkretne procesy. Zarówno użytkownik jak i projektant będą wykorzystywać je jako pewną formę usług systemowych, przygotowywanych przez maszyny jako łatwe w zrozumieniu zagregowane dane techniczno-produkcyjne.

Powszechnie będą stosowane rozwiązania rozszerzonej rzeczywistości AR, łączące obraz rzeczywisty z nakładanymi na niego na bieżąco informacjami pochodzącymi z baz danych. Patrząc poprzez specjalne okulary (lub podobne urządzenie wizyjne, np. smartfon), użytkownik będzie widzieć np. silnik samochodu z nazwami (numerami) części. System automatycznego rozpoznawania obrazów wskaże ewentualne uszkodzenia struktury, przekroczenie temperatury pracy i wiele innych danych. Już dziś takie rozwiązania wykorzystywane są na skalę masową w grach komputerowych. Niezwykle popularne w Polsce Pokemon Go, oprócz rozrywki, mają także istotne walory edukacyjne, a to oznacza, iż rozszerzona rzeczywistość już znajduje zastosowanie w procesach szkoleniowych, symulacji, a także wielu innych obszarach. Nowe, wydajne, a jednocześnie oszczędne i miniaturowe generacje procesorów graficznych spowodowały, że kluczową rolę już dzisiaj pełnią tutaj urządzenia mobilne

Podobna koncepcja łączenia obrazów z informacjami wykorzystana została w rozwiązaniach typu Second Screen (ang. drugi ekran). Osoby oglądające wspólnie daną audycję telewizyjną nie mają tych samych potrzeb czy zainteresowań. Korzystając z „drugiego ekranu” (laptop, smartfon), mogą uzyskać interesujące ich informacje powiązane z oglądanym obrazem na telewizorze⁶. System łączy synchronicznie obraz multimedialny z generowanymi indywidualnie dla każdego odbiorcy informacjami z baz danych.

Powszechna wymiana informacji nie będzie ograniczona tylko do ludzi, ale wykorzystywana będzie w autonomicznych systemach produkcyjnych. Na

⁶ Lokalni Dostawcy Usług w Interaktywnej Telewizji cyfrowej, projekt LDUiTV, Instytut Łączności

podstawie danych projektowych maszyny opracują indywidualny proces produkcji i umieszczą go w grafiku linii produkcyjnych. Dzisiejsze linowe czy też gniazdowe metody produkcji uzupełnione zostaną o elementy nieliniowe. Produkowany element będzie mógł być w miarę potrzeb przemieszczany pomiędzy poszczególnymi stanowiskami w taki sposób, aby uzyskać bardziej zoptymalizowane wykorzystanie mocy produkcyjnych zakładu.

Aby jednak takie autonomicznie działające systemy produkcyjne mogły być wprowadzone na szerszą skalę, konieczne są dalsze prace rozwojowe m. in. nad sztuczną inteligencją. Elementami prowadzącymi do realizacji tego zamierzenia są m. in.: rozbudowa europejskiej infrastruktury superkomputerowej, centra przechowywania i przetwarzania danych (Big Data), a także bardzo szybkie połączenia sieciowe dla udostępniania intensywnych obliczeniowo usług w chmurze [57].

Produkowane na taśmie produkcyjnej elementy będą od razu wyposażane w moduły komunikacyjne, najczęściej bezprzewodowe (czyli mobilne), dzięki którym połączą się z robotami produkcyjnymi, przekazując im informacje o swoim stanie. Można przyjąć, iż będą one zawierać także pełną informację o docelowej konfiguracji wyrobu. Taka komunikacja prowadzić będzie do zmniejszenia błędów w taśmowej produkcji jednostkowych urządzeń.

Na etapie eksploatacji produktów możliwe będzie automatyczne przekazywanie informacji o ich pracy. Użytkownicy będą mogli przysyłać swoje opinie i uwagi bezpośrednio do producentów konkretnych wyrobów, nie będą musieli też szukać numerów produkcyjnych czy też adresu sklepu. Informacje zawarte w wyrobie, dzięki automatycznej komunikacji pomiędzy urządzeniami, trafiać będą bezpośrednio do projektantów czy handlowców. W tym celu wykorzystane zostaną rozwiązania internetu rzeczy (IoT) oraz internetu usług (IoS). Taka szeroka wymiana informacji "każdy z każdym" wymagać będzie przede wszystkim powszechnego wprowadzenia standardów wymiany danych, ale z zagwarantowanym bezpieczeństwem, niezawodnością i jakością przekazywanych informacji.

Z jednej strony użytkownicy mają być bardziej zaangażowani w procesy tworzenia wyrobów, które będą mieć charakter indywidualny, dopasowanych do potrzeb konkretnego odbiorcy. Jednak z drugiej strony pracownicy mają mniej uczestniczyć w planowaniu i kontroli samej produkcji. Specjaliści nadzorujący

fabryki przyszłości informowani będą jedynie o problemach i zakłóceniach w produkcji, bowiem te czynności będą bardziej niż dziś realizowane w sposób automatyczny i autonomiczny. Ale nawet te informacje przygotowywane będą automatycznie, w takiej formie, aby ludzie jak najłatwiej i najszybciej mogli podjąć optymalne decyzje.

Przewiduje się bardzo szerokie wykorzystanie mobilnych urządzeń komunikacyjno-obliczeniowych. Zarówno pracownicy jak i konsumenci już w chwili obecnej powszechnie korzystają ze smartfonów a także laptopów i tabletów. Urządzenia te włączone zostaną do procesów wytwarzania wyrobów i usług w inteligentnych (*smart*) fabrykach. Ciągłe postępy techniczne pozwalają na zwiększanie mocy obliczeniowej urządzeń mobilnych, co skutkuje większą szybkością pracy i lepszą jakością obrazowania graficznego. Możliwości komputerów stacjonarnych sprzed kilku lat dostępne są obecnie na tabletach i smartfonach, co już dziś umożliwia uruchomienie na nich zaawansowanych aplikacji graficznych 3D.



Rys. 3.4. **Współczesna komunikacja sterowników za pomocą graficznego interfejsu www**

Źródło: [35]

Wiele urządzeń wykorzystywanych w przemyśle posiada lokalne serwery www. Nic nie stoi na przeszkodzie, aby umieścić na nich zaawansowane interfejsy człowiek-maszyna, informacje diagnostyczne czy też statystyki produkcyjne. Dzięki przemysłowym sieciom bezprzewodowym możliwe będzie podłączenie urządzeń mobilnych do urządzeń w środowisku produkcyjnym. Rozszerzona zostanie koncepcja BYOD (w tłumaczeniu: *przynies swoje własne urządzenie* [w domyśle: mobilne]). Informacje bezpośrednio z taśmy produkcyjnej, a nawet z produkowanych wyrobów, będą mogły być na bieżąco przysyłane do prywatnych urządzeń posiadanych przez pracowników. Dzięki temu nie będą oni musieli uczyć się (i oczywiście nosić)

kolejnych urzędzeń, ale jednocześnie będą mogli otrzymywać informacje przez całą dobę.

Wraz ze wzrostem inteligencji linii produkcyjnych, powstaną nowe usługi sieciowe, służące do obrazowania procesów uczenia się maszyn, trendów w ich działaniu, a przede wszystkich do obrazowania informacji o ewentualnych problemach i zakłóceniach w produkcji. Przesyłanie danych typu *push* bezpośrednio do odpowiedniej aplikacji działającej na urządzeniu mobilnym jest skuteczniejsze niż wysyłany dzisiaj mail.



Rys. 3.5. Graficzny interfejs maszyna-człowiek w procesie wytwarzania produktu Graficzny interfejs maszyna-człowiek ułatwia przekazanie istotnych danych w prosty i zrozumiały sposób. Transmisja wideo pozwala na osobiste obejrzenie taśmy produkcyjnej i wytwarzanych elementów.

Źródło: [\[87\]](#)

Korzyściami, wynikającymi z wdrażania rozwiązań Przemysłu 4.0 będą m. in.:

- większa efektywność produkcji,
- redukcja kosztów,
- zmniejszenie energochłonności,
- szybciej powstające i bardziej inteligentne (smart) nowe produkty i usługi.

Podsumowując, wprowadzenie koncepcji Przemysłu 4.0 wymaga nowych rozwiązań w zakresie komunikacji, standaryzacji, tworzenia systemów autonomicznych opartych na sztucznej inteligencji. Wyzwaniem, jakie stoi przed sprawnym komunikowaniem się w nowoczesnym przemyśle jest opracowanie i standaryzacja nowych interfejsów multimedialnych, wykorzystujących je aplikacje oraz zapewnienie niezawodnych i bezpiecznych sieci.

Szacuje się, że wdrożenie całego wachlarza nowoczesnych rozwiązań zajmie ok. 10 lat, chociaż część m-usług można implementować już wcześniej – tym bardziej, że warstwa narzędziowa nie wymaga specjalnych nakładów, bo podstawowym narzędziem wykorzystywanym w rozwoju przemysłu w koncepcji Przemysł 4.0 stają się stosowane na co dzień osobiste urządzenia mobilne (czyli m.in. smartfony), połączone za pomocą sieci bezprzewodowych.

2.2. Energetyka

Rosnącemu popytowi na energię, towarzyszy wdrażanie coraz to nowych technologii i urządzeń (w tym mobilnych, które dodatkowo wywołują wzrost zapotrzebowania na energię – a to z kolei wywołuje presję na zwiększenie ceny). W energetyce mobilność to przede wszystkim mobilny Smart Grid, gdzie kluczowa staje się optymalizacja i sprawne zarządzanie energią elektryczną. Wyzwanie, z jakim należy się zmierzyć w zakresie energetyki, to w pierwszej kolejności przystosowanie systemów energetycznych do współczesnych wymogów polityki energetycznej państwa.

Działalność gospodarcza wywiera wpływ na środowisko naturalne, czego przejawem są zmiany klimatyczne, a jedną z konsekwencji: rosnące zapotrzebowanie na energię elektryczną. Bezwzględnie statystyki pokazują wprost jak szybki jest to wzrost: w 2000 r. popyt na energię wyniósł prawie 10 miliardów ton oleju ekwiwalentnego, a w 2015 r. już 13,5 mld ton. Ponad 81% energii były produkowanych z węgla, ropy i gazu, ponad 10% z biopaliw, ok. 5% z reaktorów jądrowych, a pozostałe 4% ze źródeł odnawialnych tj. elektrowni wodnych, geotermalnych, farm wiatrowych oraz słonecznych. Wzrastającemu popytowi na energię, towarzyszy wdrażanie coraz to nowych technologii i urządzeń (w tym mobilnych, które dodatkowo wzmacniają zapotrzebowanie na energię – a to z kolei wywołuje presję na zwiększenie jej ceny). Zdarza się, że urządzenia mobilne docierają nawet tam, gdzie nie ma zasilania energetycznego. Dzisiaj potrzebne są nowe rozwiązania, przystosowujące systemy energetyczne do współczesnych wymogów państwa. Ponadto sieć energetyczna wymaga zmierzenia się z wieloma wyzwaniami:

- znacznymi wahaniami kosztów energii związanymi z koniunkturą na rynku cen paliw kopalnianych,
- rosnącym zapotrzebowaniem na energię, który wymaga dodatkowych nakładów na nowe bloki/elektrownie,
- silnym uzależnieniem od ropy naftowej, szczególnie w generatorach zapasowych opartych na silnikach diesla,
- rygorystycznymi normami emisji gazów, które zmuszają producentów do zakupu droższych, mniej wydajnych technologii,
- powolnym zastępowaniem tradycyjnych źródeł paliw przez energię odnawialną, ze względu na trudności formalno-prawne tj.

uzyskanie pozwoleń na dostęp i obrót „zielonymi” mocami.

Nowe urządzenia, jak np. klimatyzacja, spowodowały nierównomierny pobór energii w ciągu dnia. Aby sprostać okresowym zapotrzebowaniom na zwiększoną moc, energetyka wybudowała elektrownie szczytowe, zarówno wodne jak i gazowe. Jednak niski współczynnik wykorzystania tej kosztownej infrastruktury doprowadził do zwiększenia kosztów jednostkowych energii.



Rys. 3.6. **Miernik energii wysyłający informacje na Twitter** Mikrokontroler Arduino wykorzystuje połączenia WiFi do przesyłania wyników pomiarów.

Źródło: [\[43\]](#)

Wraz z rozwojem społeczeństwa informacyjnego powstawać zaczęły wielkie centra danych, niestety, o wysokim zapotrzebowaniu na energię. Komputery wymagają nie tylko energii do ich zasilania, ale także do chłodzenia. Sprawność energetyczna serwerów jest bardzo niska i można przyjąć, iż każdy kilowat dostarczonej energii musi być także odebrany poprzez chłodzenie. Aby obniżyć koszty eksploatacji, serwerownie zaczęto łączyć z basenami czy też budować poza kręgiem polarnym. Mimo to

zapotrzebowanie na energię elektryczną ciągle rośnie, podobnie jak koszt samej energii.

Dlatego też wytwórcy energii, wspomagani przez agendy rządowe, dosyć szybko dostrzegli zalety płynące z wykorzystania komputerowych systemów sterujących w energetyce. W 2009 roku pojawiła się koncepcja Smart Grid, czyli inteligentnego systemu dystrybucji i zarządzania energią. Po trzech latach IEEE opublikowała zalecenia interoperacyjności w sieciach Smart Grid – IEEE 2030. Możliwość sterowania systemami dystrybucji na dużych obszarach była niezbędnym elementem, który pozwolił na dołączenie do sieci małych producentów energii, czyli zrealizowanie idei generacji rozproszonej.

Koncepcja Smart Grid to wykorzystanie technologii informacyjnych do poprawy przepływu energii między wytwórcami a odbiorcami energii. Elektroniczne urządzenia sterujące, zarządzane przez rozbudowane systemy komputerowe pozwalają na elastyczne dołączanie źródeł i odbiorców do sieci energetycznej. Czujniki pomiarowe zlokalizowane w różnych miejscach sieci, także u odbiorców, mierzą jakość prądu elektrycznego. Analiza tych danych pozwala na wczesne wykrywanie nieprawidłowości i zakłóceń w sieci, a co za tym idzie elastyczne reagowania na nie, zanim dojdzie do awarii. Konsumenci mogą w interaktywny sposób korzystać z usług sieci energetycznej.



Rys.3.7. Aplikacja pokazująca zużycie energii w gospodarstwie domowym

Źródło: Opracowanie własne na podstawie informacji uzyskanych w firmie Energa S.A.



Rys.3.8.Sieć - Smart Grid

Źródło: [\[36\]](#)

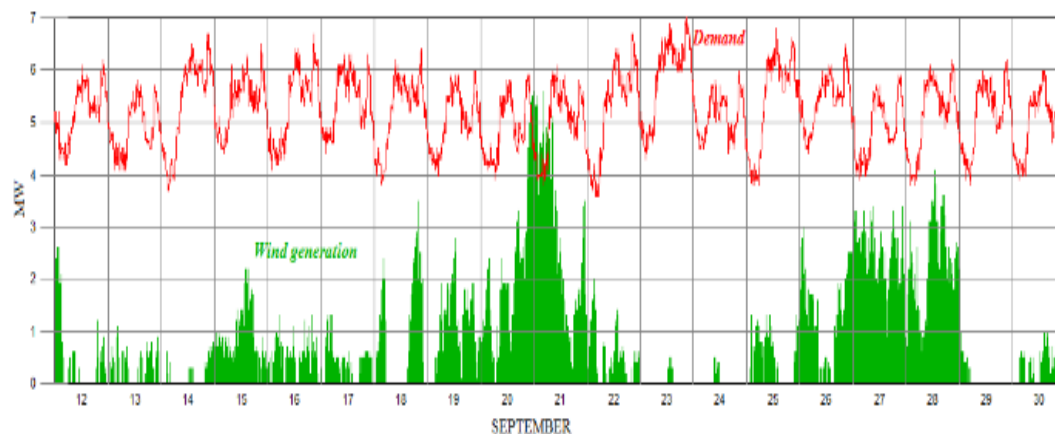
Sieci inteligentne to połączenie transmisji energii oraz transmisji danych. Dzięki temu możliwy jest zdalny odczyt liczników, obserwacja stanu odbiorów, badanie profili zapotrzebowania na energię, odłączanie i podłączanie użytkowników oraz producentów energii. Wiele urządzeń w sieci wykorzystuje do transmisji danych rozwiązania mobilne, ponieważ doprowadzanie kablowej sieci transmisji danych do każdego miejsca nie zawsze ma sens ekonomiczny.

Źródłem danych w Smart Grid są różnorodne czujniki wbudowane w sieć dystrybucji, na różnych jej poziomach. Do tego celu zastosowane są rozwiązania internetu rzeczy (IoT). Dane zbierane przez czujniki muszą być w sposób bezpieczny i niezawodny transmitowane do systemów nadzoru i analiz. Na tej podstawie podejmowane są kluczowe decyzje co do dynamicznej konfiguracji sieci energetycznej, dołączania użytkowników czy też dostawców energii. Konfiguracja sieci energetycznej jest zatem dynamicznie zmieniana pod kątem uzyskania większej efektywności systemu transmisji energii. Wymogiem na sieć transmisji danych jest także niezawodność i bezpieczeństwo transmisji, zapewniające wymaganą jakość usługi (zarówno dla danych jak i w konsekwencji – energii). Należy pamiętać, iż sieci transmisji energii, a także różnorodne urządzenia w tej sieci, wytwarzają liczne zakłócenia, co jest niezwykle istotne w przypadku stosowania do połączeń sieci bezprzewodowych. Pomocnym elementem jest niewielka ilość jednorazowo transmitowanych danych, ale często wrażliwych na opóźnienia transmisyjne.

Produkcja energii elektrycznej w sposób odnawialny, przy wykorzystaniu wiatraków czy elementów fotowoltaicznych, ma istotną wadę - jest nieprzewidywalna. Brak wiatru bądź chmury powoduje wyłączenie elektrowni. Dlatego też niezbędne są zaawansowane sterowania podłączeniami

rozproszonych źródeł energii do sieci przesyłowej, w oparciu o aktualny bilans energii.

Problem zmienności wytwarzania energii odnawialnej zaobserwowano także w Niemczech. W maju 2016 r. prawie 90% energii pochodziło ze źródeł odnawialnych, ale warto zauważyć, że 2015 r. nieznacznie wzrosła produkcja dwutlenku węgla. Wynika to z faktu, że tradycyjne elektrownie muszą wyrównywać niedobory energii odnawialnej ze względu na zmienność tych źródeł. W 2010 r. wprowadzono strategię *Energiewende*, która zakładała wzrost poziomu energii odnawialnej do 40% w 2020 r. W aspekcie zastępowania tradycyjnych źródeł



Rys.3.9. Przykładowy wykres poziomu niedoboru energii odnawialnej; Wiatr jest bardzo kapryśnym źródłem energii. Zupełnie „nie pasuje” (zielony wykres) do zapotrzebowania na energię elektryczną (czerwony wykres)

Źródło: [36]

W związku z coraz szerszym wykorzystywaniem generatorów wiatrowych oraz różnorodnych paneli słonecznych, kluczowym warunkiem efektywnego wykorzystania „nieprzewidywalnych” generatorów jest możliwość magazynowania dużych ilości energii. Lokalne akumulatory energii pozwalają na lepsze uśrednienie charakterystyki elektrowni. Konieczne jest ciągłe opracowywanie nowych, bardziej wydajnych i bardziej kompaktowych akumulatorów elektrycznych.

Nowe generacje czujników łączą się nie tylko z systemami zarządzania siecią, ale także z użytkownikami. Dzięki osobistym urządzeniom mobilnym, będą oni mogli sterować odbiornikami energii w swoim domu. W przyszłości, wykorzystując usługi geolokalizacyjne, sieć będzie wiedzieć, że w odpowiednim momencie powinna włączyć ogrzewanie, aby uzyskać odpowiedni komfort w momencie przyjazdu domownika. Jednocześnie takie lub podobne informacje, wsparte systemami analizy wielokryterialnej i sztucznej inteligencji,

strategia odniosła sukces – w 2015 r. już 33% używanej energii pochodziło z elektrowni wiatrowych, słonecznych itp. Natomiast producenci energii przy sprzyjających warunkach pogodowych produkują tyle mocy, ceny są ujemne – innymi słowy muszą płacić konsumentom za jej dostarczenie. W związku nadprodukcją mocy niemiecki parlament zrezygnował z dotowania OZE na rzecz systemu akcyjnego.

pozwolą na przewidywanie zapotrzebowania na energię w każdym obszarze niezależnie. Zastosowanie mobilnych technologii w energetyce wymaga zwiększenia zapotrzebowania na przepustowość łączy, co wiąże się z zakupem odpowiedniego sprzętu tj. dodatkowymi kosztami, które należy ponieść na początku inwestycji. Jednakże poniesienie takich nakładów może być opłacalne, na co wskazuje przykład firmy Telefonica w Niemczech, w której wyliczono, że zastosowanie inteligentnych systemów pomiarowych oraz przekaźników wpłynęłoby na powstanie oszczędności rzędu 1,8 mln € rocznie, a poniesione nakłady zwróciłyby się w przedziale 8-30 miesięcy. Jednocześnie wpłynęłoby to na oszczędności energii i dwutlenku węgla – odpowiednio o 9 GWh i 4 KT.

Przykładami konkretnych usług mobilnych związanych ze Smart Grid są:

- zdalny pomiar jakości zasilania: moc chwilowa, zużycie w czasie, poziom napięcie, przerwy w napięciu, przepięcia,
- zdalne odczyt liczników odbiorców,
- zdalne przełączanie taryf energetycznych,
- zdalne odłączanie odbiorcy,

- zdalne sterowanie urządzeniami w mieszkaniu,
- wykrywanie oszustw, nielegalnego podłączania,
- usługi dodane (teletransmisja, telemedycyna, alarmy).

2.3. Administracja publiczna

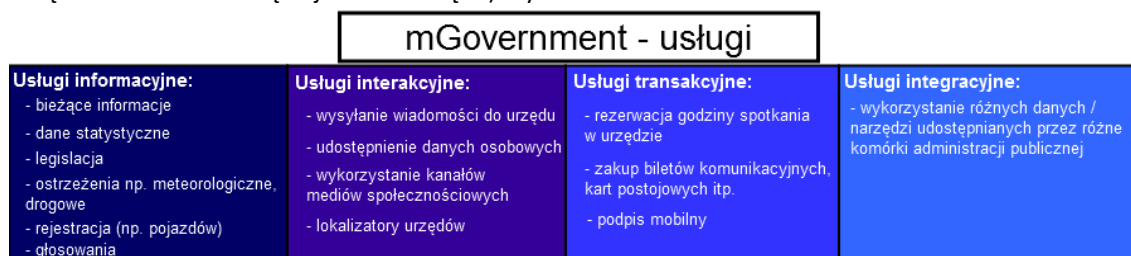
Implementacja e-usług Government na urządzenia mobilne zwiększa się poziom partycypacji politycznej obywateli. Dzięki usługom mGovernment obywatel ma pakiet informacji zawsze przy sobie i zawsze w jednym miejscu. Ponadto usługi administracji publicznej muszą nadążać za usługami komercyjnymi, do których przyzwyczajeni są obywatele.

Mobilne usługi administracji publicznej, czyli tzw. mGovernment, wywodzą się w prostej linii z e-usług publicznych, stanowiąc przeważnie kolejny krok ich ewolucji. W efekcie coraz chętniej wykorzystywanych wspomnianych w pierwszej części raportu urządzeń mobilnych, pojawiła się konieczność dostosowania do nich usług i aplikacji. Oznacza to, że mGovernment mają charakter usług wyłącznie aplikacyjnych, a nie sprzętowych. Dzięki nim świadczenie usług przez administrację państwową jest coraz łatwiejsze, a jednocześnie zwiększa się poziom partycypacji politycznej obywateli[8].

Na mGovernment patrzeć można w różnym kontekście, ale nade wszystko najważniejszy jest tu obywatel, który poza zwiększoną przejrzystością i dostępnością, zmniejsza swoje wydatki związane z niektórymi sprawami administracyjnymi (np. związane z koniecznością dojazdu do urzędu) czy też

na bieżąco monitoruje przebieg spraw i jest w stanie szybciej przeprowadzić proces administracyjny (dostaje informacje w czasie rzeczywistym niezależnie czy akurat stoi w korku w drodze do pracy, czy w kolejce po pieczywo). Obywatel „na własnej skórze” odczuwa zwiększoną efektywność takich usług, bo ma pakiet informacji zawsze przy sobie i zawsze w jednym miejscu – na urządzeniu mobilnym, z którym praktycznie się nie rozstaje.

Oczywiście wpływ mobilnych usług administracji publicznej zależy od stopnia ich dojrzałości – im jest on większy, tym większy jest ich wpływ na gospodarkę i obywatela. Zestawienie usług oferowanych przez mGovernment pod względem ich dojrzałości przedstawiono na Rys. 3.10.

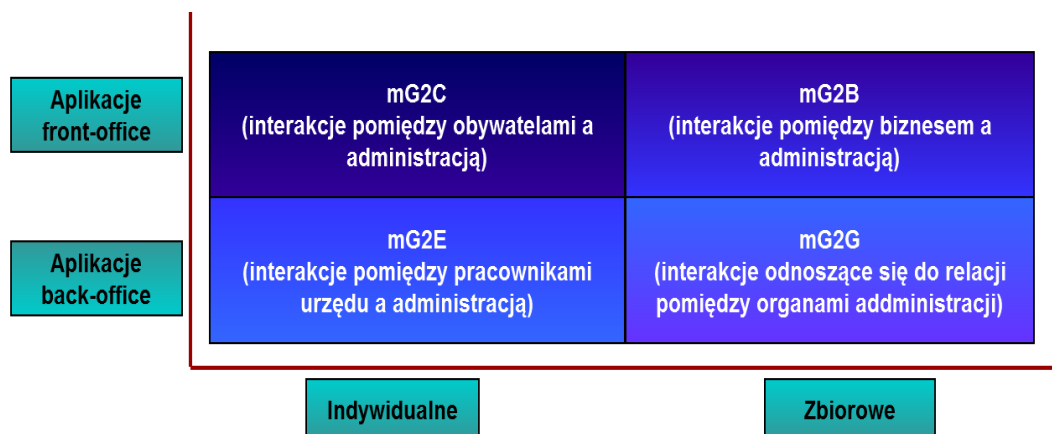


Rys.3.10. Poziomy dojrzałości m-usług publicznych (inaczej: mGovernment)

Źródło: opracowanie własne

Inna klasyfikacja mobilnych usług administracji publicznej zależy od użytkownika, do którego dana usługa jest skierowana. Jak zaznaczono w raporcie OECD istnieją cztery główne modele podziału mGovernment (Rys. 3.11): urząd-obywatel (mG2C), biznes-administracja, (mG2B), urząd-pracownicy administracyjni (mG2E), administracja-administracja (mG2G). W ramach segmentu mG2C wyróżnia się usługi informacyjne i edukacyjne, interakcyjne, transakcyjne oraz angażujące obywateli w sprawy administracyjne. mG2B może wspierać przedsiębiorstwa w zakresie legislacji, regulacji czy aplikacji związanych z zamówieniami, licencjami, pozwoleniami i podatkami, a

także zapewniając wsparcie firm z sektora MSP. Działania w ramach mG2E opierają się na dostarczeniu narzędzi, szkoleń dla pracowników administracji w celu zwiększenia efektywności i odpowiedzialności, maksymalizacji zasobów w administracji oraz poprawy jakości usług, zwłaszcza jednostek terenowych. Z kolei segment mG2G obejmuje integrację poziomą i pionową usług oferowanych przez administrację w ramach koordynacji działań kontrolnych, inspekcji, wsparcia organów bezpieczeństwa, zarządzania kryzysowego oraz dostępu do baz danych w obszarze zdrowia, edukacji czy bezpieczeństwa[68].



Rys.3.11.Podział obszarów mGovernment

Źródło: [70]

Usługi mobilnej administracji publicznej w obszarze mG2C można podzielić na cztery kategorie: informacyjne, interakcyjne, transakcyjne, zaangażowanie obywateli w życie publiczne.

Tabl. 3.1 Przykłady usług mG2C w podziale na kategorie

Kategoria	Przykłady
Informacyjne	<ul style="list-style-type: none"> Dania – wysyłanie wiadomości SMS o klęskach żywiołowych, wypadkach i innych zagrożeniach, Republika Korei – wysyłanie wiadomości SMS do obywateli, którzy znajdują się w zasięgu stacji bazowej otrzymują informacje o zagrożeniach związanych z katastrofami naturalnymi w okolicy, Singapur – powiadomienie obywateli o zbliżającym się terminie wygaśnięcia paszportu, USA – przesyłanie informacji SMS o zbliżających się zagrożeniach pogodowych lub alarmach związanych z porwaniem dzieci w okolicy abonenta.
Interakcyjne	<ul style="list-style-type: none"> Indie – wysyłanie wiadomości SMS przez obywateli związanych z egzekwowaniem przepisów związanych z paleniem w miejscach publicznych czy przestępstwach, Irlandia – obywatele mogą wysłać zdjęcia osób podejrzanych o popełnienie przestępstwa jako MMS do organów ścigania, Republika Korei – sprawdzenie informacji o natężeniu ruchu drogowego oraz o lokalizacji pojazdów publicznego transportu.
Transakcyjne	<ul style="list-style-type: none"> Holandia – mieszkańcy Amsterdamu mogą skorzystać z aplikacji IVR do wyznaczania określonej trasy i godzinie nabywając przy tym bilet komunikacji miejskiej wysyłany na numer telefonu komórkowego, Norwegia – obywatele, których zeznanie podatkowe nie uległo zmianie mogą za pomocą dedykowanej usługi SMS wysłać informacje do urzędu wpisując jedynie słowo kod, numer identyfikacyjny i kod pin, Szwecja – możliwość wysłania zeznania podatkowego do Szwedzkiego Urzędu Pocztowego z wykorzystaniem danych uwierzytelniających z dowodu osobistego lub indywidualnych kodów, Wielka Brytania – wprowadzenie usługi ParkMobile umożliwiającej osobom opłatę za miejsce postojowe w wybranych miastach brytyjskich.
Zaangażowanie obywateli w życie publiczne	<ul style="list-style-type: none"> Chiny – obywatele mogą wysłać wiadomości tekstowe do swoich parlamentarzystów, Republika Korei – możliwość głosowania za pośrednictwem telefonu komórkowego, Wenezuela – możliwość sprawdzenia, do którego lokalu wyborczego wraz z jego lokalizacją

Kategoria	Przykłady
	jest przypisana dana osoba.

Źródło: Opracowanie własne

Innym przykładem wykorzystania mGovernment w praktyce jest mVoting, który z powodzeniem jest stosowany w Estonii. System oparty jest na estońskim dowodzie osobistym, w który wbudowany jest elektroniczny chip, zawierający klucz publiczny i prywatny. mVoting umożliwia oddanie głosu od czterech do sześciu dni przed dniem głosowania, ale obywatel może zmieniać decyzje nieskończoną liczbę razy. Ponadto, jeżeli osoba głosowała elektronicznie nadal może oddać głos w tradycyjny sposób, unieważniając elektroniczny wybór. Przez 10 lat funkcjonowania mVoting, odsetek osób korzystających z tego rozwiązania wzrósł z 1,9% (w 2005 r.) do 30,5% (w 2015 r.).



Rys.3.12. e-Wojewoda, jako polski przykład aplikacji mobilnej w obszarze mGovernment

Źródło: Opracowanie własne

Podsumowując, można wskazać wiele korzyści ze stosowania mGovernment: od zwiększenia efektywności administracji w wymianie informacji z obywatelami, poprzez zwiększenie dostępności, niezawodności i komunikacji usług, zwiększenie liczby spraw jakie mogą być oferowane dla społeczeństwa, po poprawę wydajności administracji publicznej poprzez zwiększenie jej przejrzystości oraz zwiększenie zrozumienia jej działania, czy oszczędność kosztów budowy sieci przewodowych na terenach o małej gęstości zaludnienia [15].

