

digitalpoland
Fundacja DigitalPoland



KRÓTKA OPowieŚĆ
O Spółeczeństwie 5.0
CZYLI JAK ŻYĆ I FUNKCJONOWAĆ
W DOBIE GOSPODARKI 4.0 I SIECI 5G

Załącznik 1
**KONCEPCJA, FUNKCJONALNOŚCI
I KORZYŚCI Z BUDOWY 5G**



Prawdę mówiąc, aby ogólnie zrozumieć, jakie korzyści będziemy mieli z usług świadczonych przez sieci 5G, nie musimy wiedzieć, jaka jest koncepcja ich budowy, ani szczegółowo studiować, jakie konsekwencje techniczne ma podniesienie określonych parametrów i wprowadzenie nowych funkcjonalności.

Mimo to gorąco zachęcamy do zapoznania się z następnymi dwoma rozdziałami, gdyż zrobiliśmy to w sposób maksymalnie przystępny i zrozumiały. Uzasadnimy to przez odwołanie się do historii techniki. Jeszcze kilkadziesiąt lat temu każdy kierowca musiał zdać egzamin ze znajomości budowy i zasady działania samochodu oraz większości jego podsystemów. Dzisiaj brzmi to absurdalnie i nie ma już sensu, ale w początkach motoryzacji było bardzo potrzebne i praktyczne. Samochody były bardziej awaryjne, nie było telefonów komórkowych, ruch był bardzo mały, warsztaty naprawcze mniej dostępne itd. Kierowca, któremu popsuł się drobiazg musiał umieć go sam naprawić, albo był skazany na wielogodzinne oczekiwanie na pomoc.

Aby rzeczywiście zachęcić społeczeństwo i decydentów wpisania programu inwestycji w sieci 5G na pierwsze miejsce na liście zadań do wykonania, powinno się uświadomić sobie, co w obecnych sieciach działa słabo i mieć przekonanie, że w nowych wszystkie słabości zostaną usunięte.

Większość czytelników tej broszury, w którymś momencie stwierdzi: no dobrze, przekonaliście mnie – to ma sens. Ale chwilę później musi zadać sobie pytanie o jego wpływ, na to czy budowa sieci 5G będzie szybsza czy wolniejsza. Otóż jest on decydujący. Po pierwsze operatorzy telekomunikacyjni nie będą inwestować w coś, czego klienci nie będą kupować. Klientami sieci jesteśmy na wiele sposobów, jako osoby prywatne i jako pracownicy wszystkich szczebli. Gdy będziemy rozumieć korzyści i wygodę z nowych usług, będziemy to kupować jako wydajne narzędzie ułatwiające i przyspieszające pracę i jako wygodną usługę dla domu. Wtedy też każde administracyjne spowolnienie rozwoju tego systemu będziemy odbierać jako nieudolność. Możemy na to zareagować przy zakupie usług telekomunikacyjnych i w czasie każdych kolejnych wyborów. Im szybciej to zrozumiemy, tym mniejsze opóźnienie będziemy mieli w stosunku do najlepiej zorientowanych społeczeństw.

Dlatego, przynajmniej na początku rozwoju, powinniśmy jak najlepiej poznać bardzo dużą liczbę nowych możliwości sieci 5G. Dzięki temu każdy będzie mógł porównać to co mamy z tym co możemy mieć. Jesteśmy przekonani, że jest to możliwe poprzez opisanie w prostych słowach korzyści.

Społeczne zainteresowanie i poparcie dla inwestycji wzrośnie że wiele z nich użytkownicy wykorzystają w sposób kreatywny i odmienny od założeń konstruktorów. Przypadek SMS-a nie jest w historii techniki jakimś specjalnym wyjątkiem. Mamy nadzieję, że wielu inżynierów i przedsiębiorców zainspirujemy do bardziej szczegółowego i twórczego zapoznania się nowymi cechami sieci bezprzewodowych, nawet jeśli nie zastanawiają się jeszcze, jakie korzyści mogą osiągnąć dzięki nowej technologii dostępowej.

SŁABOŚCI WSPÓŁCZESNEJ SIECI TELEKOMUNIKACYJNEJ

Ocena, czy coś jest słabe, dobre czy bardzo dobre jest efektem porównania. Jak nie mamy pojęcia, że może być znakomicie lepiej, to godzimy się z tym co mamy i do tego się dopasowujemy. Zmianę zawsze inicjują innowatorzy. To ludzie, którzy chcą i umieją coś zrobić lepiej. Jednak prawdziwy postęp zaczyna się wtedy, gdy ludzie się o tym dowiedzą i nabiorą przekonania, że też mogą z tego ulepszenia skorzystać. Dlatego ograniczmy się krótko do wypunktowania, co może być radykalnie poprawione i co to nam daje.

GWARANCJA JAKOŚCI TRANSMISJI

W obecnych sieciach zagwarantowanie jakości jest tak drogie, że bardzo nieliczni z niej korzystają. Operator nie może nam zaoferować jej taniej, bo rozwiązania techniczne, które ma do dyspozycji na to nie pozwalają. Kiedy w czasie rozmowy mamy zniekształcenia, ale rozumiemy – możemy z tym żyć. Jednak jakże często musimy zmarnować całe godziny na dojazd, bo nie możemy się dogadać przez

sieć. Praktycznie każdy ma smartfona i doskonale wie, ile czasu oszczędził każdego dnia, gdyby sieć działała. Jest całkowicie realne wyłączenie wszystkich nadajników radiowych i telewizyjnych dużej mocy, bo jakość transmisji w sieci 5G spowoduje, że staną się zbędne. To kolejna ważna oszczędność pieniędzy, środowiska i obniżenie poziomu emisji PEM. Jednak kiedy pracujemy w sieci, a z powodu niskiej jej jakości, robimy w ciągu dnia tylko połowę tego, co moglibyśmy zrobić, to nasz pracodawca może nam zapłacić tylko połowę tego, co mógłby zapłacić.

FUNKCJONALNOŚCI SIECI 5G I ZALETY

Do najważniejszych rozwiązań technologicznych sieci 5G można zaliczyć:

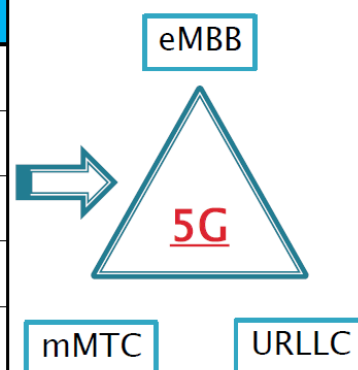
- Massive MIMO (ang. *Massive Multiple Input, Multiple Output*) z wykorzystaniem ultra krótkich fal (pilotażowo działa w LTE),
- kształtowanie wiązki radiowej (ang. *beam forming*),
- Multi-RAT (ang. *Multi-Radio Access Technology*),
- Technologię budowy mikro i piko komórek,
- Network slicing (warstwowanie sieci),
- Modulację FQAM (działa pilotażowo w LTE),
- Wykorzystanie różnorodnych technik wielodostępu,
- *full duplex* – możliwość wysyłania i odbierania danych w tym samym czasie, na tej samej częstotliwości,
- wykorzystanie agregacji pasma na różnych częstotliwościach w blok 100 MHz.

Wszystko to wpływa korzystnie na zwiększenie pojemności sieci, jej całkowitą przepustowość i niezawodność.

Warto w tym miejscu nadmienić, że zmiany będą miały w każdym miejscu sieci: od warstwy fizycznej przez radiową i transportową. Zmiany zajdą w obszarze chmury i wirtualizacji, aplikacji sieciowych.

