

digitalpoland

Fundacja DigitalPoland



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

Załącznik 2

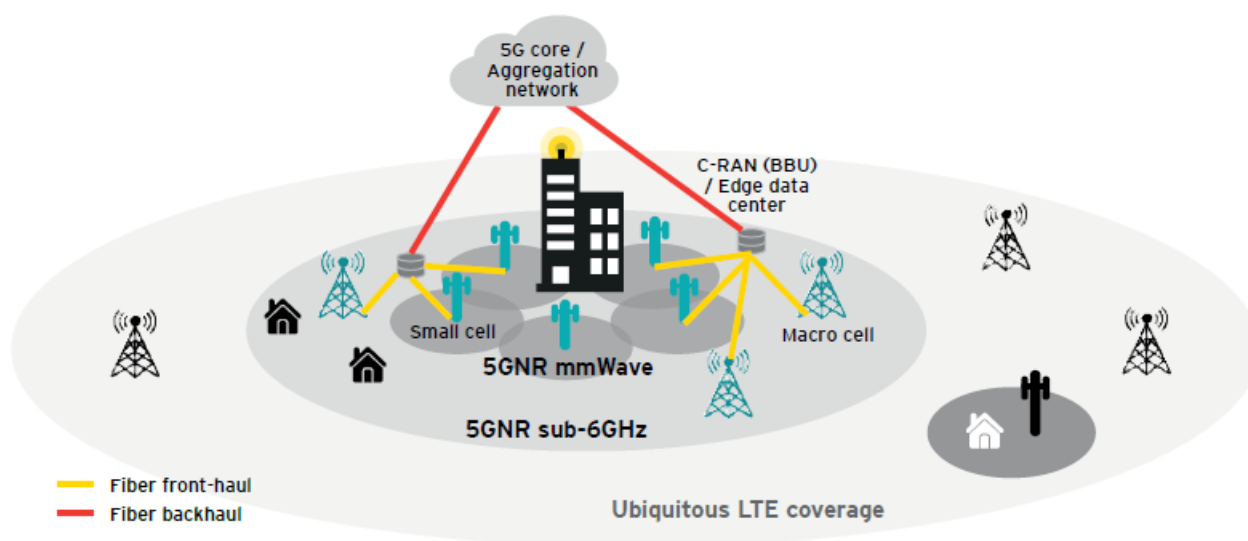
**UWARUNKOWANIA TECHNICZNE
ROZWOJU SIECI 5G**



TOPOLOGIA SIECI

IMT-2020 to zestaw wymagań ITU-R dla sieci 5G. By spełnić tak zdefiniowane wymagania, w szczególności w zakresie dla średnich i szczytowych gigabitowych przepływności transmisji danych, czy niskich opóźnień, stacje sieci 5G muszą być w podłączone przez światłowody. To diametralna różnica wobec sieci 2G-4G, gdyż w ich topologii dominowały historycznie miedziane łącza z przepływnością E1, a następnie radiolinie czy połączenia ATM, Metro Ethernet i MPLS/IP. Co ważne podłączenie światłowodami tyczy się nie tylko makrokomórek (do kilkudziesięciu km), ale również mikro (do 2 km) i pikokomórek (kilkadziesiąt metrów).

Konieczne jest również wdrożenie tzw. „gęstych sieci” rozumianych jako z użyciem wielu stacji bazowych o krótkich zasięgach, co pozwoli znacznie zwiększyć efektywności widmową a zatem oferowaną przepływność klientowi. W sieci 5G odchodzi się do sieci komórek dużych rozmiarów, na rzecz sieci komórek składających się z dużej liczby małych komórek.