Aby prawidłowo korzystać z usług mobilnego państwa niezbędna jest możliwość prawidłowego, skutecznego i jednoznacznego identyfikowania użytkownika. Tylko wtedy obywatel może podpisać dokument czy też uzyskać informacje skarbowe na odległość. Mówimy tu oczywiście o usługach elektronicznych, więc identyfikacja musi być również przeprowadzona w sposób elektroniczny.

Na gruncie polskim, rozwiązania dotyczące mGovernment wpisują się w dokument strategiczny „Od papierowej do cyfrowej Polski” (Paperless-cashless). Opisana w nim koncepcja wprowadzenia w Polsce elektronicznego dowodu tożsamości (eID) zakłada, że dowód osobisty prawdopodobnie udostępniony będzie w smartfonie (ew. na karcie chipowej) i autoryzowany do usług publicznych przez operatorów mobilnych. Elektroniczna tożsamość jest de facto usługą, która może być przechowywana (zainstalowana) na różnego rodzaju nośnikach. Jak do tej pory obywatele polscy nie dostali „państwowego” nośnika (np. dowód osobisty z chipem), na którym mogli by przechowywać elektroniczną tożsamość.

To ostatnie rozwiązanie jest szczególnie atrakcyjne, ponieważ jest:

- jednolite (ustalony standard informacji i komunikacji w układzie karta-telefon-operator),
- powszechne (prawie wszyscy obywatele mają osobiste telefony, czyli osobiste karty SIM),
- bezpieczne (bezpieczna karta odblokowywana kodem PIN),
- weryfikowalne (karta jest wydawana właścicielowi po potwierdzeniu tożsamości),
- łatwe w obsłudze (do weryfikacji nie są potrzebne czytniki ani połączenie z internetem).

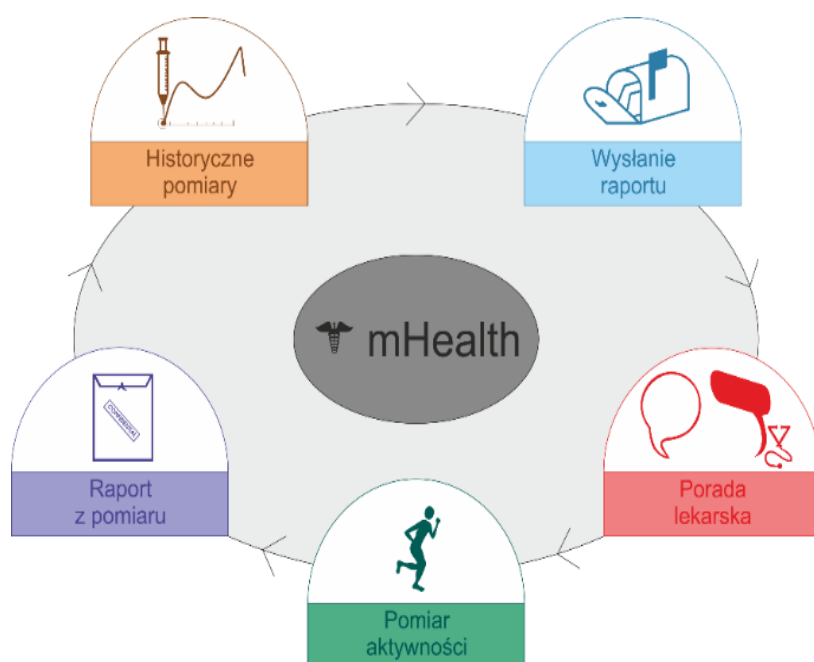
Jeśli ktoś nie posiada telefonu (w rozumieniu karty SIM z numerem), to dla tej grupy można wydać nowe dowody z chipem.

2.4. Zdrowie

Usługi realizowane w obszarze mHealth w znakomitej większości koncentrują się na poprawie monitoringu stanu zdrowia pacjenta. Wykorzystują w tym celu nie tylko same aplikacje, ale też cały system czujników i sensorów – wszystko w oparciu o techniki mobilne, co zwiększa ich przewagę nad konwencjonalnymi metodami monitoringu w kilku aspektach: monitoring może mieć charakter ciągły i nie musi odbywać w warunkach szpitalnych (redukcja kosztów), służbie medycznej łatwiej zweryfikować zastosowanie pacjenta do zalecanego leczenia, większe prawdopodobieństwo identyfikacji problemów zdrowotnych w krótszym czasie, zanim one rozwiną się lub doprowadzą pacjenta do stanu krytycznego.

Temat zdrowia jest jednym z ważniejszych w kontekście rozwoju społecznego kraju – co przejawia się udziałem opieki zdrowotnej w PKB w Europie, który wynosi ok. 9-10%[\[3\]](#). Warto zauważyć, że wartość sektora mHealth w ujęciu globalnym systematycznie rośnie - w 2013 r. została oszacowana na 4,5 mld USD, a w 2015 r. jest to ponad dwukrotnie więcej, bo aż 10,2 mld

USD[\[24\]](#). Natomiast prognozuje się, że wartość sektora mobilnych usług wzrośnie do 58,8 mld USD. Największy udział w rynku mHealth mają kraje europejskie i strefy APEC (przede wszystkim Chiny, Japonia, Indie i Australia) po 30% oraz Stanów Zjednoczonych i Kanady 28% [\[89\]](#).



Rys. 3.13. **Obieg informacji w przykładowej aplikacji z obszaru mHealth**

Źródło: Opracowanie własne

Usługi realizowane w obszarze mHealth wykorzystują nie tylko same aplikacje, ale też cały system czujników i sensorów – wszystko w oparciu o techniki mobilne. Na podstawie pomiaru konkretnych parametrów w organizmie pacjenta i wygenerowanego na tej podstawie raportu z wynikami, lekarz może wydać odpowiednie zalecenia. Dzięki zapewnieniu

regularnych pomiarów opieka medyczna może ocenić czy wpływ danego leczenia jest pozytywny czy negatywny dla stanu zdrowia pacjenta oraz w jaki sposób odżywianie, aktywność fizyczna, medytacja czy ćwiczenia oddechowe wpływają na organizm i samopoczucie leczonego.

mHealth ma przewagę nad konwencjonalnymi metodami monitoringu w czterech aspektach: odczyty dotyczące stanu zdrowia pacjenta nie są epizodyczne, ale mogą mieć charakter ciągły; monitoring nie musi odbywać w warunkach szpitalnych, które generują wysokie koszty, ale w warunkach domowych; służbie medycznej łatwiej zweryfikować czy pacjenci zastosowali się do zalecanego leczenia oraz istnieje większe prawdopodobieństwo identyfikacji problemów zdrowotnych we właściwym czasie, zanim przypadłość rozwinię się lub doprowadzi do stanu krytycznego pacjenta[76].



Rys.3.14. Przykład aplikacji mobilnej w obszarze mHealth, monitorującej wybrane parametry życiowe

Źródło: Opracowanie własne

Do ciekawych rozwiązań w obszarze mHealth zaliczyć można:

- Electronic Skin – czujnik noszony na nadgarstku wykorzystywany, m.in. u osób chorych na chorobę Parkinsona lub padaczkę. Czujnik wykrywa ruchy mięśni lub atak padaczkowy i uwalnia lek, znajdujący się w pojemniku pod skórą,
- HealthPatch – czujnik biometryczny umieszczony na klatce piersiowej, którego zadaniem jest ciągły pomiar pracy serca, temperatury i czynności oddechowych,
- Proteus- czujnik pozwalający na wykrycie czy pacjent wziął czy nie wziął leku, a także monitorujący podstawowe czynności życiowe,
- TempTraQ24 – czujnik pozwalający na całodobowy monitoring temperatury ciała u dzieci i niemowląt i przesyłający informację na ten temat do rodziców.

W Chinach wdrożono program „Wireless Heart Health”, którego zadaniem jest kontrolowanie i monitorowanie układu krążenia pacjenta w prowincjach rolniczych, w których utrudniony jest dostęp do opieki zdrowotnej. Dzięki wbudowanym w smartfony czujnikom elektrokardiograficznym wysyłającym dane EKG do szpitali i klinik, służba medyczna ma stały dostęp do elektronicznej dokumentacji pacjenta zapewniając szybką informację zwrotną o stanie zdrowia[89].

Również w Stanach Zjednoczonych wdrożono podobny program „Carebeyond Walls and Wires” w stanie Arizona, który mierzył wagę, ciśnienie krwi i poziom aktywności pacjenta chorego na zastoinową niewydolność serca. Dzięki codziennemu monitoringowi pacjenta służba medyczna mogła wysyłać porady dotyczące żywienia i leczenia bez kontaktu z pacjentem. W przeciągu sześciu miesięcy na grupie 50 pacjentów zaobserwowano zmniejszenie średniej liczby hospitalizacji (z 3,3 do 1,8), dni przebytych w szpitalu (z 14 do 5) oraz samych kosztów pobytu w szpitalu (z 136 tys. USD do 44 tys. USD)[89].

Natomiast Komisja Europejska współfinansuje projekt „MobiHealth”, który poprzez system monitoringu MobiHealth BAN, diagnozuje stan zdrowia pacjentów będących poza placówką medyczną z wykorzystaniem pasma UMTS i GPRS, co pozwala na swobodę wykonywania codziennych czynności przez osobę. Program zrzesza 14 partnerów z 5 krajów Unii Europejskiej, do którego przystąpiły szpitale i dostawców usług medycznych, uniwersytety, operatorzy sieci komórkowych, dostawców mobilnych aplikacji oraz dostawcy sprzętu.⁷

Należy zauważyć, że aplikacje z obszaru mHealth można podzielić na dwie grupy. Do pierwszej należy zaliczyć, te które są wykorzystywane przez pracowników służby zdrowia w celach związanych z przechowywaniem informacji o pacjencie przeglądaniem wyników badań. Ponadto aplikacje tego typu mogą być zintegrowane z istniejącymi technologiami medycznymi. Do drugiej grupy, należy zaliczyć aplikacje do prywatnego użytku spoza zakładów opieki zdrowotnej, które obejmują aplikacje mierzące wysiłek fizyczny, spożywane kalorie czy zmiany wagi oraz aplikacje zawierające informacje nt. przebytych chorób. W związku coraz większym zainteresowaniem rozwiązań w obszarze mHealth podmioty świadczące

⁷ Al Ameen, M., Liu, J., Kwak K. (2012). Security and Privacy Issues in Wireless Sensor Networks for

opiekę zdrowotną oraz prywatne przedsiębiorstwa poszukują rozwiązań prawnych, które zapewnią zgodność z przepisami w obszarze ochrony zdrowia, w tym błędu w sztuce lekarskiej i ochrony prywatności pacjentów, a podmiotom prywatnym wyznaczają granicę odpowiedzialności prawnej za produkt. W 2013 r. amerykańska Agencja Żywności i Leków (ang. *Food and Drug Administration* - FDA) wydała ostateczne wytyczne, w której zdefiniowano medyczną aplikacją mobilną jako dowolną aplikację mobilną, która jest używana jako dodatek do urządzeń medycznych lub przekształca urządzenie mobilne w medyczne.⁸ W tym aspekcie wszelkiego rodzaju aplikacje służące do monitorowania zdrowia podlegają kontroli FDA, natomiast te służące zarządzaniu zdrowiem mogą nie zostać objęte, jeżeli zostaną zaklasyfikowane jako kategorii I tj. niskiego ryzyka.⁹ Celem FDA było rozdzielenie aplikacji medycznych wykorzystywanych w służbie zdrowia na te, które dostarczają informacji medycznych i naukowych będących uzupełnieniem wiedzy w zakresie profilaktyki i rad, a te, które mają potencjał diagnostyczny i interwencyjny. W ten sposób potrzeby w zakresie ustawodawstwa i nadzoru mogą być kierowane do określonych zastosowań bez ograniczania korzystania z technologii mobilnych w służbie zdrowia.¹⁰ Jak uważają Yang i Silverman wykorzystanie aplikacji medycznych w ocenie stanu zdrowia nie powinno znacząco zmienić odpowiedzialności niż stosowanie innych technologii, które są już wykorzystywane. Jednak problemem może stać się nieumiejętne wykorzystywanie aplikacji do oceny stanu zdrowia pacjenta przez lekarza co może prowadzić do oskarżeń o błędy w sztuce lekarskiej. Ponadto odpowiedzialność ta powinna zostać wyłączona, jeżeli pracownik opieki zdrowotnej przyczyni się do pogorszenia stanu zdrowia pacjenta, gdy poda on błędne lub niedokładne informacje z urządzenia mobilnego. Natomiast producenci aplikacji medycznych są wyłączeni z odpowiedzialności z tytułu

błędu w sztuce, ale mogą zostać oskarżeni o naruszenie przepisów FDA w obszarze odpowiedzialności za produkt, w tym wad projektowych aplikacji, praw gwarancyjnych oraz braku ostrzeżeń.

W związku powyższym bardzo istotna jest właściwe stosowanie i interpretacja tego typu usług w ramach neutralności sieci na gruncie Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2015/2120 z dnia 25 listopada 2015 r. ustanawiającego środki dotyczące dostępu do otwartego internetu oraz zmieniającego dyrektywę 2002/22/WE w sprawie usługi powszechnej i związanych z sieciami i usługami łączności elektronicznej praw użytkowników.

W Polsce, elementy związane z mobilnością w zakresie zdrowia wpisują się w strategię „Od papierowej do cyfrowej Polski”. W dokumencie tym przykładami konkretnych rozwiązań są e-recepty i e-skierowania oparte o urządzenia mobilne, czy też rejestracja do lekarza za pośrednictwem platformy cyfrowej (także poprzez urządzenia mobilne).

Healthcare Applications. *Journal of medical systems*, 36 (1), 93-101.

⁸ Yang Y. T., Silverman R. D. (2014). Mobile Health Applications: The Patchwork Of Legal And Liability Issues Suggests Strategies To Improve Oversight. *Health Affairs*, vol. 33 (2). 222-227.

⁹ Hamel, M. B., Cortez, N. G., Cohen, I. G., & Kesselheim, A. S. (2014). FDA regulation of mobile health technologies. *The New England Journal of Medicine*, 371 (4), 372-379.

¹⁰ Charani, E., Castro-Sánchez, E., Moore, L. S., & Holmes, A. (2014). Do smartphone applications in healthcare require a governance and legal framework? It depends on the application!. *BMC medicine*, 12(1).

2.5. Bankowość

Mobilna bankowość zapewnia dostęp poprzez urządzenia mobilne do konta bankowego za pośrednictwem przeglądarki internetowej w telefonie, za pomocą wiadomości tekstowych lub aplikacji mobilnych pobranych na urządzenie. Innowacyjne technologie oraz zastosowanie transakcji mobilnych tworzą nowy obraz pieniądza mobilnego, a także nowe możliwości dla wielu uczestników rynku. Poprzez rozwój urządzeń mobilnych instytucje finansowe mogą zwiększyć zakres usług dostępnych dla klientów, żeby jednak tego dokonać niezbędne jest zapewnienie bezpieczeństwa przesyłu danych.

Mobile Survey definiuje mobilną bankowość jako *wykorzystanie telefonu komórkowego do dostępu do konta bankowego*. Dostęp ten może być realizowany za pośrednictwem przeglądarki internetowej w telefonie, za pomocą wiadomości tekstowych lub aplikacji pobranych na urządzenie [7]. Nowe, innowacyjne technologie oraz zastosowanie transakcji mobilnych tworzy nowy obraz pieniądza mobilnego, a także tworzy możliwości dla wielu uczestników rynku. Mobilna bankowość rozwija się niezwykle dynamicznie – w 2010 r. funkcjonowało 69 mobilnych aplikacji bankowych, a w 2015 r. już 271, które były oferowane w 91 krajach [25]. Zmiany dotyczą również ewolucji aplikacji – od zwykłych wiadomości tekstowych w latach 90 XX wieku do zindywidualizowanych ofert na urządzenia mobilne oraz aplikacji biometryczne (patrz rysunek 3.15) [58].

Oszacowano, że w 2011 r. wartość mobilnych transakcji będzie wynosiła ok. 200 mld USD [13], a w

2015 r. już prawie 1 bln USD [26]. Z kolei skumulowany roczny wskaźnik wzrostu (CAGR) dla mobilnych płatności wyniósł ok. 5 mld USD [14], a w 2014 r. już 12,3 mld USD, a przewiduje się, że do 2019 r. wartość ta wzrośnie od 27 mld [58] do 78 mld USD [59].

Znaczący wzrost mobilnych transakcji w latach 2010 (rys. 3.15.) wynika z rozwoju urządzeń mobilnych, dzięki czemu instytucje finansowe mogły zaproponować klientom nowe usługi na owe urządzenia np. mobilne płatności, mobilny portfel czy zakupy mobilne. Natomiast instytucje finansowe zaczynają powoli wykorzystywać *smart wearables* w swojej ofercie np. australijski Westpac udostępnił aplikację CashTank na smartwatcha, która umożliwia podglądanie wielkości środków na koncie. Rozwój aplikacji na *smart wearables* może przyczynić się do dokonywania transakcji płatniczych w miejscach, w których korzystanie z telefonów jest utrudnione ze względu na czynniki środowiskowe np. na plaży.



Rys. 3.15. *Rozwój bankowości (w tym mobilnej) na przestrzeni lat*¹¹

¹¹push - seria informacji napływają do użytkownika po jednokrotnym wysłaniu SMSa z zamówieniem na serwis. Najczęściej są to serwisy o charakterze marketingowym (reklama nowych produktów bankowych) albo abonamentowe (bieżące informacje o stanie konta czy wykonanych operacjach) - użytkownik zamawia dany rodzaj informacji i są one systematycznie (np. raz codziennie) do niego przesyłane;

Źródło: [58]

pull - użytkownik zamawia jednorazowo dany rodzaj informacji, np. listę placówek bankowych na danym obszarze.

Wzrost znaczenia bankowości mobilnej napędzany jest przez:

- wzrost nakładów banków na aplikacje mobilne, a także monitorowanie działań poprzez wzrost sprzedaży, liczby i satysfakcji klientów,
- zmianę preferencji klientów – dostęp do konta 24/7 zarówno za pośrednictwem internetu oraz urządzeń mobilnych, zwiększenie digitalizacji tradycyjnych produktów bankowych, przyspieszenie i ułatwienie działania aplikacji,
- pojawienie się graczy spoza branży finansowej – jak P2P w Wielkiej Brytanii czy M-Pesa w Afryce, którzy mogą konkurować z bankami, gdyż są na nich nałożone mniejsze regulacje i mogą szybciej dostarczać produkt klientowi,
- zwiększenie presji regulatorów rynku finansowego na stosowanie rozwiązań bankowości mobilnej [58].

W tym aspekcie coraz częściej można spotkać się z terminem „mobilnego pieniądza”, który dotyczy usług, pozwalających na transakcje elektronicznymi środkami pieniężnymi poprzez zastosowanie telefonu komórkowego. „Mobilne pieniądze” obejmują szeroki zakres zastosowań – od mobilnego dostępu, przez mobilne transfery do płatności mobilnych. Mobilny dostęp obejmuje korzystanie z konta bankowego, głównie sprawdzanie sald kont i opłacanie rachunków. Mobilny transfer to przede wszystkim możliwość wysyłania środków pieniężnych do rodziny lub przyjaciół, głównie w operacjach międzynarodowych. Natomiast płatności mobilne mają umożliwiać dokonywanie transakcji kupna-sprzedaży za pomocą urządzenia mobilnego, ale także pobierać kupony rabatowe czy dostarczać upominki za dokonane zakupy [13]. Natomiast w jednym z raportów ITU można znaleźć podział mobilnego dostępu na: bankowość detaliczną, która ma przybliżyć użytkownikowi podstawowe mobilne usługi bankowe tj. dostępu do konta, sprawdzenia sald oraz depozytów, przeglądu dokonywanych przelewów czy poleceń zapłaty oraz mobilne depozyty, które mają umożliwić klientowi dokonywanie wpłat na rachunki bankowe [55].

Warto zwrócić uwagę na dane ze Stanów Zjednoczonych dotyczące korzystania z mobilnej bankowości oraz sposobu dostępu w zależności od typu urządzenia. W 2011 r. tylko 21% ankietowanych osób korzystało z mobilnej bankowości do obsługi swojego konta, a w 2015 r. już 38%. W 2011 r. 43% użytkowników smartfonów korzystało z mobilnej bankowości, natomiast o prawie połowę mniej tj. 22% – z telefonów komórkowych. Z kolei w 2015 r. odsetek ten był wyższy w obu grupach – odpowiednio 53% i 43%. Natomiast znacznie rzadziej użytkownicy smartfonów i telefonów komórkowych korzystali z mobilnych płatności – w 2011 r. odsetek ten wynosił zaledwie 23% i 12%, a w 2015 r. tylko 28% i 24% [7].

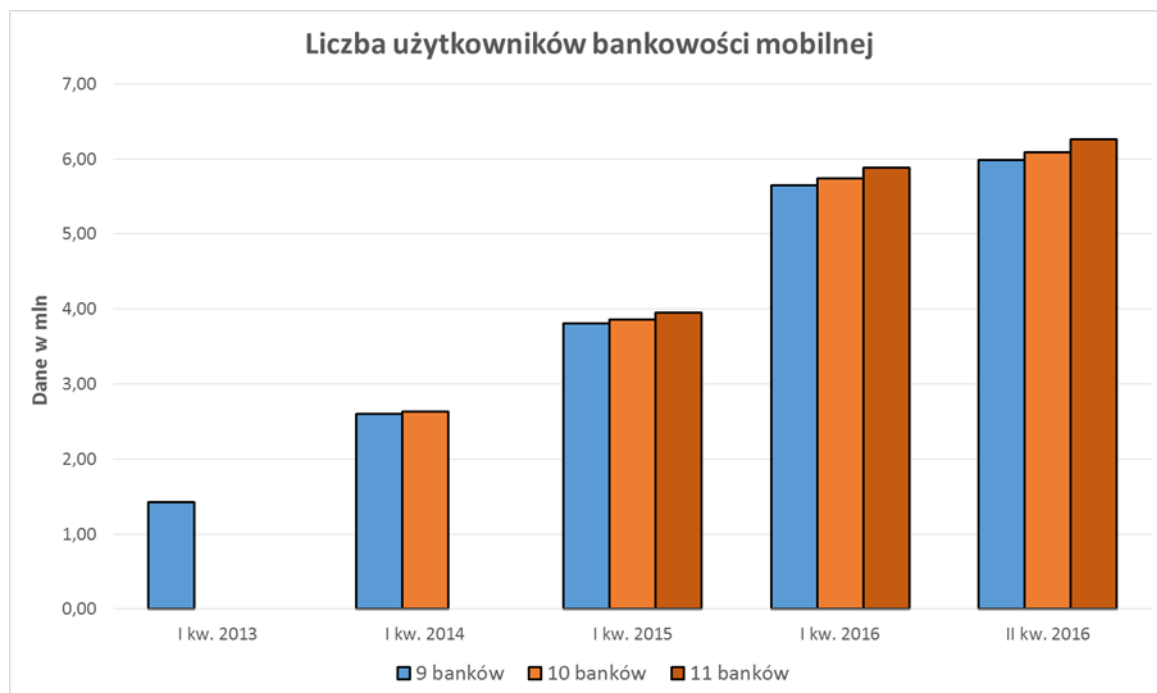
Użytkownicy rzadziej korzystają z mobilnych płatności czy transakcji, gdyż mają obawy związane z: jakością zabezpieczeń operacji mobilnych, wykorzystaniem osobistych informacji bez ich zgody czy wiedzy, możliwością kradzieży danych finansowych czy nie są poinformowani o takiej możliwości udostępnionych przez ich bank. Natomiast znacznie rzadziej problemy te są powiązane ze sklepami, które nie akceptują takich form płatności czy przestarzałym urządzeniem mobilnych, który nie jest w stanie obsłużyć mobilnych aplikacji [65].

Warto nadmienić, że w raporcie 2015 Global Mobile Banking Functionality Benchmark Bank Zachodni WBK został sklasyfikowany się na 3 miejscu, mBank na 7 miejscu wśród 41 analizowanych banków z całego świata pod względem jakości usług bankowości mobilnej. Oba banki wyprzedziły tak znane instytucje jak: amerykańskie Bank of America, Citi i U.S. Bank, brytyjskie Barclays i HSBC, francuskie BNP Paribas i Societe Generale, włoski UniCredit, niemiecki Postbank czy holenderski ING [22].

Należy zauważyć znaczący wzrost liczby użytkowników bankowości mobilnej w Polsce, którzy co najmniej raz w miesiącu logują się do serwisu banku z wykorzystaniem urządzenia mobilnego. W I kw. 2013 r. było to niespełna 1,43 mln użytkowników dla 9 banków (Alior Bank, Bank Millennium, BZ WBK, City Handlowy, ING Bank Śląski, mBank, Pekao S.A., PKO BP, Raiffeisen Polbank), a w I kw. 2014 r. takich użytkowników było już 2,6 mln – wzrost o 82,3% (z włączeniem danych Eurobanku – 2,63 mln). Po

kolejnym roku tj. w I kw. 2015 r. 3,8 mln osób korzystało z aplikacji mobilnych dla 9 ww. banków – wzrost o 46,2% (z uwzględnieniem Eurobanku i BGŻ BNP Paribas było to 3,95 mln), a w I kw. 2016 r. 5,64 mln użytkowników tj. 48,4% klientów więcej (dla grupy 11 banków – 5,88 mln), natomiast na koniec II kw. 2016 r. 5,99 mln osób korzystało z aplikacji bankowości mobilnych dla tych 9 banków (lub 6,26 mln – dla 11 banków). Należy również zauważyć wzrost liczba transakcji finansowych wykonanych za

pomocą aplikacji mobilnej w okresie III kw. 2015 r. – II kw. 2016 r. dla 7 banków (Alior Bank, Bank Millenium, BZ WBK, BGŻ BNP Paribas, City Handlowy, ING Bank Śląski, Raiffeisen Polbank) z 9,4 mln do 14,1 mln. W okresie III kw. 2015 r. – II kw. 2016 r. zwiększyła się także liczba kont zakładanych poprzez urządzenia mobilne dla 6 banków (Alior Bank, Bank Millenium, BZ WBK, City Handlowy, PKO BP, Raiffeisen Polbank) z 70 tys. do 120 tys.



Źródło: opracowanie własne na podstawie raportów PRNews.pl: Rynek bankowości mobilnej

Od 2013 r. bankowość mobilna należy do najszybciej rozwijającym się segmentem finansów osobistych w Polsce. Jak wynika z rys. 3.17.z płatności mobilnych, realizowanych na lub przy użyciu telefonu komórkowego kiedykolwiek skorzystało 35% polskich internautów. Co najmniej raz w tygodniu realizuje swoje płatności 17% internautów, i prawie tyle samo (18%) wyraża zainteresowanie i chęć skorzystania w najbliższej przyszłości. Można założyć, iż trend migracji klientów z poziomu bankowości internetowej do mobilnej będzie nasilał się jeszcze przez kilka lat. Zwraca na nią uwagę także dokument „Od papierowej do cyfrowej”, w którym pojawiają się nowe standardy płatności mobilnych i tańsze terminale do płatności bezgotówkowych. Dodatkowo, strumieniami związanymi z finansami w wersji mobilnej w tym dokumencie są:

- rozwój krajowego systemu płatności bezgotówkowych, który ma być realizowany m.in. za pośrednictwem technologii mobilnych;
- integracja systemów finansowo-księgowych z terminalami łączności mobilnej.

Stąd należy spodziewać się większej funkcjonalności z zakresu udzielania i obsługi kredytów, a może nawet zupełnie nowych produktów kredytowych dostosowanych do małego ekranu telefonu. Powinno wzrosnąć zainteresowanie tabletami. W ciągu ostatnich lat te urządzenia upowszechniły się i klienci coraz częściej z nich korzystają do zarządzania swoimi finansami. Aplikacje bankowe na tablety dają możliwość dostarczenia treści w sposób wygodny i w bardziej czytelny niż ekrany smartfonów.

W ostatnim czasie jedne z najciekawszych możliwości wykorzystania w bankowości mobilnej oferują tzw. *wearable devices*, czyli np. zegarki typu smartwatch (wspomniana wcześniej aplikacja CashTank na urządzenia Samsunga) czy inteligentne okulary (np. Google Glass), które mają być alternatywą dla smartfonów i dodatkowo będą obsługiwane głosem. Urządzenia te oferują klientom unikalne możliwości

interakcji z produktami bankowymi i już w 2014 r. kilka banków rozpoczęło prace nad rozwiązaniami dedykowanymi dla tych urządzeń (głównie dla inteligentnych zegarków).

Interesujące możliwości daje także wykorzystanie obsługi bankowości mobilnej głosem, choć tu nie przewiduje się szerokiego jej upowszechnienia.



Rys.3.17. Korzystanie z płatności mobilnej (%) w 2014 r.

Źródło: [80]



Rys.3.18. Przykład aplikacji mobilnej w obszarze mbankowości

Źródło: Opracowanie własne

2.6. Rozrywka

Oczekuje się, że segment rozrywki będzie miał coraz większe znaczenie, a mobilne usługi w tym zakresie odpowiadają na szereg pojawiających się na tym rynku wyzwań, m.in. na zmiany demograficzne, szybsze tempo życia, znaczenie mediów społecznościowych, czy dorastanie pokolenia *millenialsów*.

Znaczenie sektora rozrywki w życiu społecznym nieustannie rośnie, jednocześnie coraz mniej ludzi zatrudnionych jest w przemyśle i produkcji, bo pracę ludzką zaczynają zastępować roboty¹². Wszystko to stanowi impuls dla rozwoju tzw. przemysłu wolnego czasu: turystyki, sportu, branży kulturalno-rozrywkowej oraz związanych z nią przemysłów kreatywnych. W Polsce szczególnie wyraźnie widać znaczenie tego sektora – np. na tle statystyk międzynarodowych, Polska zajmuje drugą pozycję w UE pod względem popularności gier komputerowych typu online – także tych mobilnych (czego przykładem jest Pokemon GO).

Istnieje wiele definicji mobilnej rozrywki, które są przedstawiane przez producentów z branży, użytkowników końcowych czy badaczy zjawiska.¹³ Nic dziwnego, skoro mobilna rozrywka jest procesem społecznym, handlowym, jak i w pewnych aspektach

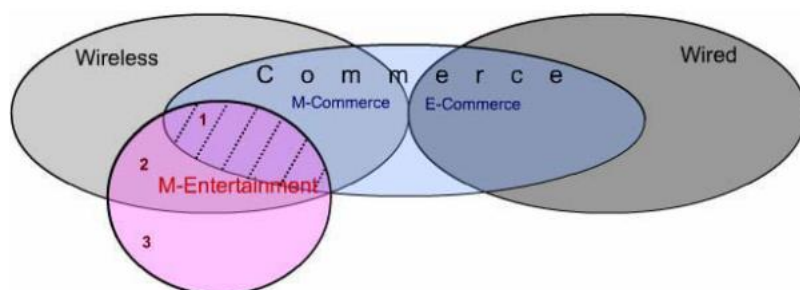
¹² Przewidział to już w 1995 r. Jeremy Rifkin, publikując „Koniec pracy: schyłek siły roboczej na świecie i początek ery post rynkowej”

¹³ Moore, K., Rutter, J. (2004). Understanding Consumers' Understanding of Mobile Entertainment [w:] Mobile Entertainment: User-centred Perspectives, K. Moore, J. Rutter (red.), 49-65.

technicznym. W definiowaniu mobilnej rozrywki należy określić: formę spędzania wolnego czasu, interakcję z dostawcami usług, wykorzystanie bezprzewodowych sieci telekomunikacyjnych i operacji, które powodują powstanie kosztu w zależności od sposobu użytkowania aplikacji. Oznacza to, że w mobilnej rozrywce można wyróżnić trzy obszary:¹⁴

- Pierwszy – będący podzbiorem mobilnego handlu, który obejmuje wymianę wartości pieniężnych i interakcji z dostawcami usług,
- Drugi – wykorzystujący bezprzewodowe sieci telekomunikacyjne, ale nie generujący kosztów w zależności od sposobu użytkowania aplikacji i nie oddziałujący z usługodawcami,
- Trzeci – nie wymagający połączenia bezprzewodowego oraz operacji generujących wartość ekonomiczną.