5G – Obszary zmian w Sieci – ergo strona inwestycyjna

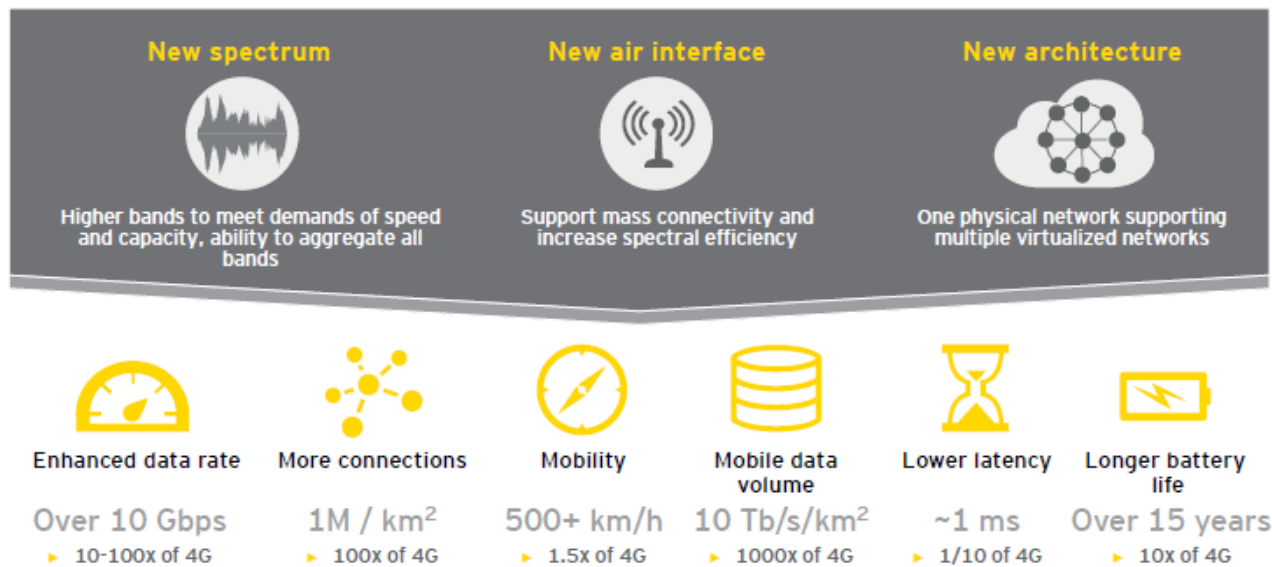
Obszar	Technologie			
Warstwa Fizyczna	Widmo	Stacje Makro nowe pasma LF	Stacja Mikro nowe pasma MF	Stacja Piko nowe pasma HF
Warstwa Radiowa	LTE evolution	NB-IoT	NR	Massive MIMO
Transport	Fronthaul	Backhaul	Resource differentiation	RAN transport interaction
Chmura	NFV	SDN	Virtual data center	PaaS
Aplikacje Sieciowe	Cloud enabled	Scalability	Distributed deployment	Cloud native
Zarządzanie	Orchestration	Analytics	Automation	Security



Sieć 5G ma dużo zalet do których można zaliczyć:

- 20 Gbps szczytowa prędkość pobierania danych,
- 10 Gbps szczytowa prędkość wysyłania danych,
- 100 Mbps prędkość pobierania danych doświadczana przez użytkownika,
- 50 Mbps prędkość wysyłania danych doświadczana przez przez użytkownika więcej połączeń w jed-

- nej komórce: 1 milion na 1 km²,
- mobilność – działanie sieci nawet przy prędkościach poruszania się 500 km/h,
 - możliwość przesłania ogromnej liczby danych (10 Tb/s/km²),
 - bardzo niskie opóźnienia – 1 milisekunda,
 - wydłużony czas działania sensora na baterii – nawet do 15 lat.



Podsumowanie cech i zalet 5G

ODDZIELNIE SPRZĘTU OD OPROGRAMOWANIA I WIRTUALIZACJA FUNKCJONALNOŚCI

Celem zwiększenia wydajności, skalowalności oraz możliwości sieci 5G ma zastosowano szereg technologii takich jak Software Defined Networking (SDN), Network Functions Visualization (NFV), Mobile Edge Computing (MEC), Fog Computing (FC), Cloud-RAN (C-RAN), Ultra Dense Network (UDN), oraz Selforganizing network (SON).

Z wymienionych technologii warty uwagi jest fakt rozdzielenia oprogramowania od sprzętu i wirtualizacji funkcji w sieci. To znacząca zmiana wobec sieci poprzedniej generacji kiedy to poszczególne elementy sieciowe powiązanie były z konkretnym sprzętem i oprogramowaniem. Obecnie sieć telekomunikacyjna coraz bardziej sprowadza się do sieci systemów IT, bazujących na serwerach i oprogramowaniu, a mniej na gotowych układ scalonych i urządzeniach z półki.

Przywołany Software Defined Networking (SDN) to programowalna sieć komputerowa, która pozwala na sterowanie siecią w sposób całkowicie programowalny. W SDN architektura sieci polega na odseparowaniu inteligentnego urządzenia zarządczego, które następnie wykonuje jedynie zadania polegające na przesyłaniu danych w pakietach pomiędzy portami. SDN to rozwiązanie scentralizowane logicznie, w którym celowo wydzielono tzw. warstwę sterowania i warstwę przekazywania danych. Wszelkie decyzje o sterowaniu ruchem w sieci podejmuje w nim sterownik SDN będący częścią warstwy sterowania. Sterownik z pomocą protokołu OpenFlow zarządza przełącznikami strumieni IP (OpenFlow switches).

W sieci 5G zastosowano również Network Functions Virtualization (NFV) co pozwala na stworzenie wirtualnych sieci w sposób programowalny. W NFV stosuje się rozproszoną infrastrukturę chmurową (tzw. rozproszone centra danych) celem przyspieszonej i bardziej niezawodnej instalacji takich sieci. By stworzyć sieci wirtualne stosuje się uprzednio przygotowane wzorce (ang. *templates*, *blueprints*), które zawierają w sobie zestaw wirtualnych funkcji sieciowych, wszelkie dane konfiguracyjne, czy połączenia między nimi. Wykorzystanie wirtualizacji sieci, pozwala przy tym na oddzielenie usług sieciowych od wykorzystywanego sprzętu i jest jednym z kluczowych aspektów sieci 5G.

