

XXIV Seminarium WEP, Warszawa 16 październik 2019

Sekcja Automatyki i Pomiarów OW SEP im. Kazimierza Szpotańskiego

System mobilny 5G

Dr inż. Tomasz Kosiło



SCR-536; Handie Talkie



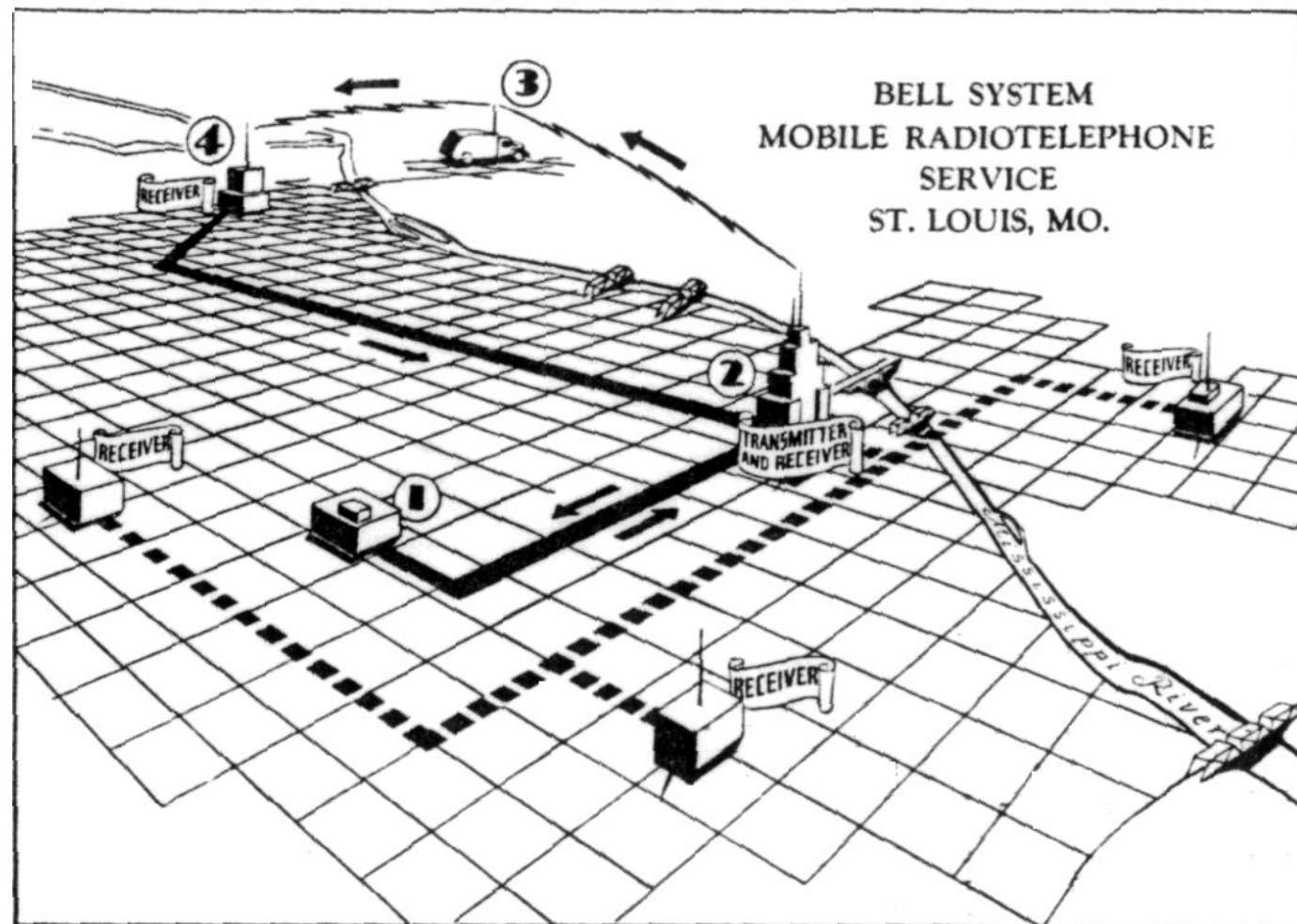
Motorola SCR-536, pierwszy "handie talkie", z czasów II Wojny

- zakres 3,5 - 6 MHz; modulacja AM
- strojenie przez wymianę kwarców
- moc 27 mW.
- waga 2,2 kg
- zasięg 1,6 km.



MTS - Mobile Telephone Service, 1946 r.

17 czerwca 1946 r. AT&T i Southwestern Bell uruchomił w Saint Louis, Missouri, pierwszy publiczny system RRL (Urban). System pracował w paśmie 150 MHz, miał 6 kanałów z rastrem 60 kHz.



Sygnał od abonenta stałego (1), docierał kablem do stacji centralnej (2), o korzystnej lokalizacji i dużej mocy (250 W), i stąd drogą radiową do abonenta ruchomego (3). Sygnał od abonenta ruchomego odbierała najbliższa stacja odbiorcza (4) i przesyłała kablem do centrali i abonenta stałego. Stacji odbiorczych było kilka, bo moc nadajnika ruchomego była mniejsza (20 W) od stacji centralnej.

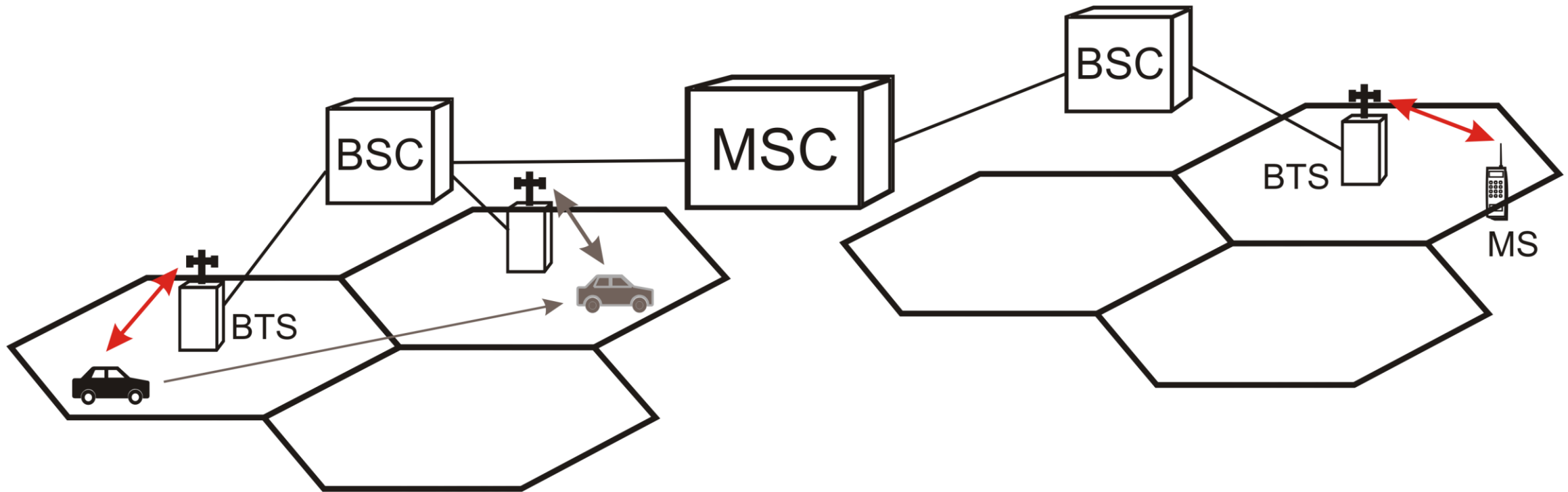


Radiotelefon mobilny z lat 1940



Zasada sieci komórkowych

Już w 1947 r. inżynierowie AT&T Bell Laboratories W. Rae Young i Douglas H. Ring wykazali, że system mobilny może obsłużyć więcej użytkowników mobilnych, dzieląc obszar sieci na wiele komórek. Umożliwia to wielokrotne wykorzystanie częstotliwości, ale wymaga to sieci szkieletowej (stałej).



Telefon komórkowy Dyna TAC

Martin Cooper, amerykański inżynier, kierował zespołem, który w latach 1972-73 zbudował pierwszy telefon komórkowy.

Telefon ważył 1,1 kg, miał wysokość 23 cm, mógł działać na baterii 35 minut.

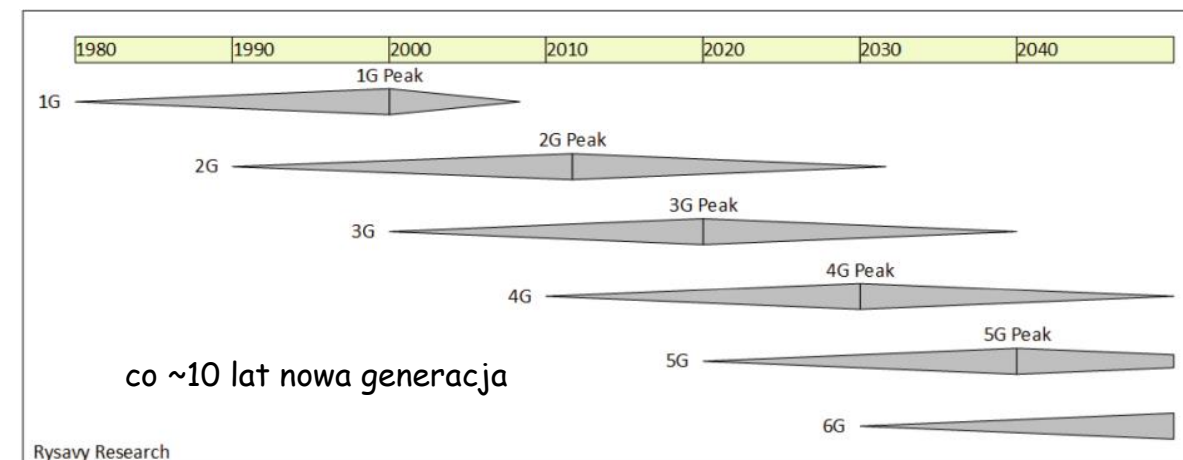
Telefon został publicznie zaprezentowany 3 kwietnia 1973 roku w Nowym Jorku. Cooper wykonał wtedy pierwszą publiczną rozmowę przez telefon komórkowy, z inżynierem J. Engelem.

Wikipedia



Generacja	Wymagania	Komentarze
1G	Brak oficjalnych wymagań. Technologia analogowa. FDMA/FDD	Wprowadzone w latach 1980-tych. AMPS, NMT, TACS
2G	Brak oficjalnych wymagań. Technologia cyfrowa. TDMA, FDMA/FDD	Pierwsze systemy cyfrowe. Wprowadzone w latach 90-tych. Nowe usługi, takie jak SMS i dane o małej szybkości. Stosowane technologie: IS-95 CDMA (cdmaOne), IS-136 (D-AMPS) i GSM.
3G	IMT-2000 zapewnia 144 Kb/s dla abonentów mobilnych, 384 Kb/s dla pieszych, 2 Mb/s w pomieszczeniach. CDMA/FDD, TDD	Pierwsze systemy w 2000 roku. Podstawowe technologie: CDMA2000, 1X/EV-DO, UMTS-HSPA. WiMAX.
4G (początkowe)	Wstępne wymagania ITU obejmowały możliwość pracy w kanałach do 40 MHz, przy bardzo wysokiej wydajności widmowej. OFDMA/FDD, TDD	Pierwsze systemy w 2010 roku. IEEE 802.16m i LTE-Advanced spełniają te wymagania.
4G (aktualne)	Systemy znacznie przekraczające początkowe wymagania. Brak wymagań ilościowych.	Dzisiejsze sieci HSPA+, LTE i WiMAX spełniają te wymagania.
5G	ITU IMT-2020 określiła wymagania techniczne dla 5G, a 3GPP opracowuje specyfikację. OFDMA/FDD, TDD	Pierwsze wdrożenia oparte na standardach 5G w 2019 i 2020 roku. NG - NR

Generacje łączności mobilnej



5G, IMT 2020

Pierwsze normy pod koniec 2019 r. Sieci, sprzęt i urządzenia, z zaawansowanymi funkcjami 5G, będą dostępne po 2020.

IMT - International Mobile Telecommunications



Kluczowy wymóg dla 5G (poza zwiększeniem przepustowości i pojemności oraz zmniejszeniem opóźnień) to elastyczność systemu, aby natywnie obsługiwać wiele różnych przypadków użycia, które mogą mieć bardzo różne wymagania (np. od niskiej klasy MTC do wysokiej klasy wirtualnej rzeczywistości MBB)

Mobile communications: from 1G to 5G

Generation	Device	Specifications
1G		1G Year 1991 Standards AMPS, TACS Technology Analog Bandwidth – Data rates –
2G		2G Year 1991 Standards GSM, GPRS, EDGE Technology Digital Bandwidth Narrow Band Data rates < 80 - 100 Kbit/s
3G		3G Year 2001 Standards UMTS / HSPA Technology digital Bandwidth Broad Band Data rates up to 2 Mbit/s
4G		4G Year 2010 Standards LTE, LTE Advanced Technology digital Bandwidth Mobile Broad Band Data rates xDSL-like experience 1 hr HD movie in 6 minutes

People



People & Things

Generacje łączności mobilnej



Na świecie szacuje się 4,5 miliarda użytkowników telefonów komórkowych, z czego 2,5 miliarda to użytkownicy smartfonów. Więcej osób korzysta z większej ilości danych na większej liczbie urządzeń mobilnych; w rezultacie popyt na dane mobilne gwałtownie rośnie.

Analitycy szacują, że na świecie technologie 5G mogą wygenerować 12,3 biliona dolarów sprzedaży w wielu branżach i wesprzeć 22 miliony miejsc pracy do 2035 roku.