Mając powyższe na uwadze, w praktyce oznacza to, że stacji bazowych 5G będzie znacznie więcej i będą one umieszczone bliżej ludzi i urządzeń. Stacje te będą instalowane na lampach ulicznych, kioskach, czy przystankach celem zapewnienia wysokich przepływności. Przewiduje się również integrację stacji bazowych z innymi rozwiązaniami inteligentnych miast, wykorzystywanych też w innych celach np. monitorowania ruchu miejskiego. Dodatkowo, znaczna liczba anten instalowanych będzie wewnątrz budynków (ang. indoor), a szczególnie budynków użyteczności publicznej, w tym stadionów, dworców kolejowych, centr handlowych.

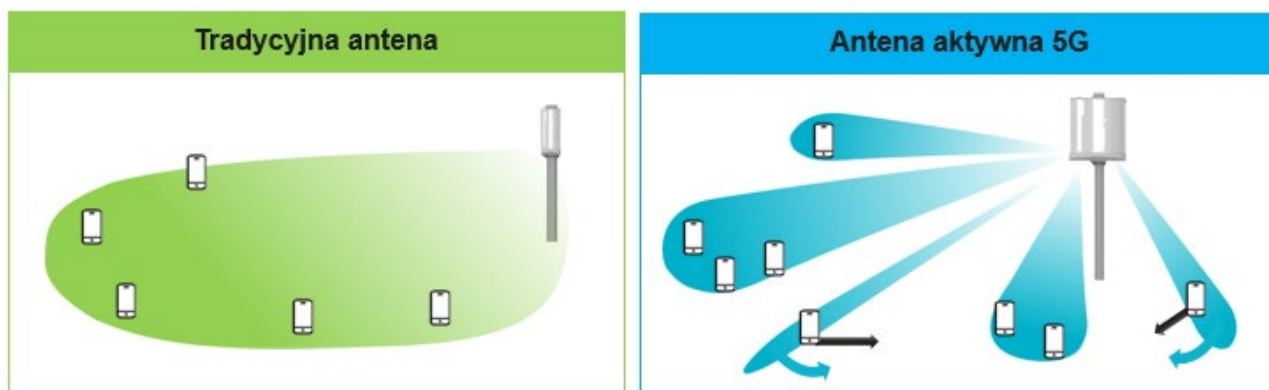
Należy przy tym podkreślić, że anteny instalowane blisko ludzi będą mniejsze od obecnych i nie będą one zbliżone rozmiarami do obecnych nadajników makrokomórek. To zasadnicza różnica i element niezrozumienia spotykamy w przestrzeni publicznej.

PORÓWNANIE I ANALIZA PEM W SIECIACH 5G W PORÓWNANIU DO DOTYCHCZASOWYCH SYSTEMÓW TELEFONII KOMÓRKOWEJ (3G/3G/4G)

W tradycyjnym systemie antenowym moc jest wypromieniowywana w szerokim zakresie według ustalonej charakterystyki przestrzennej. Obszar, w którym mogą znajdować się użytkownicy jest z góry zdefiniowany.