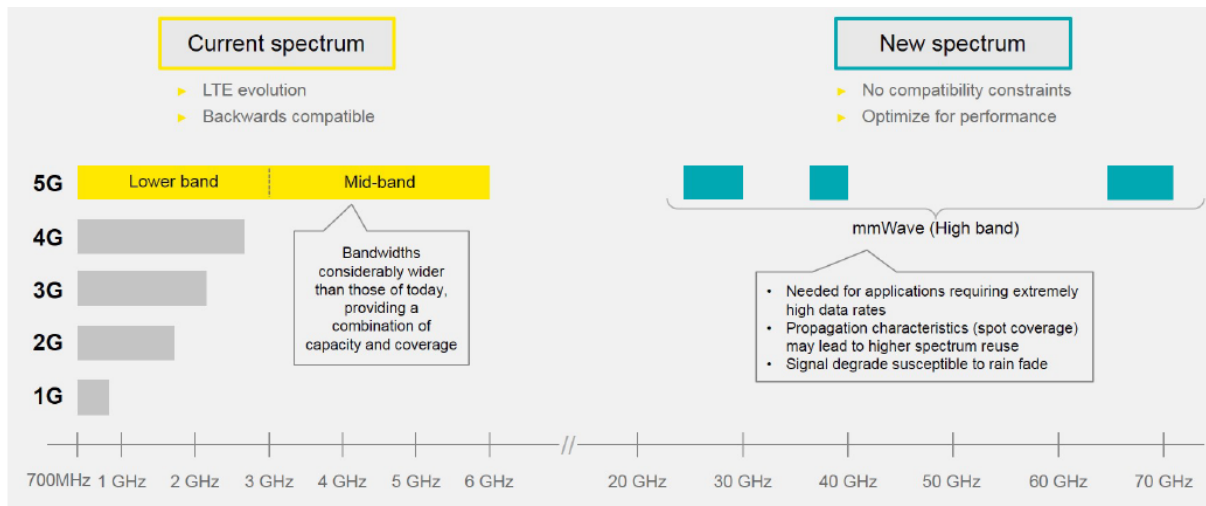
WARSTWA DOSTĘPOWA SIECI 5G

1. Wykorzystanie pasma

Spośród wszystkich dotychczasowych generacji systemów łączności bezprzewodowej standaryzowanych przez 3GPP (3rd Generation Partnership Project), standard 5G cechuje się najwyższą wartością efektywności widmowej (bit/Hz), nawet do 5-ciu razy wyższą niż dla standardu 4G (LTE). Powoduje to, że w dłuższej perspektywie czasowej wszystkie istniejące systemy radiowe będą w naturalny sposób przechodziły na technologię 5G w każdym paśmie. Wynika to wprost z faktu, że przesłanie większej ilości danych zapewnia wyższą jakość usług dla tej samej liczby użytkowników. Można też zapewnić usługę o dotychczasowych parametrach znacznie większej liczbie użytkowników. Oczywiście jest to również związane z bieżącą dystrybucją urządzeń użytkowników umożliwiających transmisję danych w różnych zestawach technologii bezprzewodowej, jak na przykład „2G only”, 2G/3G, 2G/3G/4G, czy w końcu najnowszych 2G/3G/4G/5G. Wraz ze wzrostem liczby urządzeń przystosowanych do działania w sieciach 5G (co zwykle dzieje się w czasie i jest również funkcją ceny takich rozwiązań dla klienta końcowego), operatorzy będą przeznaczać na potrzeby technologii 5G więcej zasobów częstotliwościowych z posiadanego pasma radiowego. Proces analogiczny do tego, co dzieje się obecnie w procesie zastępowania przez technologię 4G technologii 3G, dla której pierwotnie było przeznaczone pasmo 2100 MHz. Podobna sytuacja miała miejsce w paśmie 1800 MHz – nastąpiła tu migracja z sieci GSM do sieci LTE (4G).

Ze względu na sposób budowy sieci przez operatora oraz zderzenie się potrzeb pojemnościowych i zasięgowych, operatorzy najczęściej budują sieć w oparciu o dwa zestawy częstotliwości: niższe zapewniające tzw. „deep indoor”, czyli zasięg wewnątrzbudynkowy oraz pokrycie sieci na terenach słabo zurbanizowanych, czy wręcz wiejskich, oraz wyższe częstotliwości zapewniające pojemność sieci na ograniczonym obszarze, gdzie liczba użytkowników sieci jest bardzo wysoka – centra miast, parki biurowe, strefy ekonomiczne, miejsca użyteczności publicznej takie jak stadiony, dworce kolejowe czy lotniska.

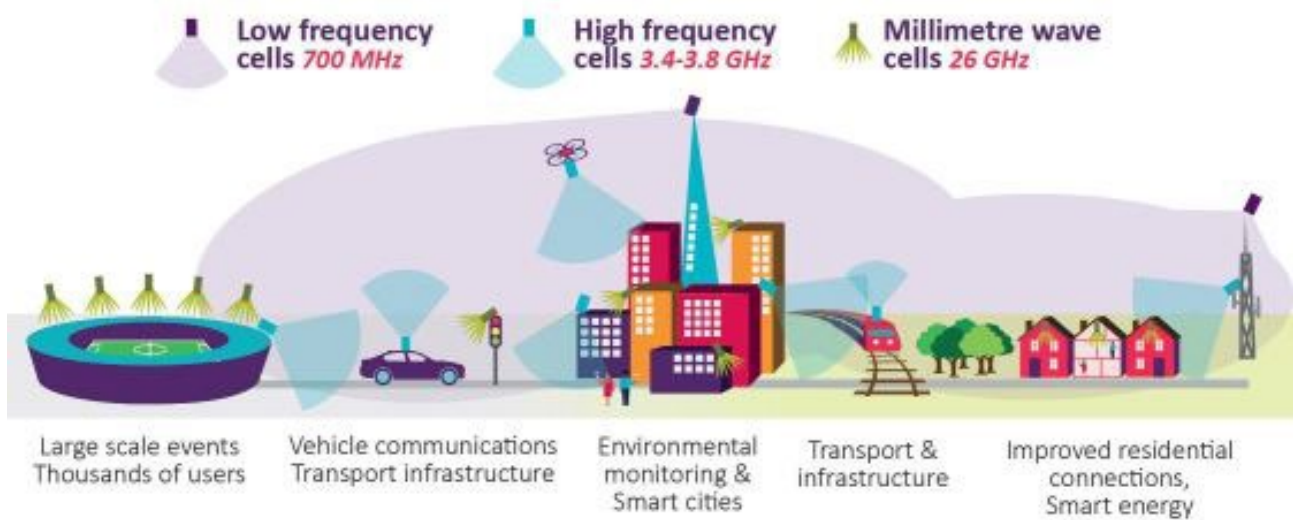
Ze względu na samą istotę technologii 5G, już na etapie standaryzacji przewidziano trzy główne pasma częstotliwościowe i powinny one być wykorzystywane już na pierwszym etapie wdrażania technologii 5G. Nie wyczerpuje to oczywiście docelowych pasm, na których ta technologia będzie pracowała. I tak pierwszym ogólnosięciowym pasmem pojemnościowym dla technologii 5G są zakresy wokół częstotliwości 3,5 GHz, to pasmo oznacza się zwykle literą C. Na świecie do dyspozycji są tu zakresy o łącznej szerokości 400 MHz i będą rozdzielone pomiędzy operatorów. Technicznie, optymalną szerokością kanału dla pojedynczego operatora jest szerokość sięgająca 100 MHz. Drugim pasmem przewidzianym dla technologii 5G, jako warstwa zapewniająca zasięg wewnątrzbudynkowy oraz pokrycie w terenach wiejskich jest pasmo 700 MHz. Należy jednak pamiętać, że w tym przypadku pasma jest to 30 MHz do podziału pomiędzy operatorów. Nie ma tu mowy o ogromnych przepływnościach. Jest to warstwa do zapewnienia podstawowej usługi głosowej wysokiej jakości oraz obsługi urządzeń IoT (Internet of Things), bo ma małe zapotrzebowanie na transmisję danych, oraz do okazyjnej transmisji danych. Trzecim zakresem częstotliwości przewidzianym dla technologii 5G jest pasmo milimetrowe, w Europie przyjęto 26 GHz, całkowita szerokość udostępnionych zakresów obejmuje pasmo 2GHz, a szerokość kanału radiowego dla pojedynczego operatora sięga 400 MHz. Umożliwia to zapewnienie usług o ultra wysokiej, jak na dzisiejsze standardy, przepływności sięgającej 10 Gbps, gdy komunikujące się anteny nadawczo-odbiorcze „widzą się”. W literaturze technicznej mówi się, że zapewniony jest LoS (ang. *Line of Sight*).