Oczekiwania dla 5G

Oczekuje się, że sieci 5G umożliwią dostawcom:

- rozszerzenie usług konsumenckich (strumieniowanie wideo, rzeczywistość wirtualna),
- obsługę rosnącej liczby urządzeń (medycznych, inteligentnych domów, IoT),
- obsługę nowych zastosowań przemysłowych (czujniki przemysłowe, systemy monitorujące),
- zaawansowaną analizę danych i użycie zaawansowanych technologii (inteligentne miasta, pojazdy autonomiczne).

W wyścigu do 5G liderami są Chiny, Korea Południowa i Stany Zjednoczone .

ITU-R M.2083. IMT Vision - Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond

5G ma zapewnić 20 razy większą szybkość danych
10 razy niższe opóźnienie
3 razy większą efektywność widmową
niż 4G LTE.

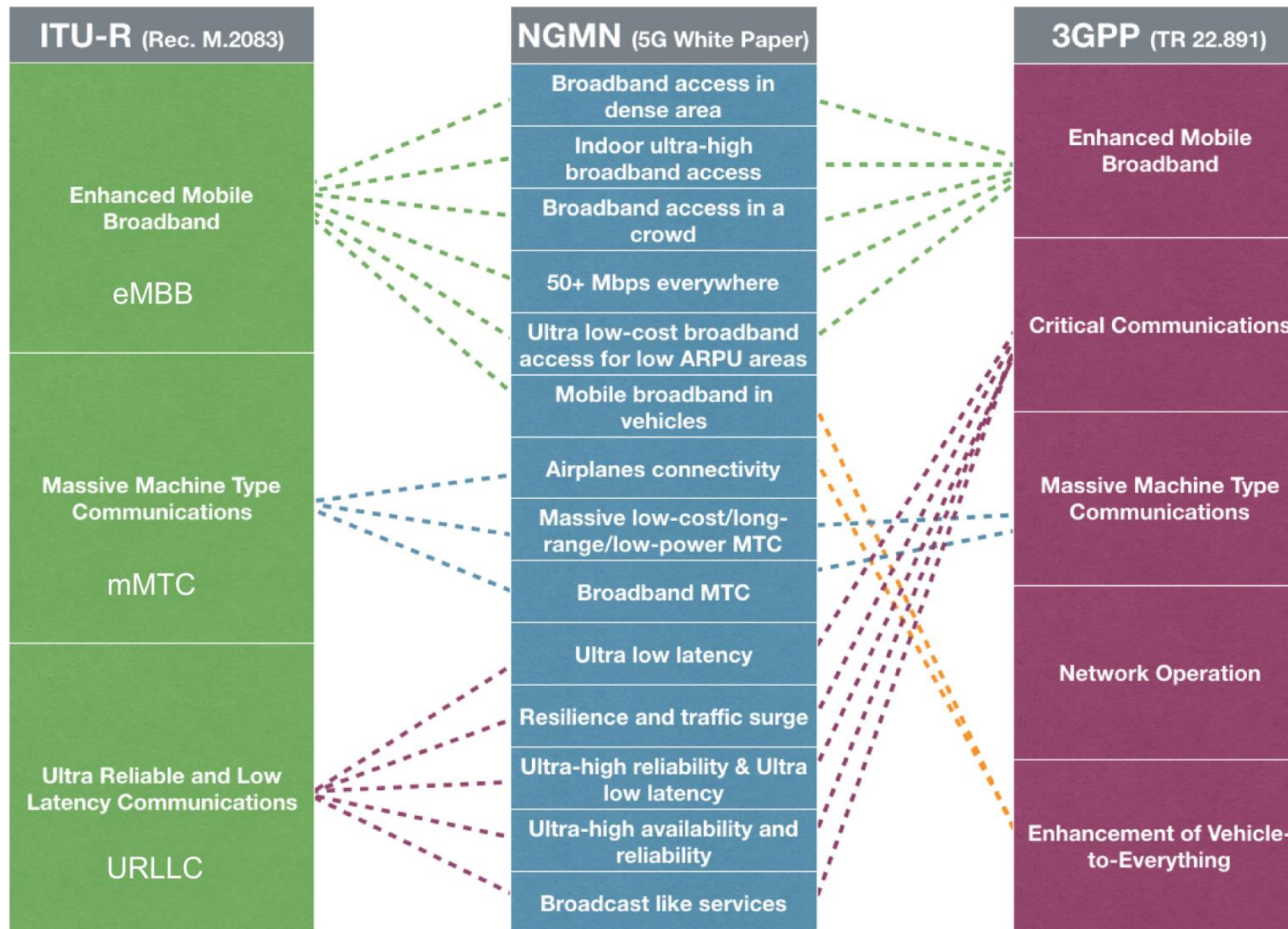


Klasyfikacja usług 5G

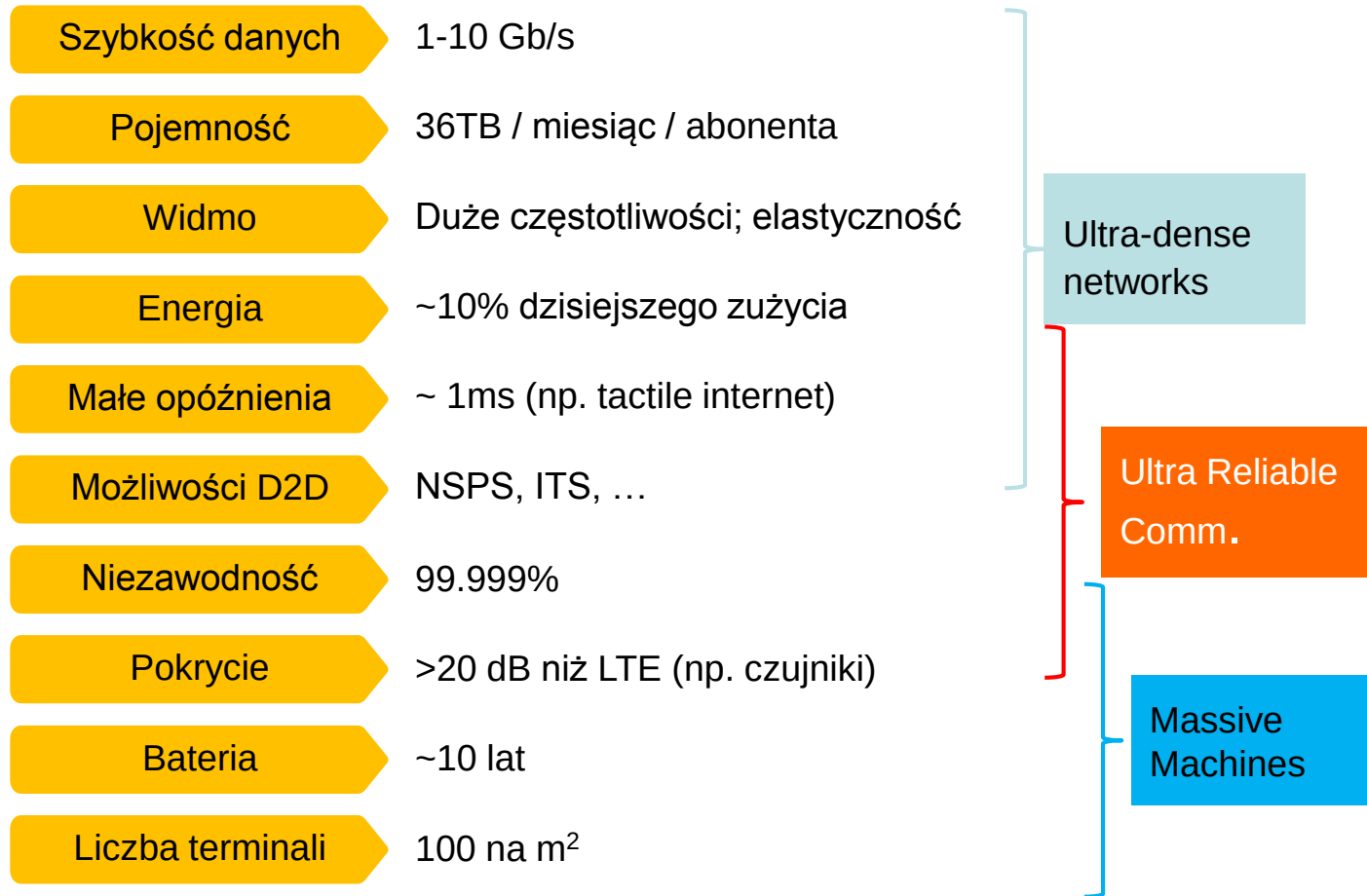
ITU-R - International Telecommunication Union-Radiocommunication

3GPP - 3rd Generation Partnership Project

NGMN - Next Generation Mobile Networks



Nowe wymagania na 5G



- Zasięg do 1 km
- Dokładność lokalizacji 0,5 m
- Prędkość do 500 km/h
- Terminale mogą być przekaźnikami

NSPS - National Security and Public Safety

- Zwiększenie 1000 razy pojemności danych mobilnych (b/s/km²) i szczytowych prędkości przesyłu 10 - 100 razy
- Zmniejszenie opóźnienia do 1 ms (end to end)
- Super niezawodność i większa mobilność;
- Zwiększenie sprawności energetycznej o 10%.



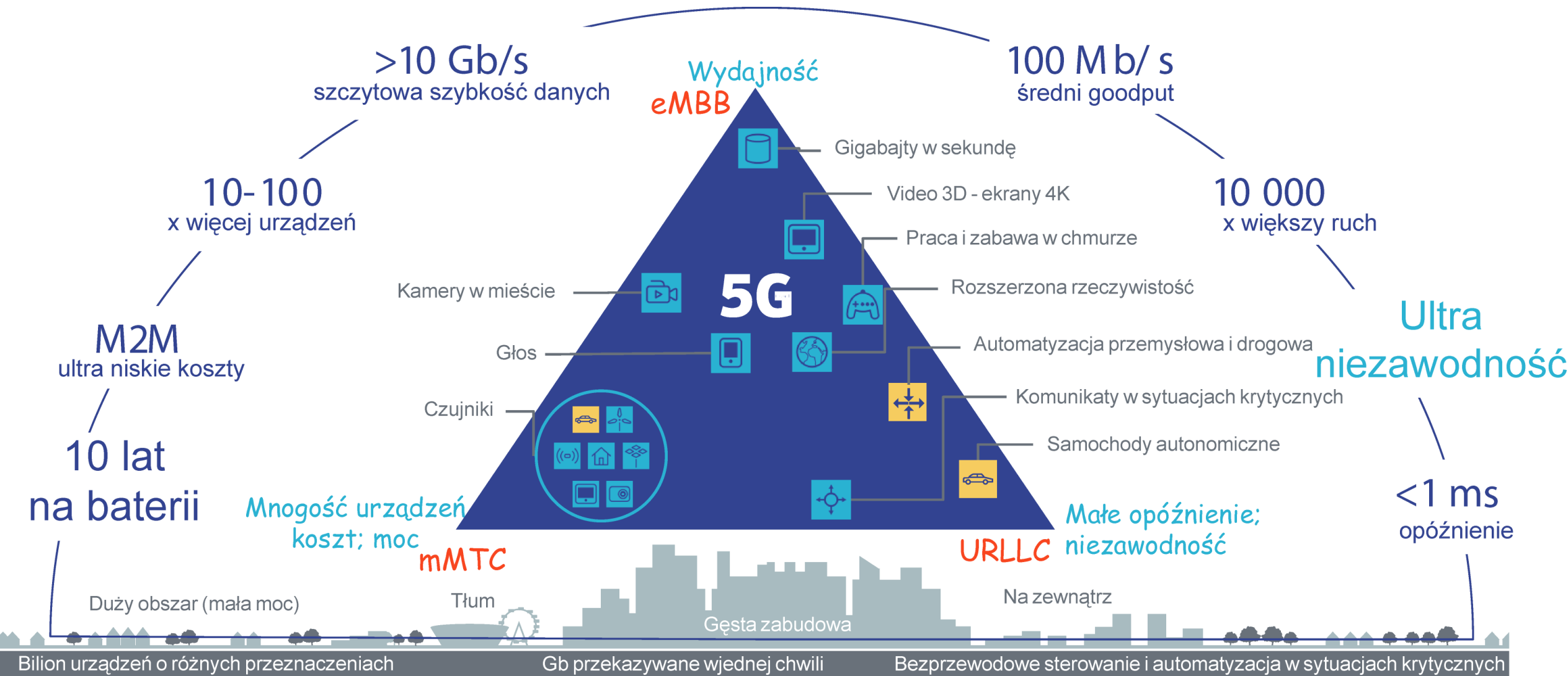
Wymagania na 5G

Parametr	Minimalne wymaganie
Max. prędkość danych	20 Gb/s DL, 10 G/ps UL
Max. efektywność widmowa	30 b/s/Hz DL, 10 b/s/Hz UL
Prędkość dla użytkownika	100 Mb/s DL, 5 0 Mb/s UL
Średnia efektywność widmowa użytkownika	$3 \times 4G$
Średnia pojemność na obszar	10 Mb/s /m ² (Indoor hot spot)
opóźnienie, User plane	4 ms dla eMBB, 1 ms dla URLLC
opóźnienie, Control plane	20 ms
Gęstość połączeń	1 000 000 terminali/km ²
Pewność	0,99999 prawdopodobieństwo skutecznej transmisji na granicy miejskiej makrokomórki, dla URLLC
Mobilność	do 500 km/godz.
Mobility Interruption time	0 ms
Pasmo	przynajmniej 100 MHz i do 1GHz w wyższych pasmach Wymagane skalowanie szerokości pasma.