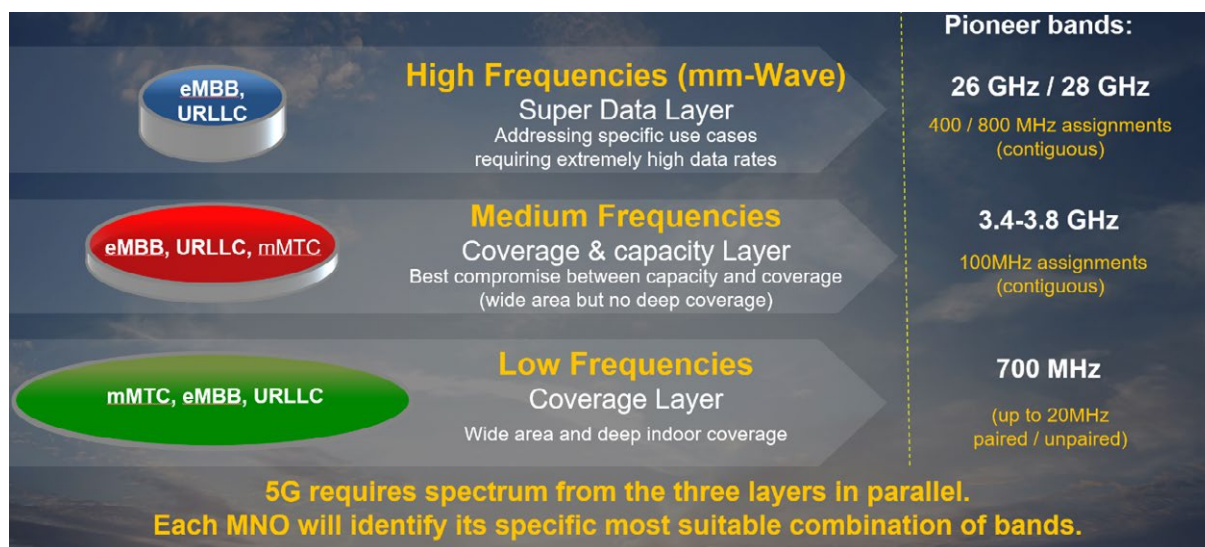
W antenie aktywnej 5G z Massive MIMO moc jest promieniowana w określonych kierunkach, skupionych na indywidualnych użytkownikach lub ich grupach, rzadko zlokalizowanych w obszarze usług. Kierunki promieniowania mocy mogą zmienić się niemal automatycznie, aby skupić się na ruchomych użytkow-

nikach i ograniczyć zakłócenia dla innych.



ORGANIZACJA SYSTEMU PRZYDZIAŁU I WYKORZYSTANIA CZĘSTOTLIWOŚCI

Zapewnienie wysokiej pojemności sieci 5G, niezbędnej do spełnienia obietnic ITU (International Telecommunication Union), wymaga użycia szerokich kanałów radiowych. Współcześnie używane pasma radiowe, w większości poniżej 3 GHz są już wykorzystywane, dlatego RSPG (*Radio Spectrum Policy Group*) doradzająca Komisji Europejskiej zidentyfikowała pasma 3,4 – 3,8 GHz oraz 26 GHz (24,25 – 27,5 GHz) obok pasma 700 MHz (tzw. Druga Dywidenda Cyfrowa), jako pionierskie we wdrażaniu 5G w Europie. Dojrzałe sieci 5G będą wykorzystywać wiele pasm jednocześnie, również włączając pasma, które aktualnie wykorzystywane są przez systemy telefonii komórkowej (m.in. 1800 MHz, 2100 MHz, 2600 MHz). Te ostatnie rozdyskrebowane w aukcji z pasmem 800 MHz).



Jednak w początkowej fazie wdrożenia 5G, pasma pionierskie będą wykorzystane, w tym w szczególności pasmo C, tj. 3,4 – 3,6 GHz w asymetrycznej aranżacji z wykorzystaniem szczelin czasowych (TDD – *Time Division Duplex*). Aspektem kluczowym przy podziale pasma C pomiędzy operatorów jest alokacja odpowiednio szerokich kanałów (preferencyjnie 100 MHz dla każdego operatora) oraz zdefiniowanie licencji ogólnokrajowych na stosunkowo długi okres (min. 15 lat), co powinno zagwarantować opłacalność i przewidywalność inwestycji budowy sieci 5G. Ponadto istotna jest synchronizacja pasma, a mianowicie zapewnienie, że operatorzy 5G z sąsiednimi alokacjami pasma będą w tym samym czasie wykorzystywać pasmo do transmisji w kierunku „do” i „z” sieci (ang. *uplink*, *downlink*). W przypadku braku takiej synchronizacji, występować będzie znacząca interferencja która wymusi zużycie pasm ochronnych (ang. *guard band*) na granicy alokacji pasm.