¹⁴ Wong, C., Hiew, P. (2005). Mobile entertainment: review and redefine. [w:] *International Conference on Mobile Business (ICMB'05)*. IEEE, 187-192.



Rys. 3.19. Segmenty mobilnej rozrywki

Ogólnie, mobilna rozrywka odnosi się do szerokiego zakresu aktywności – od takich form jak gry, muzyka i

televizja, do takich które mogą być dostępne na urządzenia mobilne. Wraz ze wzrostem liczby urządzeń

mobilnych, rozrywka zyskuje coraz większą popularność staje się istotną częścią codziennej aktywności.

W 2009 r. wartość globalnego rynku mobilnej rozrywki oszacowano na 32,9 mld USD, prognozując roczny wzrost wartości na poziomie 9,5% do 2015 r., co dałoby wielkość 52,8 mld USD.¹⁵ Natomiast w latach 2014-2019 roczny wzrost CAGR ma wynosić 17,82%, a jego wartość w 2019 r. ma przekroczyć 80 mld USD, co oznaczałoby, że wartość rynku w 2014 r. wyniosła ok. 35 mld USD. W całym rynku mobilnej rozrywki największą wartość ma rynek gier – 54%, następnie muzyki – 29%, a na końcu telewizji – 17%.¹⁶

Do najważniejszych wyzwań, jakim sprostać musi rynek rozrywki należą:¹⁷

- zmiany demograficzne użytkowników – zmiana widoczna przede wszystkim w segmencie gier, gdzie pojawiają się nowe grupy użytkowników, wychowanych na grach online, szukające nowych wyzwań; okazuje się, że mobilność dociera do znacznie szerszego grona odbiorców niż np. tradycyjne konsole;
- wzrost popularności mobilnych gier typu multiplayer – można oczekiwać, że ewolucja urządzeń mobilnych przyczyni się do wspierania wzrostu rynku gier typu multiplayer, który obecnie jest w fazie początkowego stadium rozwoju oraz zwiększenia popularności gier typu MMORPG jako elementu napędowego rynku;
- zmiany przyzwyczajęń zakupowych - zmniejszenie zainteresowania zakupem tradycyjnych nośników muzyki, takich jak płyty CD, co powoduje wzrost znaczenia rozwiązań chmurowych do strumieniowego odtwarzania muzyki – subskrypcja dostępu do muzyki przechowywanej w chmurze w ramach jednego abonamentu umożliwia korzystanie przez użytkownika z plików na różnych urządzeniach; spółki takie jak Apple,

¹⁵ <http://www.ibtimes.com/mobile-entertainment-become-528-bln-market-2015-report-271511>

¹⁶ <http://www.technavio.com/blog/top-trends-in-mobile-entertainment>

¹⁷ <http://www.technavio.com/blog/top-trends-in-mobile-entertainment>

Google i Amazon generują dzięki temu wyższe przychody;

- zwiększone tempo życia i styl bycia ciągle online - które powodują, że coraz częściej użytkownicy chcą uczestniczyć w transmisjach z koncertów na żywo;
- rozwój mediów społecznościowych i moda na dzielenie się własnymi doświadczeniami z innymi – co wymusza stosowanie nowych rozwiązań, także na gruncie urządzeń; przykładem jest tu zastosowanie urządzeń *wearable* i aplikacji, dzięki którym można np. zmierzyć długość i przebieg przejechanej na rowerze trasy i podzielić się tą wiadomością z innymi użytkownikami serwisu społecznościowego; przez to, że większość urządzeń typu *wearables* jest produkowana przez producentów smartfonów, są to urządzenia kompatybilne;
- rosnące znaczenie reklam – wiele firm poszukuje nowych metod dotarcia do konsumentów, coraz częściej wybierając reklamy na urządzeniach mobilnych (typu smartfon, tablet), bo wykorzystanie tych urządzeń bardzo szybko rośnie; w tym aspekcie reklamy w aplikacjach generują dodatkowy przychód, który przyczynia się do zwiększenia wydatków na reklamę i zapewnia dodatkowe podstawy dla rozwoju mobilnej rozrywki.¹⁸

Głównymi kierunkami rozwoju rozrywki, nie tylko mobilnej (jak podaje Departament Handlu Stanów Zjednoczonych, ang. *United States Department of Commerce*) są:¹⁹

- zastosowanie nowych technologii cyfrowych, które przekształcają ekonomię, produkcję, dystrybucję oraz marketing w przemyśle rozrywkowym;
- adaptacja przez tradycyjne przedsiębiorstwa medialne nowych technologii w celu utrzymania konkurencyjności;
- konwergencja zastosowania internetu w telewizorach, telefonach, samochodach i urządzeniach bezprzewodowych poprzez stworzenie nowych kanałów komunikacji,

¹⁸ <https://newzoo.com/insights/articles/global-games-market-reaches-99-6-billion-2016-mobile-generating-37/>

¹⁹ U.S. Department of Commerce (2015), *2015 Top Markets Report Media and Entertainment*.

- wprowadzenie jako standardowej usługi na żądanie, która będzie spersonalizowana w zależności od odbiorcy;
- powiązanie wirtualnej rzeczywistości z technologią cyfrową i holograficzną, jako nowe doświadczenie rozrywki;
- zastosowanie w transmisji przedstawień teatralnych cyfrowych programów satelitarnych oraz wprowadzenie możliwości pobierania filmów, wideokonferencji i innych interaktywnych programów;
- zastosowanie szybszych, inteligentniejszych i bardziej wydajnych urządzeń komunikacji multimedialnej wzmocni zdolność do wytwarzania i dystrybucji rozrywki;
- zastosowanie telewizji cyfrowej w celu zapewnienia nowych programów, w których widz będzie brał udział w czasie rzeczywistym;
- powstanie *edutainment* tj. połączenia rozrywki i edukacji, która zaoferuje nowy rodzaj programu, który wpłynie na wzrost popytu;
- zaoferowanie nowych produktów, kanałów i innowacji przez producentów programów rozrywkowych poprzez wykorzystanie nowych technologii.

2.7. Edukacja

mEducation poprzez wykorzystanie technologii mobilnych w połączeniu z innymi technologiami ICT pozwala na edukację w dowolnym miejscu i porze dnia. W tym aspekcie nauka może rozwijać w się w wielu kierunkach poprzez korzystanie z urządzeń mobilnych – jako dostęp do zasobów edukacyjnych, prowadzenie (wideo)czatów do komunikowania się z uczniami, kreowaniu treści nauczania zarówno w pomieszczeniu szkolnych, jak i poza nim. Zastosowanie nauczania z wykorzystaniem urządzeń mobilnych zapewnia stały dostęp do materiałów, pozwalając na powtórny analizę materiału oraz przesuwając ciężar nauki w stronę słuchacza.

Wartość globalnego rynku mEducation (produkty i usługi) wynosiła 3,2 mld USD w 2010 r. [4], natomiast w 2014 r. już 8,9 mld USD, a w 2019 r. szacuje się jej wartość na 14,5 mld USD. Największym rynkiem pod względem generowanych przychodów jest rynek azjatycki – 4,5 mld USD, w tym Chiny – 2,3 mld, a następnie rynek amerykański – 1,6 mld USD [5]. W krajach azjatyckich, m-learning rozwija się bardzo dynamicznie przede wszystkim dzięki wyjątkowo dużej popularności urządzeń mobilnych typu smartfon i tablet. Są one zdecydowanie tańsze nie tylko od laptopów, ale i od tradycyjnych komputerów PC, co sprawia, że ludzie chętniej decydują się na ich zakup i rezygnując z dotychczasowych rozwiązań. Nic dziwnego, że wszystkie pojawiające się aplikacje umożliwiające świadczenie e-usług budowane są pod rozwiązania mobilne. Drugim czynnikiem wpływającym na wyjątkowo dynamiczny rozwój m-learningu w krajach azjatyckich jest promowany na poziomie instytucjonalnym model BYOD, polegający na tym, że uczniowie mogą (a nawet powinni) przynosić do szkoły swoje własne urządzenia mobilne, które następnie wykorzystują podczas lekcji. Uczniowie, od najmłodszych lat przyzwyczajani są do korzystania z nowoczesnych technologii, nic więc dziwnego, że oczekują możliwości skorzystania z pomocy nauczyciela online (co wydaje im się wygodniejsze i atrakcyjniejsze od tradycyjnych metod nauczania).

mEducation poprzez wykorzystanie technologii mobilnych w połączeniu z innymi technologiami ICT pozwala na edukację w dowolnym miejscu i porze dnia. W tym aspekcie nauka może rozwijać w się w wielu kierunkach poprzez korzystanie z urządzeń mobilnych – jako dostęp do zasobów edukacyjnych, prowadzenie (wideo)czatów do komunikowania się z

uczniowie, kreowaniu treści nauczania zarówno w pomieszczeniu szkolnych, jak i poza nim. mEducation może ponadto wspierać ogólne cele edukacyjne placówki poprzez efektywne administrowanie systemem szkolnym oraz lepszą komunikacją pomiędzy szkołą a rodzicami.

Nauczanie za pomocą urządzeń mobilnych zapewnia stały dostęp do materiałów, współuczestników, prowadzących czy wiarygodnych źródeł informacji, pozwalając na powtórny analizę tematu oraz przesuwając ciężar nauki w stronę słuchacza. mEducation, dzięki połączeniu różnych metryk (mierników) cyfrowych i fizycznych, pozwala na lepsze zrozumienie tematu oraz zbadanie wydajności pracy. Dzięki zastosowaniu technologii „chmury” słuchacz może mieć dostęp do materiałów w każdej porze dnia i z każdego miejsca. Z kolei, transparentność pozwala na natychmiastowe udostępnienie informacji szerokiemu gronu odbiorców za pośrednictwem portali społecznościowych. Dzięki zastosowaniu technologii mobilnych środowisko nauczania może dynamicznie przejść z poziomu nauczycielskiego/akademickiego na ton bardziej personalny i zabawny. Jedną z najważniejszych zalet mobilnego nauczania jest także asynchroniczny dostęp, który pozwala na dostęp do informacji nie tylko w salach lekcyjnych, ale także w sposób bardziej spersonalizowany dla użytkownika. Dzięki asynchroniczności słuchacz sam wybiera temat, moduły oraz nauczycieli, którzy w roli ekspertów będą brali udział w procesie jego oceniania. Różnorodność w mEducation powoduje, że płynność staje się normą, która zapewnia strumień nowych pomysłów, nieoczekiwanych wyzwań i możliwości zmiany stałych i zastosowania nowych sposobów myślenia. Dzięki możliwości gromadzenia informacji historycznych

prowadzący może dostosowywać materiał do danej grupy słuchaczy, prezentować ich sposób myślenia, co czyni historyczność procesem a mniej zdolnością. Dzięki mobilnemu nauczaniu nastąpiło połączenie przepływu danych, komunikacji osobistej i interakcji cyfrowej. Ponadto dzięki stałemu połączeniu z internetem nauczanie jest procesem samorealizującym, spontanicznym, iteracyjnym oraz rekurencyjnym, gdyż istnieje stałe zapotrzebowanie na dostęp do informacji. Wszystkie ww. cechy tworzą prawdziwe zapotrzebowanie słuchaczy do nauki, które są niemożliwe do odtworzenia w sali lekcyjnej.

Przykładami projektów mobilnego nauczania są:

- aplikacje przygotowujące do egzaminu kwalifikacyjnego do szkoły (praktycznie na każdym etapie edukacji); testy kwalifikacyjne są nieodłącznym elementem azjatyckiego systemu edukacji (np. w Japonii zdają go już trzylatkowie zapisujący się do elitarnego przedszkola), co oznacza że popyt na tego typu usługi jest bardzo duży;
- Quipper School w Indonezji – projekt w którym urządzenia mobilne wykorzystywane powszechnie w procesie kształcenia uczniów, opierający się na nakazie przynoszenia przez uczniów własnych urządzeń mobilnych i przekazywanie części treści edukacyjnych za pośrednictwem technologii mobilnych;
- ALPS Mobile Technologies Project w Wielkiej Brytanii – wykorzystanie iPadów na uczelniach w celu uzyskania dostępu do materiałów dydaktycznych i przekazywania prac do oceny,

Yewlands – Interactive Learning Technologies w Wielkiej Brytanii – pilotaż w szkołach wykorzystujący gry w celu zwiększenia poziomu uczenia się, zwłaszcza przechwytywania i analizowania informacji oraz sprawdzania zrozumienia i materiałów,

- Abilene CU “Connected” w USA – projekt skierowany do wszystkich studentów i wykorzystujący urządzenia mobilne do zajęć [\[23\]](#),
- The Making Learning Mobile w USA – inicjatywa skierowana do uczniów piątych klas o niskich dochodach w Chicago, wykorzystująca urządzenia mobilne do wsparcia nauki poza szkołą [\[6\]](#).

Jednak mEducation nie jest wolne od wad: istnieje wiele platform edukacyjnych, typów urządzeń i odmian technologii, które mogą znacząco utrudnić stworzenie jednego globalnego rozwiązania. Ponadto zmiany technologiczne następują w coraz szybszym tempie, co powoduje, iż producenci mogą nie nadążać za wymaganiami odbiorców. Rozwój urządzeń mobilnych także wymaga posiadania odpowiednich umiejętności w obszarze instruktażowych i multimedialnych kompetencji konstrukcyjnych oraz zdolności i doświadczenia w zakresie ich projektowania. Wadą jest także poziom zabezpieczenia urządzeń i danych przed cyberprzestępczością, który może ograniczać korzystanie z mobilnego nauczania. Urządzenia mobilne nie mają wspólnych standardów i oprogramowania co dodatkowo utrudnia dostosowanie mEducation dla większego grona odbiorców. Ostatnim problemem jest niewielki wybór multimedialnych wtyczek do przeglądarek umożliwiających tworzenie wysokiej jakości materiałów na urządzenia mobilne.

2.8. Inteligentne miasta, budynki, pojazdy

2.8.1. INTELIGENTNE MIASTA

Masowa urbanizacja, będąca domeną współczesnego świata, kładzie duży nacisk na infrastrukturę, usługi oraz zasoby. Koncepcja inteligentnego miasta (opierająca się głównie na rozwiązaniach typu IoT) ma na celu redukcję kosztów, poprawę wykorzystania zasobów czy procesów sprawnościowych miasta, przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej jakości życia obywateli. Ma to znaczenie szczególnie w dobie deindustrializacji, gdzie rośnie poziom zanieczyszczenia powietrza, pojawiają się zmiany klimatyczne, rośnie zapotrzebowanie na energię i żywność.

Masowa urbanizacja jest stałym trendem na całym świecie, która prowadzi do położenia dużego nacisku na infrastrukturę, usługi oraz zasoby. Koncepcja inteligentnego miasta ma na celu poprawę kosztów, zasobów, procesów sprawnościowych miasta, przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej jakości życia obywateli [37]. Na inteligentne miasto patrzeć można w różny sposób: przez pryzmat gospodarki (jako stworzenie warunków dla innowacyjności, zwiększenie produktywności i elastyczności), transportu (poprzez sprawny transport, komunikację za pomocą ICT), środowiska (w kontekście chociażby optymalizacji zużycia energii), ludzi (czyli inicjatorów zmian w miastach), jakości życia (infrastruktury, bezpieczeństwa, wypoczynku), czy wreszcie przez tzw. inteligentne zarządzanie (współdziałanie miast, wyspecjalizowane systemy IT). Inteligentne miasto łączy w sobie inteligentne wykorzystanie nowoczesnych technologii oraz innowacyjne systemy z potencjałem drzemącym w firmach, instytucjach i ośrodkach naukowych.

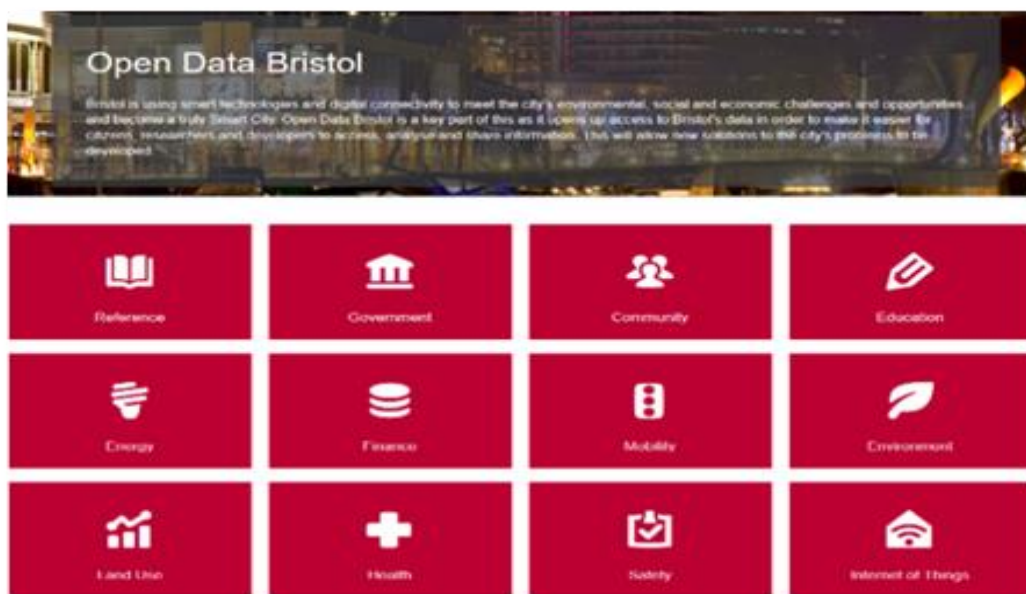
Ilość danych przetwarzanych w ramach inteligentnych miast jest bardzo duża: od informacji na temat ruchu ulicznego i tworzących się korków, poprzez zbieranie danych o zagrożeniach związanych np. ze zmieniającą się pogodą, po dane dotyczące wykorzystywania energii elektrycznej np. przez latarnie publiczne. Zbieraniem danych zajmują się czujniki i sensory umieszczane na elementach infrastruktury, np. na latarniach, znakach drogowych, sygnalizacji świetlnej itp. Dodatkowo wykorzystywane są urządzenia mobilne mieszkańców, którzy wyrażą na to zgodę, albo którzy chcą skorzystać ze specjalnych aplikacji, poprawiających jakość ich życia w mieście. Zebrane dane po przetworzeniu mogą być wykorzystane w wielu dziedzinach, m.in.:

- monitoring zanieczyszczenia powietrza – informacje o poziomach zanieczyszczenia są przekazywane mieszkańcom, przez co osoby z problemami zdrowotnymi mogą unikać miejsc, gdzie zostały przekroczone dopuszczalne normy;
- informacje dla kierowców – aktualizowane na bieżąco informacje na temat warunków panujących na ulicach miasta, korkach, dostępności miejsc parkingowych (np. aplikacja typu Smartparking, gdzie sieć sensowa wykrywa obecność pojazdu na danym miejscu parkingowym), itp.;
- zapewnienie rozrywki mieszkańcom – na przykład w postaci organizacji wieloosobowych gier odbywających się na ulicach miasta;
- zdalne sterowanie oświetleniem miejskim – automatyczne sterowanie natężeniem światła na ulicach miasta, dzięki informacjom o pogodzie, porze dnia czy ruchu pieszych i pojazdów;
- system ostrzeżeń przed klęskami żywiołowymi, czy wysokimi poziomami stanu wód w zbiornikach lokalnych.

Jak prognozuje IHS roczne koszty inwestycji w Smart Cities wzrosną z obecnego poziomu 1 mld USD do 12 mld USD w 2025 r. Z kolei Navigant Research prognozuje wzrost przychodów z tytułu technologii wykorzystywanych w Smart Cities z poziomu 8,8 mld USD w 2014 r. do 27,5 mld USD w 2023 r., a Frost & Sullivan zakładają, że wartość tego rynku do 2020 r. wyniesie 1,565 bln USD. Ponadto zakłada się, że do 2025 r. 60% ludzi mieszkających w Smart Cities będzie korzystało z e-Usług.

Ciekawym przykładem inteligentnego miasta jest Bristol, który realizuje (we współpracy z lokalnym uniwersytetem) projekt „Bristol is Open”. Projekt przekształca miasto w gigantyczne laboratorium, w którym ogromna liczba gromadzonych danych może być wykorzystana do rozwiązywania problemów związanych np. z zanieczyszczeniami powietrza, natężeniem ruchu, oświetleniem ulic czy polepszeniem życia osób w podeszłym wieku. 1 500 czujników oraz innych urządzeń w ramach IoT zainstalowanych w mieście pozwala także na gromadzenie danych dotyczących lokalizacji pojazdów używanych przez służby zdrowia, porządkowe i ratownicze oraz

komunikację miejską, aby sprawniej wykorzystywać pojazdy w dotarciu do miejsca zagrożenia. Wszystkie zbierane informacje są anonimowe oraz publicznie dostępne na stronie internetowej projektu, a także udostępnione zostało API umożliwiające niezależnym deweloperom tworzenie aplikacji mobilnych. Również Barcelona, dzięki technologii inteligentnego miasta chce stać się miejscem twórczym oraz innowacyjnym dla ludzi przedsiębiorczych i zorganizowanych społeczności, oferując mobilne usługi w obszarze m.in.: środowiska, usług publicznych, infrastruktury czy turystyki.



Rys. 3.19. Widok aplikacji mobilnej „Open Data Bristol”

Źródło: [46]

Polskie miasta także stają się coraz bardziej *smart*. W międzynarodowym rankingu European Smart Cities 2014 przygotowanym przez Vienna University of Technology znalazły się Rzeszów i Szczecin, ale też Bydgoszcz, Białystok, Kielce i Suwałki. Wiele polskich miast realizuje już projekty związane ze *smart cities*, czego przykładem są chociażby Gdynia, Warszawa, czy Kraków. Projekty te związane są z systemem informacji przestrzennej, czyli informacjami o korkach, przyjazdach autobusów, itp.

W tym kontekście ważne są również rozwiązania bazujące na analizach statystycznych danych lokalizacyjnych, bez których trudno wyobrazić sobie przyszłość Smart Cities. O ile takie rozwiązania takie są dość powszechne wśród dostawców aplikacji, to wśród operatorów telekomunikacyjnych, pomimo możliwości technicznych, nie jest to takie oczywiste. Bariery są tu jednak przepisy ustawy prawo telekomunikacyjne, będące w pewnym zakresie w opozycji do przepisów UE.



Rys. 3.20. Przykład aplikacji mobilnej w obszarze monitorowania jakości powietrza

Źródło: Opracowanie własne

Potencjał usług bazujących na anonimowych danych lokalizacyjnych może być wykorzystany szeroko m.in. w obszarach:

- administracji/samorządów – organizacja i bezpieczeństwo imprez masowych, optymalizacja i zarządzanie transportem miejskim;
- transportu – optymalizacja połączeń, ruch uliczny, najczęściej używane trasy;
- lasów i terenów chronionych – zagrożenia, anomalie ruchu, ochrona;
- statystyki publicznej;
- branży handlowej – badania i analizy marketingowe, centra handlowe;
- rozwoju Smart City.

Wykorzystanie Big Data jest jednak uzależnione od sprzyjającego otoczenia regulacyjnego oraz właściwej implementacji przepisów UE, które już dzisiaj pozwalają na rozwój usług z wykorzystaniem danych geolokalizacyjnych z urządzeń telekomunikacyjnych użytkowników. Potwierdza to wyraźnie przyjęte niedawno na szczelbu wspólnotowym ogólne rozporządzenie o ochronie danych osobowych (tzw. RODO).

Obecnie w miastach coraz większa liczba projektów z zakresu Smart City stosuje urządzenia beacon. Są to małe urządzenia bezprzewodowe, często zasilane z baterii, używające technologii Bluetooth low energy (BLE) do rozgłaszania swojej obecności oraz realizacji usług w zasięgu od 1 m do nawet 500 m zależnie m.in. od mocy transmitowanego sygnału. Wiadomości

transmitowane są z częstotliwością kilku na sekundę lub rzadziej i odbierane przez urządzenia wyposażone w interfejs BLE takie jak smartfony, tablety itp. Dane zawarte w wiadomościach beacon-ów pozwalają na określenie lokalizacji beacon-a oraz przekazanie informacji o usługach powiązanych z beacon-em, dzięki czemu możliwe jest podjęcie odpowiednich działań przez odbiorcę wiadomości.

Beacon-y używane są głównie w jednym z dwóch scenariuszów. W pierwszym, najczęściej stosowanym, beacon umieszczony jest w konkretnej lokalizacji lub na przemieszczającym się obiekcie. Wiadomości beacon-ów odbierane są np. na smartfonie i wówczas, w zależności od odległości od beacon-a, może być podjęte odpowiednie działanie jak np. uruchomienie dedykowanej aplikacji, wyświetlenie odpowiednich treści.

W drugim scenariuszu stosowany jest węzeł monitorujący beacon-y przemieszczające się na określonym obszarze.

Aktualnie na stronie

<https://www.proxbook.com/resources/usecases>

umieszczono ponad 100 przykładów różnych zastosowań beacon-ów. Można tam wyróżnić następujące obszary zastosowań: transport samochodowy i lotniczy, bankowość, spędzanie wolnego czasu w mieście, konferencje i inne wydarzenia, edukacja, opieka medyczna, hotelarstwo, turystyka, muzea, handel.

Przykładem zastosowania technologii beacon jest przesyłanie przez sklep w centrum handlowym informacji o ofertach specjalnych, promocjach itd. (rys. 3.21.).



Rys. 3.21. Przykład zastosowania beacon-a BLE w marketingu

Źródło: <http://ashtopustech.com/proximity-marketing-solutions/bluetooth-proximity-marketing/>

Obecnie urządzenia beacon nie są objęte żadnym oficjalnym standardem międzynarodowym, lecz funkcjonują pseudo-standardy zdefiniowane przez konsorcja firm produkujących sprzęt lub systemy operacyjne. Najpopularniejsze pseudo-standardy to aktualnie iBeacon firmy Apple, Eddystone firmy Google oraz AltBeacon firmy Radius Network. Wsparcie dla technologii beacon-ów BLE i pseudo-standardów w systemach operacyjnych pokazano w poniższej tabeli²⁰.

20

<http://www.silabs.com/products/wireless/bluetooth/pages/developing-beacons-with-bluetooth-low-energy-ble-technology.aspx>

Tabl. 3.2. Wsparcie systemów operacyjnych dla pseudo-standardów beacon

Platforma	Wsparcie dla Bluetooth low energy	Wsparcie systemu operacyjnego dla pseudo-standardu beacon
Apple iOS	iOS 7.0 (2013)	iBeacon
Apple MAC	OS X	iBeacon
Google Android	4.3	Eddystone

2.8.2. INTELIGENTNE BUDYNKI

Koncepcja inteligentnych budynków w wersji mobilnej, opiera się na zdalnym sterowaniu i możliwości ciągłego monitoringu domu z poziomu urządzenia mobilnego (typu smartfon). Wprowadzenie takich rozwiązań wymaga całej sieci sensorów i aplikacji, która pozwoli sterować kolejnymi urządzeniami. Wiele z tych rozwiązań opiera się na idei Internetu Rzeczy (IoT).

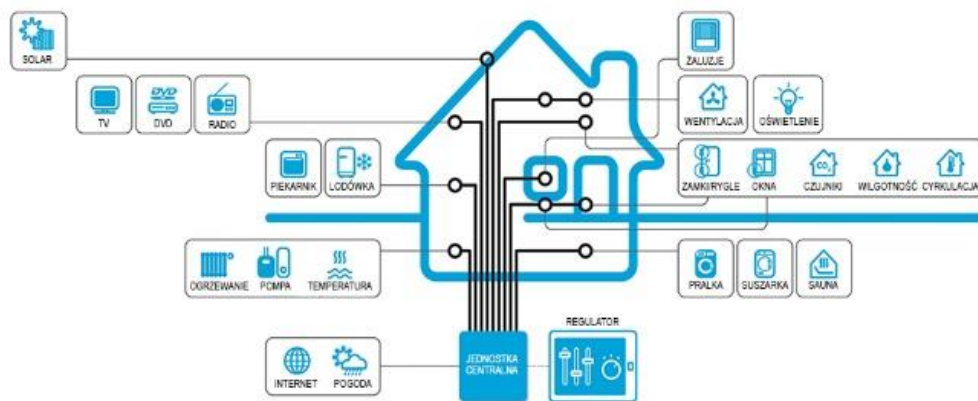
Koncepcja inteligentnych budynków pojawiła się stosunkowo dawno, bo już w latach 70. XX wieku. Wraz z rozwojem techniki systemy te stawały się coraz bardziej zaawansowane, ale dopiero pojawienie się smartfonów i szybkich sieci mobilnych sprawiło, że kontrola nad nimi stała się prosta i możliwa w każdym miejscu z dostępem do Internetu. Można powiedzieć, że dopiero wprowadzenie mobilności dało prawdziwą wartość dodaną do usług inteligentnego domu. Dzięki nim bowiem użytkownik jest w stanie w mgnieniu oka „przenieść się” do swojego domu z dowolnego miejsca na globie i sprawdzić poziom wilgotności powietrza, temperaturę pomieszczeń, czy też upewnić się, że wyłączył żelazko czy zamknął okno. Zasób informacji przetwarzanych w inteligentnych domach naprawdę potrafi być imponujący.

Urządzenia i sieci mobilne znalazły szerokie zastosowanie w systemach inteligentnych budynków i domów, na co wskazywać mogą poniższe przykłady:

- Sterowanie temperaturą i wentylacją – za pomocą aplikacji mobilnej użytkownik może zdalnie sterować ustawieniem temperatury w poszczególnych pomieszczeniach. System wykorzystując sensory ciepła, wilgotności i dwutlenku węgla umieszczone w domu zdecyduje, czy włączyć np. chłodzenie, gdy temperatura jest za wysoka. Użytkownik może również zaprogramować system, aby dostosowywał temperaturę do pory dnia. Możliwe, że w niedalekiej przyszłości pojawią się rozwiązania, w których system sterowania wykorzystując lokalizację użytkownika poza domem (np. poprzez GPS) i analizując kontekstowo te dane rozpozna, że użytkownik wraca do domu i ustawi odpowiednią temperaturę, aby po powrocie poczuł się na komfortowo.
- Sterowanie oświetleniem – podobnie jak wyżej użytkownik może sterować włączeniem/wyłączeniem oświetlenia, jego

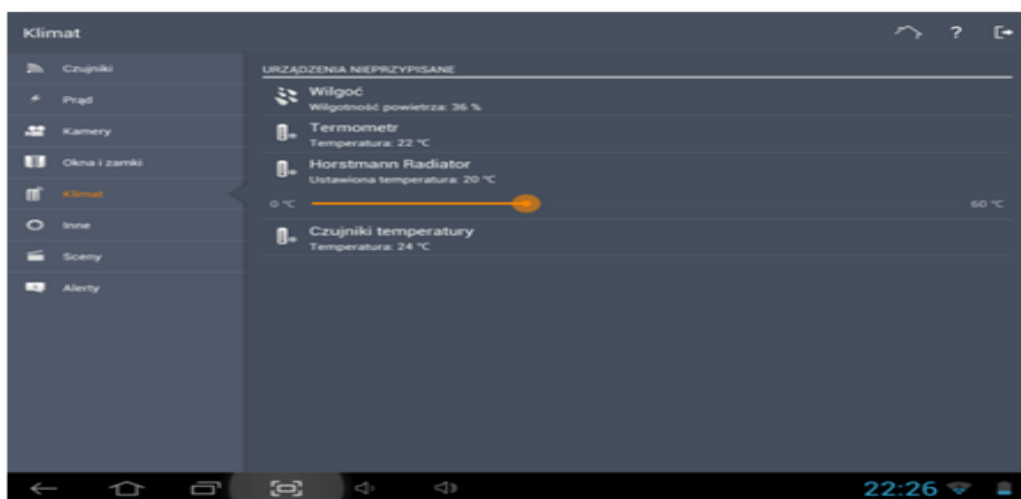
natężeniem oraz barwą zdalnie poprzez urządzenia mobilne. Może się to przydać w przypadku dłuższej nieobecności użytkownika, wtedy może on zaprogramować system tak, aby zapalał on światło w określonych godzinach, w celu ukrycia nieobecności domowników.