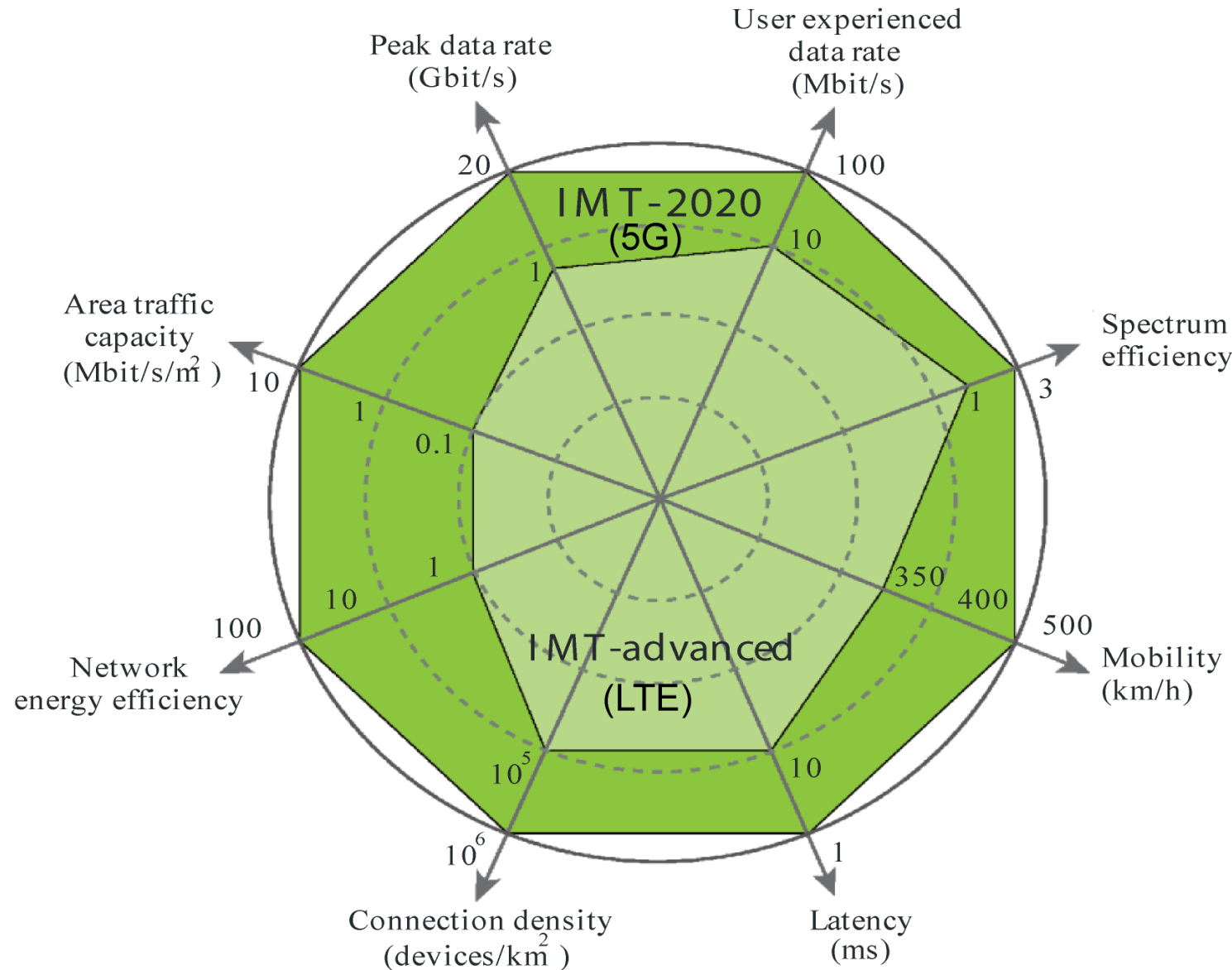
ITU-R M.2411-0, "Requirements, evaluation criteria and submission templates for the development of IMT-2020," Nov. 2017,



Adresaci i cechy usług 5G



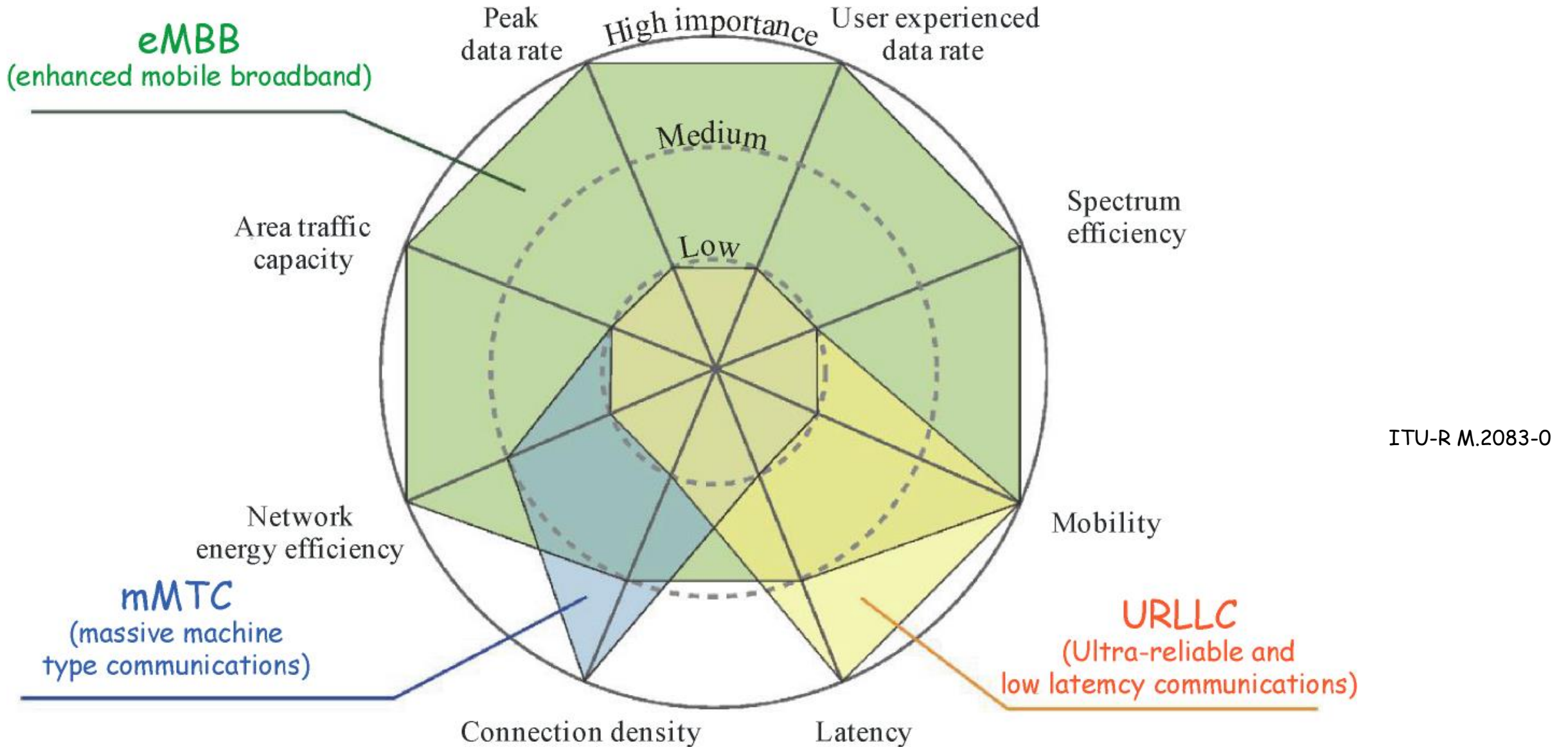
Porównanie podstawowych możliwości LTE i 5G



ITU-R M.2083-0



Znaczenie podstawowych możliwości w różnych scenariuszach użytkowania



WRC 15

Nowe i stare pasma komórkowe,
ewolucja LTE-A

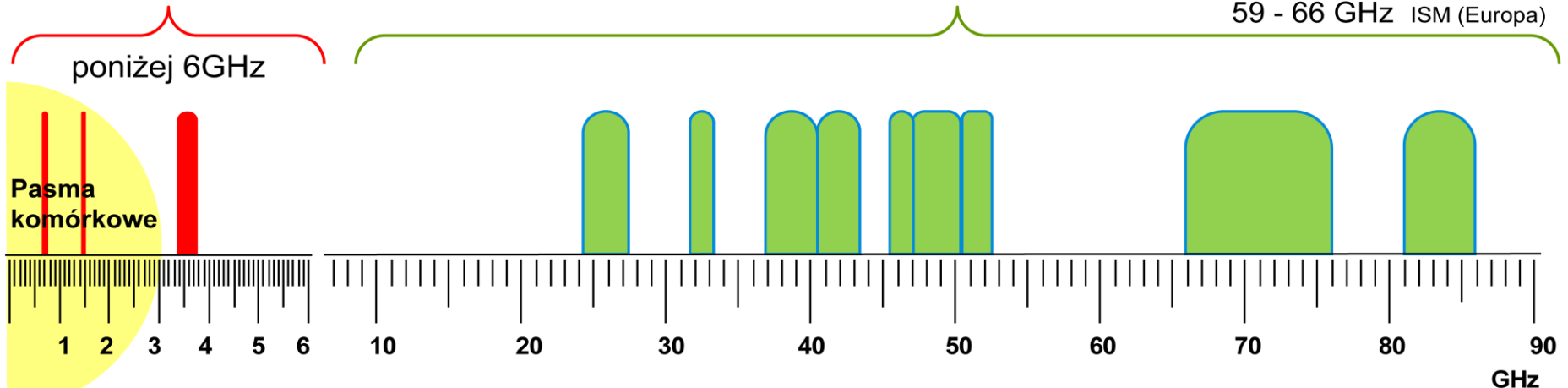
- Pasma 700 MHz (694 - 790 MHz)
- Pasma L (1427 - 1518 MHz)
- Pasma C (3,4 - 3,8 GHz)

WRC 19

Nowe planowane pasma powyżej 6 GHz (5G - NR)

- | | | |
|--------------------|-------------------|--------------------------|
| • 24,25 - 27,5 GHz | • 40,5 - 43,5 GHz | • 50,4 - 52,6 GHz |
| • 31,8 - 33,4 GHz | • 45,5 - 47 GHz | • 66 - 76 GHz |
| • 37 - 40,5 GHz | • 47 - 50,2 GHz | • 81 - 86 GHz |
| | | 59 - 66 GHz ISM (Europa) |

Nowe pasma częstotliwości

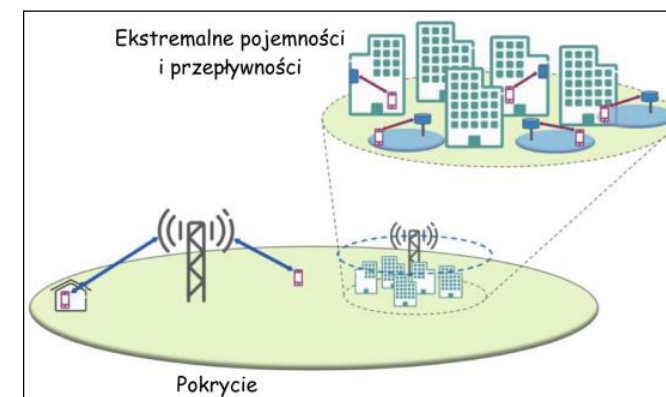


**Pokrycie
i mobilność**

Pojemność

Wyróżnia się zwykle 3 zakresy:

- poniżej 1 GHz
- 1-6 GHz
- powyżej 6 GHz



NR - New Radio

Ze względu na właściwości propagacyjne muszą być przynajmniej dwie technologie dostępu w warstwie fizycznej PHY, poniżej 6 GHz i powyżej 6 GHz. Wymagane jest współistnienie z systemami LTE.

Zalety zakresu powyżej 6 GHz:

- Duże tłumienie propagacji i blokowanie przez przeszkody (ściany), zapewnia wielokrotne wykorzystanie widma.
- Dostępne są szerokie pasma co umożliwia duże prędkości transmisji i pojemność.
- Dobre do zastosowań MIMO, bo anteny są małe i można budować zespoły wieloantenowe.
- Możliwe jest mała szerokość i precyzyjne kształtowanie wiązki.
- Ze względu na wąskie kierunkowe wiązki, rośnie bezpieczeństwo, ponieważ trudniej jest podsłuchiwać, gdy potrzebna jest bezpośrednia widoczność między nadajnikiem a odbiornikiem.

Ograniczenia:

- Wymaga się większej precyzji wykonania elementów; a zatem, są droższe.
- Możliwość zastosowania komunikacji fal milimetrowych jest ograniczona, ze względu na znaczne tłumienie; nie można uzyskać dalekich zasięgów.
- Są mniej niezawodne z powodu efektów blokowania; transmisja mobilna wymaga łączy rezerwowych (żeby mieć pewność, że jeśli jedno łącze jest zablokowane, istnieje inne, które przejmie transmisję).
- Nie wszystkie częstotliwości mikrofalowe są użyteczne, ponieważ występuje tłumienie molekularne.



NR - New Radio

Odstępy pomiędzy podnośnymi OFDM są skalowane od 15 do 480 kHz (wielokrotność 15 kHz).

Im większy odstęp między podnośnymi, tym krótszy czas trwania symbolu. Przy 15 kHz wynosi 66,67 μ s, dla 480 kHz, skraca się do 2,08 μ s.