ZAPOTRZEBOWANIE PASMOWE

Liczba stacji bazowych do budowy sieci 5G jest kluczowym czynnikiem decydującym o koszcie budowy

LOKALIZACJA UKŁADÓW NADAWCZO-ODBIORCZYCH

Maksymalne wykorzystanie bieżących stacji bazowych do budowy sieci 5G jest kluczowym czynnikiem decydującym o koszcie budowy sieci radiowej. W typowych scenariuszach wykorzystania sieci komórkowej, o ilości stacji bazowych decydują wymagania pojemnościowe (kierunek *downlink*) w terenach zurbanizowanych oraz minimalna moc sygnału (kierunek *uplink*) w terenach pozamiejskich o nieznacznym obciążeniu ruchu. Z punktu widzenia pojemności komórki, operatorzy decydują o minimalnej prędkości danych, którą użytkownik sieci otrzymuje na granicy komórki. Na podstawie takiego założenia, operatorzy definiują liczbę stacji bazowych potrzebnych do pokrycia danego obszaru z gwarancją prędkości danych. Operatorzy mając do dyspozycji szerokie pasmo częstotliwości np. 100 MHz w paśmie C (tj. 3,4 – 3,8 GHz) mogą zagwarantować lepszą jakość sygnału niż operatorzy z uboższymi zasobami częstotliwościowymi np. 60 MHz. Dla przykładu dla zagwarantowania tej samej pojemności sieci, operator z kanałem 60 MHz musiałby zwiększyć ilość stacji bazowych o 64% w porównaniu do sytuacji jakby operował pasmem 100 MHz, Tabela X poniżej.

Szerokość kanału w paśmie C (3.4-3.8 GHz)	Zasięg komórki (km)	Pokrycie komórki (km ²)	Liczba stacji bazowych	Wzrost ilości stacji bazowych
100 MHz	0,19	0.070395	14	Poziom odniesienia
60 MHz	0,15	0.043875	23	+64%

Natomiast, w kierunku *uplink*, zasięg komórki może być znacznie poprawiony poprzez wykorzystanie specjalnych aktywnych anten składających się z wielu elementów antenowych oraz technologii która pozwala na wykorzystanie niższego pasma do transmisji w kierunku *uplink* w sytuacji gdy zasięg na paśmie C spadnie do niskiego poziomu. Podstawową zasadą propagacji fal radiowych jest większe tłumienie środowiska przy falach o wyższej częstotliwości. Dlatego, zasięg komórki może zostać poprawiony w kierunku *uplink* przy zmianie pasma na niższy (np. 1800 MHz) jeśli zasięg w paśmie C spada poniżej określonego progu. Technologia jest nazywana *uplink-downlink decoupling*.

Wykorzystując wszystkie dostępne technologie oraz dysponując stosunkowo szerokim kanałem (90 MHz w paśmie C), pierwszy operator komercyjny 5G na świecie – LGU+ w Południowej Korei, zapewnił ciągłe pokrycie 5G w paśmie C wykorzystując istniejące stacje bazowe sieci LTE (tzw. 1:1 *co-coverage*).

Ważnym aspektem przy budowie sieci komórkowej, a w szczególności 5G, jest zapewnienie dobrego poziomu sygnału a zatem prędkości danych w lokalizacjach wewnątrz budynków. Szacuje się że obecnie blisko 80% ruchu w sieciach komórkowych jest generowana z wewnątrz budynków, a przewiduje się że w kolejnych latach niniejsza wartość wzrośnie.