- Sterowanie urządzeniami RTV/AGD – za pomocą aplikacji na urządzeniu mobilnym użytkownik może kontrolować wszystkie urządzenia RTV/AGD podłączone do internetu w jednym miejscu.
- Bezpieczeństwo – za pomocą czujników ruchu, stanu otwarcia okien i drzwi system wykrywa obecność intruza i wysyła do użytkownika powiadomienie (np. w postaci wiadomości sms). Użytkownik może również zobaczyć na swoim urządzeniu mobilnym co akurat dzieje się w jego domu dzięki zainstalowanym kamerom. Niektóre systemy umożliwiają podgląd z wideodomofonu, co może okazać się przydatne, gdy np. w przypadku nieobecności przybędzie kurier – wówczas rozmowa jest przełączana na urządzenie mobilne. W przypadku wystąpienia jakiejś awarii – pożaru, wycieku gazu, zalania – inteligentny dom również natychmiast wysyła powiadomienie o zdarzeniu.
- Automatycznie otwierane drzwi – specjalny inteligentny czytnik/zamek do drzwi umożliwia ich otwarcie poprzez przyłożenie smartfona z wykorzystaniem standardów Wifi, Bluetooth lub NFC.
- Kontrola zużycia mediów – dzięki danym z inteligentnych urządzeń pomiarowych (mierniki zużycia prądu, wody, ciepła itp.) użytkownik może na bieżąco monitorować zużycie mediów na ekranie swojego smartfona, a tym samym optymalizować wydatki.



Rys. 3.22. **Przykładowa wizualizacji inteligentnego domu**

Źródło: [40]



Rys. 3.23. **Przykład aplikacji mobilnej do systemu inteligentnego domu**

Źródło: [45]



Rys. 3.24. **Przykład aplikacji mobilnej w obszarze mdom**

Źródło: Opracowanie własne

Wyżej wymienione przykłady pokazują, że jednym z najważniejszych cech projektów inteligentnych domów jest podłączenie wszystkich znajdujących się w nim urządzeń do sieci, dzięki której możliwe jest sterowanie oraz odczyt ich stanu. Jest to klasyczny przykład zastosowania w praktyce koncepcji Internetu Rzeczy.

2.8.3. INTELIGENTNE POJAZDY

Inteligentne pojazdy, to pojazdy częściowo autonomiczne kierowane przez człowieka, jak również całkowicie samodzielne. Wykorzystują one dziesiątki sensorów i systemów umieszczonych zarówno w samochodzie jak i w innych pojazdach, wzdłuż dróg. Wymiana danych między nimi następuje głównie bezprzewodowo, ale w tym przypadku wymagania wobec medium transmisyjnego są bardzo wysokie: dane powinny być przesyłane praktycznie w czasie rzeczywistym, przy niezawodności usługi.

Od wielu lat w samochodach stosuje się różne systemy mające ułatwić jazdę i odciążać kierowcę. W chwili obecnej rozwijanych jest wiele projektów (przez takie firmy jak Google, Tesla Motors, General Motors), w których człowiek jako kierowca w ogóle jest zbędny. Inteligentne pojazdy, to pojazdy częściowo autonomiczne kierowane przez człowieka i całkowicie samodzielne. Wykorzystują one dziesiątki sensorów i systemów umieszczonych zarówno w samym samochodzie jak i poza nim (w innych pojazdach, wzdłuż dróg). Wymiana danych między nimi następuje przeważnie bezprzewodowo, ale w tym przypadku wymagania dotyczące medium transmisyjnego są naprawdę bardzo wysokie: dane powinny być przesyłane praktycznie w czasie rzeczywistym, a dodatkowo wymagana jest niezawodność usługi. Poniżej przedstawiono przykłady wykorzystania technologii mobilnych w inteligentnych pojazdach:

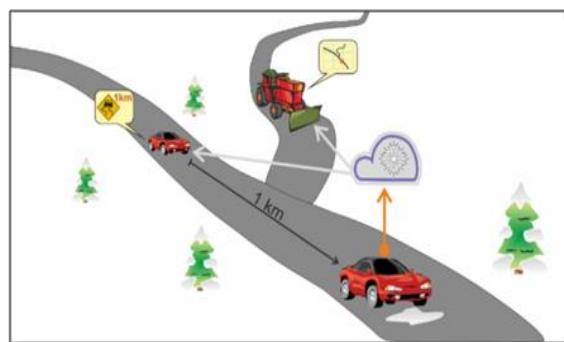
- Sygnalizacja stanu samochodu – za pomocą aplikacji mobilnej użytkownik może się połączyć z samochodem poprzez sieć WiFi lub komórkową w celu sprawdzenia stanu technicznego auta, poziomu płynów itp. W przypadku awarii któregoś z elementów lub np. niskiego poziomu oleju użytkownik dostaje powiadomienie o potrzebie zgłoszenia się do serwisu w celu naprawy usterki. Aplikacja wykorzystując geolokalizację użytkownika może mu podpowiedzieć dane najbliższego warsztatu samochodowego lub stacji paliw, co jest przydatne, gdy nieprzewidziana awaria nastąpiła w czasie jazdy. Prawdopodobnie już za parę lat samochód sam wezwie pomoc do odpowiedniego centrum assistance wysyłając mu raport o przyczynie awarii i położeniu pojazdu. Informacja o geolokalizacji przydatna jest także w przypadku kradzieży samochodu

lub dla łatwiejszego odnalezienia auta na parkingu.

- Sytuacje niebezpieczne – samochód za pomocą czujników analizuje przestrzeń przed samochodem i jeśli wykryje przeszkodę, a kierowca nie zareaguje, to zaczyna hamować awaryjnie (system taki wprowadziła np. firma Volvo). W razie wystąpienia wypadku, samochód poprzez sieć komórkową wysyła do centrum systemu informacje o danych pojazdu i kierowcy oraz geolokalizację. Centrum po analizie danych natychmiast zawiadamia najbliższe służby ratownicze (przykładem takiego systemu jest KIA Safety System).
- Monitorowanie kierowcy – systemy te analizując zachowanie kierowcy za pomocą czujników oraz kamer potrafią wykryć gwałtowne pogorszenie jego kondycji i w takiej sytuacji zawiadomić służby ratownicze. Firmy ubezpieczeniowe mogą monitorować nawyki kierowców, w tym jak często, z jaką szybkością i w jakich porach dnia jeżdżą. Dzięki temu będą mogły lepiej oszacować poziom ryzyka. Dla kierowców oznacza to obniżenie stawki składek - przy założeniu, że jeżdżą dobrze.
- Rozrywka/łęczność – samochód poprzez podłączenie z siecią komórkową lub WiFi zastępuje urządzenia mobilne poprzez udostępnianie zasobów Internetu na wbudowanych dotykowych wyświetlaczach, w które wyposażony jest pojazd. Podczas podróży pasażerowie mogą oglądać filmy, słuchać muzyki online czy korzystać z mediów społecznościowych.
- Zdalne sterowanie samochodem – podobnie jak w systemach inteligentnych budynków, użytkownik może z poziomu aplikacji mobilnej

np. włączyć ogrzewanie lub klimatyzację w samochodzie jeszcze przed wyruszeniem w podróż; skrajnym przykładem takiego sterowania są nie potrzebujące kierowcy tzw. pojazdy autonomiczne (możliwe do realizacji w sieciach 5G).

- Warunki drogowe – poszczególne samochody wysyłają poprzez sieć komórkową do systemu centralnego dane o swoim położeniu i prędkości, który analizuje je i tworzy mapy ruchu. Są one następnie przesyłane do aplikacji nawigacyjnych, które dzięki temu mogą wybrać optymalną trasę nie tylko na podstawie odległości i informacji o limitach prędkości na trasie przejazdu, ale także w oparciu o ciągle aktualizowane natężenie ruchu i rzeczywiste prędkości innych pojazdów w danym miejscu. Użytkownik może także przekazać do systemu informację o przyczynach zatoru – korku, wypadku, remontach czy trudnych warunkach pogodowych (w analogiczny sposób działa aplikacja Waze, różnica polega na tym, że potrzebne dane wysyła nie samochód a urządzenie mobilne użytkownika). Rozwijane są również bardziej skomplikowane systemy, które zbierają dane na temat warunków pogodowych. Takim przykładem jest projekt firmy Volvo, który opiera się na zbieraniu informacji o stanie jezdni w warunkach zimowych. W przypadku najechania samochodu na oblodzony fragment drogi, ostrzeżenie wysyłane jest do innych kierowców w pobliżu oraz do służb drogowych. Rozwiązaniem funkcjonującym już na rynku (na razie w mocno ograniczonej formie) jest holenderska *Smart Highway*, czyli tłumacząc dosłownie: mądra autostrada. Ale na czym ta „mądrość” polega? Otóż poprzez zastosowany system czujników skomunikowanych między sobą bezprzewodowo, wprowadzono dynamiczny system ostrzegania i oznaczeń – na nawierzchni pojawiają się odpowiednie oznaczenia informujące o warunkach panujących na drodze. Dodatkowo, nawierzchnia sama ładuje samochody elektryczne, dzięki czemu nie ma konieczności budowania stacji ładowania takich pojazdów.



Rys. 3.25. Wizualizacja przesyłu danych

Źródło:[49]

- Integracja inteligentnego samochodu z inteligentnym domem - dzięki GPS system przewiduje przyjazd użytkownika do domu, może włączyć wcześniej ogrzewanie, a po opuszczeniu domu sprawdzić, czy wszystkie urządzenia zostały wyłączone.



Rys. 3.26. Zintegrowane systemy ruchu pojazdów

Źródło:[50]

- Zintegrowane systemy ruchu pojazdów – wykorzystują one do komunikacji sieci bezprzewodowe i system GPS. Nadajniki zamontowane w samochodach oraz elementach infrastruktury drogowej przekazują na bieżąco informacje o swoim stanie oraz o stanie otoczenia. Są to m.in. dane na temat stanu sygnalizacji świetlnej, położeniu pojazdów uprzywilejowanych i motocykli, robotach drogowych, pojazdach blokujących drogę, korkach, czasowych ograniczeniach prędkości, warunkach pogodowych, niebezpiecznych zachowaniach innych kierowców (gwałtowne hamowanie, wjazd na czerwonym świetle). Wszystkie te informacje pozwalają w skali całego systemu

na optymalne rozłożenie ruchu i zmniejszenie korków, a także zwiększenie bezpieczeństwa.

Kolejnym krokiem są systemy, w których to komputery w pojazdach na podstawie otrzymanych danych z zewnątrz oraz pochodzących ze swoich detektorów (radary, lidary – tzw. radary laserowe, inne czujniki) podejmują decyzje na drodze i są w stanie samodzielnie kierować samochodem.

2.8.4. WSPARCIE OSÓB NIEPEŁNOSPRAWNYCH

Warto zaznaczyć, iż dla osób starszych oraz osób niepełnosprawnych dostęp do telefonii komórkowej i Internetu jest niezbędny. Ograniczenie dostępu lub całkowity brak dostępu do Internetu i telefonii komórkowej może sprzyjać pogłębiającemu się wykluczeniu cyfrowemu i dostępowi do zasobów cyfrowych. Dostęp do Internetu Mobilnego jest niezmiernie ważny również dla mieszkańców regionów o nierozbudowanej infrastrukturze, gdzie niejednokrotnie stanowi on jedyną możliwość połączenia z Internetem. Jak wskazuje raport WHO i Banku Światowego ponad 1 mld ludzi niepełnosprawnych ma na ogół gorsze zdrowie, niższy poziom edukacji, mniejsze możliwości ekonomiczne i wyższy wskaźnik ubóstwa niż osoby pełnosprawne, a powstanie Smart Cities bez uwzględnienia ich potrzeb będzie prowadzić do zwiększenia przepaści cyfrowej dla tych osób.

Problemy zostały zauważone również przez ONZ, które w Konwencji Narodów Zjednoczonych o prawach osób niepełnosprawnych z 2008 r. w artykule 9 zagwarantowało dostępność osobom niepełnosprawnym do „[...] technologii i systemów informacyjno-komunikacyjnych, a także do innych urządzeń i usług, powszechnie dostępnych lub powszechnie zapewnianych, zarówno na obszarach miejskich, jak i wiejskich.” Problem wspierania osób niepełnosprawnych zauważyły również organizacje G3ict i World ENABLED, które pod koniec czerwca 2016 r. przedstawiły globalną inicjatywę „Definiowanie dostępu do inteligentnych miast”.

Powstanie Inicjatywy ma na celu poprawę świadomości w przystosowaniu dostępnych technologii w zakresie planowania, wdrażania i funkcjonowania Inteligentnych Miast do potrzeb osób niepełnosprawnych i starszych do tych procesów. Zgodnie z zapisami inicjatywy Smart Cities mają być bardziej dostępne dla osób niepełnosprawnych

poprzez np. udostępniane treści w różnych formatach i językach, oferowanie usług zdalnie bez konieczności wychodzenia z domu lub na obszarach wykluczonych cyfrowo lub poprzez zastosowanie formatów cyfrowych może przyczynić się do powstania szerokiej gamy rozwiązań technicznych na potrzeby osób z różnymi rodzajami niepełnosprawności.

Umobilnienie komunikacji ma kapitalne, wręcz rewolucyjne znaczenie dla włączenia osób niepełnosprawnych do pełnego społecznie funkcjonowania. Jako ilustrację powyższego można wskazać specjalne aplikacje mobilne dla osób niedowidzących. Aplikacje te, aby były w pełni skuteczne i wydajne wymagają dobrego i pewnego połączenia z siecią bezprzewodową – zarówno komórkową, jak i lokalną (WiFi, Bluetooth). Przykładem jest aplikacja Soundscapes, która została zastosowana w Wielkiej Brytanii. Poprzez zastosowanie sygnałów dźwiękowych w zestawie słuchawkowym, połączonym ze smartfonem osoba niedowidząca może poruszać się po mieście. Natomiast w aplikacji zainstalowano również sygnały dźwiękowe informujące np. o odległości użytkownika od bankomatu, przeszkodach na drodze tj. zaparkowane samochody czy pomóc dotrzeć w sklepie do interesujących użytkownika produktów. Aplikacja ma również pomagać niewidomym w tzw. centrach tranzytowych, w których panuje duży ruch, budując zaufanie osoby do Soundscapes.

Z kolei w USA powstał elektryczny samochód o nazwie Kenguru, przystosowany do potrzeb osób poruszających się na wózkach inwalidzkich. Samochód jest przystosowany tylko do kierującego pojazdem, a osoba dostaje się do samochodu przez rampę opuszczaną tylnymi drzwiami, a kierownica została zastąpiona rękojeściami stosowanymi w motocyklach. Ponadto w samochodzie zamontowano specjalne czujniki, które nie pozwolą na rozpoczęcie jazdy

dopóki tylne drzwi nie zostaną w pełni zamknięte oraz wózek nie będzie prawidłowo umieszczony w obszarze

blokującym.

2.9. Transport i logistyka

Celem zastosowania inteligentnego transportu i usług ICT w logistyce, jest głównie poprawa efektywność systemów transportowych przy jednoczesnym minimalizowaniu jego negatywnych skutków. Koncepcja Inteligentnych Systemów Transportowych (ITS) bazuje na różnorodnych narzędziach technologii ICT, komunikacji bezprzewodowej oraz elektronice pojazdowej, pozwalając, z jednej strony na sprawne zarządzanie infrastrukturą transportową, a z drugiej zapewniają obsługę podróżnych.

Zastosowanie Inteligentnego transportu i usług ICT w logistyce, ma przede wszystkim poprawić efektywność systemów transportowych przy jednoczesnym minimalizowaniu negatywnych skutków transportu. Stąd koncepcja Inteligentnych Systemów Transportowych (ITS), bazujących na różnorodnych narzędziach technologii informatycznej, komunikacji bezprzewodowej oraz elektronice pojazdowej, które z

jednej strony pozwalają na sprawne zarządzanie infrastrukturą transportową, a z drugiej strony zapewniają obsługę podróżnych. W ITS wykorzystuje się rozwiązania telekomunikacyjne, informatyczne, automatyczne sterowanie wsparte zintegrowanymi rozwiązaniami pomiarowymi, w postaci czujników i sensorów.



Rys. 3.27. Technologie wykorzystywane w ITS

Źródło: [41]

Mówiąc o ITS trzeba spojrzeć na całą logistykę globalną, czyli:

- transport lotniczy, w którym bardzo wcześnie zastosowano techniki komputerowe (Flight Management System) oraz systemy nawigacji i łączności satelitarnej. Wśród środków transportu lotniczego obserwujemy dynamiczny wzrost bezałogowych statków powietrznych
- transport morski i śródlądowy, wykorzystujący systemy łączności bezprzewodowej, pozycjonowania GPS, system RIS (River Information Services w żegludze śródlądowej, transpondery AIS (Automatic Identification System),
- transport kolejowy, wykorzystujący systemy komputerowe do obsługi procesów logistycznych towarów i pasażerów, jak również do ochrony infrastruktury kolejowej, system pozycjonowania GPS, systemy łączności bezprzewodowej,
- transport drogowy, wykorzystujący systemy pozycjonowania GPS oraz GALILEO, systemy łączności bezprzewodowej, monitoring floty za pomocą np. systemu xTrack, systemy sterowania ruchem, systemy osłony meteorologicznej dróg, systemy poboru opłat

drogowych, systemy alarmowe, systemy pomiaru ruchu, systemy ważenia pojazdów w ruchu, systemu komunikujące auta autonomiczne ze sobą, jak również z czujnikami i sensorami wbudowanymi w infrastrukturę drogową.

Wykorzystywanie technologii mobilnych w transporcie przyczynia się do intermodalnego transportu pasażerskiego, czyli do łączenia więcej niż dwóch różnych środków transportu, jak również do intermodalnego transportu towarowego, czego przykładem jest transport kontenerowy.

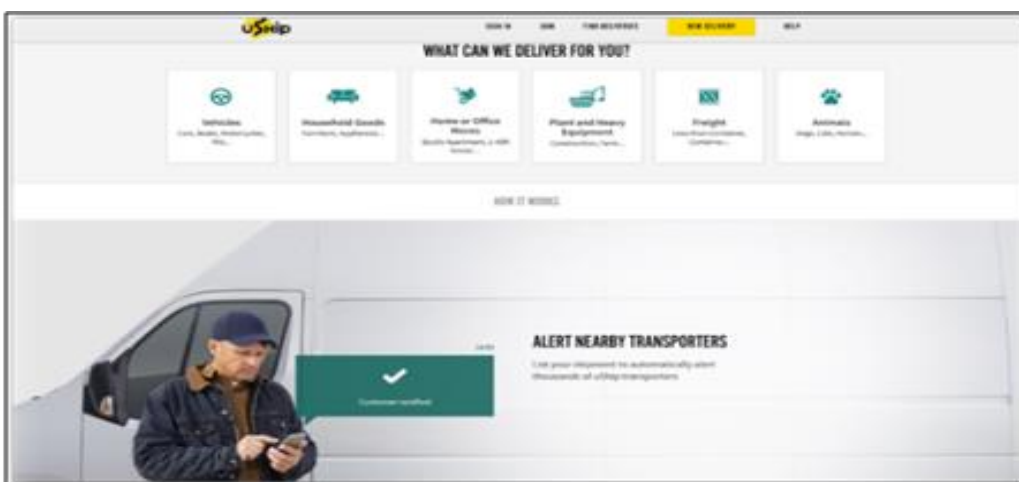
Z fizycznym przepływem towarów i pasażerów nierozzerwalnie związany jest przepływ ogromnych ilości przetwarzanych danych, których wykorzystuje się systemy komputerowe. Przykładem takiego systemu jest EDI – Electronic Data Interchange, który polega na bezpośredniej komunikacji pomiędzy komputerami, ukierunkowanej na zautomatyzowanie przepływu dokumentów związanych z działalnością biznesową zarówno wewnątrz, jak i na zewnątrz organizacji, przy pomocy standardów umożliwiających odczytywanie tych informacji przez maszyny [75].

Sercem mobilnego transportu są inteligentne centra logistyczne, które dzięki zastosowaniu technologii informatycznych pozwalają na dostęp do informacji w czasie rzeczywistym, umożliwiają analizę i przetwarzanie informacji pomiędzy uczestnikami łańcucha dostaw. Przykładem może być cała sieć logistyczna RFID firmy logistycznej UPS. W ramach tej sieci, niemalże każdy element biorący udział w transporcie przesyłki jest swoistym czytnikiem danych przekazywanych przez otagowaną przesyłkę.

Technologie informatyczne wykorzystywane w inteligentnej logistyce:

- technologie informacyjne w łańcuchach dostaw, m.in. technologia baz danych, komputerowe wspomaganie pracy zespołowej w oparciu o systemy CSCW, czy zintegrowane systemy informatyczne (ERP, SCM),
- systemy automatycznej identyfikacji m.in. kody kreskowe, technologia radiowa, ścieżki magnetyczne, systemy rozpoznawania znaków, systemy rozpoznawania obrazu, systemy rozpoznawania głosu,
- elektroniczna wymiana danych,
- systemy łączności bezprzewodowej, m.in. systemy DECT, GSM, UMTS, TETRA, systemy łączności satelitarnej, bluetooth, ZigBee/IEEE 802.15.4, czy system GPS,
- technologie w praktyce magazynowej [56].

Zmiany jakie zachodzą w logistyce, z wykorzystaniem najnowocześniejszych rozwiązań ICT zmierzają w kierunku integracji systemów operacyjnych, które to systemy tworzą ludzie przy wykorzystaniu infrastruktury: magazynów dystrybucyjnych, centrów logistycznych, terminali przeładunkowych, środków transportu oraz systemów bezpieczeństwa i kontroli. Inteligentna logistyka globalna dążąca do jak najwyższej efektywności, z punktu widzenia dostawcy zarządzana jest, a z punktu widzenia odbiorcy dostępna z poziomu urządzenia mobilnego, gdzie cały przepływ dokumentów i płatności odbywa się on-line (przykład poniżej).



Rys. 3.28. Przykład zintegrowanego systemu operacyjnego

Źródło: [52]

Szacuje się, że rozwój technologii mobilnych w transporcie wpłynie na:

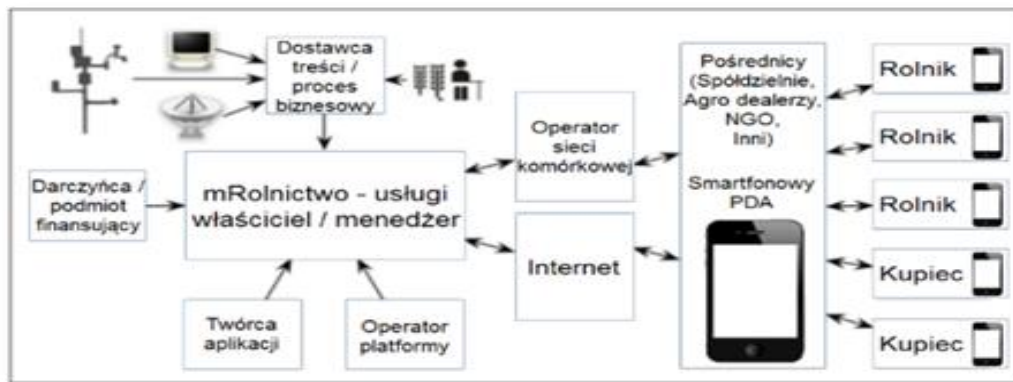
- zwiększenie przepustowości sieci ulic o średnio 22,5%,
- poprawę bezpieczeństwa ruchu drogowego (zmniejszenie liczby wypadków o średnio 60%),
- zmniejszenie czasów podróży i zużycia energii (o blisko 60%),
- poprawę jakości środowiska naturalnego (redukcję emisji spalin o średnio 40%),
- poprawę komfortu podróżowania i warunków ruchu kierowców, podróżujących transportem zbiorowym oraz pieszych,
- redukcję kosztów zarządzania taborem drogowym,
- redukcję kosztów związaną z utrzymaniem i renowacją nawierzchni,
- zwiększenie korzyści ekonomicznych w regionie, w którym zastosowane są rozwiązania ITS^[39].

2.10. Rolnictwo

Z założenia, technologie mobilne mogą wspierać rolnictwo w czterech obszarach: poprawie dostępności do usług finansowych, dostarczeniu istotnych informacji dla rolnictwa, poprawy efektywności łańcucha dostaw i zwiększeniu dostępności do rynku. Podkreśla się też, że zastosowanie technologii mobilnych może wpłynąć na zwiększenie wydajności produkcji rolnej w krajach rozwijających się.

Zgodnie z prognozami światowa populacja do 2050 r. wzrośnie do 9,2 mld [86]. Według Organizacji Narodów Zjednoczonych do spraw Wyżywienia i Rolnictwa (FAO) rolnictwo powinno produkować o 70% więcej żywności niż w 2006 roku [18]. Jak podano w raporcie „Agricultural Outlook 2010-2019” świat powinien zaspokoić wzrastający popyt na żywność, jednak będzie musiał uporać się z czterema głównymi przeszkodami powodującymi wzrost kosztów produkcji i dystrybucji takimi jak: zmiana użytkowania gruntów i ich dostępności, rosnącego niedoboru wody, zmiany klimatycznych oraz marnotrawienia żywności [69].

W raporcie „Connected Agriculture” zaznaczono, że zastosowanie technologii mobilnych może wpłynąć na zwiększenie wydajności produkcji rolnej w krajach rozwijających się. Technologie mobilne mogą wspierać rolnictwo w czterech obszarach: poprawie dostępności do usług finansowych, dostarczeniu istotnych informacji dla rolnictwa, poprawy efektywności łańcucha dostaw i zwiększeniu dostępności do rynku. Zastosowanie rozwiązań w tych obszarach przyniosłoby zwiększenie dochodów o 138 mld USD w 26 analizowanych krajach w 2020 r., zredukowałaby emisję CO₂ o 5 mega ton i zmniejszyłoby użycie wody do nawadniania o 6% [82].



Rys. 3.29. Schemat działania złożonej aplikacji dla rolnictwa

Źródło: Opracowanie własne

Oprócz zastosowania technologii mobilnych w rolnictwie mAgriculture może także obejmować gromadzenie istotnych danych tj. danych atmosferycznych z automatycznych stacji meteorologicznych lub czujników zbierających dane lokalizacyjne.

Projekty z obszaru mAgriculture można podzielić w zależności od wykorzystywanych technologii na trzy grupy:

- o niskiej złożoności, które są systemami jednokierunkowymi, gromadzącymi i przechowującymi informacji np. o cenach, warunkach atmosferycznych w bazie danych,
- o średniej złożoności, które obejmują usługi wspierające podejmowanie decyzji na podstawie informacji o lokalnym klimacie i żyzności gleby; generowana informacja jest bardziej złożona, ale komunikacja nadal w głównym mierze jest jednokierunkowa;

- o wysokiej złożoności, które opierają się na komunikacji dwukierunkowej zapewniając indywidualne porady, administrowanie procesem biznesowym, logistycznym oraz transakcyjnym[79].

Aplikacje z obszaru mobilnego rolnictwa można zaklasyfikować do jednej z dwóch kategorii:

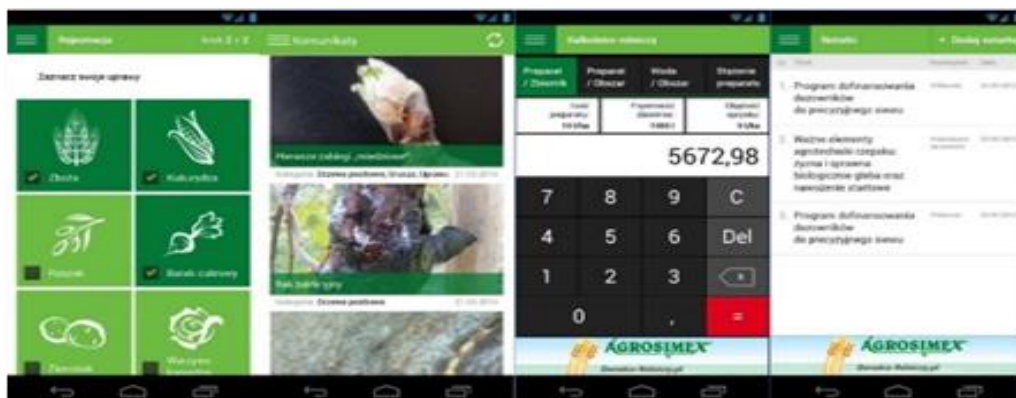
- mobilne nauczanie (*mLearning*) – pozyskanie wiedzy na temat technik i trendów rolniczych, informacji dotyczących uprawy roślin itp. Zazwyczaj aplikacje z tego obszaru mają jednokierunkową komunikację, ale bardziej zaawansowane umożliwiają wymianę informacji pomiędzy rolnikami,
- mobilne uprawy (*mFarming*) – na podstawie dostępnych danych mikroklimatycznych, warunków glebowych, nawodnienia terenów aplikacje umożliwiają przekazywanie porad dotyczących optymalizacji upraw rolnych przy dostępnych technologiach[79].

Przykładami z pierwszej grupy są aplikacje: KACE w Kenii, która dostarcza informacji o cenach 20 produktów, b2bpricenow na Filipinach, która zwiiera aktualne informacje o aktualnych cenach produktów rolnych [73] oraz DatAgro w Chile, która dostarcza istotne dane dla rolników za pośrednictwem SMS [79]. Natomiast do drugiej grupy należą aplikacje takie jak: FarmersText Center na Filipinach, która umożliwia zadawanie pytań z obszaru produkcji ryżu, warzyw czy hodowli ekspertom, przesyła informacje związane z najnowszymi technologiami z zakresie produkcji rolnej i udostępnia interakcyjny system pomiędzy producentami a klientami [73] oraz Krishi w Indiach, która dostarcza

spersonalizowany porad związanych z produkcją, informacje rynkowe, prognozy atmosferyczne i dzięki zainstalowaniu różnych rodzajów czujników w gospodarstwie zbiera informacje związane z wilgotnością gleby, warunkami pogodowymi czy mikroklimatem na danym obszarze, a także posiada panel ekspercki umożliwiający zadawanie pytań[79].

Istniejące w Polsce rozwiązania z zakresu mRoInictwa to:

- Aplikacje alarmowo pogodowe - wykorzystują równomiernie rozłożone punkty pomiarowe na terenie całego Kraju. Komunikaty o nadchodzących zjawiskach są dostarczane do użytkownika w postaci wiadomości SMS bądź za pomocą aplikacji. SMS mogą zawierać komunikaty dotyczące poważnych awarii: prądu, wody, gazu, konieczności ewakuacji bądź zagrożeń meteorologicznych np.: (OSTRZEZENIE: IMGW-PIB w Warszawie prognozuje od godziny 13: 00 dnia 26.06.2016 do godz. 23.00 dnia 26.06.2016 wystąpienie silnych burz z opadami deszczu od 30 mm do 60 mm oraz porywami wiatru do 90km/h lokalnie grad. Prawdopodobieństwo wystąpienia zjawiska 90%.) [47].
- Komunikaty zawarte w aplikacjach zazwyczaj mają podobny czas „dojścia” do użytkownika w porównaniu do SMS. Zawierają dodatkowo wykresy, tabele oraz zdjęcia. Ciągły dostęp do sieci jest wymagany tylko w przypadku pobierania pełnej treści załączników. Ważnymi informacjami dla rolników są ostrzeżenia dotyczące okresu wegetacji, nasilenia chorób roślinnych oraz wystąpienia szkodników.