Spectrum/licensing	Charakterystyka	eMBB	mMTC	URLLC
Poniżej 6 GHz	Duże pokrycie, mała dostępność widma	tak	tak	tak
Powyżej 6 GHz	Małe pokrycie, duża dostępność widma	tak (jako dodatkowa pojemność)	możliwe	nie (zawodne)
Licensed spectrum	Exclusive use	tak	tak	tak
Licensed shared spectrum	Shared exclusive use	tak	możliwe	możliwe
Unlicensed spectrum	Shared use	tak	możliwe	nie

15 kHz
< 3GHz, Macro cells



30 kHz
> 3 GHz, Small cells



60 kHz
5 GHz Unlic. Indoor



120 kHz
mmWave,

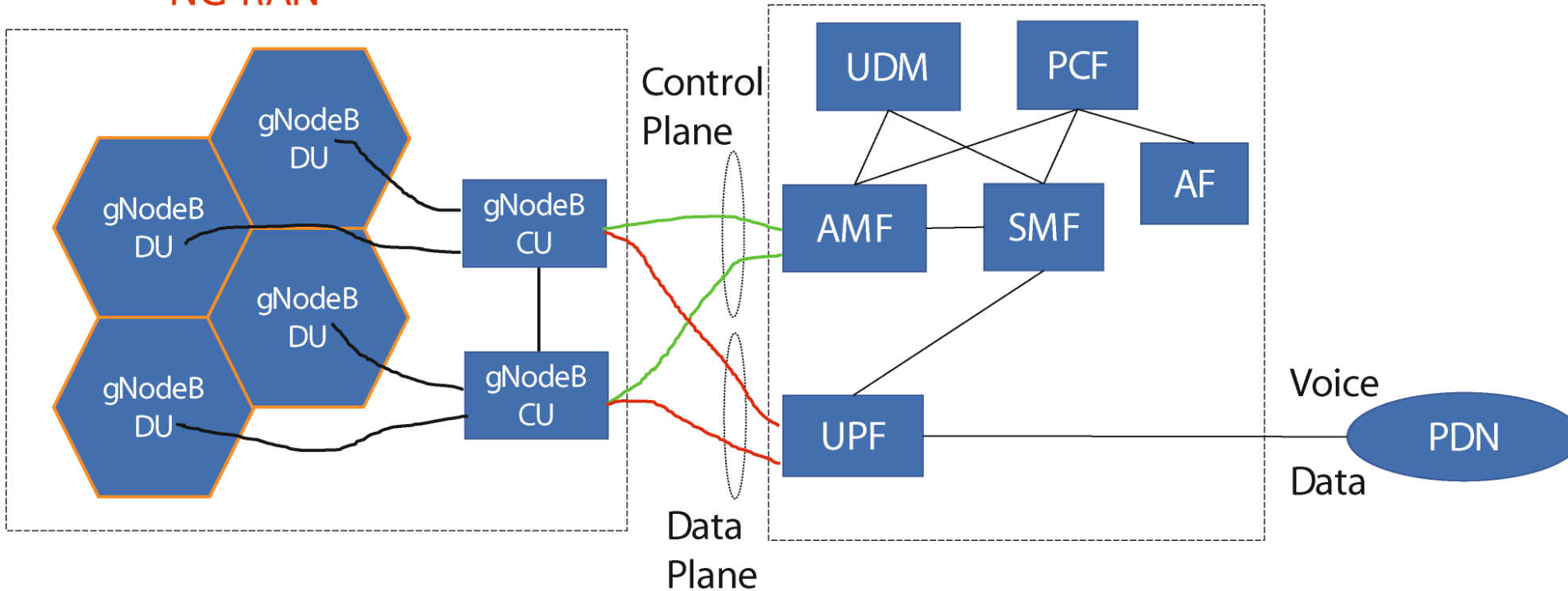


NG-RAN - next-generation radio access network;
DU - distributed unit, CU - centralized unit

Schemat sieci 5G

NG-RAN

5GC



- AMF - Access and Mobility management Function (szyfrowanie i ochrona integralności, zarządzanie mobilnością, uwierzytelnianie i autoryzacja).
- SMF - Session Management Function (alokacja adresu IP UE, zarządzanie, wybór i kontrola UPF, roaming)
- UDM - Unified Data Management (zarządzanie subskrypcją, dane użytkownika, rejestracja i zarządzanie mobilnością).
- PCF - Policy Control Function.
- UPF - User Plane Function (zewnętrzny punkt połączenia z siecią danych, obsługa QoS UP).
- AF - Application Function (AF)
- UPF - User Plane Function

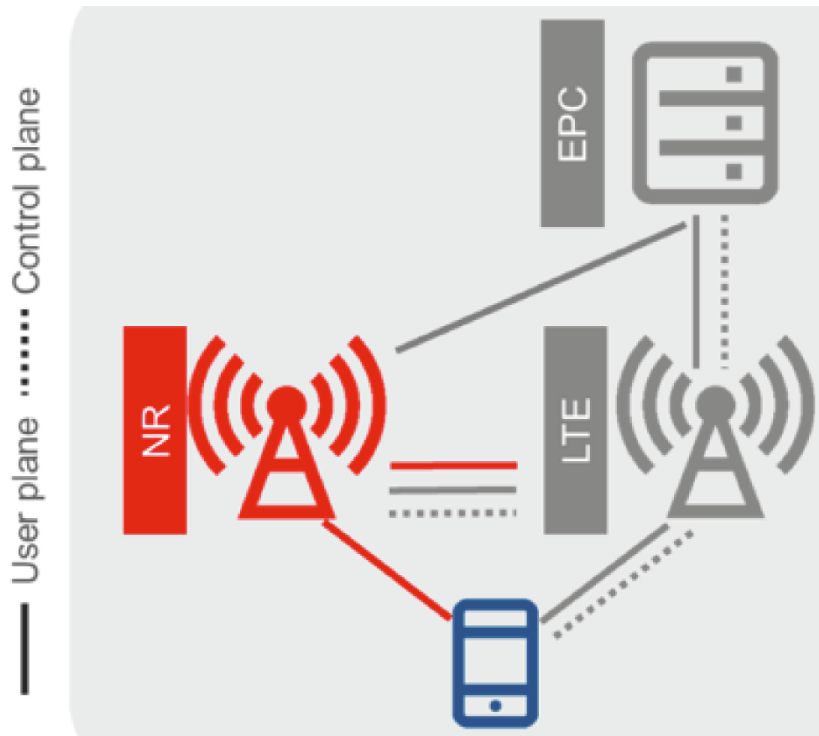


Rozdział interfejsów sterowania i danych (control plane, user plane)

Sieci definiowane programowo umożliwiają separację funkcji kontrolnych i transmisji danych. Interfejsy płaszczyzny sterowania i płaszczyzny użytkownika są oddzielne.

Control: zarządzanie sesją, przydzielanie adresów IP, sygnalizacja między siecią (core), a urządzeniem, uwierzytelnianie, bezpieczeństwo, mobilność.

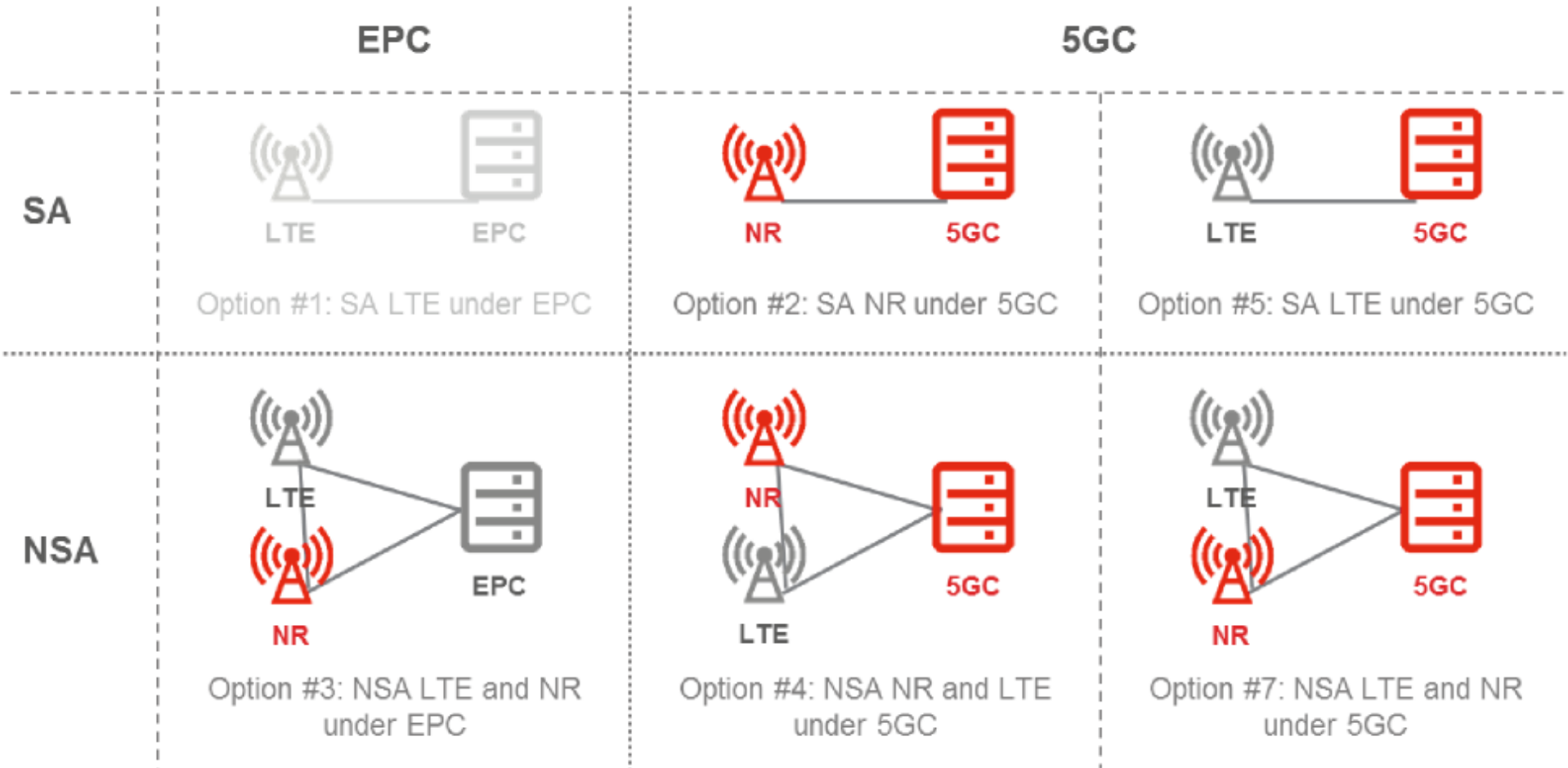
User: routing i przekazywanie pakietów, filtrowanie pakietów, sterowanie pakietami, jakość usług



Przykładowo: Węzeł z podwójną łącznością. Kontrola przez LTE i podział danych między LTE i 5G

Możliwe drogi przejścia od 4G do 5G

- Konfiguracja samodzielna (SA) używa tylko jednej technologii dostępu radiowego
- Niesamodzielna (NSA) łączy kilka technologii dostępu



5GC 5G Core (network)
 EPC Evolved Packet Core
 NR New Radio
 SA Standalone
 NSA Non-Standalone
 LTE Long Term Evolution
 eNB eNB Evolved Node B
 gNB Fifth Generation NodeB
 RAN Radio Access Network
 RAT Radio Access Technology

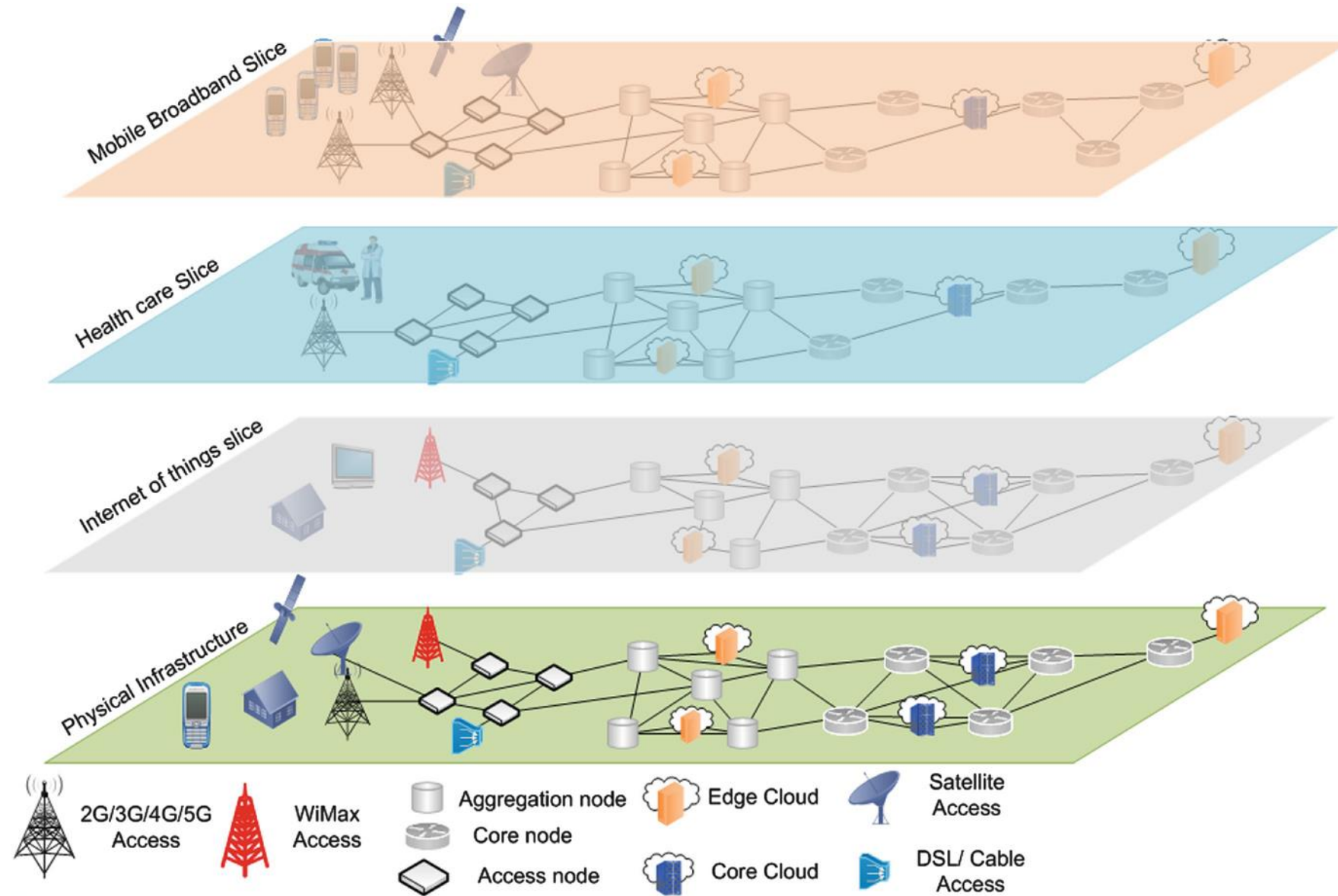
ROAD TO 5G: INTRODUCTION AND MIGRATION. GSMA, April 2018. www.gsma.com.