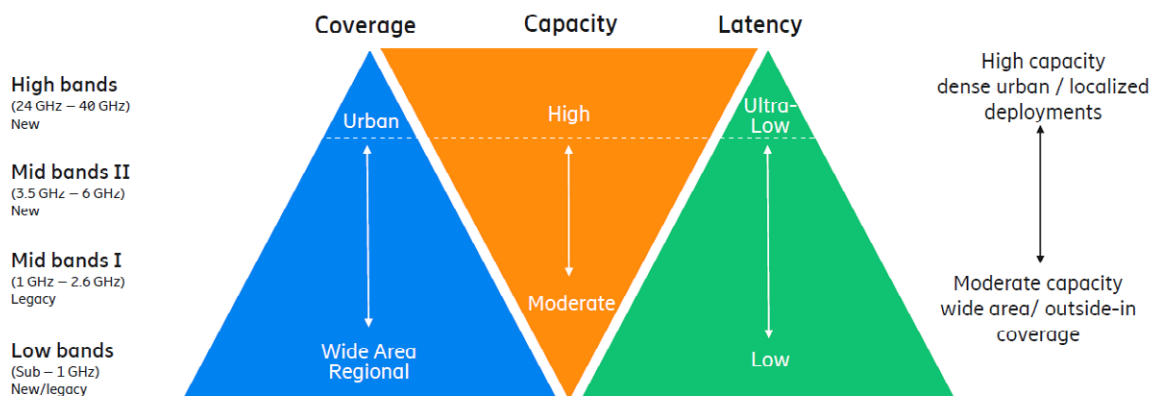
Obecne i nowe pasmo dla sieci 5G

Z czasem można spodziewać się, że do dostępnych dla operatorów zasobów radiowych dokładane będą kolejne pasma częstotliwościowe, w celu zapewnienia dodatkowej pojemności sieci i jeszcze wyższych przepływności.

Wykorzystanie poszczególnych pasm w różnych scenariuszach i obszarach prezentuje grafika poniżej:



Kompromis w zakresie widma między przepustowością, zasięgiem i opóźnieniem:

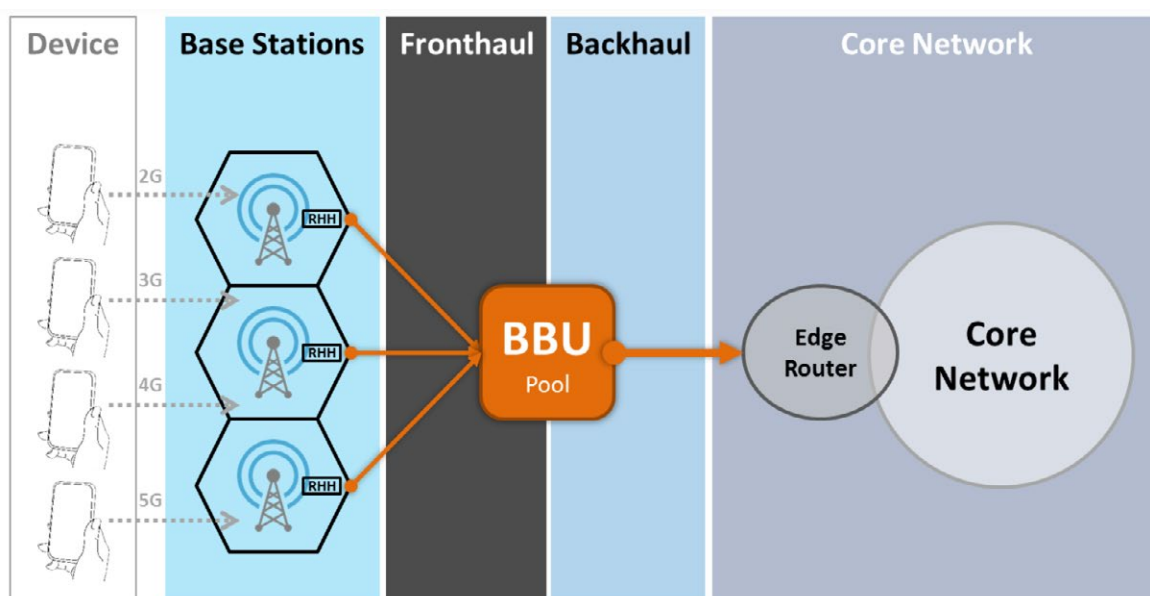


2. Redukcja zużycia energii.

Bardzo ważnym zagadnieniem z punktu komercyjnego wdrażania technologii 5G jest redukcja zużycia energii elektrycznej. Z punktu widzenia operatora, energia elektryczna stanowi koszty operacyjne, tak zwany OPEX. Dlatego też operatorzy dążą do maksymalnego zmniejszenia wszelkich nakładów kwalifikowanych jako OPEX.

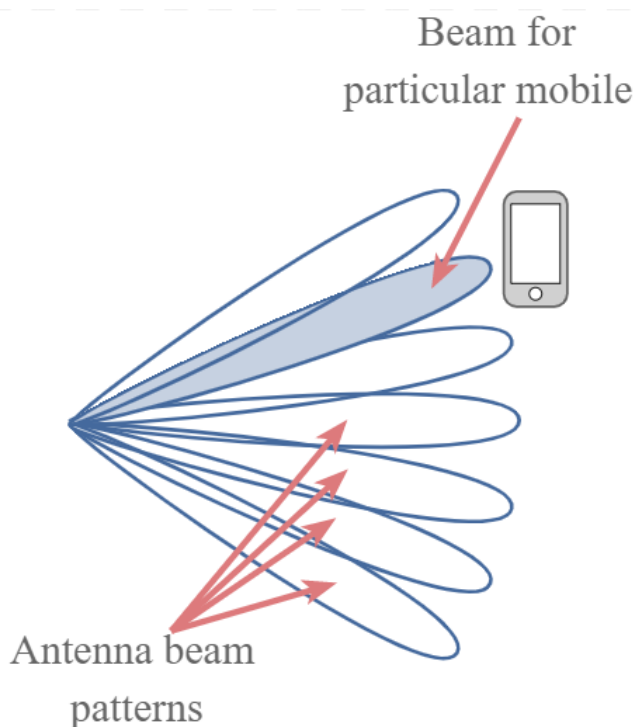
Redukcja zużycia energii dzieje się na wielu płaszczyznach. Po pierwsze ma to miejsce w terminalach końcowych użytkownika, gdzie producenci starają się zapewnić pracę urządzenia z najmniejszą możliwą mocą nadajnika. Pamiętajmy też, że największym źródłem energii terminali przenośnych (smartfonów) jest kolorowy dotykowy ekran wysokiej rozdzielczości. Stąd też wiele aplikacji przechodzi na tzw. ciemne skórki, które pozwalają na ten sam, jeśli chodzi o wartość przekazu, dostęp do informacji, ale prezentowany na ciemnym tle. Powoduje to, że ekran telefonu zużywa znacznie mniej energii, co w praktyce przekłada się wprost na czas pracy urządzenia, wydłużając żywotność baterii w kontekście czasu pracy urządzenia na jednym ładowaniu baterii.

Z punktu widzenia sieci operatorskiej, największe zapotrzebowania na pobór energii ma sieć dostępową (Radio Access Network), gdzie sygnały od i do użytkownika są logicznie formowane i poprzez wzmacniacze trafiają do anten nadawczych, którymi są wysyłane do użytkowników sieci. Zasadniczo część formująca sygnał zwany Base Band Unit (BBU) nie jest najbardziej energożerna.



Architektura BBU i RRU

Największe zapotrzebowanie było dotychczas generowane przez tak zwany Remote Radio Unit (RRU), który pełni rolę wzmacniacza sygnału. Obecnie w technologii 5G, RRU to wciąż element wymagający mocy, ale ze względu na wdrożenie technologii MIMO oraz Aktywnych Anten, stają się one kolejnym elementem o dużym zapotrzebowaniu na moc. Jednak w sumie urządzenia wysyłają mniej energii w przestrzeń. Zachodzą tu główne procesy związane z oszczędzaniem energii. Po pierwsze moc wiązki jest sterowana, co dla wcześniejszych generacji nie miało miejsca. Bardzo precyzyjnie określany jest kierunek wiązki sygnału kierowanej do konkretnego użytkownika oraz jej moc. Chodzi o to, aby użytkownik otrzymał oczekiwany poziom serwisu przy najniższej możliwej konsumpcji mocy. W Aktywne Anteny wbudowywane są procesory sztucznej inteligencji (AI), których zadaniem jest ciągłe monitorowanie zużycia energii i dbanie, aby to zużycie było optymalne.