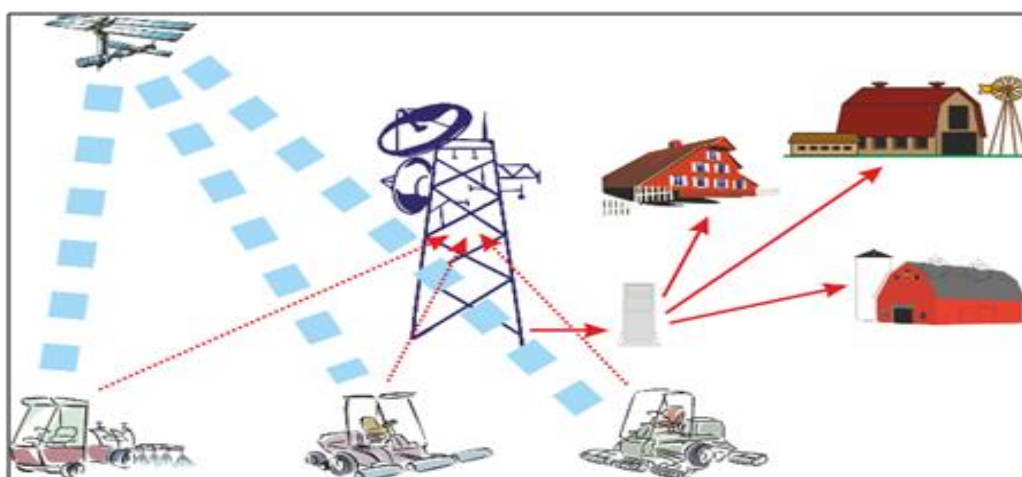


Rys. 3.30. Przykład aplikacji mobilnych dostępnych w rolnictwie

Źródło:[47]

- Wiadomości - informacje dotyczące ochrony konkretnych upraw. Powiadają o terminie nawożenia oraz o zastosowaniu środków ochrony roślin). Bardzo pomocnymi elementami aplikacji są najczęściej kalkulatory umożliwiające obliczenie stężenia środka chemicznego używanego do oprysku, bądź ustalenia dawki nawozowej w przeliczeniu na areal danego pola.
- Notatniki – umożliwiają zapis informacji na bieżąco o panującej sytuacji na polu, a także raportu z wykonanej pracy bądź informacji o zadaniu do wykonania[48].
- Aplikacje współpracujące z maszynami (np. ciągnikami kombajnami, opryskiwaczami) – rys. 3.30. Bazują one na sygnałach GPS. Użytkownik posiada dane o lokalizacji maszyny znajdującej się na jego polu, dzięki

czemu jest informowany o śladach przejazdów, statusie roboczym, stanie paliwa, ewentualnych uszkodzeniach, prędkości roboczej, błędach maszyny bądź niezbędnych naprawach. Zebrane informacje są wysyłane w odstępach kilku minutowych za pomocą GSM bądź z wykorzystaniem sieci do odpowiedniego serwera. Na komputerze w łatwy sposób można odczytać wszystkie przesyłane dane, które w kolejnej fazie poddawane są analizie. Maszyny znajdujące się w sieci umożliwiają zdalny podgląd ich stanu w trakcie pracy. W przypadku wystąpienia usterek istnieje możliwość zdalnej analizy kodu usterek. W kombajnach najczęściej wykonuje się analizę wydajności sezonowej w celu wykorzystania pełnego potencjału maszyn.



Rys. 3.31. *Wizualizacja komunikacji pomiędzy urządzeniami w gospodarstwie rolnym*

Źródło: [44]

3. OTOCZENIE PRAWNO-REGULACYJNE - SZANSE I ZAGROŻENIA DLA ROZWOJU NOWOCZESNYCH USŁUG TELEINFORMATYCZNYCH

Konieczność dalszej pracy nad obszarem telekomunikacji i ciągłego wspierania rozwoju infrastruktury widoczna jest na tle innych państw europejskich. Kontekstem do tych rozważań stają się aspekty społeczno-gospodarcze. Zgodnie z raportem opublikowanym przez KE dotyczącym indeksu gospodarki cyfrowej i społeczeństwa cyfrowego (DESI 2016), wskaźnik zanotowany dla Polski wynosi 0,43 i w porównaniu do poprzedniego roku wzrósł zaledwie o 0,01. Patrząc na wynik całej UE, który wynosi 0,52 Polska wypada bardzo słabo, znacznie poniżej średniej. Warty podkreślenia jest niski wskaźnik dotyczący umiejętności cyfrowych Polaków - co według KE może powodować niechęć do korzystania z sieci. Pomimo podejmowanych działań w to, aby Polska stała się państwem cyfrowym, na tle innych krajów UE wypada niezadowolająco pod względem cyfryzacji.

Aby rozwój infrastruktury telekomunikacyjnej mógł nadążyć wobec potrzeb i wyzwań rozwoju Polskiej gospodarki i Przemysłu 4.0 niezbędne jest:

- usunięcie barier inwestycyjnych;
- stabilność prawa, która umożliwi osiągnięcie należytej stopy zwrotu z inwestycji oraz pozwoli na przewidywalność i planowanie prowadzonej działalności gospodarczej;
- zmiana otoczenia prawnego, które umożliwiała świadczenie nowoczesnych, bezpiecznych i przystępnych usług.

Pomimo niedawnej nowelizacji tzw. Megaustawy, wiele barier dla rozwoju telekomunikacji pozostaje nadal aktualnych. Ponadto pojawiają się ryzyka nowych barier ograniczających rozwój obecnych sieci i wdrożenie nowych systemów, w tym systemów piątej generacji. Tymi barierami są m.in.:

a) zbyt niskie limity emisji pól elektromagnetycznych dla systemów 2G-5G:

- W zakresie częstotliwości wykorzystywanych przez sieci komórkowe obowiązuje limit 0,1 W/m², który jest wielokrotnie niższy od przyjętego w zdecydowanej większości krajów Unii Europejskiej (zgodnego z zaleceniami ICNIRP).

- Tak niska wartość tego limitu zwiększa koszty budowy sieci i ogranicza możliwości racjonalnego wykorzystania nowych częstotliwości. Zaostrzony limit nie wpływa w praktyce na wielkość oddziałującą długoterminowo na ogół ludności, a powoduje przede wszystkim dodatkowe utrudnienia w procesie inwestycyjnym.
- Z tego powodu w Polsce wystąpią wyraźnie gorsze w porównaniu z innymi krajami Europy warunki do wdrożenia systemów piątej generacji (5G).

b) niejasność przepisów oraz kwestionowanie trwałości decyzji administracyjnych dotyczących sieci mobilnych:

- Wykorzystywane są w tym celu różne niedoprecyzowania występujące w przepisach prawa mających zastosowanie np. do stacji bazowych (głównie przepisy z zakresu ochrony środowiska i prawa budowlanego).
- Z tego powodu należy uznać za konieczne podjęcie działań na rzecz zapewnienia trwałości dokonywanych inwestycji.

c) trudności w lokalizacji stacji bazowych:

- Podobnie istotnym problemem w rozwoju sieci bezprzewodowych są przeszkody w pozyskiwaniu zgód na lokalizację nowych stacji bazowych.
- Głębszej analizy i ponownej oceny wymaga istniejące ograniczenia dotyczące stacji bazowych na obszarach uzdrowiskowych i w parkach narodowych. Zakaz instalowania nowych stacji (w szczególności zapewniających szerokopasmową transmisję danych) powoduje z jednej strony brak dostępności dobrej jakości usług telekomunikacyjnych, a z drugiej – wymusza pracę z wysoką mocą (a więc emisję silnego pola EM) terminali używanych na tych

obszarach (ze względu na dużą odległość pomiędzy terminalem a stacją bazową).

d) pojawiające się nowe inicjatywy w zakresie obostrzeń dot. stacji bazowych

- W kwietniu bieżącego roku, na wniosek kilku stowarzyszeń społecznych, została podjęta inicjatywa opracowania specjalnej ustawy, która z założenia miała zawierać rozwiązania zapewniające ochronę zdrowia ludności przed nadmierną ekspozycją na pole elektromagnetyczne.
- W trakcie prac nad założeniami tej ustawy pojawiają się tendencje, aby ustawa

odnosiła się głównie do stacji bazowych oraz publicznych hot-spotów, co może oznaczać próby wprowadzenia przepisów, które w sposób istotny mogą utrudniać inwestycje w sieci bezprzewodowe. Taki kierunek pozostawałby w oczywistej sprzeczności z polityką ułatwień inwestycyjnych w sieci telekomunikacyjne, a więc choćby z celami tzw. dyrektywy kosztowej.

Ponadto dla prawdziwego wykorzystania potencjału nowych technologii niezbędne są także zmiany obowiązującego prawa, które nie przystają do obecnych realiów i oczekiwań społecznych. Konieczne jest np. wprowadzenie możliwości zawierania lub zmiany umów za pośrednictwem nowych technologii (forma elektroniczna, dokumentowa).

W zakresie Big Data niezbędne jest także rozwiązanie problematyki prawnej m.in. w zakresie możliwości wykorzystania danych geolokalizacyjnych z urządzeń telekomunikacyjnych użytkowników, tak aby można było je wykorzystywać w celach statystycznych i pożądanym społecznie np. do optymalizacji zarządzania ruchem miejskim.

4. OTOCZENIE TECHNICZNE Z PUNKTU WIDZENIA NOWYCH USŁUG

4.1. Transmisja bezprzewodowa – techniki transmisji i częstotliwości radiowe

Coraz większa liczba urządzeń mobilnych, a w szczególności obiektów planowanego Internetu Rzeczy (IoT), łączy się z sieciami i usługami z wykorzystaniem transmisji bezprzewodowej, co wyznacza nowe wymagania na sieci bezprzewodowe w zakresie przepływności, szybkości działania, niwelowania opóźnień a także zdolności do obsłużenia rosnącej liczby podłączanych jednocześnie urządzeń. Można oceniać, że w związku z gwałtownym wzrostem zapotrzebowania na transmisje bezprzewodowe, w najbliższym czasie nastąpi rozwój systemów wykorzystujących normy 3GPP zorientowane na rozwój sieci 5G.

Nowe koncepcje działalności gospodarki oparte są w dużej mierze na niezwykle szerokiej wymianie informacji. Coraz większa liczba urządzeń przenośnych, a w szczególności olbrzymia liczba obiektów planowanego internetu rzeczy (IoT), łączy się z sieciami i usługami z wykorzystaniem transmisji bezprzewodowej. Ten trend wyznacza nowe wymagania na sieci bezprzewodowe w zakresie przepływności, szybkości działania, niwelowania opóźnień a także zdolności do obsłużenia rosnącej liczby podłączanych urządzeń. Konieczne są nowe rodzaje sieci, protokołów czy też usług sieciowych.

Na zmieniające się potrzeby komunikacyjne obywateli, biznesu czy administracji operatorzy telekomunikacyjni odpowiadają rozbudową swojej infrastruktury, w tym sieci telefonii komórkowych. Jednak obecnie stosowane standardy 4G – LTE nie będą mogły spełnić oczekiwanych wymagań, głównie w zakresie mobilnej transmisji masowej. Dlatego też opracowane zostały nowe rozwiązania techniczne, określane ogólnie jako sieci 5G. Ta część raportu będzie koncentrować się właśnie na tych nowych rozwiązaniach technicznych, wskazując je jako kierunek zmian usług transmisji, jako swoistego rodzaju okno, które otwiera nowe możliwości przed całym rynkiem mobilnych usług.

Nowy standard sieci komórkowej 5G odpowiada na nadchodzące zmiany, jakie zaoferuje nam technologia w perspektywie 2020 roku. Rozwiązania piątej generacji 5G muszą zapewnić łączność bezprzewodową dla szerokiej gamy nowych zastosowań, w tym inteligentnej galanterii, inteligentnych domów, systemów związanych z bezpieczeństwem ruchu, procesów przemysłowych sterowanych sztuczną inteligencją czy też mediów o bardzo wysokiej rozdzielczości. Biorąc pod uwagę istniejącą już obecnie przewagę transmisji danych nad

połączeniami głosowymi w sieciach komórkowych, główny nacisk położono na zwiększenie szybkości danych do 1 Gb/s – 10 Gb/s. Rekord szybkości osiągnięty w warunkach laboratoryjnych to nawet 30Gb/s, do 3000 razy więcej niż obecnie. Sieci 5G muszą charakteryzować się także bardzo małymi opóźnieniami, które będą wynosić zaledwie kilka milisekund. Dzięki planowanemu zastosowaniu inteligentnego zarządzania przepustowością, ma zostać rozwiązany problem spadków wydajności związanych ze zbyt wysoką liczbą użytkowników [2]. Technologia 5G charakteryzuje się ponadto zdolnością do jednoczesnej obsługi dużej liczby połączeń, w obecności silnych zakłóceń generowanych przez tysiące nowych urządzeń internetu rzeczy (IoT).

Nowe rozwiązania pozwolą połączyć systemy obliczeniowe z mechanizmami komunikacji, czego rezultatem będzie swoboda korzystania z różnorodnego wachlarza usług, oferowanych przez sieć 5G [1].

Określa się, iż rozwiązania 5G zapewnią:

- Pojemność sieci – do 10000 razy większa niż obecnie (a w warunkach laboratoryjnych nawet 30000 więcej)[2].
- Szybkość transmisji do 10 Gb/s w przypadku wykorzystania pasma EHF (ang. Extremely High Frequency) obejmującym częstotliwość 30-300 GHz (fale milimetrowe). Transmisja na tak wysokiej częstotliwości daje możliwość korzystania z nielicencjonowanego pasma częstotliwościowego. Nokia podczas testowania technologii 5G przy transmisji danych w paśmie EHF uzyskała przepustowość rzędu 19,1 Gb/s [67, 72].
- Przepustowość na krawędziach komórek – 100 Mb/s, co oznacza to, że tyle wyniesie

- gwarantowana minimalna szybkość transmisji danych w obrębie zasięgu stacji bazowej [1].
- Wykorzystanie techniki MIMO z dużo większą liczbą anten w porównaniu do obecnych technologii bezprzewodowych (ang. Massive MIMO). Technika ta pozwala na zastosowanie aż do 256 anten wchodzących w skład jednej apertury. Dzięki takiemu rozwiązaniu możliwe jest przesyłanie sygnałów na bardzo dużej częstotliwości. Massive MIMO pozwala zwiększyć pojemność do 10 razy oraz efektywność energetyczną do 100 razy. Gwarantuje to niskie zużycie energii. Technika ta także znacznie zmniejsza opóźnienia ze względu na odporność przed zanikami [60,66].
 - Wykorzystanie techniki CoMP (ang. Coordinated Multipoint Transmission). Jest to mechanizm koordynacji transmisji. Służy on do poprawienia niezawodności transmisji danych oraz zapewnienia stałej przepustowości podczas pracy systemu przy wysokim obciążeniu oraz na granicy komórek. Technika ta pozwala na transmisję pomiędzy wieloma stacjami bazowymi a terminalami mobilnymi [90].
 - Wykorzystanie technik wielodostępu, m.in.: OFDMA (ang. Orthogonal Frequency-Division Multiple Access), SCMA (ang. Sparse Code Multiple Access), NOMA (ang. Non-orthogonal Multiple Access), PDMA (ang. Pattern Division Multiple Access), MUSA (ang. Multi-User Shared Access) oraz IDMA (ang. Interleave Division Multiple Access) [72].
 - Zastosowanie modulacji QAM, OFDM oraz FQAM. Modulacja FQAM złożona jest z 4-wartościowej modulacji QAM oraz 4-wartościowej modulacji FSK. Dzięki tej modulacji, rozkład statystyczny interferencji między nośnymi zyskuje charakter gaussowski. W wyniku tego, szybkości transmisji na krawędziach komórek mogą być znacząco wyższe. Szybkości uzyskiwane dzięki zastosowaniu modulacji FQAM są większe o 300% w porównaniu z zastosowaniem modulacji QAM w połączeniu z technologią OFDM, która jest stosowana w wielu obecnych systemach radiokomunikacyjnych [34, 72].
 - Koncepcja „gęstych sieci” – zmniejszenie wielkości komórek (piko komórki) znacznie zwiększy efektywne wykorzystanie widma

- poprzez podział geograficzny. Jest to jeden ze sposobów, który pozwoli na zwiększenie wydajności sieci ruchomej [4].
- Wykorzystanie Full-duplex, dzięki czemu informacje przesyłane są w obu kierunkach jednocześnie, bez spadku przepływności [72].
 - Wykorzystanie agregacji pasma częstotliwości, co pozwala na eliminację przerw między pasmami, dzięki czemu uzyskujemy współczynnik wzrostu przepływności większy niż 1 [72].
 - Wsparcie bezpośredniej komunikacji urządzenie-urządzenie (ang. device-to-device (D2D)). Komunikacja D2D w kontekście sieci 5G powinna być integralną częścią ogólnego dostępu bezprzewodowego, a nie rozwiązaniem autonomicznym. Bezpośrednia komunikacja między urządzeniami ma na celu odciążenie ruchu i zwiększenie wydajności sieci [21].
 - Wykorzystanie techniki formowania wiązki – (ang. beamforming) Pozwala ona na sprawniejsze przesyłanie sygnałów [2].
 - ‘Napędzenie’ systemu poprzez ulepszone oprogramowanie oraz przechowywanie dużych zbiorów danych w chmurze, dzięki czemu można zwiększyć pojemność sieci oraz łączność ze wszystkim urządzeniami w systemie 5G [2].
 - Osiągnięcie planowanej wydajności, skalowalności oraz elastyczności, poprzez zastosowanie technologii: Software Defined Networking (SDN), Network Functions Virtualization (NFV), Mobile Edge Computing (MEC), Fog Computing (FC), Cloud-RAN (C-RAN), Ultra Dense Network (UDN), Multi-Radio Access Technology (Multi-RAT) oraz Self-organizing network (SON) [72].
 - Technologia 5G ma obsługiwać wszystkie poziomy mobilności. Przewidywane jest wsparcie dla przemieszczających się terminala nawet z szybkością rzędu 300 km/h – 500 km/h [2].

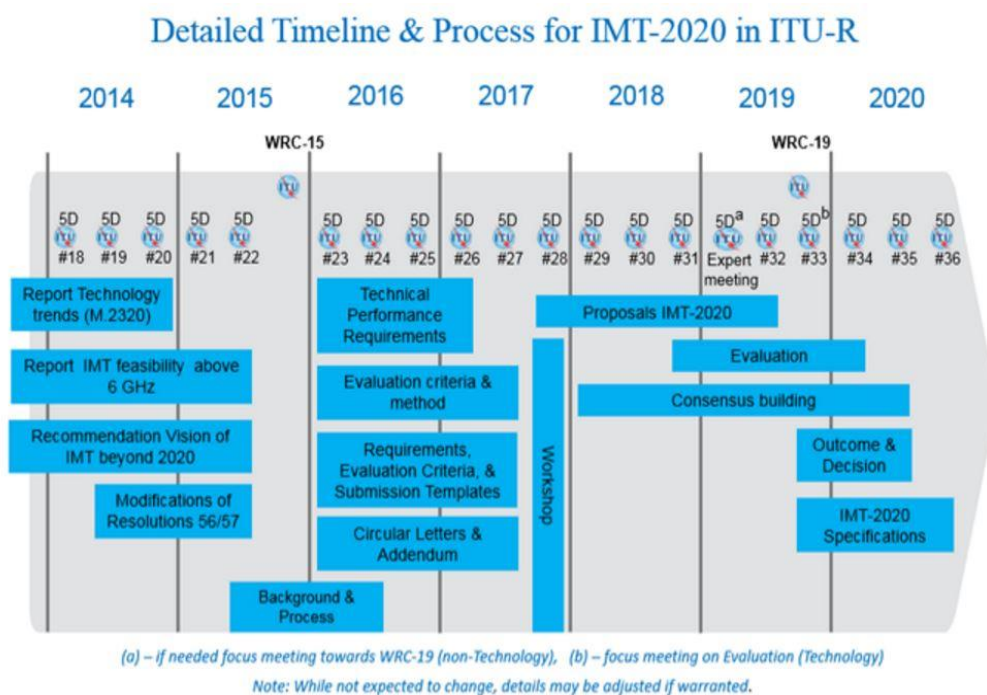
Ocenia się, że pełna implementacja rozwiązań 5G skutkować będzie m.in.²¹:

²¹ Źródło: 5G Vision. The 5G Infrastructure Public Partner Partnership: the next generation of communication networks and services

- 1000-krotnym wzrostem wolumenu danych przypadających na jednostkowy obszar geograficzny, osiągając wartość docelową rzędu 10 Tb/s/km²,
- 100-krotnym wzrostem liczby połączonych terminali, osiągając docelową wartość gęstości rzędu 1M terminali/km²
- 10-krotnym spadkiem konsumpcji energii w porównaniu do stanu z roku 2010
- 5-krotnym spadkiem wartości opóźnień w sieci
- 5-krotnym spadkiem kosztów operacyjnych (OPEX) zarządzania siecią
- Nawet 1000-krotnym zmniejszeniem czasu potrzebnym na uruchomienie konkretnej usługi (wartość całkowita tego czasu ma wynosić ok. 90 minut).

Jedną z kluczowych kwestii w kontekście rozwoju sieci 5G jest ich standaryzacja. Jak wiadomo o rozwiązaniach 5G często mówi się w perspektywie roku 2020 i właśnie ten rok stanowi termin, w którym techniczna standaryzacja sieci piątej generacji powinna być sfinalizowana.

Głównym ciałem odpowiedzialnym za wytworzenie kompletnych wymogów, definicji i standardów sieci 5G (zwanymi często sieciami IMT-2020) jest Międzynarodowy Związek Telekomunikacyjny (ITU), a w szczególności funkcjonujący w jego ramach Sektor radiokomunikacji (ITU-R). Ogólne zestawienie ram czasowych działań, które będą realizowane przez tę organizację na drodze do wypracowania standaryzacji przedstawiono na rysunku 5.1.



Rys. 5.1. Ogólny kalendarz prac ITU związanych ze standaryzacją 5G (IMT-2020)

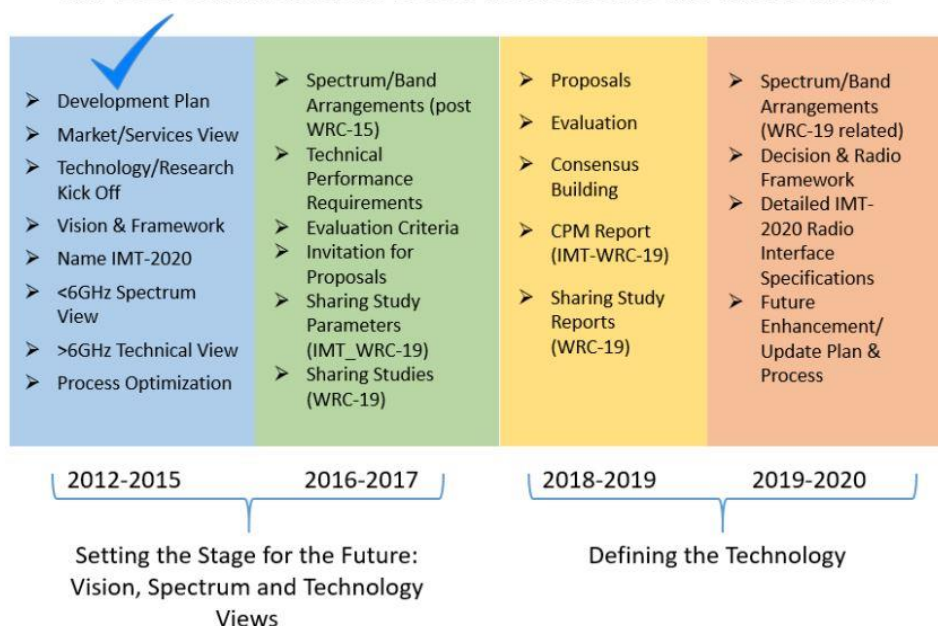
Źródło: ITU oraz <http://www.rcwireless.com/20160719/internet-of-things/5g-standards-process-tag31-tag99>

Jak wynika z ilustracji, w kalendarzu tym istotną rolę odgrywają m.in. dwie Światowe Konferencje Radiokomunikacyjne WRC, z których jedna, WRC-15, odbyła się w ubiegłym roku, zaś kolejna jest planowana na rok 2019. Ich znaczenie wynika przede wszystkim z faktu, iż to właśnie na konferencjach WRC zapadają wiążące – w skali globalnej – decyzje w szczególności dotyczące przydziałów częstotliwości na potrzeby konkretnych aplikacji czy systemów. Kwestia przydziałów pasm na potrzeby sieci 5G

zostanie omówiono nieco szerzej w dalszej części niniejszego rozdziału.

Nieco bardziej rozszerzony zestaw zadań stojących przed ITU w kontekście definiowania specyfikacji technicznej systemów 5G zawarto na poniższym rysunku. Na rysunku 5.2. zaznaczono również (kolorem niebieskim) te prace, które zostały już sfinalizowane.

IMT-2020 Standardization Process: Where We Are and What Is Ahead



Rys. 5.2. Zadania stojące przed ITU podczas standaryzacji systemów 5G

Źródło: ITU oraz <http://www.rcwireless.com/20160719/internet-of-things/5g-standards-process-tag31-tag99>

O ile ITU-R niejako nadzoruje i odpowiada za całość prac standaryzacyjnych 5G, o tyle za kwestie wypracowania specyfikacji technicznych, w tym interfejsu radiowego odpowiadać będzie organizacja 3GPP, czyli „konsorcjum” zrzeszające najważniejsze organizacje standaryzacyjne z Europy, Azji i Ameryki Północnej (np. ETSI, TTC), a także przedstawiciele firm działających w sektorze szeroko rozumianej tele/radio-komunikacji (np. GSM Associations, 5G Americas). To właśnie 3GPP była odpowiedzialna za standaryzację techniczną systemów komórkowych trzeciej (UMTS, HSPA) i czwartej generacji (LTE, LTE-Advanced) systemów komórkowych.

Generalnie standardy 3GPP opracowywane są w cyklach półtorarocznych lub dwuletnich; cykle te definiują kolejne tzw. wydania (release) standardów 3GPP. Innymi słowy każdy standard opracowany bądź zmodyfikowany w takim właśnie cyklu określany jest jako standard należący do release’u X (gdzie X oznacza kolejny numer wg numeracji 3GPP). W momencie zamknięcia danego cyklu, wszystkie standardy

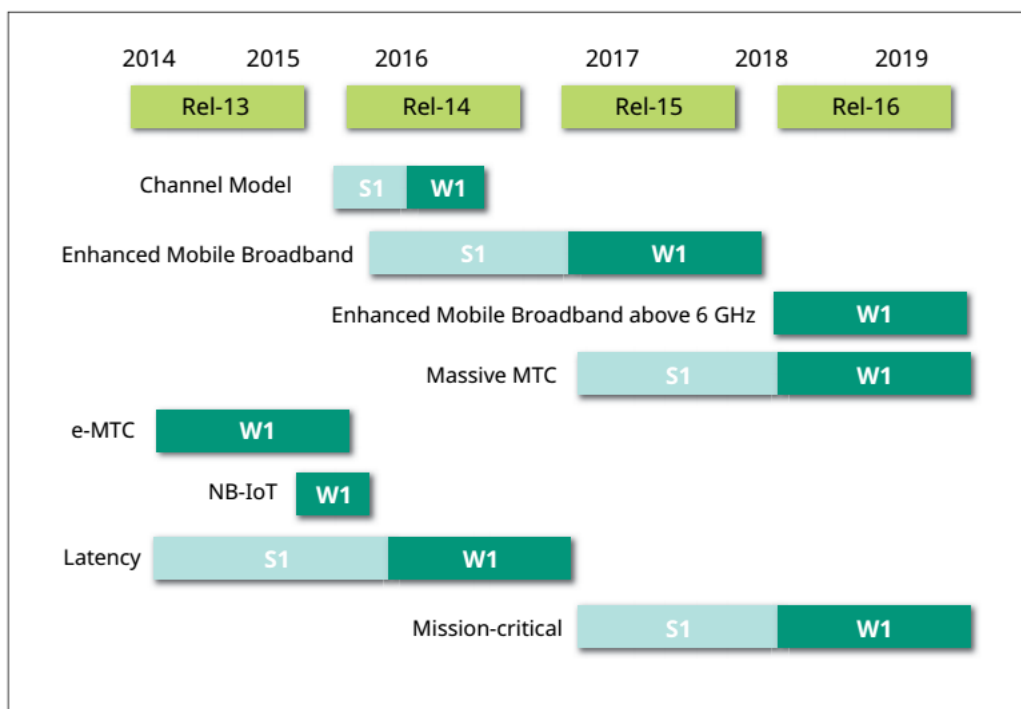
należące do danego release’a uznaje się za ostateczne; od tej chwili dopuszczalne jest wprowadzanie jedynie bardzo niewielkich korekt. Wprowadzenie istotnych, merytorycznych zmian do danego standardu możliwe będzie dopiero w kolejnym cyklu standaryzacyjnym – czyli w ramach kolejnego release’u. O standardzie sfinalizowanym i obowiązującym w danym momencie mówi się w nomenklaturze 3GPP, że ma on status „zamrożonego” (frozen). W chwili obecnej najbardziej aktualnym releasem standardów 3GPP jest release 13 (status „frozen” uzyskany w marcu 2016). I właśnie moment „zamrożenia” release’u 13 jest punktem, w którym 3GPP planuje rozpocząć konkretne działania standaryzacyjne związane z systemami 5G. Release 14 ma dotyczyć przede definicji metod i innych kwestii fundamentalnych z punktu widzenia systemu, zaś w kolejnych wydaniach, tj. w release 15 i 16 metody te mają zostać przeniesione na język konkretnych uwarunkowań technicznych, które będą stanowiły podstawę do praktycznej implementacji gotowych rozwiązań.



Rys. 5.3. Standaryzacja 5G w ramach 3GPP

Źródło: prezentacja pt. Key technologies and Standardization for 5G radio Access, China Academy of Telecommunication Technology

Planowany zakres tematyczny i harmonogram prac 3GPP, a konkretnie grupy roboczej RAN (radio Access Network) dotyczący zagadnień związanych z 5G przedstawiono na rysunku 5.4.



Rys. 5.4. Harmonogram prac grup RAN (3GPP) dotyczących standaryzacji systemów 5G

Źródło: prezentacja: 5G Standardization Status in 3GPP, Anritsu

Na rysunku 5.4 „S1” oznacza „study item”, czyli prace studyjne, analityczne, zaś „W1” – work item, czyli prace związane z wykorzystaniem wyników studyjnych i przeniesieniem ich na konkretne zapisy standaryzacyjne. Jak widzimy planowane prace obejmują m.in. kwestie związane z modelem kanału radiowego 5G, komunikacją typu MTC (machine type communication), Internetem rzeczy (IoT), czy zagadnieniami dotyczącymi opóźnień w sieciach 5G.

Bez względu na rodzaj zastosowanych rozwiązań, dla realizacji usług bezprzewodowych konieczne jest

zapewnienie dostępu do częstotliwości radiowych. Mówi się, że widmo radiowe stanowi „krwioobieg dla systemów bezprzewodowych”. Niestety, zasoby widmowe są ograniczone, acz odnawialne. Praktyczne wykorzystanie pasm radiowych do celów usług bezprzewodowych “mobilnego państwa” ogranicza się obecnie do pasm leżących w zakresach częstotliwości od kilkudziesięciu MHz do kilku GHz. Pozostałe zakresy wymagają specjalnych systemów nadawczo-odbiorczych i często specjalizowanych konstrukcji, a także specyficznych warunków technicznych, które wykluczają ich użycie w masowej komunikacji.