Network Slicing

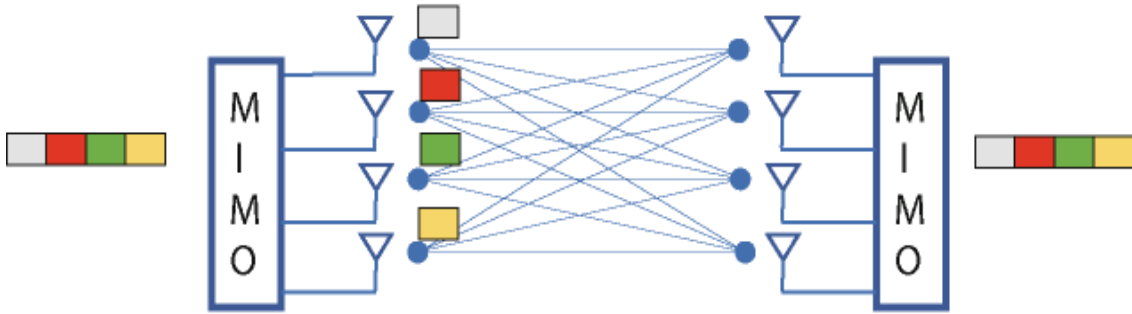
Slice - logiczna sieć obsługująca określoną aplikację lub klienta. Ta koncepcja umożliwia użycie pojedynczej infrastruktury sieci do wdrażania różnych (lub podobnych) sieci logicznych.

- Podobne do maszyn wirtualnych (VM) na komputerze
- Sieć można podzielić na wiele warstw
- Każda warstwa wygląda dla użytkownika jak osobna sieć



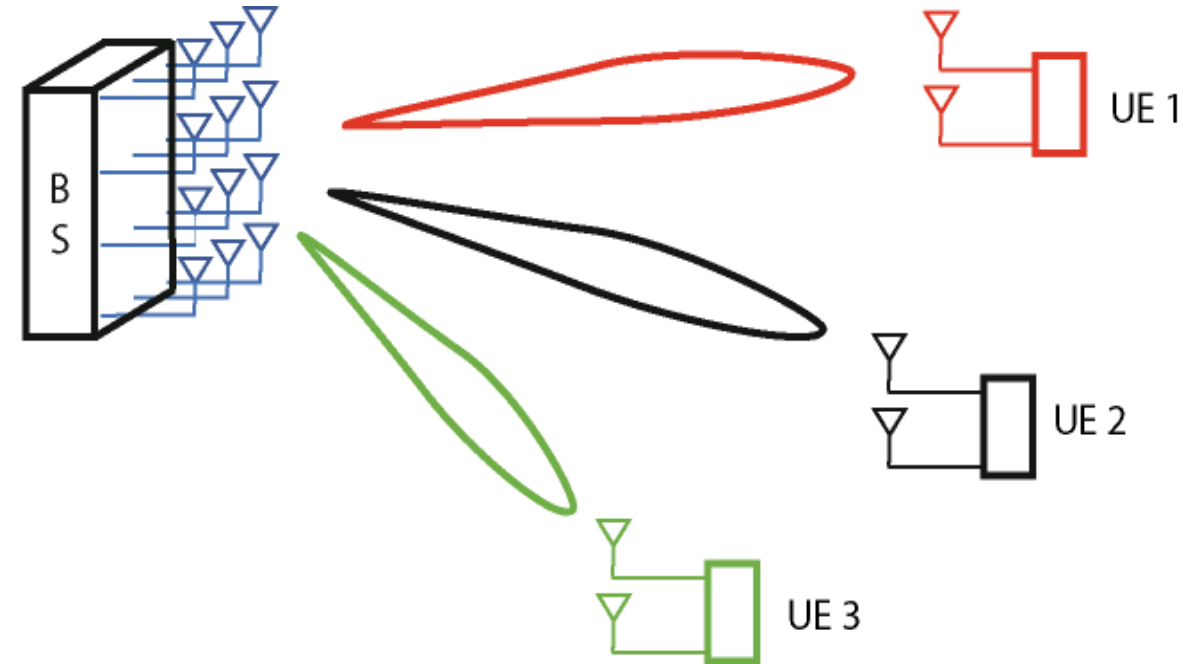
Massive MIMO

Spatial multiplexing



MIMO - Multi Input Multi Output

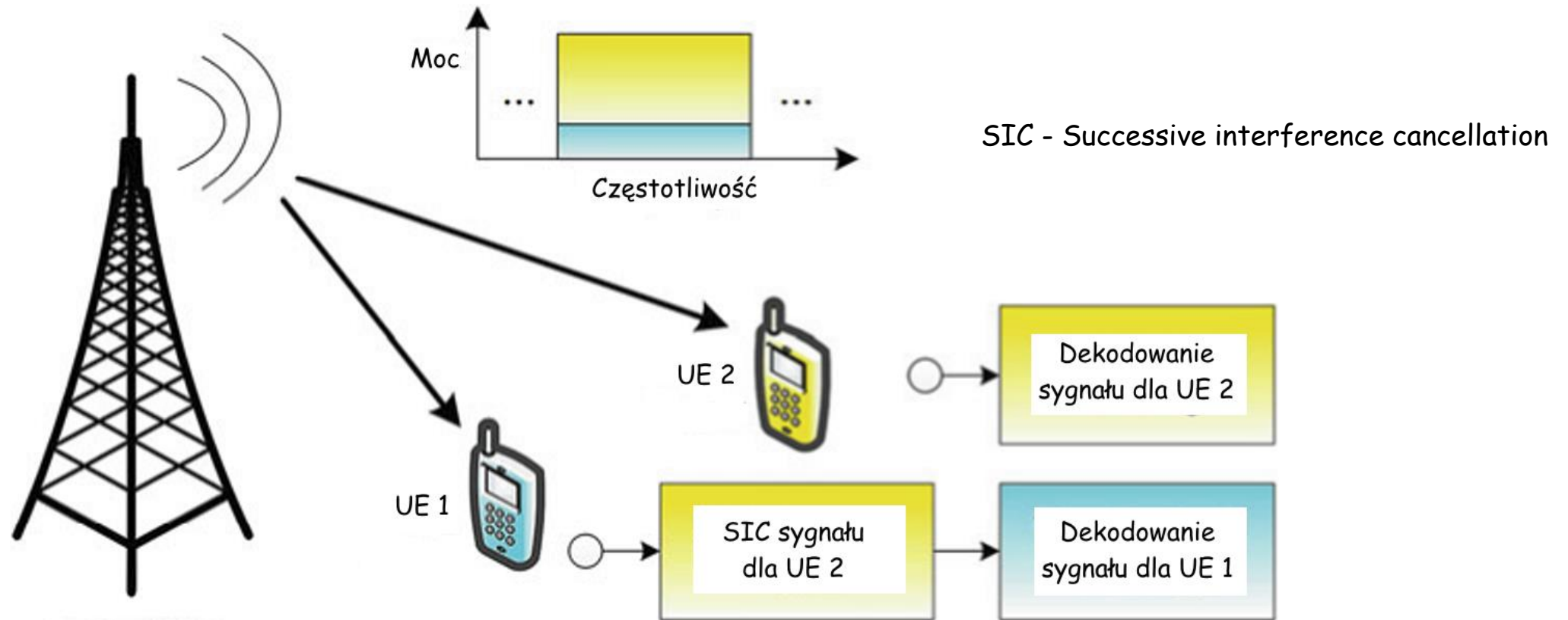
Beamforming
Kształtowanie wiązki



Massive - powyżej 64 anten

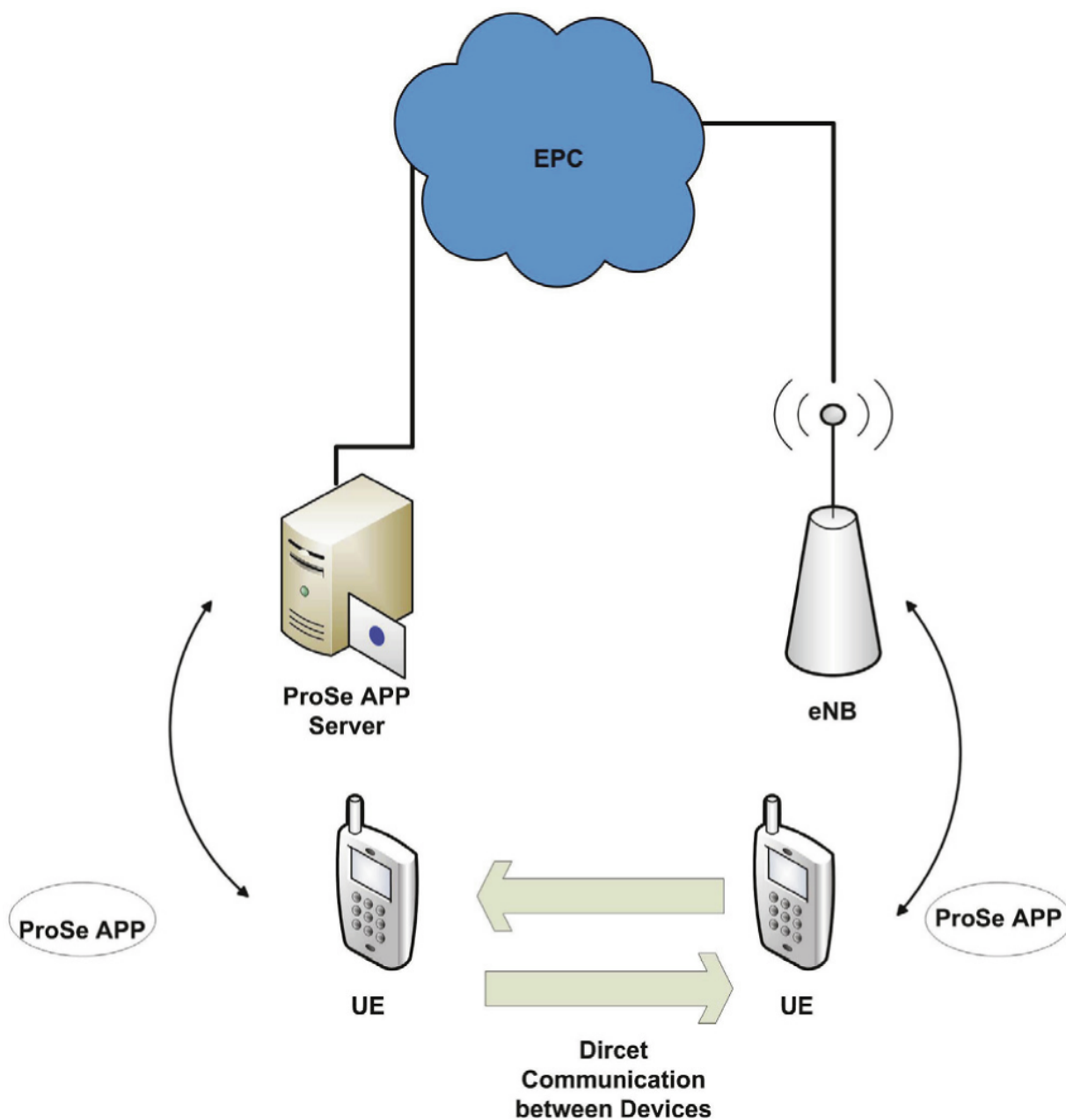
NOMA - Non-Orthogonal Multiple Access

NOMA realizuje sukcesywną eliminację zakłóceń, wykorzystując różnice między poziomem sygnałów abonentów komórkowych w kanale. Może to zostać osiągnięte przez zaawansowane metody eliminacji zakłóceń kosztem zwiększonej złożoności odbiornika.



Idea SIC jest to, że sygnały są sukcesywnie dekodowane. Po zdekodowaniu sygnału jednego użytkownika jest on odejmowany od połączonego sygnału przed dekodowaniem sygnału następnego użytkownika. Przy SIC, jeden z sygnałów użytkownika jest dekodowany, traktując drugi sygnał użytkownika jako zakłócający. Ten drugi jest następnie dekodowany, ale już po odjęciu pierwszego.