Śledzenie i formowanie wiązki

Z punktu widzenia zadań utrzymania i zarządzania siecią operatorską (O&M), bardzo istotne jest całościowe podejście do zagadnienia zużycia energii. Wdrażane są więc mechanizmy AI w oprogramowaniu, które umożliwiają kontrolę poziomu energii pobieranej przez stacje bazowe w odniesieniu do potrzeb użytkowników. I tak na przykład w godzinach nocnych, gdzie liczba aktywnych użytkowników systemów bezprzewodowych jest w ciągu doby najniższa możliwe jest kierowane wyłączenie poszczególnych technologii czy pasm częstotliwości, aby uzyskać oszczędność energii. Usługi są nadal dostępne na wybranych pasmach częstotliwościowych, ale poprzez czasowe wyłączenie niepotrzebnych zasobów jesteśmy w stanie oszczędzić w skali roku około 30% energii.

W krajach gdzie jest to ekonomicznie uzasadnione, na stacjach bazowych oraz w ich pobliżu montuje się panele słoneczne, aby gromadzić czystą energię słoneczną, którą następnie możemy zasilać stację bazową. To najlepszy przykład nacisku kładzionego na oszczędności energii. Przejawia się to również w zastępowaniu typowej klimatyzacji poprzez systemy chłodzenia pasywnego i grawitacyjnego. Ma to pozwolić osiągnąć wymagany efekt niższym kosztem zarówno finansowym jak i energetycznym.

Jak widać w podejściu do wszelkich elementów sieci telekomunikacyjnej bardzo duży nacisk kładziony jest na minimalizację zużycia energii.

3. Elektroniczne sterowanie kierunkiem emisji.

Ogromną zmianą generacyjną jest zastosowanie tak zwanych anten Massive MIMO, czyli Active Antenna Units (AAU). Ich główną cechą jest posiadanie zintegrowanych w jednym urządzeniu 32 lub nawet 64 nadajników i odbiorników na bazie 192 małych anten, które sterują wiązkami zarówno w pionie, jak i w poziomie. Pozwala to na realizację w praktyce scenariusza, że wiązka anteny podąża za terminalem użytkownika końcowego wraz z jego przemieszczaniem się w polu widzenia anteny stacji bazowej i kierowanie sygnału o jak najmniejszej mocy zapewniającego wciąż wysoką jakość transmisji danych. Te same anteny mogą też obsługiwać – dzięki kierowaniu wiązki – użytkowników znajdujących się na różnych piętrach budynku znajdującego się w obszarze działania anteny. We wcześniejszych generacjach stosowano anteny pasywne posiadające stałe parametry, czyli tak zwany listek główny, w którym powinien znaleźć się użytkownik, aby uzyskać optymalne parametry nadawania i odbioru informacji.

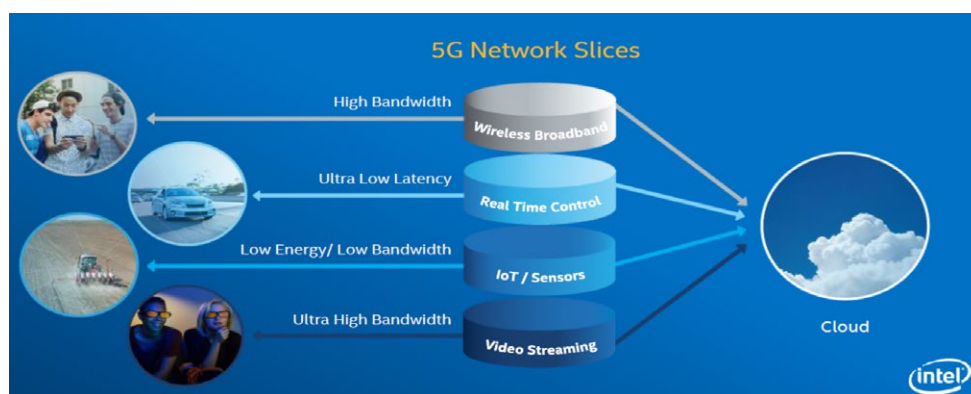
Obecnie to antena „śledzi” użytkownika i dostosowuje się do jego potrzeb. Dzięki takim rozwiązaniom jesteśmy w stanie dostarczyć do pojedynczego sektora stacji bazowej pojemności sięgającej niemal 15 Gbps w 100 MHz kanale radiowym przy zastosowaniu anteny o konfiguracji 64T64R. W przypadku zastosowania konfiguracji 32T32R możemy w sektorze zapewnić pojemność sięgającą 10 Gbps. Gdy odniesiemy to do technologii 4G (LTE) w kanale 20 MHz mogliśmy osiągnąć pojemność 150 Mbps. Nawet jeśli pomnożymy tę wartość 5x, aby osiągnąć porównywalną szerokość kanału radiowego nadal maksymalna pojemność nie przekroczyłaby 750 Mbps. Takie porównanie pozwala nam w łatwy sposób zobrazować jak potężnym narzędziem są w dzisiejszych sieciach anteny aktywne Massive MIMO.

4. Połączenie urządzeń radiowych z siecią przewodową

Typowa stacja bazowa obsługująca technologie 2G, 3G i 4G w najczęściej spotykanej w kraju konfiguracji 3 sektorów, wymaga około 500 Mbps transmisji w górę sieci od pojedynczej stacji bazowej (3 x 150 Mbps dla LTE oraz pozostałe pasmo dla technologii 2G i 3G). Takie przepływności są do osiągnięcia za pomocą łączy radiowych punkt – punkt, co często było wykorzystywane przez operatorów ze względu na fakt możliwego szybkiego wdrożenia w budowanej sieci. Część z operatorów od kilku lat mocno inwestuje w sieci światłowodowe, starając się podłączyć jak największą liczbę stacji bazowych za pomocą światłowodów. Uniezależnia to operatora od warunków atmosferycznych, dystansu od węzła transmisyjnego do stacji bazowej, opłat związanych z transmisją w licencjonowanym pasmie radiowym dla łączy punkt-punkt oraz ograniczeń pojemności takich rozwiązań. W przypadku decyzji o uruchomieniu technologii 5G na wybranej stacji bazowej musimy przewidzieć dodatkowe zapotrzebowanie na transmisję danych pochodzącą z warstwy 5G. I tak w najskromniejszej konfiguracji będzie to co najmniej 2,5 Gbps per sektor, poprzez 5Gbps i 10 Gbps, a nawet 15 Gbps per sektor. Mowa jest więc o przepływnościach sumarycznych od około 8 Gbps do nawet 45 Gbps dla pojedynczej stacji bazowej. Sieć transmisyjna musi za takimi wymaganiami podążać, inaczej będzie wąskim gardłem wdrażanej technologii 5G. W praktyce niemal wszelkie stacje bazowe posiadające wymagania transmisyjne powyżej 10 Gbps powinny być podłączane do sieci operatora za pomocą łączy światłowodowych, dla których przepływności, o których jest mowa nie stanowią żadnego wyzwania. Jest to typowy przykład współistnienia najnowszych osiągnięć sieci kablowych i bezprzewodowych w służbie człowiekowi.