Właściwości propagacyjne fal radiowych dla różnych zakresów częstotliwości są odmienne. O ile niskie częstotliwości (30 kHz -3000 MHz) cechują się dużymi zasięgami propagacyjnymi (często daleko poza horyzont), o tyle zasięgi w wyższych zakresach częstotliwości (3 GHz-300 GHz) ograniczone są z reguły do obszarów bezpośredniej widoczności, od pojedynczych kilometrów do nawet metrów.

Z drugiej strony wyższe zakresy częstotliwości umożliwiają realizację transmisji o większej przepływności. Szacując np. średnie wykorzystanie widma radiowego na 3 b/s/Hz można zauważyć, że transmisja o przepływności ok. 30 Mb/s wymaga pasma o szerokości 10 MHz. Nie jest możliwe więc (ani

praktyczne) stosowanie takich przepływności w zakresie częstotliwości poniżej 30 MHz. Z powodzeniem natomiast możliwe jest wykorzystywanie kanałów o szerokości 10 MHz w wyższych zakresach częstotliwości. Z drugiej strony widać, że w kanale radiowym o szerokości 10 MHz nie można zapewnić przepływności nawet na poziomie 100 Mb/s. Jednocześnie całkowita, nawet bardzo duża przepływność kanału transmisyjnego dzielona jest pomiędzy wszystkich użytkowników danego kanału. Aby zwiększyć sumaryczną szybkość łącza radiowego stosuje się wiele nadajników pracujących synchronicznie (systemy MIMO) oraz łączenie kanałów radiowych.

Tabl. 5.1 Zakresy częstotliwości używane w sieciach bezprzewodowych (GSM, 3G, 4G, 5G, WiFi, RFID)

Pasma częstotliwości	Przeznaczenie
Poniżej 1 GHz	Daleki zasięg, przeznaczenie dla 'Internetu rzeczy'
1 GHz – 6 GHz	Dostęp szerokopasmowy
Powyżej 6 GHz	Krótki zasięg, bardzo szybki transfer

Duże znaczenie dla obsługi usług bezprzewodowych ma możliwość realizacji praktycznych anten nadawczo-odbiorczych o dobrych zyskach. Aktualnie zminiaturyzowane systemy antenowe pozwalają na swobodną pracę urządzeń masowych w zakresach częstotliwości od ok. 100 MHz do ok. 5 GHz. Trwają prace zmierzające do praktycznego masowego wykorzystania wyższych zakresów częstotliwości tj. 20 GHz i więcej, w takim przypadku jednak komunikacja realizowana będzie na bardzo krótkie odległości (raczej kilkadziesiąt niż kilkaset metrów).

Wykorzystanie widma radiowego regulowane jest na poziomie krajowym (KTPCz), regionalnym (CEPT) oraz światowym (ITU RR). Regulacje te mają na celu zapewnienie kompatybilnego wykorzystania widma przez różne systemy bezprzewodowe. Zasadniczo pasma radiowe wykorzystywane są na zasadzie licencjonowanej, z reguły wyłączne wykorzystanie danego zakresu (przez system/użytkownika), w przypadku którym konieczne jest uzyskanie stosownego pozwolenia radiowego urzędu regulacyjnego (w Polsce UKE) lub na zasadzie nielicencjonowanej, gdzie użytkownik wykorzystuje

widmo radiowe na zasadzie spełnienia pewnych wymagań ogólnych jak np. maksymalny dopuszczalny poziom mocy promieniowanej EIRP czy dopuszczalna maska widma sygnału. Na zasadzie licencjonowanej wykorzystywane są obecnie wszystkie systemy typu komórkowego (2G, 3G, 4G) prawdopodobnie podobny sposób licencjonowania dotyczyć będzie przyszłych systemów 5G. Z kolei systemy nielicencjonowane można podzielić na systemy krótkiego zasięgu pracujące w zakresach częstotliwości 2,4 GHz i 5 GHz (np. WiFi, Bluetooth, ZigBee) oraz systemy dużego zasięgu na częstotliwościach dopuszczonych do użytku nielicencjonowanego (poniżej 1 GHz), np. wąskopasmowe i ultra-wąskopasmowe (UNB np. Lora, Sigfox) 868 MHz, 433 MHz. Osobną kategorią są systemy ultra-szerokopasmowe (UWB), które pracują na krótkich dystansach (np. max. kilkaset m) w szerokim zakresie częstotliwości poniżej poziomu szumów, tak, że nie wprowadzają zakłóceń do innych licencjonowanych systemów współużytkujących dany zakres częstotliwości.

Przykładowo, w systemach RFID wykorzystywane są częstotliwości przedstawione w tabeli 5.2.

Tabl. 5.2. Zakresy częstotliwości pracy RFID i odpowiadające im zasięgi odczytu etykiet [19, 85]

Zakres częstotliwości	Częstotliwość	Zasięg etykiet pasywnych
LF	120-140 kHz	10-20 cm
HF	13,56 MHz	10-20 cm
UHF	433MHz, 860-956 MHz, 2,45 GHz	3 m
UWB	3,1-10,6 GHz	10 m

Można oceniać, że w związku z gwałtownym wzrostem zapotrzebowania na transmisje bezprzewodowe, w najbliższym czasie nastąpi rozwój systemów wykorzystujących normy 3GPP zorientowane na rozwój sieci 5G (tj. LTE, LTE-A, LTE-NB). W tym celu wykorzystywane będą aktualne pasma radiowe operatorów komórkowych (tj. 800 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz, 2500 MHz) jak i nowe, które zostały przydzielone w ostatnich latach, tj. 700 MHz (694-790 MHz), 1500 MHz (podzakresy 1427 – 1452 MHz i 1492 – 1518 MHz) oraz 3500 MHz (3400-3600 MHz).

W następnej kolejności planowane jest pozyskanie nowych na potrzeby 5G IMT częstotliwości leżących w zakresie powyżej 6 GHz (np. 24 GHz, 34 GHz, 39 GHz, 60 GHz). Związane jest to jednak z licznymi trudnościami, takimi jak konieczność zagęszczania sieci komórkowej (małe zasięgi stacji przy tak wysokich częstotliwościach), problemami z odbiorem wewnątrz budynków (wysokie tłumienie ścian i szyb w zakresie > 6GHz), koniecznością stosowania odpowiednich układów anten nadawczych i odbiorczych. Jednak w przypadku rozwiązań stosowanych w mieście (tj. np.

smart city) zastosowanie przyszłościowych pasm o wysokich częstotliwościach będzie bardzo istotne w rozwoju sieci. Niewielki zasięg transmisji czy też wysoka tłumienność ścian dla częstotliwości powyżej 6 GHz są jednocześnie zaletą, bo pozwalają na zbudowanie (szczególnie w mieście) bardzo wielu małych komórek (np. ograniczonych do pomieszczenia), które nie będą się wzajemnie zakłócać.

W tabeli 5.3 zestawiono zakresy częstotliwości rozważane przez wybrane kraje do wykorzystania na potrzeby systemu 5G. Część z tych zakresów została ustalona podczas prac przygotowawczych poszczególnych administracji do Światowej Konferencji Radiokomunikacyjnej WRC-15 oraz przyszłej WRC-19, w której jeden z punktów Agendy będzie wprost poświęcony analizie możliwości przydziałów nowych zakresów na potrzeby 5G (lub ściślej: systemów IMT – International Mobile Telecommunications).

Tabl. 5.3 Koncepcja przydziału zakresów częstotliwości dla systemu 5G

Kraj	Pasmo częstotliwości
Australia	10-10.6, 21.4-23.6, 25.25-27, 31-31.3, 31.8-33.4, 37-40, 40.5- 47, 50.4-52.6, 59.3076, 81-86 GHz
Chiny	25-30, 40-50, 71-76, 81-86 GHz
Finlandia	8.5-10.6, 13.4-15.2, 15.7-17.3, 19.7-21.2, 24-27.5, 30-31.3, 33.4-36, 37-52.6, 59.3- 76, 81-86, 92-100 GHz
Japonia	14, 28, 40, 48, 70, 80 GHz
Korea	27.5- 29.6, 31.8-33.4, 37-42.5, 45.5- 50.2, 50.4-52.6, 66-74 GHz
Szwecja	5.925-7.025, 7.235-7.25, 7.750-8.025, 10- 10.45, 10.5-10.68, 12.75-13.25, 14.3-15.35, 17.7-19.7, 21.4- 23.6, 24.25-29.5, 31-31.3, 32.3- 33.4, 38-47, 47.2-50.2, 50.4- 52.6, 55.78-76, 81-86 GHz
Wielka Brytania	10.125-10.225 , 10.475- 10.575 , 31.8-33.4 , 40.5-43.5 , 45.5-48.9 , 66-71 GHz.
USA	27.5-29.5 , 37-40.5 , 47.2-50.2, 50.4-52.6 , 59.3-71 GHz

Warto dodać, iż przewiduje się także korzystanie z nielicencjonowanego pasma częstotliwości, co ma być jednym z istotnych elementów sieci 5G, odróżniających ją od systemów np. 2G i 3G.

W przypadku systemów dużych operatorów mamy do czynienia z reguły z dostępem licencjonowanym, który oznacza wyłączny dostęp do danego pasma częstotliwości na terytorium całego kraju. Tego typu licencjonowanie jest kosztowne, ale zapewnia operatorom gwarantowany i niezawodny dostęp do pasma jak również swobodę jego wykorzystywania. Generalnie operatorzy dążą do tego by mieć w swoich zasobach zgromadzony jak największy zapas częstotliwości. Wadą tego rozwiązania jest częściowa nieefektywność wykorzystywania pasma, mimo opłaty za wykorzystywanie pasma na całym obszarze. W wielu miejscach kraju różne fragmenty widma radiowego będące w dyspozycji operatorów komórkowych nie są wykorzystane (np. w pasmach 1800 MHz, 2500 MHz). Wyższe częstotliwości (> 1GHz) nie nadają się zbytnio do budowy sieci poza skupiskami ludzi, stąd pozostają często niewykorzystywane na obszarach wiejskich. Z kolei niskie częstotliwości (< 1GHz) pozwalają na uzyskiwanie dużych zasięgów, więc wykorzystywane są powszechnie na terytorium całego kraju. Dalszy wzrost zasięgu i pojemności sieci 4G i 5G na terenach wiejskich może być realizowany w związku z planowanym zwalnianiem pasma 700 MHz (694-790 MHz) przez telewizję naziemną DVB-T i uruchamianiem w tym paśmie usług 5G takich jak dostęp szerokopasmowy do Internetu, usługi IoT M2M i inne. Proces ten wymaga jednak zmian legislacyjnych związanych ze zmianami koncesji telewizyjnych oraz zmian technicznych w sieciach telewizyjnych i można oczekiwać, że wdrożenie usług 5G w tym zakresie częstotliwości nastąpi ok. roku 2022.

Prowadzone są jednocześnie prace nad dopuszczeniem do komercyjnego użytku nowych technik współużytkowanego dostępu do widma radiowego, np. Dynamic Spectrum Access (DSA), Opportunistic Spectrum Access (OSA), Licensed Shared Access/Authorized Shared Access (LSA/ASA), TV White Space. Niewątpliwie najszybszy rozwój cechować będzie te sieci, które wykorzystywać będą dostęp o bardzo prostych zasadach regulacyjnych (jak WiFi, Bluetooth, ZigBee, U-NB), które nie potrzebują przejścia procesów rezerwacji oraz przydziału widma

częstotliwości radiowych i jego zarządzania a wykorzystują powszechnie dostępne zasoby.

Duży operatorzy będą przechodzić też sukcesywnie do wykorzystywania pasm współużytkowanych (LSA/ASA – License Shared Access/Authorized Shared Access) np. dyskutowanym w Europie w zakresie 2300-2400 MHz. Wykorzystywanie takie polega na współdzieleniu pasma z innymi systemami (tu wojskowymi systemami radarowymi) na zasadzie koegzystencji, współużytkując widmo i zachowując kompatybilność elektromagnetyczną na bazie np. separacji geograficznej. W takiej sytuacji w danym miejscu możliwe wykorzystywanie z reguły tylko części współdzielonego pasma. Należy się jednak liczyć z coraz intensywniejszym dążeniem do uzyskania możliwości współdzielenia pasma z innymi systemami. W przypadku dostępu LSA/ASA operator ma gwarantowany dostęp do pasma (części pasma) i może kontrolować jakość dostępu.

Inną koncepcją jest dostęp do pasm licencjonowanych pierwszej ważności na zasadzie oportunistycznej (OSA - Opportunistic Spectrum Access). W tym przypadku operator ma dostęp do pasma na zasadzie niegwarantowanej (w przypadku pojawienia się użytkownika pierwszej ważności musi zwolnić pasmo). Jednakże w związku z wysoką atrakcyjnością pasm telewizyjnych UHF można oczekiwać również rozwoju tego typu dostępu w pasmach telewizyjnych „sub-700 MHz” (470-694 MHz) w niektórych krajach Europy, jak to ma miejsce w systemach typu TV White Space. Również w przypadku innych pasm obecnie wykorzystywanych przez służby radiowe pozwalające na współdzielenie pasma na zasadzie oportunistycznej można oczekiwać rozwoju tego typu dostępu do sieci. Wydaje się jednak, że dla dużych operatorów najważniejszy pozostanie wyłączny dostęp do części widma radiowego oraz dostęp do pasm nielicencjonowanych.

W przypadku pasm nielicencjonowanych (tj. np. 433 MHz, 868 MHz, 2,4 GHz, 5 GHz) dostęp, po spełnieniu ogólnych warunków technicznych, mają wszyscy użytkownicy. W takiej sytuacji nie można oczekiwać gwarancji wolnego pasma i braku zakłóceń. Pozwala to z jednej strony na masowe wykorzystywanie pasm ISM (zwłaszcza 2,4 GHz i 5 GHz) do celów WiFi, Bluetooth, ZigBee, RFID itp. Ostatnio także trwają także prace nad wykorzystywaniem tych pasm przez sieci LTE (LTE-U). Jednak brak jednak jakichkolwiek ograniczeń co do liczby użytkowników powoduje niekontrolowany

wzrost zakłóceń, częste problemy z łącznością i brak gwarancji zasięgu. Powstaje też ryzyko zakłóceń ze strony LTE-U do innych systemów bezprzewodowych, stąd dostęp dużych operatorów do pasm nielicencjonowanych powinien być dobrze kontrolowany i wymaga prac badawczych nad możliwością i celowością takiego dostępu. O ile operatorzy chętnie będą wykorzystywać *offloading* w sieci WiFi o tyle transmisja LTE-U współużytkująca zakres z sieciami WiFi powinna być rygorystycznie weryfikowana.

Nie możemy bowiem zapominać, że „lada moment” w sieciach WiFi mogą pojawić się tysiące nowych urządzeń internetu rzeczy, którym też należy zapewnić możliwość (niezawodnej) transmisji danych. Realizacja usług mobilnego państwa będzie prowadzona nie tylko przez dużych operatorów komórkowymi, ale przede wszystkim przez mniejszych przedsiębiorców wykorzystujących z reguły dostęp nielicencjonowany (sieci WiFi, Bluetooth, ZigBee, UNB, UWB). Chodzi tutaj przede wszystkim o realizację usługi dostępu do Internetu (w bezprzewodowej sieci lokalnej), zdalny odczyt sensorów, systemy komunikacji krótkiego zasięgu, sieci prywatne, RFID. Niektórzy z mniejszych operatorów mogą też korzystać z pasm licencjonowanych (np. 3,8 GHz i poniżej) w których realizują usługi na ograniczonym licencjonowanym obszarze geograficznym. Interesujące będzie też dla nich wykorzystywanie nowych technik współużytkowanego dostępu do widma radiowego tj. Dynamic Spectrum Access (DSA), Opportunistic Spectrum Access (OSA), Licensed Shared Access/Authorized Shared Access (LSA/ASA), TV White Space, które będą wchodzić w najbliższym czasie do użytku komercyjnego.

Niewątpliwie najszybszy rozwój cechować będzie te sieci, które wykorzystywać będą dostęp o bardzo prostych zasadach regulacyjnych (jak WiFi, Bluetooth, ZigBee, U-NB), które nie potrzebują przejścia procesów rezerwacji i przydziału widma częstotliwości radiowych i jego zarządzania a wykorzystują powszechnie dostępne zasoby. W przypadku jednak masowego uruchamiania urządzeń w pasmach nielicencjonowanych należy oczekiwać istotnego wzrostu zakłóceń interferencyjnych spowodowanych zwiększeniem intensywności wykorzystywania pasma, a także wykorzystywania pasm sąsiednich. Dlatego też trwają obecnie prace nad poszerzeniem zakresu pasma nielicencjonowanego 5 GHz, co może pozwolić na pewne złagodzenie zakłóceń w rozwijających się

sieciach nielicencjonowanych WiFi. W przyszłości konieczne będzie udostępnienie na zasadzie nielicencjonowanej kolejnych pasm radiowych (np. 60 GHz).

Rosnąca intensywność wykorzystywania widma radiowego do celów realizacji usług mobilnego państwa wymagać będzie przeprowadzenia szczegółowych analiz techniczno-regulacyjnych, dalszego porządkowania pasm, warunków wykorzystania częstotliwości oraz szerszego wykorzystywania nowych technik dostępu do ograniczonego widma radiowego.

W kilku krajach Europy (w tym w Polsce) istotną barierą utrudniającą wdrożenie nowoczesnych systemów radiokomunikacyjnych (w tym 5G) może stać się przyjęty w tych krajach bardzo niski dopuszczalny poziom pola elektromagnetycznego w miejscach dostępnych dla ludności. W Polsce limit ten w zakresie częstotliwości wykorzystywanym w sieciach komórkowych wynosi $0,1 \text{ W/m}^2$, podczas gdy w zdecydowanej większości krajów Unii Europejskiej stosuje się limit zgodny z zaleceniami ICNIRP (do 10 W/m^2).

Z tego powodu w Polsce wystąpią wyraźnie gorsze w porównaniu z innymi krajami Europy do wdrożenia systemów piątej generacji (5G). Jak wspomniano wcześniej, istota systemów 5G zasada się na stosowaniu gęsto rozmieszczonych małych stacji bazowych (small cells). Moc takich stacji jest znacznie mniejsza w porównaniu z klasycznymi stacjami bazowymi, ale dla spełnienia swej funkcji powinny być lokalizowane w bliskiej odległości od użytkownika, na przykład na ulicy, na przystankach komunikacji miejskiej, na latarniach, w pokrywach studzienek kanalizacyjnych.

Zakłada się więc, że możliwe jest krótkookresowe przebywanie ludzi w bezpośrednim sąsiedztwie stacji. W takim przypadku – pomimo małej mocy stacji – będą miejsca „dostępne dla ludności”, w których poziom byłby większy, niż aktualny polski limit ($0,1 \text{ W/m}^2$). Taki stan rzeczy oznacza, że rozwiązania 5G, które z powodzeniem i na szeroką skalę będą stosowane w innych krajach UE – w naszym kraju będą niedostępne.

Należałoby zatem zweryfikować obecne krajowe podejście do limitu pola elektromagnetycznego, w szczególności poddać naukowej analizie zasadność przyjętej arbitralnie wartości $0,1 \text{ W/m}^2$. Warto także rozważyć rozróżnienie obszarów długo- i krótkookresowego przebywania ludzi i w tej drugiej strefie dopuścić odpowiednio wyższe limity (oczywiście nieprzekraczające zaleceń ICNIRP).

4.2. Uwierzytelnianie i identyfikacja z wykorzystaniem technik mobilnych

Obok usług związanych z transmisją i wyborem odpowiedniej dla danej usługi techniki mobilnej, duże znaczenie ma identyfikacja rzeczy i uwierzytelnianie użytkowników. Wymóg poprawnego rozpoznania użytkownika nabiera szczególnego znaczenia w przypadku mobilności, charakteryzującej się brakiem stacjonarnego połączenia użytkownika do medium transmisyjnego.

Oprócz usług związanych z transmisją i wyborem najważniejszej dla danej usługi techniki mobilnej, duże znaczenie ma identyfikacja rzeczy i uwierzytelnianie użytkowników. Przy mobilności, która charakteryzuje się brakiem sztywnego (stacjonarnego) połączenia użytkownika „kablem” do medium transmisyjnego, gdzie cała transmisja odbywa się w powietrzu, wymóg poprawnego rozpoznania użytkownika nabiera bardzo dużego znaczenia. W kontekście rozwoju wspomnianego wcześniej IoT, istotne jest także dobre *otagowanie*, czy też: *oznaczenie* obiektów. Powszechnie role te spełniają dwie opisane w dalszej części raportu usługi: Mobile Connect GSMA i technika RFID.

Uwierzytelnianie użytkowników- Mobile Connect GSMA

Mobile Connect [63, 64], usługa opracowana przez GSMA²², jest wygodną alternatywą dla hasła, oferując ochronę i prywatność danych swoich klientów. Charakteryzuje się przede wszystkim łatwością w użyciu – w tym rozwiązaniu to telefon komórkowy służy do procesu uwierzytelnienia, a nie hasło. Usługa ta oferuje także ochronę prywatności oraz zmniejszenie ryzyka włamania się na nasze konto. Można powiedzieć, iż usługa ta może być wykorzystywana jako rodzaj cyfrowego, elektronicznego dowodu osobistego, czy też dowolnego innego dokumentu identyfikującego obywatela. W efekcie możliwe jest za jej pomocą załatwienie spraw administracyjnych dostępnych przez Internet.

Mobile Connect jest usługą świadczoną przez operatorów sieci komórkowych. Aktualnie działa już w

ponad 20 państwach na świecie, m. in. w Szwajcarii, Hiszpanii, Francji, Egipcie, Turcji, Chinach czy Indiach. W wielu innych krajach operatorzy planują ją wdrożyć, obecnie w Polsce uruchomienie Mobile Connect jest planowane przez Orange i T-Mobile.

Identyfikacja użytkownika w Mobile Connect dokonywana jest przez operatorów sieci komórkowych, GSMA dostarcza interfejsu API (Application Programming Interface) pośredniczący między użytkownikiem, a operatorem, na który składa się Discovery API oraz Mobile Connect API. Discovery API bierze udział w pierwszym etapie uwierzytelnienia i dokonuje identyfikacji operatora. Mobile Connect API odpowiada za właściwy proces autoryzacji i zwraca informację o tożsamości użytkownika.

Komunikacja między aplikacją lub stroną internetową (czyli dostawcą usługi) a interfejsem Mobile Connect odbywa się za pośrednictwem protokołu HTTP/REST (metod GET i POST). Aby ułatwić deweloperom integrację usługi Mobile Connect z aplikacjami i stronami internetowymi, GSMA udostępnia SDK (Software Development Kit) dla niektórych środowisk. Obecnie dostępne są SDK dla deweloperów Android, iOS, Java, PHP. Są one rozpowszechniane jako otwarte oprogramowanie. W przypadku innych języków programowania i środowisk stosowanie Mobile Connect wymaga korzystania z uniwersalnego protokołu HTTP/REST [63,64].

Korzystanie z usługi Mobile Connect, wymaga utworzenia przez użytkownika konta. Po rejestracji może stosować Mobile Connect na każdej stronie/aplikacji (o ile jej autor umieścił taką opcję logowania) jako sposób identyfikacji swojej tożsamości klikając w logo usługi. W zależności od stopnia uwierzytelnienia wymaganego przez aplikację, proces uwierzytelnienia:

- przebiega w tle (jest wykonywane przez sieć komórkową),

²²Grupa GSMA (GSM Association) reprezentuje interesy operatorów telefonii komórkowej na całym świecie, obejmując swym zasięgiem więcej niż 220 krajów i zrzeszając blisko 800 operatorów.

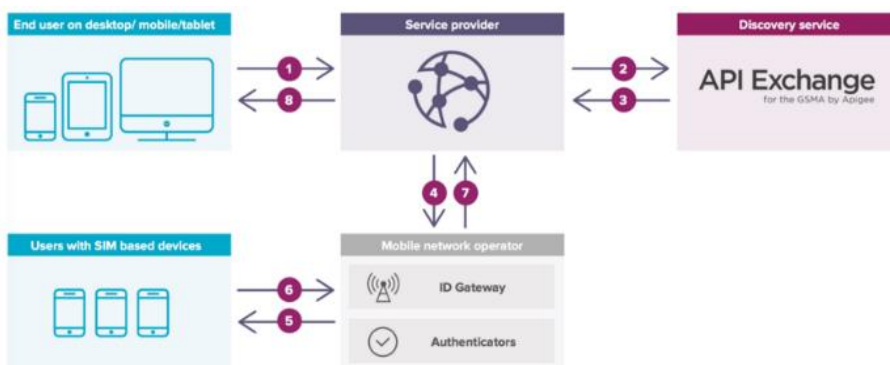
- wymaga potwierdzenia przez użytkownika lub podania dodatkowej informacji, np. kodu PIN.

różnych urządzeniach (telefon komórkowy, tablet, komputer) [62,84].

Użytkownik posiadający konto Mobile Connect może korzystać z usługi uwierzytelniania za pomocą telefonu komórkowego w dowolnej aplikacji dostępnej na

Na rys. 5.5. zaprezentowano schemat procesu uwierzytelniania oraz krótki opis poszczególnych kroków.

a)



b)

- 1 Użytkownik klika na przycisk w celu uzyskania dostępu
- 2 Dostawca usług wysyła zapytanie do operatora użytkownika końcowego poprzez serwis uwierzytelniający
- 3 Operator użytkownika końcowego jest identyfikowany poprzez serwis uwierzytelniający
- 4 Dostawca usług wysyła zapytanie uwierzytelniające używając OpenID z profilu Mobile Connect
- 5 Operator za pomocą klucza uwierzytelniającego potwierdza zapytanie
- 6 Użytkownik końcowy przechodzi przez kolejne kroki instrukcji, aby uruchomić uwierzytelnianie
- 7 PCR identyfikuje użytkownika końcowego
- 8 Dostęp przyznany

Rys.5.5. Przebieg autoryzacji: a) Schemat blokowy systemu, b) Opis poszczególnych kroków uwierzytelniania

Źródło: [62]

Gdy użytkownik loguje się do aplikacji, pierwszym etapem uwierzytelniania jest identyfikacja operatora, z którego usług korzysta użytkownik. W tym celu dostawca usługi (aplikacji bądź strony internetowej) generuje żądanie do Discovery API. O ile jest to możliwe, proces identyfikacji operatora działa w tle, może jednak wymagać od użytkownika podania swojego numeru telefonu.

Discovery API określa kod operatora MNC (ang. Mobile Network Code), kod kraju MCC (ang. Mobile Country Code) oraz dodatkowe informacje potrzebne do autoryzacji użytkownika i zwraca je do aplikacji. Następnie z poziomu aplikacji/strony wywoływane jest Mobile Connect API. Mobile Connect API odpowiada

za autoryzację użytkownika. Jest ono oparte na OpenID Connect²³, ale wykorzystuje inne dane do identyfikacji. W OpenID Connect istnieje usługa IDP (Identity Provider), która do autoryzacji wymaga loginu i hasła, natomiast Mobile Connect API wykorzystuje w tym celu numer telefonu i dostęp do urządzenia. Autoryzacja odbywa się za pośrednictwem operatora i sieci komórkowej.

²³OpenID Connect jest protokołem uwierzytelniania użytkowników w wielu usługach webowych i aplikacjach przy pomocy jednego konta OpenID [http://openid.net/]

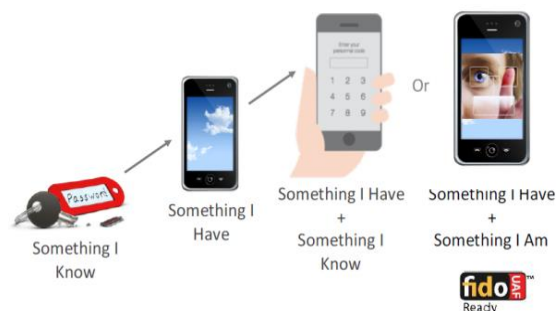
Proces autoryzacji zwraca do aplikacji numer PCR (Pseudonymous Customer Reference), który jednoznacznie identyfikuje każdego użytkownika danej aplikacji. PCR jest unikalny dla każdego użytkownika i aplikacji, innymi słowy, dany użytkownik jest identyfikowany przez inny numer PCR w każdej aplikacji. PCR stanowi zabezpieczenie prywatności użytkownika przez ochronę jego danych. Dzięki stosowaniu PCR, dane osobowe użytkowników nie są udostępniane dostawcom usług (aplikacjom) bez ich zgody [62].

W standardzie ISO/IEC 29115 zdefiniowano 4 poziomy zaufania środków identyfikacji elektronicznej (ang. Level of Assurance):

- LoA1 – podstawowy poziom zaufania, stosowany gdy ryzyko związane z błędną autoryzacją jest znikome; w Mobile Connect poziom nie jest stosowany.
- LoA2 – drugi poziom zaufania, wymaga od użytkownika potwierdzenia, że jest w posiadaniu urządzenia mobilnego. Może się to odbywać przez wiadomość SMS, USSD lub za pośrednictwem SAT (SIM Application Toolkit). Jeżeli urządzenie jest połączone z mobilną siecią danych, może nie być konieczne potwierdzenie użytkownika, autoryzacja jest wykonywana automatycznie przez sieć.
- LoA3 – trzeci poziom zaufania, wymaga, aby użytkownik w odpowiedzi na wiadomość podał kod PIN ustalony wcześniej między obiema stronami. Jest to najsilniejszy stopień zabezpieczenia stosowany w Mobile Connect. Autoryzacja wykorzystuje wiadomość SMS, USSD lub SAT.
- LoA4 – czwarty poziom zaufania, wymaga personalnego potwierdzenia tożsamości, obecnie ten poziom nie jest zaimplementowany w Mobile Connect API. [63]

W usłudze Mobile Connect GSMA wykorzystywać można technikę FIDO (ang. Fast Identity Online) przeznaczona jest do autoryzacji użytkownika na podstawie jego danych biometrycznych. Technika ta znalazła zastosowanie w usłudze Mobile Connect. Zarówno FIDO jak i Mobile Connect są rozwiązaniami tego samego problemu – łatwiejsze i bezpieczniejsze uwierzytelnianie w Internecie. Wspólnie wykorzystują one telefon komórkowy do osiągnięcia tego celu.

Podczas gdy Mobile Connect wykorzystuje istniejące już usługi MNO (Mobile Network Operator) do uwierzytelniania (SMS, USSD, SIM Toolkit), FIDO wykorzystuje lokalne uwierzytelnienie, którym jest samo urządzenie – telefon komórkowy. Według koncepcji FIDO, hasło jest 'czymś co znamy', telefon komórkowy jest 'czymś co mamy' – połączenie hasła i telefonu może więc zapewnić nam autoryzację. Natomiast technika FIDO wykorzystuje jeszcze trzeci czynnik – 'to kim jestem'. Połączenie tego czynnika wraz z telefonem pozwala na uwierzytelnienie bez potrzeby znajomości hasła. Koncepcja ta została przedstawiona na rysunku poniżej (Rys. 5.6). Technika FIDO została opracowana w 2012 roku w celu rozwiązania problemu silnego uwierzytelniania, bez potrzeby pamiętania przez użytkowników wielu haseł [62].



Rys. 5.6.. Koncepcja techniki FIDO

Źródło: [62]

Protokoły FIDO: UAF (ang. Universal Authentication Framework) oraz U2F (ang. Universal Second Factor) oparte są na kryptografii klucza publicznego i są silnie odporne na phishing. Protokół UAF jest wariantem, w którym nie trzeba podawać hasła w celu autoryzacji. W tym przypadku użytkownik wybiera sobie mechanizm uwierzytelnienia: przesunięcie palcem, spojrzenie w kamerę, mówienie do mikrofonu, wprowadzenie kodu PIN, itp. Po rejestracji użytkownik powtarza procedurę autoryzacji tyle razy, ilekroć wymagane jest uwierzytelnienie do danej usługi. UAF pozwala także na łączenie wielu mechanizmów uwierzytelnienia, np. odcisk palca + PIN.