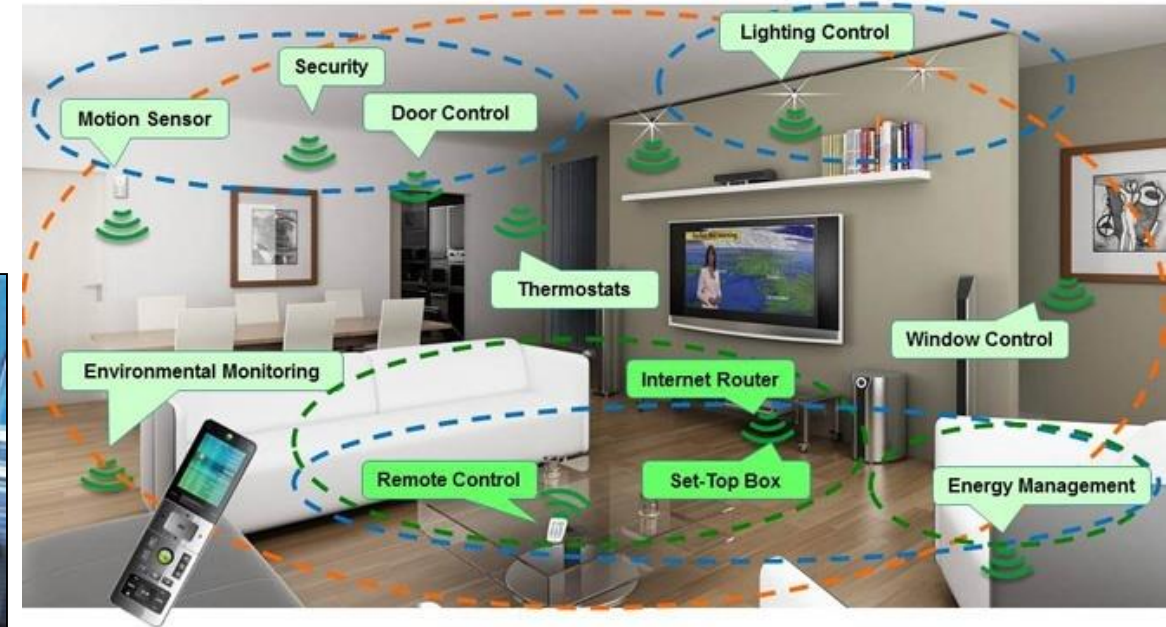
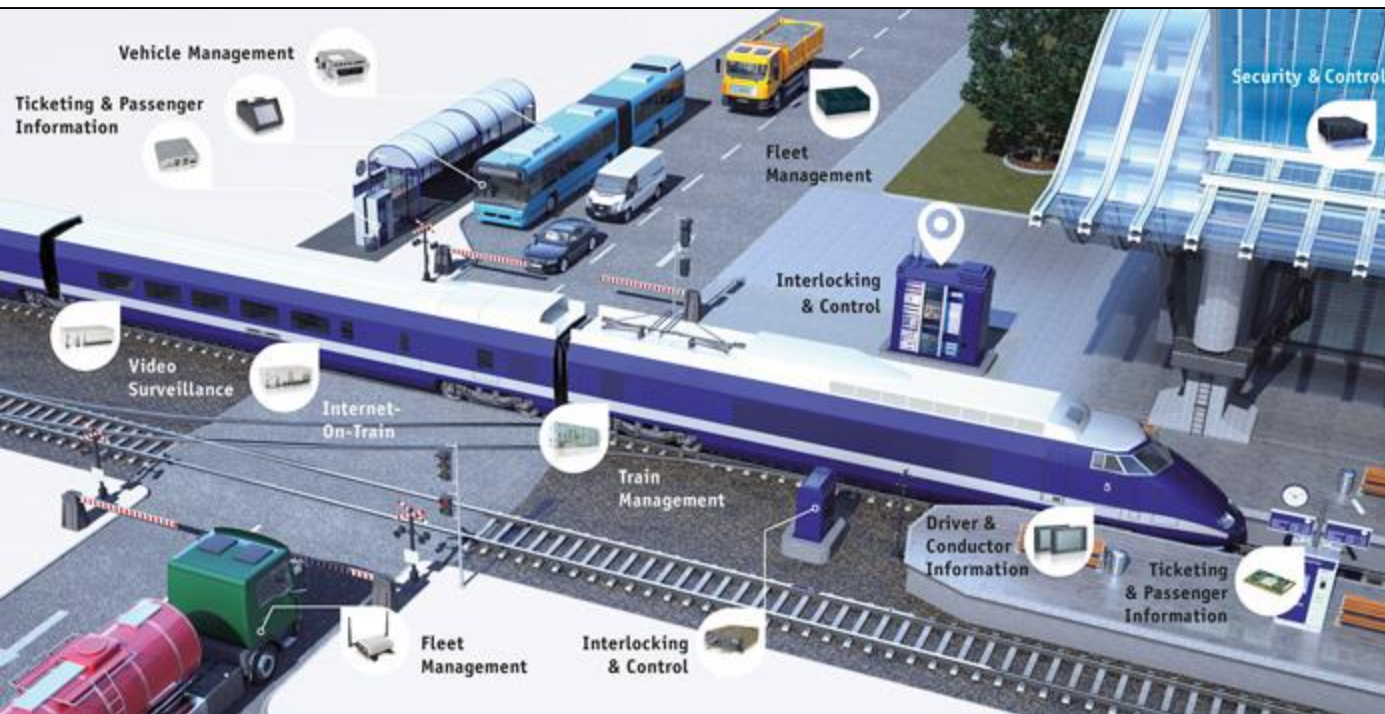
D2D - bezpośrednia transmisja między terminalami



ProSe - proximity-based services

Internet of Things - IoT

Internet rzeczy (Internet of Things - IoT) - jednoznacznie identyfikowalne obiekty mogą pośrednio albo bezpośrednio gromadzić, przetwarzać lub wymieniać dane za pośrednictwem sieci danych. Mogą to być np. czujniki przemysłowe, monitory medyczne, urządzenia gospodarstwa domowego. Zastosowania to np. inteligentne miasta, samochody autonomiczne, ochrona środowiska. Sieć transmisji danych IoT ma wymagania odbiegające od sieci publicznej.



Prognozy:
za kilka lat do 1,5 biliona urządzeń



Standardy 3GPP dla IoT

Standardy machine to machine communications (M2M)

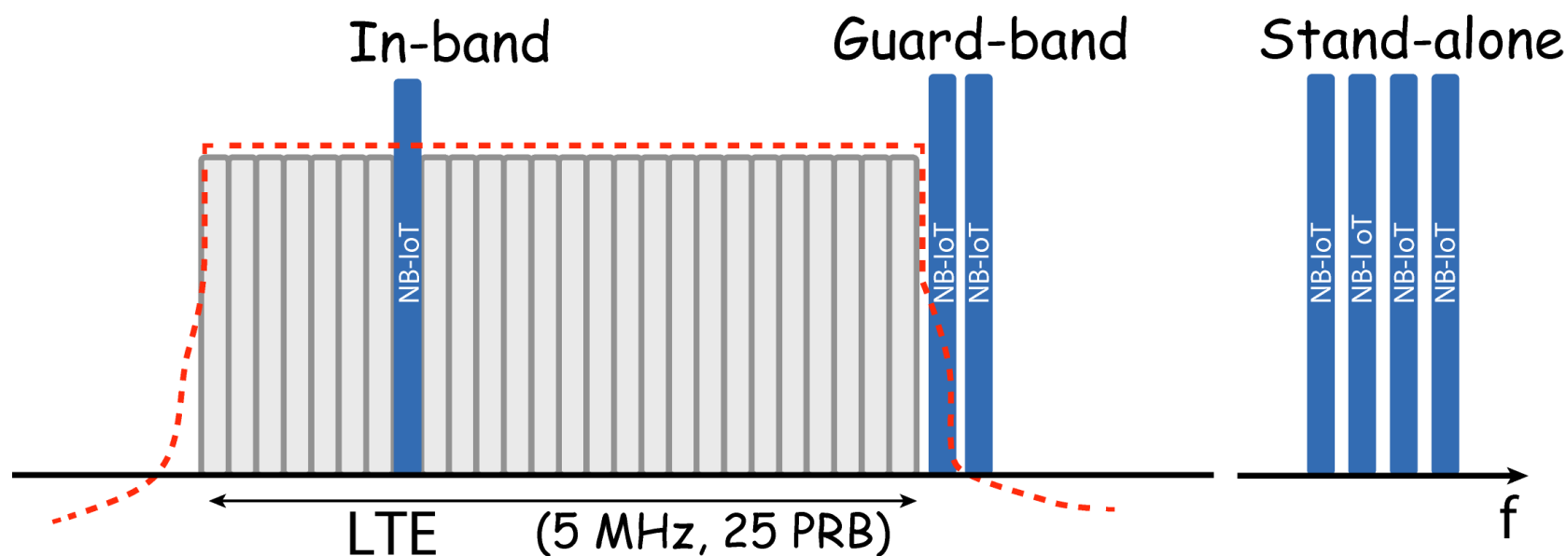
- ❑ E-UTRA, Release 8; standard LTE Cat. 1; do 10 Mb/s, dane i VoLTE, pasmo 20 MHz
- ❑ Release 12; LTE Cat. 0, do 1 Mb/s, pasmo 20 MHz
- ❑ Release 13, czerwiec 2016, standardy:
 - eMTC (LTE Cat. M1), do 1Mb/s, pasmo 1,4 MHz,
 - NB IoT (LTE Cat. NB1), 150 kb/s, pasmo 180 kHz
 - EC-GSM-IoT, do 240 kB/s, 200 kHz

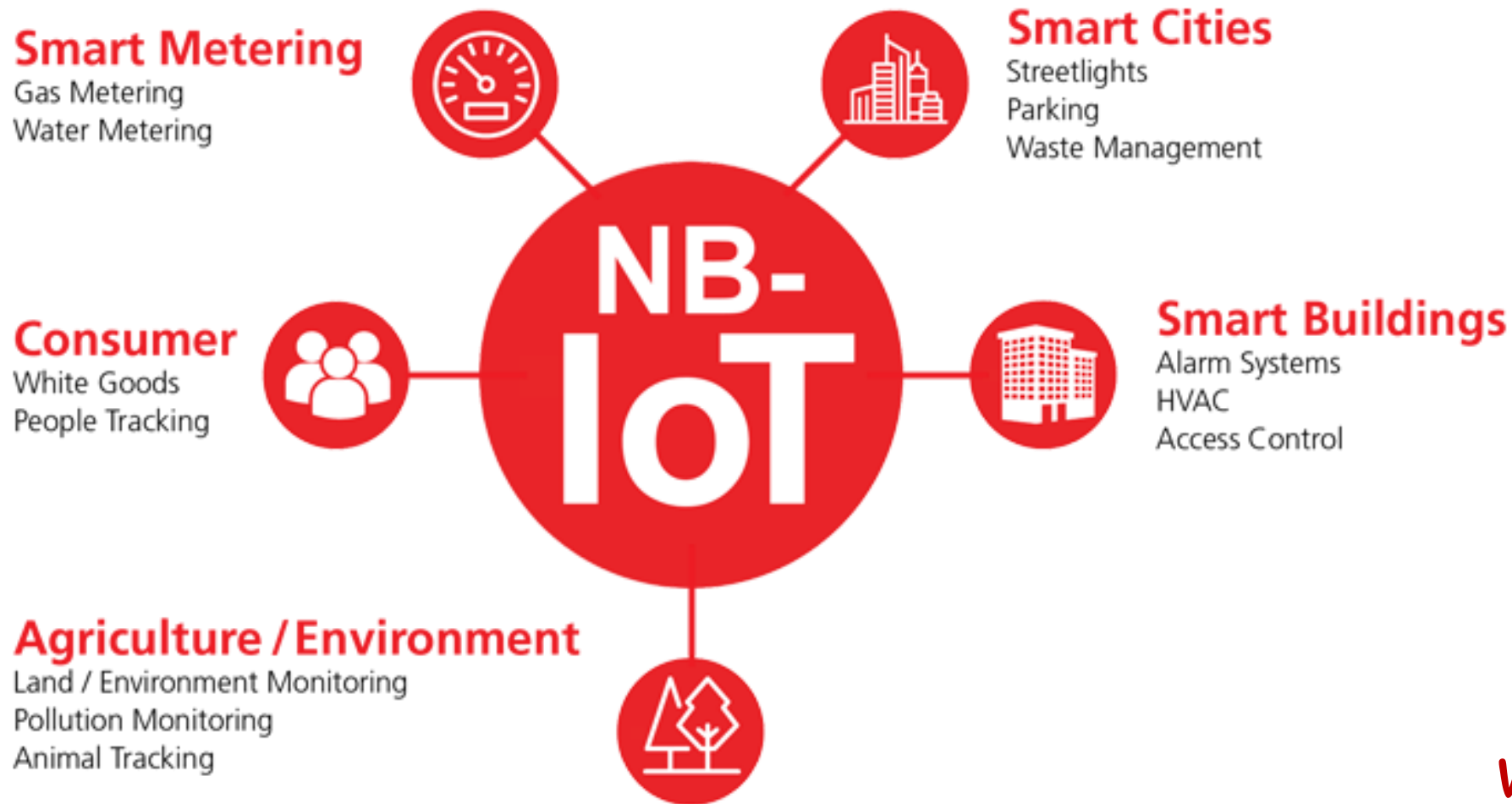
3GPP - 3rd Generation Partnership Project
NB IoT - Narrow Band for the Internet of Things
eMTC - enhancements for Machine Type Communications,
EC-GSM-IoT- Extended Coverage - GSM - Internet of Things



Cechy standardu NB IoT

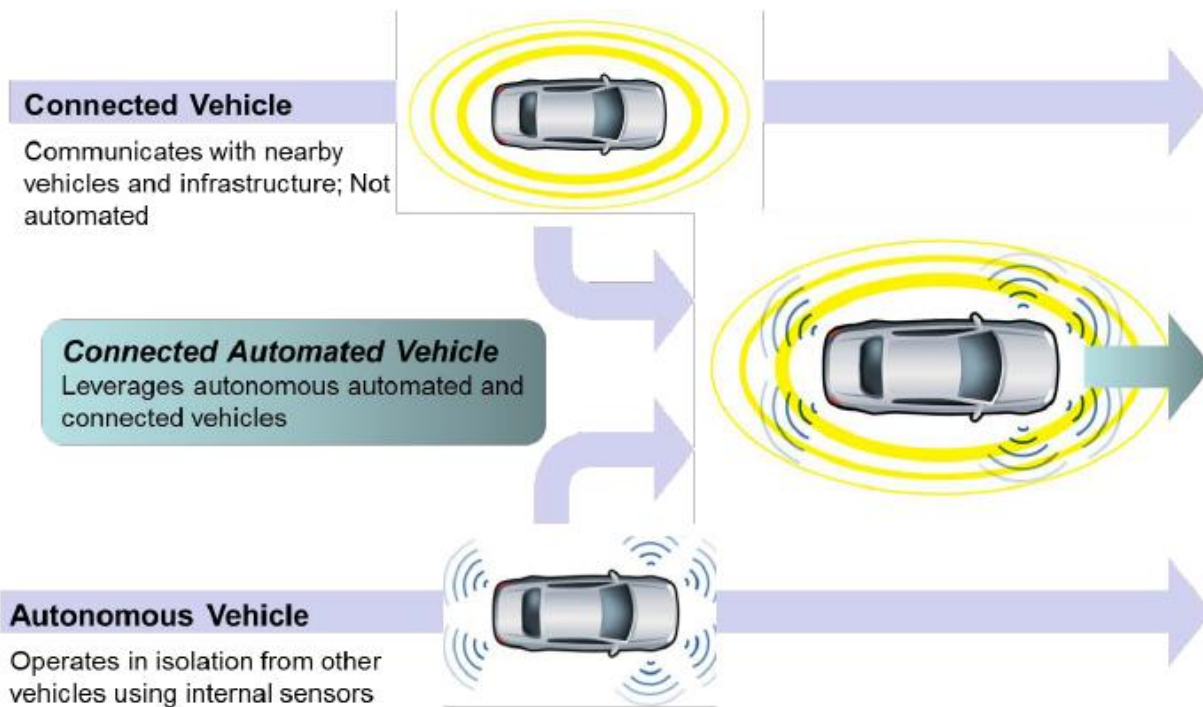
- ❑ Służy do przesyłania małej ilości danych z niewielką częstością. Kompatybilny z LTE.
- ❑ Zakresy częstotliwości w Europie: 800 MHz, 900 MHz, 1800 MHz.
- ❑ Wąskopasmowa transmisja w obu kierunkach, pasmo 180 kHz, (blok PRB LTE lub kanał GSM).
- ❑ Większe tłumienie trasy, zwiększone do 164 dB (o 20 dB większe niż dla GPRS).
- ❑ Rozszerzenie zasięgu (powtórzenia, zmiana szerokości pasma) - Coverage Enhancement (CEO, CE1, CE2).
- ❑ Możliwe są trzy sposoby organizacji widma: w paśmie LTE (in band), w paśmie ochronnym (guard-band) oraz w kanale samodzielnym (stand-alone).