WARSTWOWANIE SIECI (NETWORK SLICING)

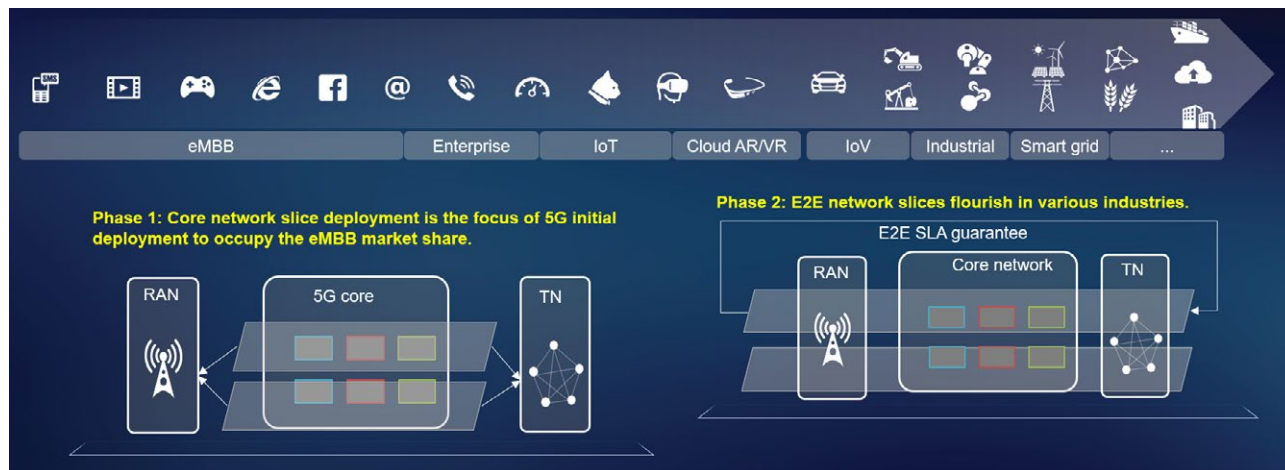
Jest to pewien rodzaj wirtualizacji architektury sieciowej pozwalający na znaczną elastyczność w tworzeniu usług w sieci o różnych parametrach czy wręcz całych sieci wirtualnych o różnych parametrach. Tak stworzone sieci mogą być wykorzystywane do różnych celów i z oferowaniem różnej jakości i parametrów. Przykładowo jedna warstwa sieci może być wykorzystana do świadczenia krytycznej komunikacji dla internetu rzeczy, inna dla autonomicznych pojazdów a trzecia dla dostępu do internetu. Wykorzystanie warstwowania sieci pozwala na optymalizację wykorzystania zasobów, zapewnienie gwarancji jakości usług na całej linii komunikacji (ang. *end-to-end*).



Uproszczona koncepcja warstwowania sieci

Usługi w 5G będą różnić się w zależności od fazy rozwoju sieci 5G. W początkowej fazie wdrażane są usługi eMBB, w tym Cloud VR / AR. W późniejszych fazach wdrażane są ultrawysokie niezawodne usługi, takie jak IoV i kontrola przemysłowa. Celem zapewnienia jakości, warstwowanie sieci zostanie przy tym wprowadzone w dwóch fazach:

1. W pierwszej fazie warstwowanie sieci najpierw zostanie wdrożone w warstwie sieci rdzeniowej. Elastyczna koordynacja usług i zautomatyzowane wdrażanie usług zapewnią bezpieczną izolację usług i niezależne operacje, przyspieszając tym samym wdrażanie warstwowania.
2. W drugiej fazie warstwowanie sieci zaimplementowane zostanie już od końca do końca sieci (ang. end to end, E2E). Dzięki inteligentnej gwarancji E2E i warstwowania sieci, nowe usługi pojawią się w każdym z kluczowych sektorów.



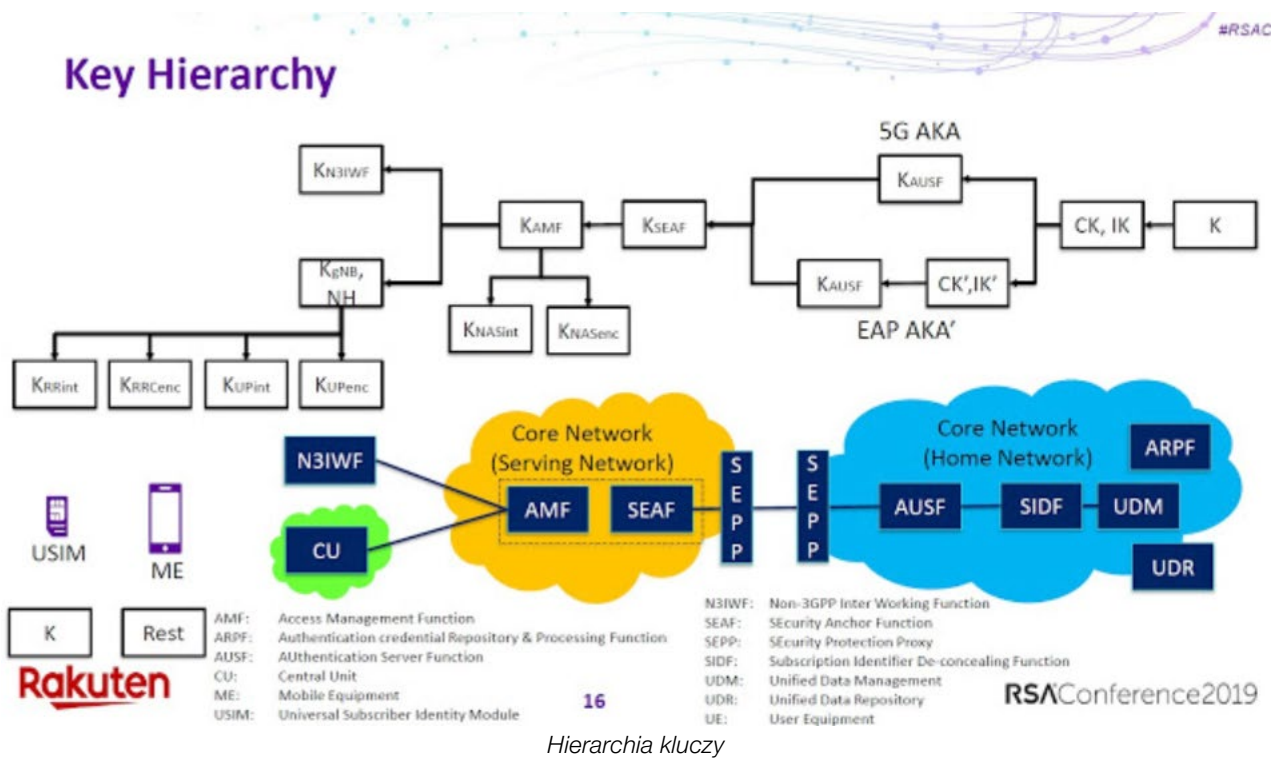
Wprowadzenie warstwowania sieci w dwóch fazach

Warstwowanie sieci cechuje:

1. Zarządzanie warstwowaniem sieci na żądanie:
 - architektura nakierowana na mikrouslugi,
 - zarządzanie wieloma warstwami,
 - możliwość wielowarstwowego odizolowania poszczególnych sieci.
2. Zautomatyzowane wdrożenie:
 - zautomatyzowane uruchamianie warstwowania sieci dla poszczególnych usług,
 - uruchamianie warstwowania sieci na bazie gotowych szablonów na żądanie,
 - testowanie automatyzacji warstwowania,
 - inteligentne zarządzanie i utrzymanie warstwowania sieci.
3. Inteligentne zapewnienie jakości warstwowania sieci:
 - wybór warstwy w trybie od końca do końca (E2E),
 - transfer i współdzielenie identyfikatora warstwy sieci,
 - optymalizacja jakości E2E.