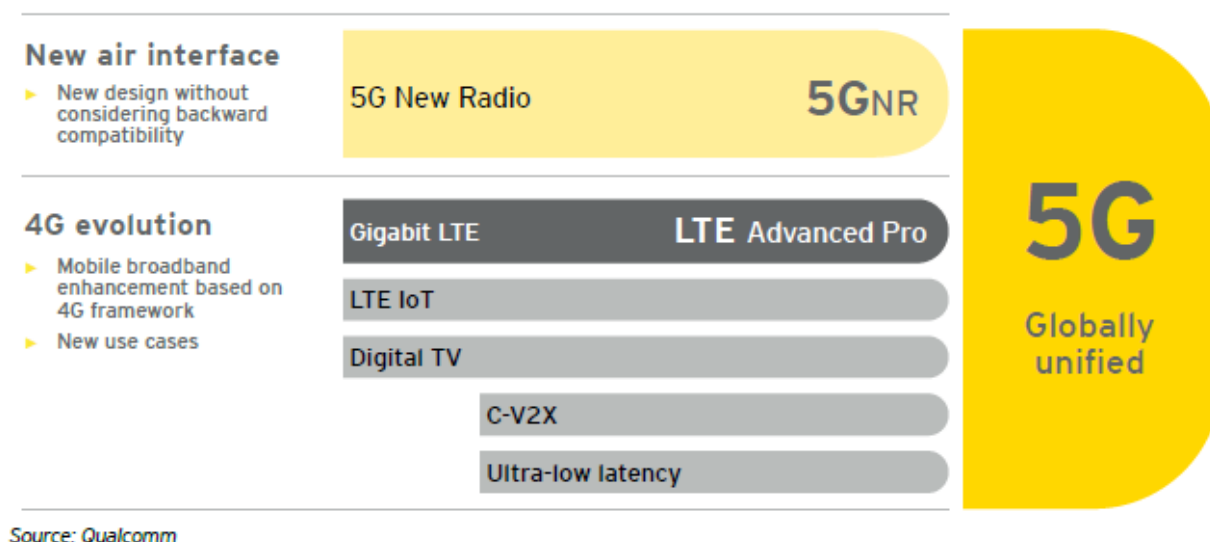
PLANOWANIE PROCESU INTEGRACJI SIECI 4G Z 5G I EWOLUCJI W KIERUNKU 5G

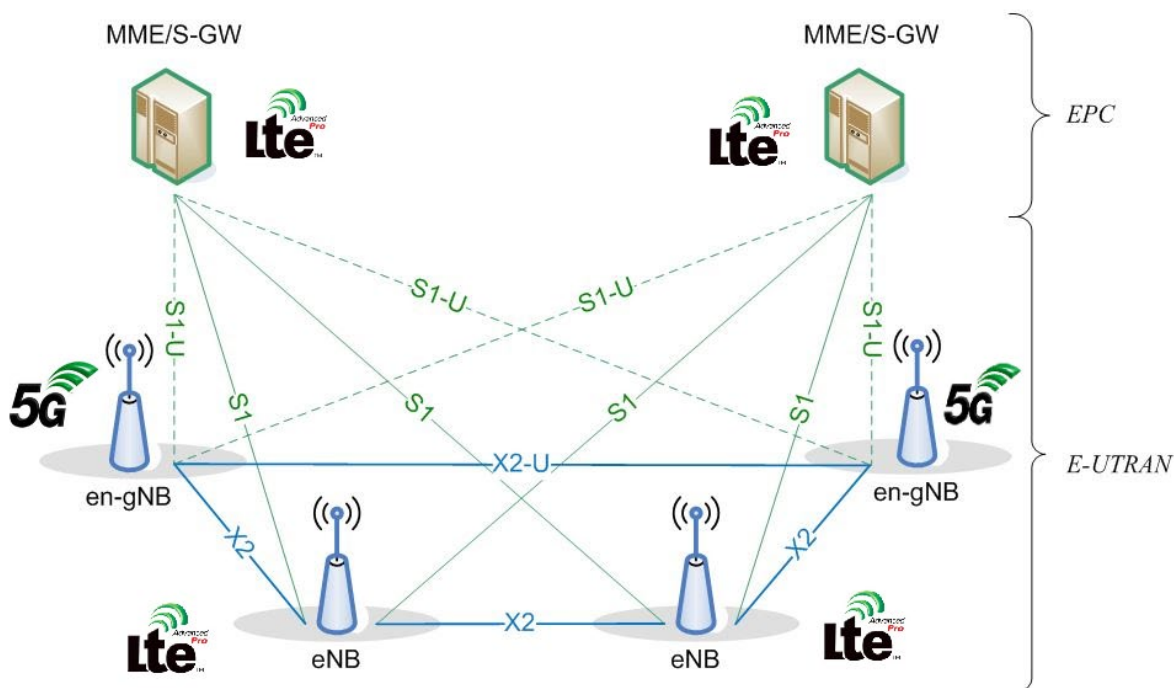
1. Zróźnicowanie obszarowe.