Protokół U2F jest wariantem, w którym do zwiększenia bezpieczeństwa używa się drugiego silnego czynnika do logowania użytkownika. Użytkownik loguje się przy użyciu nazwy użytkownika oraz podania hasła. Usługa może również poprosić o podanie drugiego urządzenia

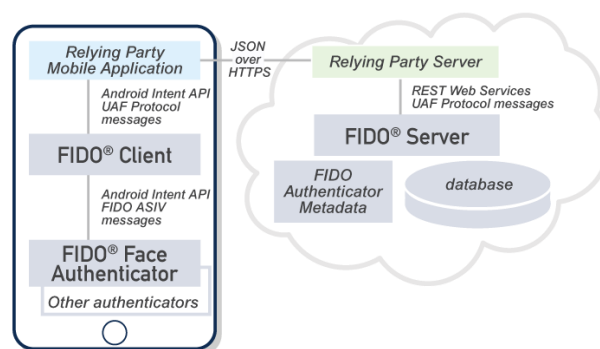
w celu autoryzacji (np. naciśnięcie przycisku na urządzeniu USB) [78].

W procesie uwierzytelnienia FIDO wykorzystuje mechanizm *challenge/response*, używając podpisów cyfrowych. Użytkownik musi najpierw uzyskać dostęp do wybranej aplikacji lub strony internetowej i ukończyć proces rejestracji przed użyciem FIDO. Podczas rejestracji użytkownik przekazuje swoje dane biometryczne oraz PIN. Dla każdego udanego przekazania danych biometrycznych/PIN-u powstaje para kluczy publicznych. Klucz publiczny jest zachowany na urządzeniu klienta w kryptograficznym magazynie kluczy. Klucz publiczny przesyłany jest do serwera i zostaje zapisany pod danym ID użytkownika. Podczas logowania klient przesyła swoje dane biometryczne oraz PIN. Jeżeli dane są prawidłowe, to następuje odblokowanie klucza prywatnego, który przechowywany jest w magazynie kluczy. Klient podpisuje się za pomocą klucza prywatnego, który następnie przesyłany jest do serwera. Serwer weryfikuje podpis przy użyciu klucza publicznego, który otrzymał podczas rejestracji. Po pomyślnej weryfikacji użytkownik może zalogować się [20].

Autoryzacja w technice FIDO wykorzystuje mechanizm, który pozwala użytkownikowi zalogować się do aplikacji, wykorzystując swoją twarz do uwierzytelnienia. Wykrywanie twarzy możliwe jest dzięki elementom pasywnym oraz aktywnej interakcji z użytkownikiem (mrugnięcie oka). Za każdym razem, gdy użytkownik loguje się do aplikacji mobilnej z wykorzystaniem FIDO, jego twarz podlega biometrycznej weryfikacji (porównanie z szablonem przechowywanym na urządzeniu). Po poprawnym zweryfikowaniu, klucz prywatny zostaje odblokowany, a podpis zostaje wysłany do serwera. Serwer sprawdza podpis używając klucza publicznego, umożliwiając w ten sposób zrealizowanie procesu logowania. Usługa detekcji twarzy zaimplementowana jest w formie prostej aplikacji, zainstalowanej na urządzeniu mobilnym.

Warstwa klienta jest warstwą, która ma za zadanie powiązać warstwę autoryzacji z warstwą aplikacji. Do głównych funkcji tej warstwy należą: kategoryzacja danych (twarz, palec, tęczówka), obróbka i oznaczenie tych danych oraz pomiary i raportowanie metryk jakości obrazu. Warstwa serwera FIDO odpowiedzialna jest za utrzymanie poprawnej polityki logowania, zarządzanie kluczami publicznymi oraz weryfikację podpisów utworzonych na urządzeniu mobilnym.

Serwer FIDO świadczy usługi takie jak: rejestracja, logowanie oraz wyrejestrowanie [20]. Ogólny schemat autoryzacji za pomocą techniki FIDO został przedstawiony poniżej (rys. 5.7):



Rys. 5.7. Schemat autoryzacji za pomocą techniki FIDO

Źródło: [20]

Identyfikacja obiektów z wykorzystaniem RFID

Jednym z rozwiązań, które znajdują szerokie zastosowanie w usługach mobilnego państwa jest dojrzała już technologia RFID. RFID (ang. Radio Frequency Identification) to technika służąca zdalnej identyfikacji obiektów z wykorzystaniem fal radiowych.

Rozwiązania RFID znalazły szerokie zastosowanie w wielu dziedzinach: w transporcie, logistyce, medycynie, sporcie, bankowości, przemyśle odzieżowym. Jednym z bardziej powszechnych zastosowań RFID są systemy kontroli dostępu i rejestracji czasu pracy, przy okazji rejestrujące kto i kiedy otwiera drzwi, oferując tym samym możliwość ustawiania uprawnień dostępu do poszczególnych pomieszczeń [10]. Rozwiązania RFID są wykorzystywane w systemach płatności w bankowości (karty bezstykowe), w systemie Viatoll działającym w Polsce na niektórych drogach krajowych oraz odcinkach autostrad.

W większości krajów w Europie (również w Polsce) funkcjonują paszporty biometryczne. Dokument taki posiada wklejony w okładkę chip RFID, w którego pamięci zapisane są informacje wydrukowane na paszporcie razem z danymi biometrycznymi, czyli zdjęciem cyfrowym i/lub odciskami palców). Paszporty biometryczne mogą ułatwiać i usprawnić obsługę pasażerów oraz, dzięki możliwości porównania danych wydrukowanych na paszporcie i zapisanych w pamięci chipu, ograniczać przestępstwa związane z

falszerstwem dokumentów i kradzieżą tożsamości.

[38]

W medycynie pojawiły się pomysły wykorzystania technologii RFID w urządzeniach wydających leki pacjentom – urządzenie zawiera wbudowany czytnik, podczas gdy pacjenci muszą być wyposażeni w swoje tagi, żeby móc pobrać przeznaczone im leki. Takie rozwiązanie ma zapobiec pomyłkom w podawaniu niewłaściwych leków [53]. Inne zastosowania RFID to m.in. systemy kontroli czasów na zawodach sportowych [38] oraz systemy lokalizacji obiektów wewnątrz budynków, znakowania towarów (np. przesyłek pocztowych czy dokumentów) i zarządzania łańcuchem dostaw (np. w sieci sklepów Wal-Mart). [54, 83]

Zastosowania RFID są wciąż rozwijane i rozpowszechniane. Pojawiły się pomysły wykorzystania technologii RFID w systemach wspomagających ewakuację ludności po katastrofach [84] oraz w usługach bankowych, np. w usprawnieniu procesu udzielania kredytów [62]. W [62] wspomniano również o możliwości wykorzystania RFID w ułatwieniu dostępu do usług administracji publicznej osobom niepełnosprawnym, np. niewidomym. Aktualnie podobne rozwiązanie oparte na komunikacji z Beaconami – Virtualna Warszawa - jest testowane w stolicy Polski. Virtualna Warszawa to aplikacja, której celem jest m.in. pomoc osobom niepełnosprawnym w poruszaniu się w urzędach przez możliwość pobierania numerków oraz nawigację i wskazywanie drogi do poszczególnych pomieszczeń. Aktualnie można ją testować w czterech miejscach w Warszawie, m.in. w Stołecznym Centrum Osób Niepełnosprawnych [62].

W skład systemu identyfikacji RFID wchodzi:

- znacznik (etykieta) RFID (tag), który jest rozpoznawany przez czytnik przez wysyłanie swojego identyfikatora drogą radiową; znaczniki mogą być zintegrowane z sensorami i wysyłać również zmierzoną przez sensor wartość,

- czytnik znaczników – urządzenie, którego zadaniem jest pobudzenie znacznika i odebranie fali radiowej wysyłanej przez znacznik oraz odczyt informacji przez nią przenoszonych,
- serwer z bazą danych zawierającą informacje o obiektach identyfikowanych przez poszczególne etykiety (znaczniki). [19, 71]

Istotną cechą etykiety RFID jest przechowywanie informacji (zwykle o obiekcie, do którego jest przyczepiona) oraz możliwość jej bezprzewodowego odczytu oraz zapisu.

Ciągły rozwój technologii umożliwia przechowywanie w pamięci etykiet coraz większych ilości danych, nie tylko pojedynczego identyfikatora. Często stosuje się znaczniki z możliwością jednokrotnego zapisu i wielokrotnego odczytu, co wyklucza nieuprawnioną modyfikację danych. Wymiana informacji między znacznikiem a czytnikiem pozwala na jednoznaczną identyfikację obiektu, do którego przyczepiony jest znacznik. Ponadto, RFID oferuje możliwość jednoczesnego odczytu wielu znaczników znajdujących się w zasięgu czytnika, również przy braku bezpośredniej widoczności etykiety i czytnika. Inne cechy rozwiązania, takie jak zasięg oraz liczba etykiet rozpoznawanych jednocześnie, zależą od rodzaju wykorzystanych znaczników.

Znaczniki RFID są istotnym elementem nowych rozwiązań wprowadzanych w przemyśle, rolnictwie, a także innych segmentach gospodarki. Są istotnym elementem mobilnego państwa.

RFID stosuje się powszechnie w handlu (np. zabezpieczenie produktów w sklepach), spedycji (np. oznaczanie przesyłek), bankowości (np. karty bezstykowe), biznesie (np. systemy kontroli dostępu), przemyśle (np. oznaczanie narzędzi).

4.3. Wyzwania bezpieczeństwa i prywatności w usługach mobilnych

Gwałtowny rozwój usług mobilnych z wykorzystaniem urządzeń personalnych, takich jak smartfony, powoduje powstanie poważnych wyzwań związanych z bezpieczeństwem użytkownika końcowego. Do takich wyzwań należą wszelkiego rodzaju braki w regulacjach związanych z ochroną danych osobowych i przetwarzaniem danych (np. przez deweloperów aplikacji mobilnych).

Z uwagi na specyfikę środowiska usług mobilnych pojawiają się inne, dodatkowe zagrożenia w stosunku do tych, które są znane dla systemów teleinformatycznych i usług informatycznych świadczonych w układach statycznych (niezmienny system informatyczny użytkownika końcowego, zdefiniowani i niezmienni dostawcy usług transmisji danych, zdefiniowany i niezmienny kanał komunikacji).

Ta specyfika polega na:

- 1) użyciu, jako systemu informatycznego użytkownika końcowego usługi, urządzenia mobilnego, czyli wielofunkcyjnego podręcznego komputera,
- 2) dynamicznie zmieniającym się środowisku funkcjonowania urządzenia mobilnego, którego użytkownik łączy się z dostawcą treści dla usługi mobilnej za pośrednictwem wielu stron trzecich (co wynika z geograficznego przemieszczania się użytkownika) lub wielu kanałów komunikacji (co wynika z możliwości komunikacyjnych urządzenia mobilnego).

W związku z tym, nowymi źródłami zagrożeń i wyzwaniami dla bezpieczeństwa i prywatności użytkownika stają się:

- samo urządzenie mobilne, a w szczególności aplikacja mobilna realizująca usługę mobilną dla użytkownika końcowego, ale także inne aplikacje instalowane na urządzeniu,
- sam użytkownik tego urządzenia,
- środowisko, w którym pojawia się użytkownik i rozpoczyna używanie swego urządzenia mobilnego,
- otoczenie i uwarunkowania prawne świadczenia usług mobilnych.

Te źródła zagrożeń – pośrednio lub bezpośrednio - są związane z użytkownikiem końcowym usługi mobilnej i z tego punktu widzenia zostaną omówione w dalszej części opracowania.

Bezpieczeństwo z punktu widzenia użytkownika końcowego usługi mobilnej

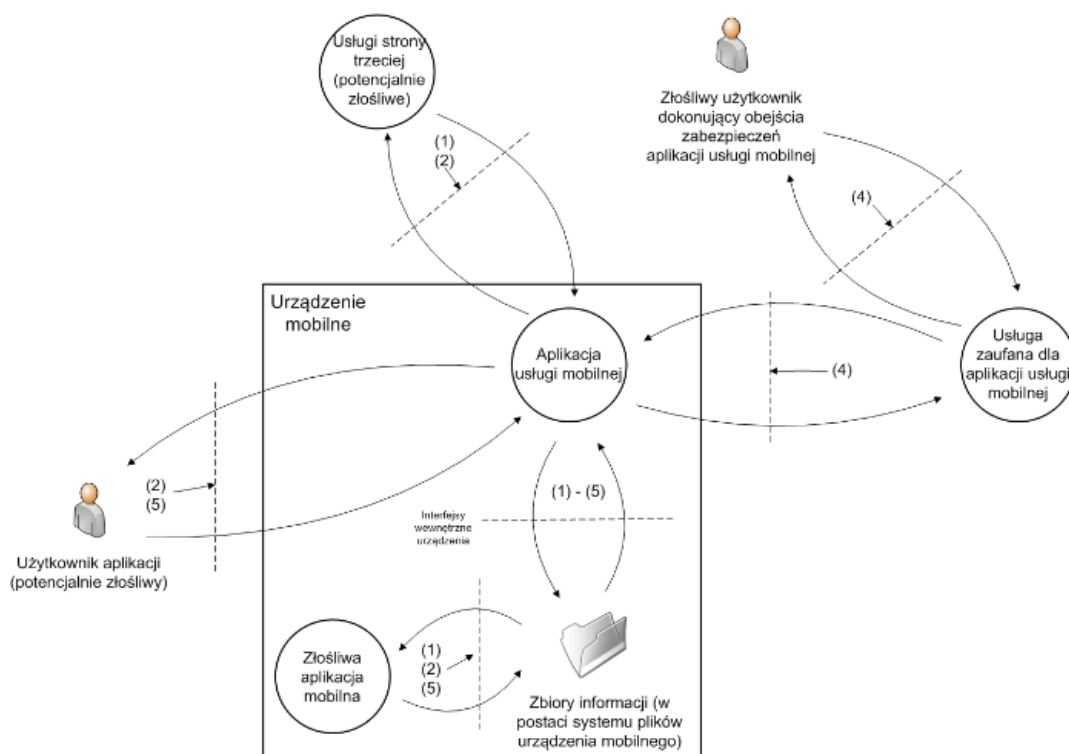
Opis modelu zagrożeń

1. Wielofunkcyjność współczesnego urządzenia mobilnego, np. smartfona powoduje, że urządzenie to ma możliwość komunikowania się za pośrednictwem wielu rodzajów kanałów transmisji danych, takich jak GSM, Wi-fi, Bluetooth, oraz może wprowadzać dane lokalnie w różnej postaci. To z kolei skutkuje istnieniem wielu punktów wejścia, takich jak interfejsy komunikacji bezprzewodowej, SMS, kanał audio (słuchawkowy), NFC i wiele innych, w zależności od rodzaju urządzenia. Każda z funkcji tego typu jest wyposażona w interfejs programowy do systemu operacyjnego oraz systemu plików urządzenia mobilnego. Dostawcy urządzeń oraz aplikacji mobilnych powinni rozważać zagrożenia ze strony złośliwego oprogramowania instalowanego za pośrednictwem innego kanału komunikacyjnego niż przewidziano w danej usłudze mobilnej.
2. Urządzenie mobilne korzysta z dostawców sieci, których nie można nazwać bezpiecznymi czy zaufanymi, łącząc się do dostawcy treści usługi mobilnej: z hotelowej sieci LAN, hot-spotu wi-fi funkcjonującego w miejscu publicznym, czy korzystając z publicznych usług operatora telefonii komórkowej. Dostawcy aplikacji mobilnych powinni zatem brać pod uwagę zagrożenia wychodzące z

- takich środowisk (ataki polegające na instalowaniu złośliwego oprogramowania i kradzieży lub zniszczenia wrażliwych danych).
3. Użytkownik urządzenia mobilnego korzysta z wielu dostawców usług i aplikacji, nieraz pochodzących z niesprawdzonych źródeł. Zainstalowana złośliwa aplikacja może korzystać ze wspólnych zasobów lub przejmować w sposób nieuprawniony zasoby i uprawnienia aplikacji usługi mobilnej.
 4. Użytkownik urządzenia mobilnego może być też narażony na ataki pośrednie, przez aplikację lub usługę zaufaną (tzw. ataki obejściowe). Celem pierwotnego ataku nie jest urządzenie mobilne, ale usługa zaufana aplikacji usługi mobilnej.

5. Urządzenia mobilne przenoszą się z użytkownikiem, co zwiększa ryzyko utraty urządzenia w trakcie przemieszczania się – zagubienia lub kradzieży. Urządzenie, które znalazło się w obcych rękach, stwarza ryzyko ujawnienia wrażliwych danych, czy to wprost z systemu plików, czy przez zastosowanie technik odzyskiwania danych z pamięci podręcznej, czasowych magazynów typu cache.

Na rysunku 5.8. przedstawiono ogólny model zagrożeń dla usługi mobilnej z perspektywy jej użytkownika końcowego. Numery na rysunku odnoszą się do opisanych powyżej kategorii. Z modelu wynika, że ataki na urządzenie mobilne w istocie polegają na przełamaniu zabezpieczeń: wbudowanych urządzenia (niskopoziomowych oraz systemu operacyjnego) lub zabezpieczeń aplikacji mobilnych.



Rys. 5.8. Model zagrożeń dla usługi mobilnej z perspektywy użytkownika końcowego

Źródło: Opracowanie własne

Charakterystyka najczęściej występujących słabości aplikacji mobilnych

Możliwości urzeczywistnienia się wyżej opisanych zagrożeń wynikają ze słabości środowiska urządzenia mobilnego lub samej aplikacji mobilnej.

Najbardziej znaną organizacją specjalizującą się w analizach dotyczących bezpieczeństwa aplikacji jest OWASP [51]. OWASP od wielu lat publikuje ranking najpoważniejszych słabości aplikacji, a od 2011 roku – w ramach inicjatywy pod nazwą Mobile Security Project [51] - utworzyła także oddzielne listy dla aplikacji mobilnych. Listy są uszeregowane z punktu

widzenia ryzyka, przy uwzględnieniu skali potencjalnych konsekwencji., jakie może spowodować wykorzystanie wskazanej słabości. Zgodnie z rankingiem 2014, do 10 najpoważniejszych słabości należą (opis kategorii przytoczony za [9]):

M1. Słabość zabezpieczeń po stronie serwera – jest to scenariusz, w którym ryzyka naruszenia bezpieczeństwa danych są zwykle oszacowane jako najpoważniejsze, ponieważ konsekwencje mogą dotyczyć wszystkich lub dużej liczby użytkowników końcowych. Zaliczenie tego zagrożenia do kategorii aplikacji mobilnych jest kontrowersyjne, jako że nie dotyczy środowiska urządzenia mobilnego. Jak jednak zaznaczono we wstępie rozdziału, tego typu zagrożenia są dobrze znane i opisane w literaturze, zatem na tym etapie analizy wyłącza się je z rozważań.

M2. Niedostatki zabezpieczenia przechowywanych danych - dotyczy to słabości zabezpieczenia urządzenia mobilnego, powodujące łatwy dostęp do danych, przechowywanych w postaci otwartej lub trywialnie zabezpieczonych. Ujawnienie wrażliwych danych może spowodować poważne konsekwencje, takie jak kradzież tożsamości, czy straty wizerunkowe. W tej kategorii są zwykle analizowane potencjalne ujawnienia danych wynikające z łatwości fizycznego dostępu do danych.

M3. Niedostateczne zabezpieczenie protokołu warstwy transportowej – ta słabość jest związana z ochroną ruchu sieciowego i także nie dotyczy bezpośrednio samego urządzenia mobilnego. Jest ona analizowana w scenariuszach, zarówno kiedy sesje komunikacyjne nie są szyfrowane, jak i wtedy gdy są szyfrowane, jednakże protokół komunikacyjny nie został poprawnie wdrożony, np. gdy weryfikacja certyfikatów jest niedostateczna, lub stosowane algorytmy kryptograficzne są łatwe do złamania. Słabości tego typu mogą zostać wykorzystane przez atakującego w sposób zdalny, bez potrzeby fizycznego dostępu do urządzenia mobilnego.

M4. Nieumyślny wyciek danych – problem tego typu objawia się w przypadku, gdy deweloper umieszcza, w nieodwracalny sposób, dane wrażliwe w miejscu łatwo dostępnym dla innych aplikacji. Często taki błąd popełniają deweloperzy, których wiedza o systemie operacyjnym, a w szczególności o metodach przechowywania danych w systemie jest niewystarczająca. Najbardziej popularne jest pozostawianie po zamknięciu aplikacji

niewyczyszczonych pamięci podręcznych, obrazów systemów oraz logów aplikacji.

M5. Niedostatki uwierzytelnienia i autoryzacji – słabości tego typu pojawiać się mogą, i po stronie serwera, i po stronie aplikacji mobilnej. Rozwiązanie w postaci lokalnej autoryzacji do aplikacji mobilnej są dość powszechnym rozwiązaniem, w szczególności gdy na urządzeniu są przechowywane dane wrażliwe, do których należy zapewnić dostęp off-line. Słabość mechanizmów uwierzytelnienia i autoryzacji może pozwolić na dostęp do aplikacji w ogóle ich nie wykorzystując .

M6. Przełamanie kryptografii – Mechanizmy kryptograficzne są użyteczne w wypadku konieczności przechowywania na urządzeniu danych wrażliwych. Niepoprawne wdrożenie mechanizmu kryptograficznego pozwala atakującemu na zastosowanie wielu znanych metod kryptoanalizy, zob. np. [61]. Często przyczyną przełamania mechanizmu kryptograficznego jest niepoprawne wdrożenie mechanizmów zarządzania kluczami kryptograficznymi np. zapisanie kopii klucza w aplikacji, wykorzystywanie kluczy statycznych lub trywialna metoda wyprowadzenia klucza z urządzenia, jak to można było zrobić w starszych wersjach systemu operacyjnego Android w odniesieniu do identyfikatora urządzenia.

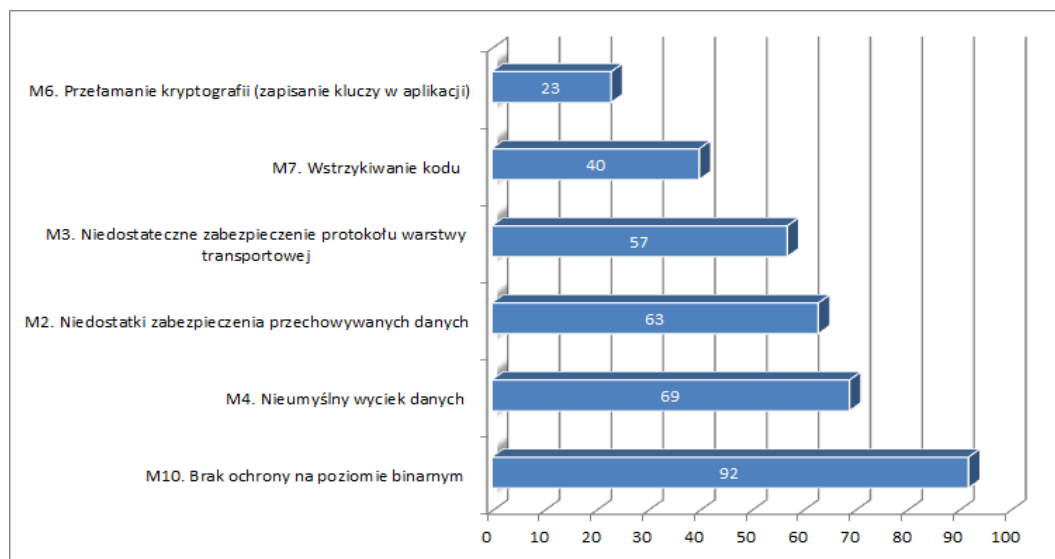
M7. Wstrzykiwanie kodu – ataki polegające na wstrzykiwaniu kodu zdarzają się w sytuacjach, gdy aplikacja akceptuje dane wejściowe z niezaufanego źródła: to może być wewnętrzny przepływ danych, np. z innej aplikacji zainstalowanej na urządzeniu mobilnym, lub zewnętrzny – np. komponentu znajdującego się po stronie serwera.

M8. Decyzje odnoszące się do bezpieczeństwa na podstawie niezaufanego danych wejściowych – w większości przypadków słabość ta jest związana z wykorzystaniem mechanizmu IPC (Inter-Process Communication). Przykładowo, może to być stosowanie tego samego tokena sesyjnego zawierającego dane uwierzytelnienia z jednej aplikacji, także winnych aplikacjach, zainstalowanych na urządzeniu mobilnym co następuje właśnie dzięki IPC. W wypadku, gdy na urządzeniu znajduje się złośliwe oprogramowanie umożliwiające odzyskanie tokena sesyjnego, następuje przejęcie wszystkich sesji użytkownika zabezpieczonych danym tokenem.

M9. Niepoprawna obsługa sesji – sesja jest podstawowym mechanizmem realizacji usługi

mobilnej, który zapewnia utrzymanie bezstanowych protokołów, takich jak HTTP lub SOAP. Mechanizm przełamania tego zabezpieczenia jest analogiczny, jak w wypadku aplikacji webowej. Atakujący poszukuje danych pozostałych po obsłudze wylogowania użytkownika, zapisanych w schowku haseł, pytań przypominających użytkownikowi jego hasło lub umożliwiających przejście do procedury resetu hasła, itp.

M10. Brak ochrony na poziomie binarnym – deweloper może wprowadzić specjalne zabezpieczenia w kodzie binarnym, które znacznie utrudniają techniki ataku polegające na analizie, inżynierii odwrotnej lub modyfikacji kodu binarnego aplikacji. Ich brak jest zwykle rezultatem niedostatecznej wiedzy dewelopera.



Rys. 5.9. Procent aplikacji mobilnych zawierających błędy i słabości bezpieczeństwa, zgodnie z systematyką OWASP, w stosunku do wszystkich badanych aplikacji

Źródło: [9]

Rezultaty analizy prawie tysiąca aplikacji mobilnych, przeprowadzonej w latach 2012-2015 i opisanej w [55], wskazują na poważny problem niepoprawności aplikacji mobilnych w aspekcie ich bezpieczeństwa (zob. Rys. 5.9).

Kontekst prywatności w usłudze mobilnej

Gwałtowny rozwój usług mobilnych z wykorzystaniem urządzeń personalnych, takich jak smartfony, powoduje powstanie poważnych wyzwań związanych z zapewnieniem prywatności i ochrony danych osobowych. Do takich wyzwań należą:

- rozległe gromadzenie danych osobowych przez usługi mobilne, bez właściwego uzasadnienia, jest powszechne i istniejące przepisy prawne nie są przestrzegane w zakresie zgody osoby, której dane są przetwarzane,

- osoby, których dane dotyczą, często mają ograniczony wybór zakresu przetwarzania, ponieważ dostawca usługi mobilnej oferuje tylko wybór binarny (wszystko lub nic), jako warunek korzystania z usługi,
- w wielu usługach mobilnych brakuje transparentności dostępu, użycia i rozpowszechniania danych,
- aplikacje, będące częścią usług mobilnych, mają szereg cech charakterystycznych, które odróżniają je od innych aplikacji informatycznych (projektowane przez dostawców zewnętrznych i sprzedawane lub udostępniane za pomocą sklepów internetowych, dostęp do informacji o lokalizacji geograficznej urządzenia mobilnego, mały rozmiar ekranu, mobilność użytkownika urządzenia, możliwości

połączenia za pomocą wielu kanałów komunikacji; te cechy mogą mieć znaczenie z punktu widzenia prywatności,

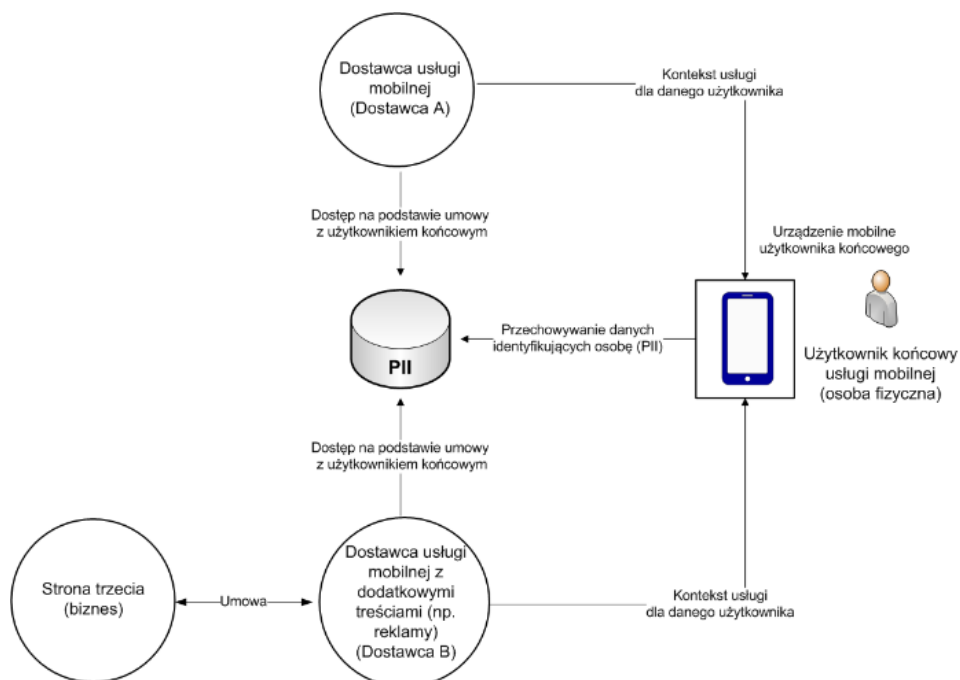
- w warunkach braku wymagań i odpowiednich regulacji, nie ma czynników nacisku na deweloperów aplikacji mobilnych, aby brali pod uwagę, czy gromadzenie i przetwarzanie danych wychodzi poza cel przetwarzania, czy nie,
- szybkość rozprzestrzeniania się aplikacji (np. za pośrednictwem sklepów internetowych, które podają liczbę pobrań aplikacji, a często też dynamikę wzrostu tej liczby w czasie) zwiększa ryzyko przekazywania danych stronom trzecim, bez jakiegokolwiek kontroli ze strony osoby, której dane dotyczą,
- potrzeba zunifikowania zapisów dotyczących warunków korzystania z usługi mobilnej oraz sposobu ich prezentacji (często użytkownicy aplikacji mobilnych mają kłopot z odczytaniem i zrozumieniem zasad i regulaminów korzystania z pobranych aplikacji).

Z opisanych powyżej wyzwań wynika, że kwestie związane z prywatnością w usługach mobilnych wykraczają poza opisane wcześniej problemy i wyzwania bezpieczeństwa. Ponadto, należy odnotować, że poszczególni uczestnicy procesu dostarczania i korzystania z usługi mobilnej, w tym zwłaszcza dostawcy, mają określone obowiązki wynikające z przepisów prawa dotyczących ochrony danych osobowych. Obowiązki te wykraczają poza zagadnienia zabezpieczenia poufności i integralności danych przetwarzanych w ramach realizacji usługi mobilnej.

Przepływ PII w usługach mobilnych

Na poniższym rysunku²⁴ (5.10) przedstawiono przepływy danych identyfikujących osobę (PII – Personal Identification Information), z uwzględnieniem roli poszczególnych dostawców usługi mobilnej. Model ten odzwierciedla typową realizację powszechnie dostępnych, komercyjnych usług mobilnych.

²⁴ Rysunek powstał na bazie specyficznego modelu przepływu danych w usługach mobilnych oferowanych w chmurze, który został opisany w projekcie normy ISO/IEC CD 1994 Information technology – Cloud computing – Cloud services and devices: data flow, data categories and data use



Rys. 5.10. Możliwe przepływy danych identyfikujących osobę (PII)

Źródło: Opracowanie własne

W modelu przedstawionym na rysunku 4.6 rozważać różne zależności między użytkownikiem końcowym a dostawcami usług mobilnych.