BEZPIECZEŃSTWO CYFROWE SIECI 5G

- Odporność na ataki o charakterze kryminalnym,
- odporność na podsłuchy,
- odporność na cyberataki o charakterze wywiadowczym i dywersyjnym,
- odporność na ataki militarne.



KORZYŚCI Z BUDOWY SIECI 5G (Z PUNKTU WIDZENIA Społeczeństwa, W TYM BIZNESU)

Wdrożenie sieci w technologii 5G przyniesie społeczeństwu wiele korzyści. Z zakresu tej zmiany generacyjnej jeszcze nie w pełni zdajemy sobie sprawę, jako użytkownicy technologii. 5G dopiero wkracza na rynek w zgodzie z Releasem 15 3GPP, a pamiętajmy, że Release 16 3GPP jeszcze rozszerzy możliwości technologii 5G.

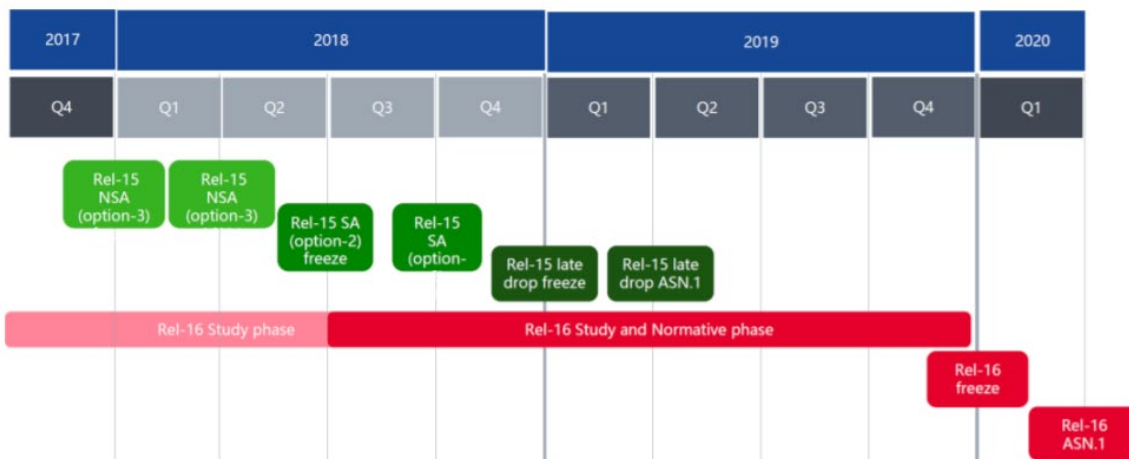


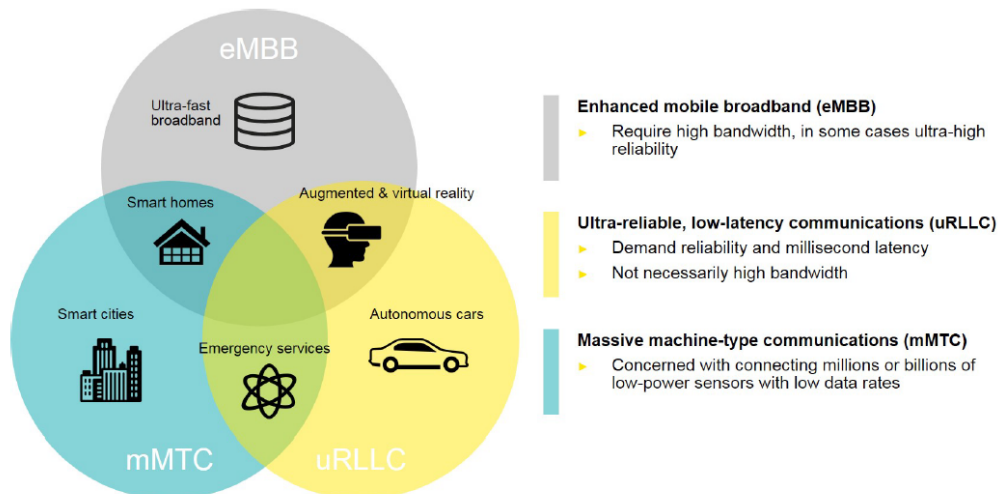
Figure 2 - 3GPP 5G Specification Timeline

Docelowo mamy trzy główne funkcjonalności wspierane natywnie przez technologie 5G: eMBB, M-IoT oraz uRLLC. Na tej bazie będą powstawać usługi przyszłości.

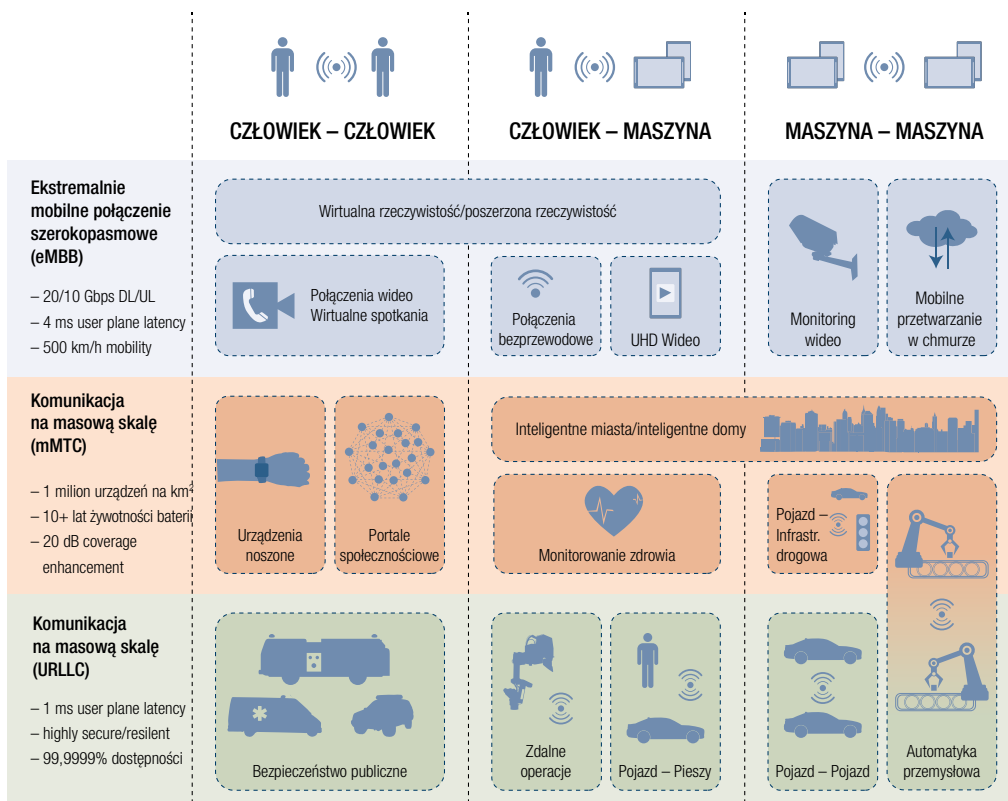
Dotychczasowy standard definiuje głównie usługi oparte o eMBB (*Enhanced Mobile Broadband*), czyli w najprostszym rozumieniu bardzo szybka transmisja danych za pomocą technologii bezprzewodowej. Dostawcy infrastruktury 5G i operatorzy sieci wciąż zastanawiają się i rozważają jakie będą tak zwane „killer application” dla technologii 5G. Zwykle zarówno dostawcy, jak i operatorzy myślą się w swoich

przewidywaniach, a rynek znajduje swój własny pomysł na wykorzystanie możliwości technologii. Dopiero pełne wdrożenie wszystkich zalet technologii 5G wraz z releasem 16 stworzy pełną bazę do poszukiwania nowych zastosowań i usług. Pamiętajmy, że przed nami wdrożenie w standardzie funkcji związanych z massive MTC (Machine Type Communication), a więc z obsługą nawet 1 miliona urządzeń na kilometr kwadratowy. Dziś takich potrzeb jeszcze nie widzimy, ale jutro możemy odkryć ciekawe zastosowania w tym zakresie. Drugim istotnym elementem technologii 5G jest uRLLC (ultra Reliable Low Latency Connections), czyli połączenia z ekstremalnie krótkim opóźnieniem sięgającym na łączu radiowym 1-2 milisekund. Dotychczas tego typu krótkie opóźnienia były poza zasięgiem technologii bezprzewodowej, nawet dla technologii 4G opóźnienie w interfejsie radiowym kształtowało się na poziomie 10-20 milisekund.