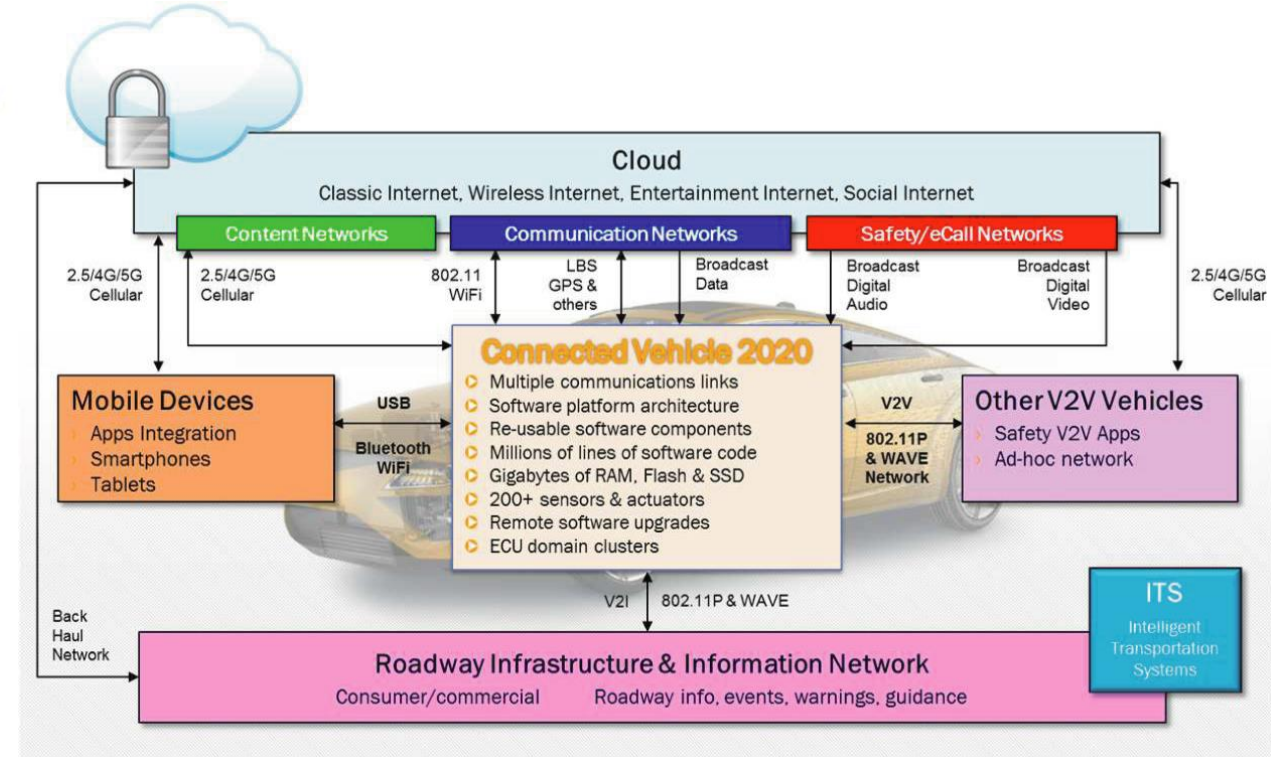
Zastosowania wąskopasmowego IoT

Materiały firmy: 



Pojazdy autonomiczne

ConnectedVehicle 2020-Mobility Ecosystem

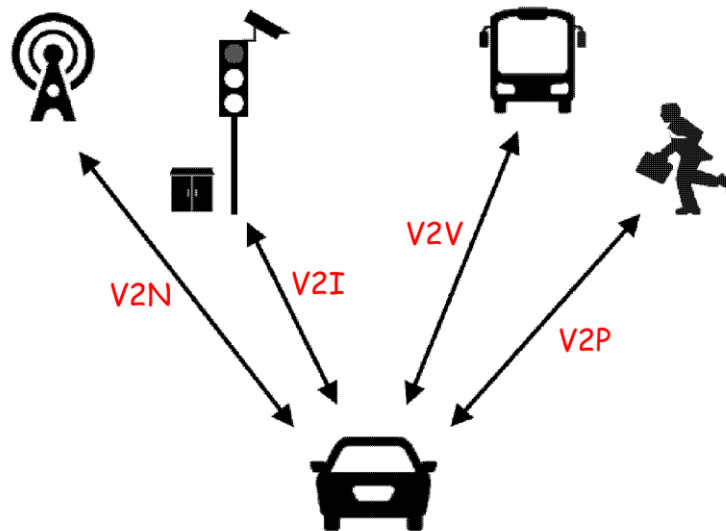


Obecne standardy:

C-V2X - standard 3GPP (Release 14, 2017r.) dla V2X

- V2V, V2I, V2P - komunikacja bezpośrednia bez sieci, bazująca na standardach LTE; interfejs **PC5** (pasmo 5,9 GHz)
- V2N - interfejs do obecnych sieci komórkowych; **Uu** (przewidywana integracja LTE - PC5;)

w przyszłości ewolucja do 5G



Typy komunikacji V2X

Systemy V2X- Vehicle to Everything

Drugi standard:

IEEE 802.11p - V2V, V2I, V2P (umiarkowane zastosowania), w USA: **WAVE** - Wireless Access in Vehicular Environments, **DSRC** (Dedicated Short-Range Communications)

V2V services	V2I services	V2P services
• Emergency electronic brake light • Emergency vehicle approaching • Slow or stationary vehicles • Traffic jam ahead warning • Hazardous location notification • Roadworks warning • Shockwave damping • Cooperative collision warning • Motorcycle approaching indication	• Weather conditions • In-vehicle signage • In-vehicle speed limits • Probe vehicle data • Green light optimal speed advisory (GLOSA) • Signal violation / intersection safety • Traffic signal priority requested by designated vehicles • On-street parking management • Off-street parking management • Park & ride information • Information on fuelling & charging stations for alternative fuel vehicles • Traffic information and Smart routing • Zone access control for urban areas • Loading zone management • Wrong way driving	• Vulnerable road user protection
Zasadnicze usługi dla V2X		



Aplikacje V2X

W ramach różnych projektów badano między innymi następujące aplikacje V2X:

- Ostrzeżenie przed kolizją
- Ostrzeżenia o zagrożeniach drogowych (roboty drogowe, awaria samochodu, warunki pogodowe itp.)
- Zbliżanie się do miejsca ostrzeżenia o pożarze pojazdu
- Elektroniczne ostrzeżenie o hamowaniu awaryjnym
- GLOSA - Green Light Optimal Speed Advisory
- Informacje o zbliżającym się motocyklu
- Oznakowanie w pojeździe
- Ostrzeżenie o naruszeniu czerwonego światła
- Ostrzeżenie przed blokadą ruchu



IoT - Internet of Things

IoV - Internet of Vehicles

IoV integruje

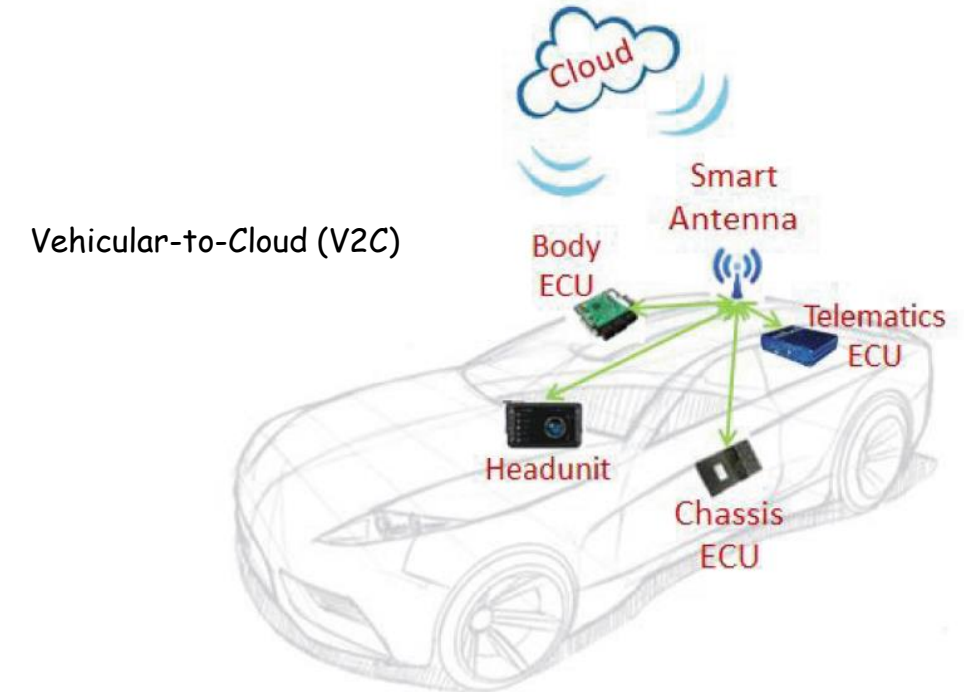
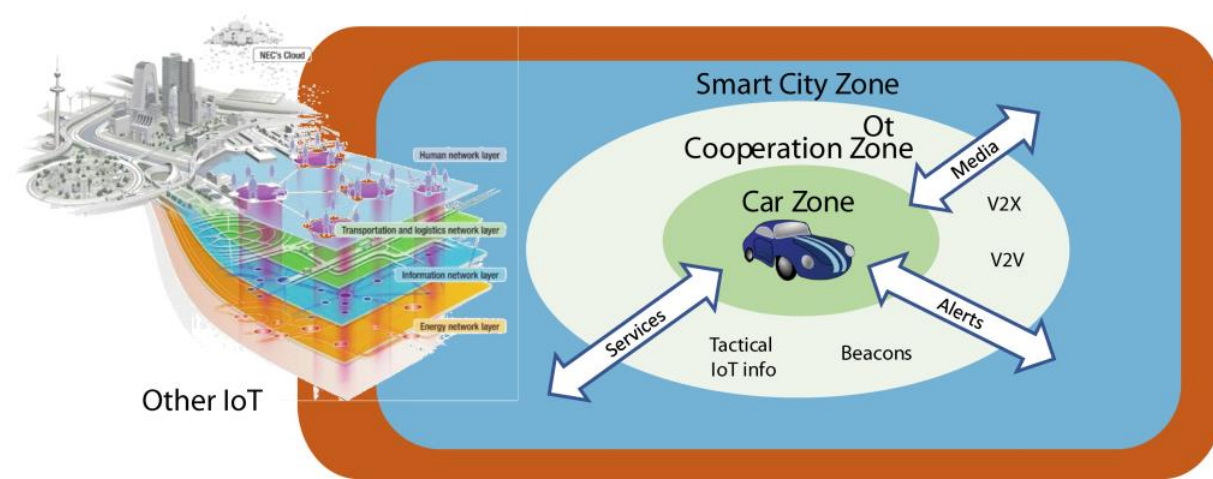
- ❑ Technologie ITS, V2X
- ❑ Zasoby pojazdu (czujniki, urządzenia)
- ❑ Platformy obliczeniowe w chmurze, o dużej mocy

Cele

- ❑ Ulepszenie systemu sieci i przepływu informacji pojazdowej
- ❑ Współpraca i integracja użytkowników, pojazdów i platform komputerowych

Perspektywy. Połączone pojazdy jako usługa IoT

- ❑ Dla mieszkańców inteligentnego miasta (gminy)
 - Nie trzeba instalować czujników miejskich
 - Czujniki pojazdowe informują o otoczeniu
- ❑ Dla przedsiębiorstw
 - Monitorowanie i zarządzanie zasobami i flotą na bieżąco
 - Organizacja dostaw, firmy kurierskie
- ❑ Dla obywateli
 - Znajdowanie miejsca parkingowego w czasie jazdy, oszczędność paliwa
 - Analiza stanu pojazdu, informacje o konserwacji



Gerla, M., Lee, E., Pau, G., Lee U.: Internet of vehicles: from intelligent grid to autonomous cars and vehicular clouds. IEEE World Forum on Internet of Things (WF-IoT), pp. 241-246, Mar 2014