Użytkownik końcowy jest właścicielem PII, ale także może być administratorem danych osobowych. W pewnych okolicznościach użytkownik końcowy może być w ogóle wyłączony z obowiązku ochrony PII, ponieważ w wypadku użytku prywatnego, znajduje się poza zakresem przepisów prawa w przedmiocie ochrony danych osobowych.

Dostawca A jest podmiotem przetwarzającym PII, nie jest administratorem tych danych, przetwarza dane jedynie zgodnie z celem i określonym przez użytkownika końcowego (dostarczenie usługi w aktualnym miejscu pobytu).

Dostawca B jest podmiotem przetwarzającym PII, dla celów których nie określił użytkownik końcowy (nie ma on umowy z Dostawcą B). Dostawca B używa danych PII jedynie do skierowania treści pochodzących od strony trzeciej do użytkownika końcowego – właściciela PII. Jest to zatem drugi cel przetwarzania PII, który w istocie nie został określony przez właściciela tych danych.

Przedstawiony powyżej model (Rys. 5.10.) – opisujący dość dokładnie modele biznesowe świadczenia usług mobilnych - budzi ogromne kontrowersje w świetle obowiązujących przepisów prawa dotyczących ochrony danych osobowych.

Role, obowiązki właściciela PII, administratora PII oraz podmioty którym powierzono przetwarzanie PII mogą być w danym modelu definiowane w skrajnie różny sposób, w zależności od kontekstu dostarczanych usług mobilnych.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Dynamiczny rozwój rynku ICT, w tym głównie technologii mobilnych, bez wątpienia niesie za sobą wymierne korzyści, także ekonomiczne. Poza wzrostem produktywności i wydajności pracy, poprawą dobrobytu społecznego mierzonego między innymi komfortem życia ludności, racjonalizacją wydatków w poszczególnych sektorach gospodarki i szeroko rozumianą optymalizacją wykorzystania zasobów, nowe możliwości techniczne niosą ze sobą wzrost dochodu narodowego generowanego samym rynkiem urządzeń mobilnych. Należy też mieć na uwadze konieczność ucyfrowienia komunikacji między podmiotami gospodarczymi oraz klientami, czyli odejście od formy papierowej komunikacji i zastąpienie jej elektroniczną we wszystkich typach relacji biznesowych, w tym np. usługach telekomunikacyjnych.

Ze społecznego punktu widzenia, w rozwoju mobilnych usług, tak jak w rozwoju usług w ogóle, olbrzymie znaczenie ma zapotrzebowanie na funkcjonalności poprawiające jakość życia. Ze względu na większą intensywność życia (rozumianą jako dużą aktywność zawodową i aktywność w sferze prywatnej), zwiększoną mobilność i wzmożoną personalizację urzędzeń (w tym urzędzeń mobilnych) istnieje możliwość kreowania nowych usług, które społeczeństwo chętnie przyjmuje i z których chętnie korzystać będzie na co dzień. Można powiedzieć, że to współczesne tempo życia dyktuje tempo zmian technologicznych na całym rynku ICT. Procesy te nasilają się szczególnie w erze czwartej rewolucji przemysłowej.

Bez telekomunikacji i całego sektora ICT nie można – na poziomie kluczowej wizji rozwoju Polski – wyobrazić sobie poprawy sytuacji w jakimkolwiek obszarze strategii. Oczywiście jest bowiem, że realizacja chociażby:

- założeń E-państwa, w zakresie wprowadzenia w Polsce elektronicznego dowodu tożsamości (eID) udostępnionego w smartfonie (dokument „Od papierowej do cyfrowej Polski - „Paperless i Cashless Poland”),

- inteligentnego systemu transportowego, w tym rozwoju systemów autonomicznych pojazdów,
- inteligentnej sieci energetycznej,
- niezawodnej komunikacji w przypadku zagrożenia bezpieczeństwa państwa, klęsk żywiołowych czy aktów terroru,
- bezpieczeństwa finansów publicznych, w tym efektywnej administracji skarbowej korzystającej z systemów informatycznych,
- efektywnego dialogu instytucji z obywatelami, w tym partycypacji społecznej w kluczowych procesach realizowanych w administracji, w tym tworzenia prawa,
- polityki wyrównywania szans rozwojowych oraz rewitalizacji dotychczas marginalizowanych obszarów kraju, w szczególności poza dużymi ośrodkami miejskimi,
- realizacji *Strategii na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju*,
- czy istotnego udziału we wspólnym rynku, w tym tworzącym się wspólnym rynku cyfrowym,

jest niemożliwa bez wydajnej, niezawodnej i nowoczesnej sieci telekomunikacyjnej dostępnej w całym kraju.

Komunikacja mobilna ma bardzo duże znaczenie dla włączenia osób niepełnosprawnych do pełnego funkcjonowania – dając szansę na wyjście „z domu”, aktywność społeczną etc. Dobre pokrycie sieciami komórkowymi jest warunkiem niezawodności funkcjonowania aplikacji wspierających osoby niepełnosprawne. Aplikacje te, aby były w pełni skuteczne i wydajne wymagają dobrego i pewnego połączenia z siecią bezprzewodową – zarówno komórkową, jak i lokalną (WiFi, Bluetooth).

Z technicznego punktu widzenia, w rozwoju usług (szczególnie tych wspierających Przemysł 4.0) kluczowy jest szybki i sprawny przepływ dużych ilości danych, komunikacja między maszynami (tzw. M2M) oraz między maszynami a ludźmi (M2H). Na elementach tych w gruncie rzeczy zbudowana jest cała koncepcja Internetu Rzeczy (IoT), według której jednoznacznie identyfikowalne elementy mogą pośrednio albo bezpośrednio gromadzić, przetwarzać lub wymieniać dane za pośrednictwem sieci komputerowej (w tym sieci bezprzewodowej). Olbrzymiego znaczenia nabiera tu medium transmisyjne, które może stać się wąskim gardłem w dalszym rozwoju nowych usług. Bez wątpienia powinno ono umożliwić szybki przepływ informacji, a także powinno dawać możliwość podłączenia bardzo dużej liczby obiektów i użytkowników przy jednocześnie minimalnych opóźnieniach. Obecnie wykorzystywane techniki spełniają te atrybuty w sposób niewystarczający do czerpania z pełnej palety nowoczesnych usług mobilnych, stąd coraz częściej na rynku mówi się o kolejnych rozwiązaniach technik mobilnych, czego przykładem jest standard 5G. Nie rozwiną się one jednak w gospodarce, w której zabraknie przyjaznego otoczenia administracyjno-prawnego. Już teraz przedsiębiorcy telekomunikacyjni zgłaszają szereg problemów związanych z limitami pola elektromagnetycznego emitowanego przez stacje bazowe (w tym wykorzystywane w 5G *small cells*).

Dla właściwego rozwoju usług mobilnych ważne jest także zapewnienie jasnych i przyjaznych przepisów – przede wszystkim budowlanych i środowiskowych, służących trwałości decyzji administracyjnych związanych z procesem inwestycyjnym w sieci mobilne.

Ze względu na specyfikę transmisji bezprzewodowej, istotne jest w tym miejscu zwrócenie uwagi na problem częstotliwości widma radiowego. Musi ono być zarządzane i udostępniane w sposób nie hamujący dalszego rozwoju rynku. Podobnie wygląda kwestia standaryzacji i harmonizacji w taki sposób, żeby możliwe było globalne korzystanie z wypracowanych, kompatybilnych wzajemnie rozwiązań – tym bardziej że większość mobilnych usług opiera się na tych samych urządzeniach końcowych użytkownika.

W kreowaniu nowych możliwości wykorzystywania nowoczesnych usług z dostępem mobilnym warto zwrócić uwagę na potencjalnego odbiorcę, czyli na stronę popytową, która powinna nadążać za pojawiającymi się trendami. W niniejszym raporcie przedstawiono cały wachlarz nowych usług, przy założeniu, że społeczeństwo będzie z tych nowinek korzystać. Nie można jednak zapominać, że w społeczeństwie pozostaje grupa osób (głównie starszych), która nie będzie umiała skorzystać z tej czwartej rewolucji przemysłowej. Wygeneruje to tylko nowe problemy związane z wykluczeniem cyfrowym. W myśl zasady: „lepiej zapobiegać niż leczyć”, warto pochylić się nad problemem już dziś, rozważając wprowadzenie systemowych rozwiązań, które pozwolą użytkownikowi końcowemu na skonsumowanie osiągnięć Przemysłu 4.0.

Wraz z popularyzacją usług mobilnych i przenoszeniem ich do coraz to nowych sfer gospodarki, pojawiają się nowe zagrożenia nazywane ogólnie cyberprzestępczością. Użytkownik korzystający z usługi musi czuć się bezpiecznie, musi mieć gwarancję, że nikt niepowołany nie dostanie się do jego danych osobowych, czy też konta bankowego. Wymaga to wykorzystania specjalnych mechanizmów uwierzytelniania i identyfikowania, stosowania konkretnych norm bezpiecznego przesyłu danych (przeważnie wrażliwych danych osobowych).

Przed administracją rządową stoją zatem nowe wyzwania, gdyż to właśnie państwo powinno być *parasolem ochronnym* dla obywateli.

BIBLIOGRAFIA

Literatura podstawowa:

- [1] 4G Americas (2015). 5G Spectrum Recommendations.
- [2] 5G Infrastructure Association (2015). 5G Vision. The 5G Infrastructure Public Private Partnership: the next generation of communication networks and services.
- [3] 5G Infrastructure Association (2016). 5G empowering vertical industries.
- [4] Ambient Insight (2011). The Worldwide Market for Mobile. Learning Products and Services: 2010-2015 Forecast and Analysis.
- [5] Ambient Insight (2015). The Worldwide Market for Mobile. Learning Products and Services: 2014-2019 Forecast and Analysis.
- [6] Baker A., Dede Ch., Evans J. (2014). The 8 Essentials for Mobile Learning Success in Education.
- [7] Board of Governors of the Federal Reserve System (2016). Consumer and Mobile Financial Services 2016.
- [8] Carcillo F., Marcellin L., Tringale A., (2006). BlueTo: a location-based service for m-government solutions.
- [9] Chell, D., Erasmus, T., Colley, S., Whitehouse, O., (2015). The Mobile Application Hacker's Handbook, Indianapolis: John Wiley & Sons, Inc.
- [10] ControlSYS, <http://www.controlsyst.com.pl/>
- [11] Czapiński, J., Panek, T. (2015), Diagnoza Społeczna 2015, Warszawa.
- [12] Czech, J., (2016). Industry 4.0, Digital Thailand, Bangkok
- [13] E&Y (2009). Mobile money – An overview for global telecommunications operators.
- [14] E&Y (2014). Mobile money – the next wave of growth.
- [15] Eroglu, H. T., Sagir, H. (2012). Mobile Government in the Context of Citizen Oriented Administration: A General Assessment Regarding the Practices in Turkey. Current Research Journal of Social Sciences, 4(6), 415-424.
- [16] European IT Observatory (2016). ICT Market Report 2015/16 Update.
- [17] European Parliament Briefing (2015). Industry 4.0 - Digitalisation for productivity and growth.
- [18] FAO (2006). World Agriculture: Towards 2030/2050. Interim Report.
- [19] Fennani, B., Hamam, H., Dahmane, A., (2011). RFID overview. [In:] ICM 2011 Proceeding (pp. 1-5). IEEE.
- [20] FIDO Suite, <http://www.aware.com/biometrics/fido-suite/>
- [21] Fodor, G., (2014). D2D Communications, <https://www.ericsson.com/research-blog/5g/device-device-communications/>
- [22] Forrester (2015). 2015 Global Mobile Banking Functionality Benchmark.
- [23] GSMA (2011). Mobile Education Landscape Report.
- [24] GSMA (2012). Touching lives through mobile health assessment of the global market opportunity.
- [25] GSMA (2015). State of Industry Report. Mobile Money.
- [26] Gupta, S. (2013). The Mobile Banking and Payment Revolution, The European Financial Review.
- [27] GUS (2010), Łączność – wyniki działalności za lata 1997-2009. Warszawa.
- [28] GUS (2011). Informacja o sytuacji społeczno-gospodarczej kraju, Warszawa.
- [29] GUS (2012). Informacja o sytuacji społeczno-gospodarczej kraju, Warszawa.
- [30] GUS (2013). Informacja o sytuacji społeczno-gospodarczej kraju, Warszawa.
- [31] GUS (2014). Informacja o sytuacji społeczno-gospodarczej kraju, Warszawa.
- [32] GUS (2015). Informacja o sytuacji społeczno-gospodarczej kraju, Warszawa.
- [33] GUS (2016). Informacja o sytuacji społeczno-gospodarczej kraju, Warszawa.
- [34] Hong, S., Sagong, M., Lim, Ch., Cheun, K., Cho, S., (2013). FQAM : A Modulation Scheme for Beyond 4G Cellular Wireless Communication Systems, Pohang University of Science and Technology, 2013

- [35] <http://addi-data.com/>
- [36] <http://knowstartup.com/>
- [37] <http://mikrokontroler.pl>
- [38] <http://rfidtiming.com/>
- [39] http://samorzad.infor.pl/temat_dnia/412291,Inteligentne-Systemy-Transportowe-korzysci-z-zastosowania.html
- [40] <http://uslugielektryczne24.pl>
- [41] <http://www.etsi.org>
- [42] <http://www.industriaconectada40.gob.es/>
- [43] <http://www.instructables.com/>
- [44] <http://www.tronik.pl>
- [45] <https://apkpure.com>
- [46] <https://opendata.bristol.gov.uk>
- [47] <https://play.google.com>
- [48] <https://www.deere.pl>
- [49] <https://www.media.com>
- [50] <https://www.media.volvocars.com>
- [51] <https://www.owasp.org>
- [52] <https://www.uship.com/>
- [53] Iadanza, E., (2012). A Smart RFID Devce for Drugs Administration.
- [54] Ilie-Zudor, E., Kemeny, Z., Egri, P., Monostori, L., (2006). The RFID Technology And Its Current Applications.
- [55] ITU (2013). The Mobile Money Revolution. Part 2: Financial Inclusion Enabler.
- [56] Kazimierska-Grębosz, M., Grębosz, M., (2015). Wspomaganie komputerowe w kontekście rozwoju inteligentnej logistyki, *Mechanik*, 88(7 CD), 403-408.
- [57] KomisjaEuropejska (2016). Digitising European Industry, Digital Single Market.
- [58] KPMG (2015). Digital offering in mobile banking – The new normal.
- [59] MarketsandMarkets (2015). Mobile Money Market by Transaction Mode, Nature of Payment, Location, Type of Purchase, & by Industry - Global Forecast to 2019.
- [60] Massive MIMO - Why Massive MIMO?,
http://www.sharetechnote.com/html/5G/5G_MassiveMIMO_Motivation.html
- [61] Menezes, A. J., van Oorschot, P. C., Vanstone S., A. (2005). *Kryptografia stosowana*, WNT, Warszawa.
- [62] Mobile Connect & FIDO, <https://fidoalliance.org/wp-content/uploads/>
- [63] Mobile Connect Developer, <https://developer.mobileconnect.io/>
- [64] Mobile Connect, <https://mobileconnect.io/>
- [65] Mobile Ecosystem Forum (2015). Global Mobile Money Report 2015.
- [66] National Instruments (2016). 5G Massive MIMO Testbed: From Theory to Reality, Massive MIMO,
<http://www.ni.com/white-paper/52382/en/>
- [67] Nokia (2016). 5G – Creating a new era of communication, Mobile World Congress,
<http://networks.nokia.com/innovation/5g>
- [68] OECD (2011). m-Government. Mobile technologies for responsive governments and connected societies.
- [69] OECD, FAO (2010). The OECD–FAO Agricultural Outlook, 2010–2019.
- [70] Oui-suk, U., (2010). Introduction of m.Government& IT Convergence Technology, Kaist Institute for IT Convergence

- [71] Pateriya, R., Sharma, S. (2011). The Evolution of RFID Security and Privacy: A Research Survey. [In:] Communication Systems and Network Technologies (CSNT), 2011 International Conference on (pp. 115-119). IEEE.
- [72] Poole, I., (2015). 5G Mobile Wireless Technology, <http://www.radio-electronics.com/info/cellularcomms/5g-mobile-cellular/technology-basics.php>
- [73] Qiang, C., Kuek, S., Dymond, A., Esselaar, S., (2011). Mobile Applications for Agriculture and Rural Development.
- [74] Rallying the “New Face of Industry in France” (2015). Industry of the Future, www.economie.gouv.fr
- [75] Romanow, P., (2013). Nowe technologie w branży logistyczno – spedycyjnej, Warszawa.
- [76] Salas, M., Hughes, D., Zuluaga, A., Vardeva, K., Lebmeier, M. (2009). Costs of medication nonadherence in patients with diabetes mellitus: a systematic review and critical analysis of the literature. Value in Health, 12 (6), 915-922.
- [77] Smart Industry (2014). Dutch Industry Fit for the Future, <http://www.smartindustry.nl/site/assets/files/1681/opmaak-smart-industry.pdf>
- [78] Specifications Overview FIDO, <https://fidoalliance.org/specifications/overview/>
- [79] Syngenta Foundation (2011). Mobile Applications in Agriculture.
- [80] TNS Polska (2015). Polska.Jest.Mobi 2015.
- [81] UKE (2015). Raport o stanie rynku telekomunikacyjnego w Polsce w 2015 roku, Warszawa.
- [82] Vodafone (2011). Connected Agriculture.
- [83] Want, R., (2006). An Introduction to RFID Technology, IEEE Pervasive Computing, 5 (1), 25-33.
- [84] Weerakkody, V., (2011) The RFID Adoption in E-Government: Issues and Challenges, [w:] E-Government Services Design, Adoption, and Evaluation, 95-98.
- [85] Weis, S. A., (2007). RFID (Radio Frequency Identification): Principles and Applications. System, 2 (3).
- [86] World Business Council for Sustainable Development (2008). Agricultural Ecosystems Facts and Trends.
- [87] www.fraunhofer.de
- [88] www.hmv.catapult.org.uk
- [89] Xiaohui, Y., Han, H., Du Jiadong, W., Liurong, L. C., Xueli, Z., Haihua, L. (2014). mHealth in China and the United States.
- [90] Zirwas, W., (2015). Opportunistic CoMP for 5G massive MIMO Multilayer Networks. In WSA 2015; 19th International ITG Workshop on Smart Antennas; Proceedings of (pp. 1-7). VDE.

Literatura uzupełniająca:

- [98] Orange, <https://developer.orange.com/apis/mobile-connect/overview>
- [99] Mobile Connect & FIDO, <https://fidoalliance.org/wp-content/uploads/David-Poillington-GSMA.pdf>, 2016
- [100] Specifications Overview FIDO, <https://fidoalliance.org/specifications/overview/>, 2016
- [101] FIDO Suite, <http://www.aware.com/biometrics/fido-suite/>, 2016
- [102] 4G Americas: 5G Spectrum Recommendations, 2015
- [103] Nokia 5G, <http://company.nokia.com/en/news/media-library/video-gallery/item/5g-30-gbps-breaking-speed-records>
- [104] 5G empowering vertical industries, <https://5g-ppp.eu/>
- [105] Understanding 5G: Perspectives on future technological advancements in mobile, 2014
- [106] GSA 5G Verticals Series – Education, Jisc, Vodafone, King’s College London, King’s College London, 2016
- [107] KuBo, The Research of IoT Based on RFID Technology, 2014.
- [108] S. A. Weis, RFID (Radio Frequency Identification): Principles and Applications.
- [109] ISO <http://www.iso.org/iso/home.htm>
- [110] EPCglobal, <http://www.gs1.org/epcglobal>
- [111] W. Qinghua, X. Xiaozhong, T. Wenhaoi H. Liang, Low-cost RFID: security problems and solutions, 2011.
- [112] A. Chatfield, S. F. Wamba, H. Tatano E-Government Challenge in Disaster Evacuation Response: The Role of RFID Technology in Building Safe and Secure Local Communities”2010
- [113] Virtualna Warszawa, <http://pzn.org.pl/aplikacja-virtualna-warszawa/>
- [114] Ministerstwo Spraw Zagranicznych, <http://www.mfa.gov.pl/>

SŁOWNIK

Użyty skrót	Rozwinięcie – j. ang.	Uwagi
AIS	<i>Automatic Identification System</i>	System Automatycznej Identyfikacji
API	<i>Application Programming Interface</i>	Interfejs programistyczny aplikacji
AR	<i>Augmented Reality</i>	Rozszerzona rzeczywistość
ASA	<i>Authorized Shared Access</i>	Autoryzowany dostęp dzielony
BYOD	<i>Bring Your Own Device</i>	Przynieś własne urządzenie [mobilne]
CAD	<i>Computer Aided Design</i>	Projektowanie wspomagane komputerowo
CAGR	<i>Compound Annual Growth Rate</i>	Skumulowany roczny wskaźnik wzrostu
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i>	Komputerowe wspomaganie wytwarzania
CDMA	<i>Code Division Multiple Access</i>	Zwielokrotniony dostęp z podziałem kodu
CEPT	<i>European Conference of Postal and Telecommunications Administrations</i>	Europejska Konferencja Administracji Poczty i Telekomunikacji
CoMP	<i>Coordinated Multipoint Transmission</i>	transmisja typu multipunkt
C-RAN	<i>Cloud-RAN</i>	Chmura RAN
CSCW	Computer Supported Cooperative Work	Komputerowe wspomaganie pracy grupowej
D2D	<i>device-to-device</i>	Komunikacja typu urządzenie-urządzenie
DECT	<i>Digital Enhanced Cordless Telephony</i>	System cyfrowej łączności bezprzewodowej na niewielkich odległościach
DSA	<i>Dynamic Spectrum Access</i>	Dynamiczny dostęp do widma
DSP	<i>Digital Signal Processing</i>	Cyfrowe przetwarzanie sygnałów
DVB-T	<i>Digital Video Broadcasting Terrestrial</i>	Naziemna telewizja cyfrowa
EDI	<i>Electronic Data Interchange</i>	Elektroniczna wymiana danych
EHF	<i>Extremely High Frequency</i>	Skrajnie wysoka częstotliwość
EIRP	<i>Effective Isotropical Radiated Power</i>	Efektywna (zastępcza, równoważna, ekwiwalentna) moc wypromieniowana izotropowo
EITO	European Information Technology Observatory	Europejskie Obserwatorium Technologii Informatycznych
ERP	Enterprise Resource Planning	System informatyczny dot. planowania zasobów przedsiębiorstwa
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>	Organizacja Narodów Zjednoczonych do spraw Wyżywienia i Rolnictwa
FC	<i>Fog Computing</i>	mgła obliczeniowa
FIDO	<i>Fast Identity Online</i>	Szybka identyfikacja tożsamości
FMS	<i>Flight Management System</i>	System sterowania lotem - zintegrowany z autopilotem i systemami nawigacyjnymi, umożliwiający zautomatyzowanie szeregu czynności związanych z obsługą i kontrolą systemów samolotu.
FQAM	<i>Frequency and Quadrature Amplitude Modulation</i>	Częstotliwościowa i kwadraturowa modulacja amplitudowo-fazowa
FSK	<i>Frequency-Shift Keying</i>	Kluczowanie z przesuwem częstotliwości
GALILEO		Europejski system nawigacji satelitarnej

Użyty skrót	Rozwinięcie – j. ang.	Uwagi
GPS	<i>Global Positioning System</i>	System pozycjonowania, który działa w oparciu o satelity
GSM	Global System for Mobile Communications	Standard łączności komórkowej znany też pod nazwą 2G. Służy on do transmisji głosu, danych oraz wiadomości tekstowych
GUS		Główny Urząd Statystyczny
HSPA	<i>High Speed Packet Access</i>	Technologia bezprzewodowej komunikacji szerokopasmowej
HSPA+DC	<i>High Speed Packet Access Dual Carrier</i>	Technologia HSPA+DC polega na jednoczesnym wykorzystaniu dwóch kanałów transmisji HSPA
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol,</i>	Protokół przesyłania dokumentów
ICT	<i>Information and Communication Technologies</i>	Technologie informacyjno-komunikacyjne
IDMA	<i>Interleave Division Multiple Access</i>	Technologia zwielokrotnionego dostępu
IMGW-PIB		Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej - Państwowy Instytut Badawczy
IMT	<i>International Mobile Telecommunications</i>	Zbiór wymagań określonych przez ITU-R, które muszą być spełnione przez sieci radiowe czwartej generacji
IoT	<i>Interent of Things</i>	Internet Rzeczy
IoS	<i>Internet of Services</i>	Internet Usług
ITS	<i>Intelligent Transport Systems</i>	Systemy Inteligentego Transportu
ITU RR	<i>International Telecommunication Union Radio Regulations</i>	Międzynarodowy Związek Telekomunikacyjny – Regulamin Radiokomunikacyjny
KTPCz		Krajowa Tablica Przeznaczeń Częstotliwości
LAN	<i>Local Area Network</i>	Lokalna sieć komputerowa
LSA	<i>Licensed Shared Access</i>	Licencjonowany współdzielony dostęp (do widma radiowego)
LTE	<i>Long Term Evolution</i>	1 wersja standardu telefonii komórkowej czwartej generacji (4G)
LTE-A	<i>LTE-Advanced</i>	Wersja standardu telefonii komórkowej 4G, spełniająca wymogi ITU w zakresie IMT-Advanced
LTE-NB	<i>LTE-Narrowband</i>	Wersja standardu telefonii komórkowej 4G, dedykowana komunikacji w obszarze IoT (NB-IoT)
LTE-U	<i>LTE-Ultra</i>	Wersja standardu telefonii komórkowej 4G, zapewniająca transfer danych z prędkością do 262 Mbps
M2M	<i>machine-to-machine</i>	Komunikacja typu maszyna-maszyna
MCC	<i>Mobile Country Code</i>	Mobilny kod kraju
MEC	<i>Mobile Edge Computing</i>	Mobilne węzły dostępowe/ węzły dostępowe sieci ruchomej
MIMO	<i>Multiple-Input, Multiple-output</i>	Transmisja wieloantenowa, zwiększająca przepustowość sieci bezprzewodowej
MNC	<i>Mobile Network Code</i>	Mobilny Kod Operatora / kody sieci ruchomej
MNO	<i>Mobile Network Operator</i>	Operator sieci ruchomej
MŚP		Małe i Średnie Przedsiębiorstwa
Multi-RAT	<i>Multi-Radio Access Technology</i>	Metoda/technologia wielodostępu radiowego

Użyty skrót	Rozwinięcie – j. ang.	Uwagi
MUSA	<i>Multi-User Shared Access</i>	Wariant wielodostępu NOMA
NFC	<i>Near Field Communication</i>	Krótko zasięgowa technologia komunikacji
NFV	<i>Network Functions Vizualization</i>	Wirtualizacja funkcji sieciowych
NOMA	<i>Non-orthogonal Multiple Access</i>	Nieortogonalny wielodostęp (w geometrii – ortogonalność = wzajemna prostopadłość)
OECD	<i>Organization for Economic Co-operation and Development</i>	Organizacja Współpracy Gospodarczej
OFDMA	<i>Orthogonal Frequency-Division Multiple Access</i>	Metoda wielodostępu stosowana dla transmisji Downlink
OSA	<i>Opportunistic Spectrum Access</i>	Oportunistyczny (przystosowujący się do warunków) dostęp do pasma/widma radiowego
PCR	<i>Pseudonymous Customer Reference</i>	Pseudonimowy/unikatowy identyfikator klienta
PDMA	<i>Pattern Division Multiple Access</i>	Metoda wielodostępu (<i>Pattern Division – podział wzorca</i>)
PII	<i>Personal Identification Information</i>	Dane identyfikujące osobę
PIN	Personal Identification Number	Unikatowy kod numeryczny, służący do identyfikacji użytkownika
QAM	<i>Quadrature Amplitude Modulation</i>	Kwadraturowa modulacja amplitudowo-fazowa
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>	Identyfikacja przy pomocy fal radiowych / identyfikacja modulacją sygnału radiowego
RIS	<i>River Information Services</i>	System Informacji Rzecznej
SAT	<i>SIM Application Toolkit</i>	Zestaw narzędzi, umożliwiających interakcję z telefonem oraz siecią komórkową aplikacjom z karty SIM
SCM	<i>Supply Chain Management</i>	Zarządzanie łańcuchem dostaw
SCMA	<i>Sparse Code Multiple Access</i>	Metoda wielodostępu (z wymuszaniem transmisji/możliwością kolizji)z
SDN	<i>Software Defined Networking</i>	Sieci definiowane programowo/programowalna sieć komputerowa
SIM	<i>Subscriber Identity Module</i>	Moduł identyfikacji abonenta/użytkownika
SMS	<i>Short Message Service</i>	Krótką wiadomość tekstową
SOAP	<i>Simple Object Access Protocol</i>	Protokół komunikacyjny służący do wymiany wiadomości pomiędzy aplikacjami
SON	<i>Self-organizing network</i>	Samo-organizujące się sieci
TETRA	TErrestrial Trunked Radio	Standard cyfrowej radiotelefonicznej łączności dyspozytorskiej (trankigowej) przeznaczony głównie dla służb bezpieczeństwa publicznego i ratownictwa
U2F	<i>Universal Second Factor</i>	Protokół uwierzytelniania oparty na kryptografii klucza publicznego – wymaga drugiego elementu w celu autoryzacji
UAF	<i>Universal Authentication Framework (Universal Authentication Factor)</i>	Protokół uwierzytelniania oparty na kryptografii klucza publicznego – nie wymaga hasła do autoryzacji
UDN	<i>Ultra-Dense Network</i>	
UKE		Urząd Komunikacji Elektronicznej
UMTS	<i>Universal Mobile Telecommunications System</i>	Uniwersalny System Telekomunikacji Ruchomej

Użyty skrót	Rozwinięcie – j. ang.	Uwagi
U-NB	Ultra Narrow Band	Technologia transmisji wąskopasmowej
USSD	Unstructured Supplementary Service Data	Mechanizm używany, umożliwiający bezpośrednią komunikację telefonu komórkowego z poszczególnymi elementami sieci komórkowych
UWB	<i>Ultra WideBand</i>	System ultra-szerokopasmowy, wykorzystywany na niewielkich odległościach
Usługa SMS typu <i>push</i>	Wypychać, powiadamiać	<i>Push</i> – powiadamianie, sposób dostępu do usługi SMS - automatyczne dostarczenie selektywnych danych do urządzenia mobilnego lub komputera za pośrednictwem <i>Internetu</i> .
Usługa SMS typu <i>pull</i>	Ciągnąć, pobierać	<i>Pull</i> – sposób dostępu do usługi SMS, który w odróżnieniu od <i>push</i> , umożliwia pobranie danych tylko na życzenie klienta.
WiFi	Wireless Fidelity	Hasło WiFi jest używane do określania przynależności danego urządzenia do standardu 802.11, również zamiennie dla WLAN. (Wireless Local Area Network - lokalna bezprzewodowa sieć komputerowa oparta na standardzie 802.11. (Wireless Fidelity Alliance - stowarzyszenie mające na celu certyfikowanie zgodności urządzeń pracujących w standardzie 802.11).
WiMAX	<i>Worldwide Interoperability for Microwave Access</i>	Wspólne użytkowanie mikrofal w celu uzyskania dostępu do globalnych zasobów sieciowych / technologia bezprzewodowej transmisji danych dla dużych obszarów. Została oparta na standardach IEEE 802.16 i ETSI HiperMAN
WRC	<i>World Radiocommunication Conference</i>	Światowa Konferencja Radiokomunikacyjna
3GPP	<i>3rd Generation Partnership Project</i>	Konsorcjum kilku organizacji standaryzacyjnych mających na celu rozwój systemów telefonii komórkowej
5G	<i>5th generation mobile networks</i>	Sieci komórkowe 5 generacji