Przykładowe zastosowania pokazuje poniższy diagram:



Zastosowanie 5g – bloczki:



A co może zaoferować dzisiaj i jutro technologia 5G rynkowi?

Najprostszym zastosowaniem jest usługa FWA (*Fixed Wireless Access*), która jest bezprzewodową wersją łącza stałego realizowanego za pomocą techniki światłowodowej. Oczywiście zalety światłowodu są niepodważalne, niemniej jednak nie zawsze jest możliwa realizacja usługi za jego pomocą głównie z powodu dwóch czynników, czasu realizacji oraz kosztu takiej operacji. Również użytkownik nie zawsze chce być związany z lokalizacją, gdzie z tego typu usług będzie korzystał. Pojawia się wtedy alternatywa, aby podobną funkcjonalność zrealizować za pomocą technologii 5G. Zaletą jest krótki TTM (*Time To Market*) i brak jakichkolwiek dedykowanych klientowi działań po stronie sieci (inwestycje). Klient otrzymuje urządzenie końcowe i po instalacji karty SIM może rozpocząć korzystanie z usługi na ustalonych z operatorem warunkach.

Z punktu widzenia konsumentów największą początkową korzyścią sieci 5G będzie oferowanie łączności gigabitowych, z bardzo niskimi opóźnieniami nadającymi się do wszelkich transakcji oraz rozrywki, a w szczególności do rzeczywistości wirtualnej i gier.

Drugą rodziną rozwiązań bazujących na podstawowej funkcjonalności jest sieć czujników realizujących specjalizowane funkcje jak na przykład dozór mienia, nadzór nad produkcją przemysłową czy rolną, nadzór nad czynnikami atmosferycznymi, zarządzanie śluzami na rzekach, taśmą produkcyjną, flotą samochodową itd. W zasadzie w tym obszarze ogranicza nas wyłącznie wyobraźnia oraz efektywność finansowa realizacji pomysłu w praktyce.

Trzecią gałęzią zastosowań jest wykorzystanie bardzo krótkich opóźnień w praktyce, od banalnego grania na giełdzie w czasie rzeczywistym, poprzez gry online z innymi graczami, na zdalnych skomplikowanych operacjach kończąc. Pierwsze tego typu operacje zdalne miały już miejsce w Chinach zarówno na zwierzętach jak i na człowieku. Tego typu zastosowania mogą mieć nieocenione znaczenie tam, gdzie dostęp do wysoko kwalifikowanej kadry lekarskiej jest niemożliwy, a za pomocą specjalizowanego robota sterowanego przez lekarza można pomóc pacjentowi niemal natychmiast.

Kolejnym elementem układanki w obszarze 5G stanowi chmura, w której możemy realizować bardzo wiele zastosowań poczynając od usług typu „remote PC” polegającym na braku konieczności zakupu fizycznego laptopa. Kupujemy po prostu dostęp do komputera PC w chmurze i za pomocą smartfona 5G łączymy się z nim z dowolnego miejsca na świecie. Jedynie co potrzebujemy to dostęp do ekranu np. telewizora, klawiatury bluetooth oraz myszki i pracujemy dokładnie tak, jak na fizycznym laptopie, ale nie jest wymagana wstępna inwestycja w sprzęt.

Kolejnym krokiem rozwojowym jest „cloud gaming”, a więc dostęp do gier wideo bez konieczności posiadania specjalizowanej infrastruktury jak komputer PC z odpowiednią konfiguracją lub dedykowana grom konsola. Analogiczny zestaw w postaci ekranu, kontrolera i smartfona są nam w stanie zapewnić identyczne wrażenia z grania, poprzez wysyłanie strumienia wideo bezpośrednio do nas z chmury. Ten wątek może być dodatkowo rozszerzony o VR (*Virtual Reality*), AR (*Augmented Reality*) czy miks obu technologii. Cloud gaming, przynajmniej w teorii, będzie mógł pozwolić tworzyć smartfony, które będą dłużej działać na baterii, bo ich procesory będą miały małe zapotrzebowanie na energię. Cała moc obliczeniowa będzie „działać” w chmurze, a telefony tylko wyświetli jej efekty.

Bazując na czujnikach jesteśmy w stanie zbudować samoobsługową sieć liczników zużycia mediów i prognozować zapotrzebowanie w czasie rzeczywistym, realizować odbiór śmieci metodą „just in time” przekazując kierowcom samochodów wskazówki o optymalnej trasie dla odbioru odpadów, pozwalającą zaoszczędzić paliwo i czas pracy.

Kolejnym z zastosowań technologii 5G mogą być tak zwane connected car gdzie technologia 5G umożliwia sprawna komunikację pomiędzy samochodami V2V (*Vehicle to Vehicle*) czy też samochodu z infrastrukturą V2I (*Vehicle to Infrastructure*). Ma to znaczenie w przypadku zdarzenia drogowego typu

wypadek, aby poinformować o sytuacji na drodze znacznie wcześniej, niż kolejne auta pojawią się w sąsiedztwie wypadku. Ma to typowe znaczenie prewencyjne. W przypadku samochodów autonomicznych, technologia 5G zapewni również rozrywkę pasażerom i kierowcy, którzy nie będą aktywnie brali już udziału w prowadzeniu auta.

Kolejną gałęzią zastosowań są drony i specjalizowane funkcje takie jak wsparcie służb np. strażaków w procesie gaszenia pożarów skomplikowanych obiektów, w prewencyjnym monitoringu lasów, w transporcie przesyłek, krwi czy narządów do transplantacji.

Technologia 5G może wspierać również efektywną edukację, poprzez wykorzystanie technik VR/AR w procesie edukacyjnym, a także wspierać monitoring zdrowia społeczeństwa w sposób zdalny.

Sieci 5G znajdują też zastosowanie w łączności dla służb w zakresie ochrony ludności i reagowania kryzysowego (tzw. ang. *Public protection and disaster relief* – PPDR). Do typowych scenariuszy realizacji łączności dla służb można zaliczyć:

- komunikację pozwalającą zabezpieczyć masowe wydarzenia np. sportowe,
- nadzór nad kontrolą granic oraz ich monitoring z użyciem urządzeń elektronicznych i dronów,
- wykorzystanie łączności video w sytuacjach kryzysowych, jak również przesyłania wszelkich plików i informacji wymagających dużych przepustowości,
- zarządzanie kryzysami, incydentami i kontrola ruchu drogowego oraz migracja ludności,
- wsparcie reagowania wszelkich służb ratowniczych np. w czasie pożarów, powodzi.

Na terenie Unii Europejskiej wskazano przy tym pasmo 700MHz jako szczególnie istotne dla realizacji ww. łączności.



digitalpoland
Fundacja DigitalPoland

KIGET
Krajowa Izba Gospodarcza
Elektroniki i Telekomunikacji