IoT W POLSKIEJ GOSPODARCE

RAPORT GRUPY ROBOCZEJ DO SPRAW INTERNETU RZECZY
PRZY MINISTERSTWIE CYFRYZACJI



Ministerstwo
Cyfryzacji

Krajowy punkt widzenia na IoT

Spis treści

1 O RAPORCIE	2	Zespół redakcyjny
2 STRESZCZENIE	3	Ministerstwo Cyfryzacji:
3 DEFINICJA INTERNETU RZECZY (IoT)	5	Leszek Maśniak
4 PERSPEKTYWY ROZWOJU BRANŻY IoT NA ŚWIECIE	6	Katarzyna Marcisz
5 WARUNKI ROZWOJU IoT W POLSCE – DIAGNOZA SYTUACJI	8	Jakub Płodzich
6 KONTEKST STRATEGICZNY	16	Ewa Świętochowska
7 BRANŻE O SZCZEGÓLNYM POTENCJALE ROZWOJU W POLSCE W OPARCIU O IoT	18	Anna Tomala
		Jan Zaboklicki
		Polska Izba Informatyki i Telekomunikacji (PIIT):
		Borys Stokalski, lider strumienia IoT w Zespole zadaniowym
		KRMC „Od papierowej do cyfrowej Polski”
		Michał Gałagus
		Liderzy podgrup branżowych:
		Krystian Bień, Polpharma sp. z o.o.
		Aleksander P. Czarnowski, AVET Information and Network
		Security Sp. z o.o.
		Tomasz Dylik, Exatel
		Paweł Gora, Uniwersytet Warszawski, Wydział Matematyki,
		Informatyki i Mechaniki
		Damian Hajduk, doradztwo strategiczne i zarządzanie
		w transporcie i logistyce
		Michałski Mateusz, mTechnology / Stowarzyszenie Hackerspace
		Wrocław
		Piotr Mieczkowski, Fundacja Digital Poland
		Kamil Nawrocki, BConnect
		Marcin Płóciennik, Poznańskie Centrum Superkomputerowo
		Sieciowe (PCSS IChB PAN)
		Jarosław Smulski, IDC Poland & Baltic States
		Krzysztof Wadas, Grupa Cyfrowy Polsat
		Remigiusz Wiśniewski, Detecon International
		Marcin Wolski, startup Billon Group Ltd.
		Marek Zamłyński (do 2018 r.)
		Institucja koordynująca
		Ministerstwo Cyfryzacji
		Institucje publiczne wspierające działania Grupy:
		Ministerstwo Infrastruktury
		Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju
		Ministerstwo Przedsiębiorczości i Technologii
		Główny Urząd Geodezji i Kartografii
		Instytut Łączności - Państwowy Instytut Badawczy
		Instytut Technik Innowacyjnych ITI EMAG
		Urząd Lotnictwa Cywilnego
		Główny Partner Biznesowy:
		PIIT
		Polska Izba Informatyki
		i Telekomunikacji
		Partner Merytoryczny:
		digitalpoland
		Fundacja Digital Poland
		CZŁONKOWIE GRUPY IoT
		108

Wydanie 1
Oddano do druku: kwiecień 2019 r.
Wydrukowano w nakładzie 200 egzemplarzy.
Wersja elektroniczna dostępna na www.gov.pl/cyfryzacja

Raport może być kopiowany i wykorzystywany publicznie jedynie bez naruszania jego integralności. Prawa autorskie i majątkowe do wykorzystanych w raporcie materiałów pochodzących ze źródeł obcych pozostają własnością ich właścicieli.

Raport powstał dzięki pracy członków Grupy Roboczej ds. Internetu Rzeczy składającej się z ekspertów działających pro publico bono na zaproszenie Ministra Cyfryzacji od 24 sierpnia 2018 r.

Pracom grupy przewodniczyli - Leszek Maśniak i dr Maciej Kawecki - Ministerstwo Cyfryzacji.

Zespół redakcyjny
Ministerstwo Cyfryzacji:
Leszek Maśniak
Katarzyna Marcisz
Jakub Płodzich
Ewa Świętochowska
Anna Tomala
Jan Zaboklicki

Polska Izba Informatyki i Telekomunikacji (PIIT):
Borys Stokalski, lider strumienia IoT w Zespole zadaniowym
KRMC „Od papierowej do cyfrowej Polski”
Michał Gałagus

Liderzy podgrup branżowych:
Krystian Bień, Polpharma sp. z o.o.
Aleksander P. Czarnowski, AVET Information and Network Security Sp. z o.o.
Tomasz Dylik, Exatel
Paweł Gora, Uniwersytet Warszawski, Wydział Matematyki, Informatyki i Mechaniki
Damian Hajduk, doradztwo strategiczne i zarządzanie w transporcie i logistyce
Michałski Mateusz, mTechnology / Stowarzyszenie Hackerspace Wrocław
Piotr Mieczkowski, Fundacja Digital Poland
Kamil Nawrocki, BConnect
Marcin Płóciennik, Poznańskie Centrum Superkomputerowo Sieciowe (PCSS IChB PAN)
Jarosław Smulski, IDC Poland & Baltic States
Krzysztof Wadas, Grupa Cyfrowy Polsat
Remigiusz Wiśniewski, Detecon International
Marcin Wolski, startup Billon Group Ltd.
Marek Zamłyński (do 2018 r.)

Institucja koordynująca
Ministerstwo Cyfryzacji

Institucje publiczne wspierające działania Grupy:
Ministerstwo Infrastruktury
Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju
Ministerstwo Przedsiębiorczości i Technologii
Główny Urząd Geodezji i Kartografii
Instytut Łączności - Państwowy Instytut Badawczy
Instytut Technik Innowacyjnych ITI EMAG
Urząd Lotnictwa Cywilnego

Główny Partner Biznesowy:
PIIT
Polska Izba Informatyki
i Telekomunikacji

Partner Merytoryczny:
digitalpoland
Fundacja Digital Poland

Skład i projekt graficzny: NAt Albert Łukasiak
Druk: Drukarnia Offsetowa Express Druk
Sfinansowano ze środków budżetowych Ministerstwa Cyfryzacji



Zakres częstotliwości wprowadzanych sygnałów 5G mieści się w zakresie niejonizującym widma elektromagnetycznego i znacznie poniżej tych, które ICNIRP uważa za szkodliwe.

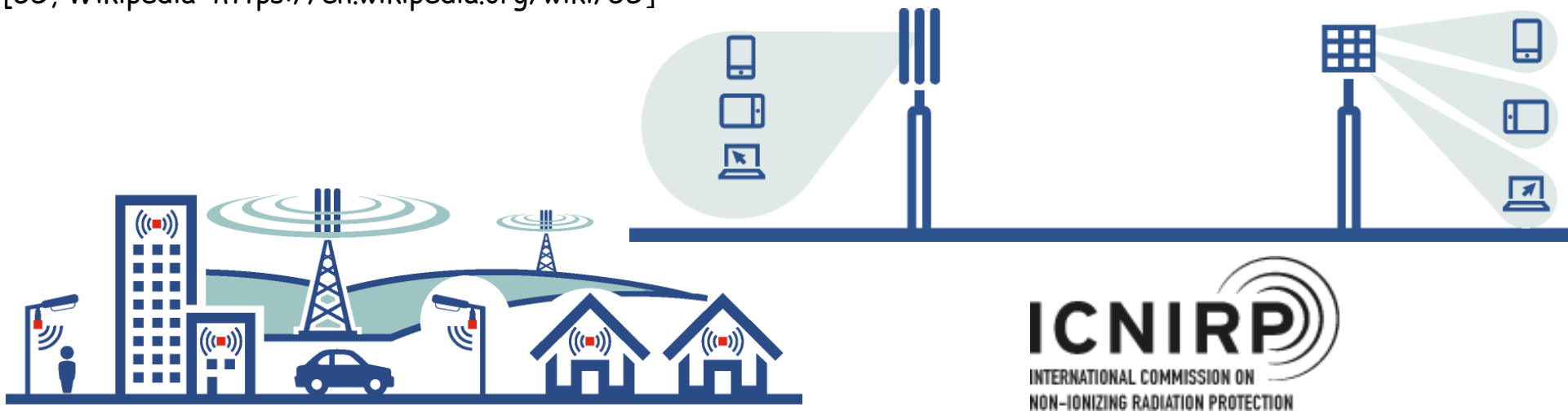
„Narażenie, które wytworzy 5G, zostało głęboko rozważone przez ICNIRP, przy ograniczeniach ustalonych znacznie poniżej najniższego poziomu częstotliwości radiowej związanej z 5G, który wykazano, że jest szkodliwy”.

WHO twierdzi, że narażenia na częstotliwości elektromagnetyczne poniżej wartości granicznych zalecanych w wytycznych ICNIRP nie wydają się mieć żadnego znanego wpływu na zdrowie.

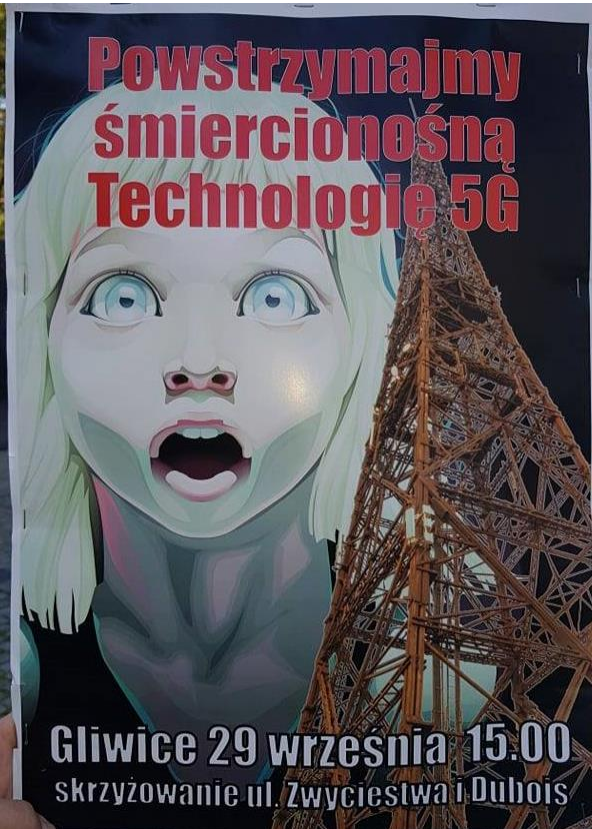
W styczniu 2019 r. ponad 180 naukowców i lekarzy z 36 krajów wysłało list do urzędników Unii Europejskiej, domagając się moratorium na 5G w Europie, dopóki potencjalne zagrożenia dla zdrowia ludzkiego nie zostaną w pełni zbadane.

Zgodnie z „Oświadczeniem w sprawie pojawiających się problemów zdrowotnych i środowiskowych (2018)” zredagowanym przez Komitet Naukowy Komisji Europejskiej ds. Zdrowia, Środowiska i Pojawiających się Zagrożeń (SCHEER) „Sieci 5G wkrótce zostaną uruchomione dla użytkowników telefonów komórkowych i urządzeń inteligentnych. Jak narażenie pola elektromagnetyczne mogą oddziaływać na ludzi pozostaje kontrowersyjnym obszarem, a badania nie dostarczyły wyraźnych dowodów na wpływ na ssaki, ptaki lub owady.”

[5G, Wikipedia <https://en.wikipedia.org/wiki/5G>]



Problemy: zdrowie



Problemy: bezpieczeństwo

Wielu obserwatorów jest zaniepokojonych podatnością sieci 5G na wykorzystanie przez zagraniczne służby wywiadowcze. Technologia 5G może być wykorzystywana przez zagraniczny wywiad do manipulowania postrzeganiem i zachowaniem.

Ilość danych osobowych dostępnych do wykorzystania wzrośnie wykładniczo dzięki technologii 5G. Rodzi to obawy zwolenników prywatności i specjalistów ds. Bezpieczeństwa narodowego. co do bezpieczeństwa sieci.

[Fifth-Generation (5G) Telecommunications Technologies: Issues for Congress. R45485. <https://crsreports.congress.gov>]

Zespół naukowców z ETH Zurich, University of Lorraine i University of Dundee opublikował w 2018 r. artykuł zatytułowany „Formalna analiza uwierzytelnienia 5G”. Ostrzegł, że technologia 5G może stworzyć nową erę zagrożeń bezpieczeństwa. W artykule opisano tę technologię jako „niedojrzałą i niewystarczająco przetestowaną”. Jednocześnie firmy zajmujące się bezpieczeństwem sieci, takie jak Fortinet, Arbor Networks, A10 Networks, i Voxility doradzają stosowanie spersonalizowanych i mieszanych zabezpieczeń przed masowymi atakami DDoS możliwymi po wdrożeniu 5G.

IoT Analytics oszacował wzrost liczby urządzeń IoT, dzięki technologii 5G, do 21,5 bilionów w 2025 r. Może to zwiększyć możliwość różnych ataków tych urządzeń na znaczną skalę.

[5G, Wikipedia <https://en.wikipedia.org/wiki/5G>]

Polska i Stany Zjednoczone deklaruja „pragnienie wzmocnienia współpracy w zakresie 5G”. Dokument nie podaje jej szczegółów. Podkreśla jednak, że „wszystkie kraje muszą dopilnować”, by w sieciach telekomunikacyjnych „uczestniczyli jedynie zaufani i niezawodni dostawcy, co uchroni je przed nieuprawnionym dostępem lub zakłócaniem”. – W NATO wspólnie dbamy o bezpieczeństwo naszych krajów, a telekomunikacja jest jego ważnym elementem – uzasadnia wiceminister cyfryzacji Wanda Buk.

[03.09.2019. <https://www.gazetaprawna.pl/tagi/5g>]



Podsumowanie

- Obecne systemy i sieci mobilne nie są w stanie spełnić oczekiwań dotyczących transmisji danych, w szczególności wymogów systemów ITS i IoT.
- Wdrożenie technologii 5G dopiero się zaczyna. Kraje na całym świecie starają się jako pierwsze wprowadzać na rynek technologie i usługi 5G, aby uchwycić większość korzyści ekonomicznych wynikających z tej nowej technologii.
- Istnieją czynniki, które mogą utrudnić wdrożenie 5G, w tym złożony proces alokacji widma, lokalny opór dotyczący małych komórek oraz ograniczenia w handlu, które mogą wpłynąć na dostępność sprzętu i urządzeń 5G.
- Oczekuje się, że rozwój i wdrożenie technologii 5G potrwa do 2035 r.