Ze względu na bardzo wysoki poziom zaawansowania polskich sieci LTE w kontekście procentowego pokrycia obszaru kraju, warstwa 4G będzie bazą dla nadchodzących sieci 5G. Oczywiście, aby móc rozmawiać o wdrożeniu 5G, muszą być dostępne częstotliwości dla operatorów. W pierwszej fazie wdrożenia zakładamy, że operatorzy skupią się na pasmie 3,4 – 3,8 GHz, które dostarcza pojemność sieci 5G i będzie głównym motorem percepcji jakości technologii 5G przez użytkownika końcowego. Sieć 5G w takim scenariuszu pojawi się zatem w charakterze pokrycia wyspowego, które z czasem będzie się rozrastać na terenie kraju, podobnie jak to miało miejsce wcześniej podczas wdrażania technologii

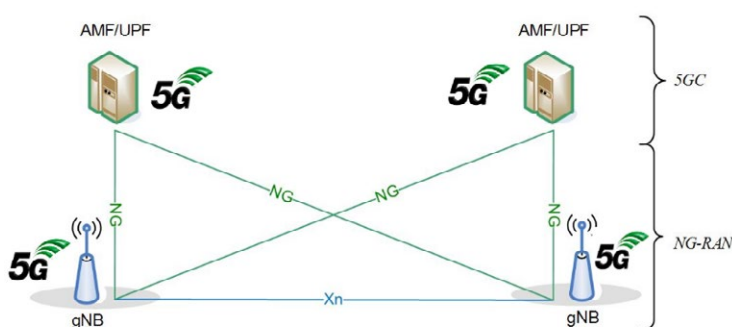
4G. Optymalnie jednak byłoby, gdyby wraz z wdrożeniem 5G na warstwie C-band pojawiły się częstotliwości w zakresie 700 MHz. Jest to kluczowe w kontekście pokrycia wewnątrzbudynkowego, gdzie sygnał jest pożądanym i oczekiwany przez użytkowników, jednak warstwa C-band nie jest w stanie go zapewnić. Wynika to wprost z ograniczeń fizycznych, wysokie częstotliwości słabo penetrują przeszkody, a w przypadku 3,4-3,8 GHz w praktyce zatrzymywane są przez pierwszą przeszkodę, a więc ścianę budynku. Zasięg wewnątrz budynków może być zapewniony również poprzez dedykowane instalacje, jednakże takie rozwiązania dedykowane są miejscom użyteczności publicznej (stadiony, szpitale, dworce, lotniska) i budynkom o przeznaczeniu stricte biurowym, gdzie o obecność takiej instalacji wielokrotnie zabiega sam deweloper. W kontekście klienta masowego takie systemy są zbyt kosztowne w kontekście masowego wdrożenia.

Istnieje też drugi istotny powód, dla którego sieci 5G będą bazowały na technologii 4G. W pierwszej fazie większość operatorów przymierza się do wdrożenia architektury NSA (*Non-Standalone*), co w praktyce oznacza zastosowanie w sieci rdzeniowej (CORE) rozwiązań bazujących na technologii 4G. Sygnalizacja będzie obsługiwana poprzez warstwę 4G, a dane klienta będą przesyłane z dużą prędkością interfejsem radiowym 5G (NR – *New Radio*). To zasadnicze wymaganie niejako zmusza operatorów do zastosowania sieci 5G w pewien sposób niejako nakładkowej względem warstwy 4G.





Architektura standardu sieci 5G Non-stand-alone (NSA)



Architektura standardu sieci 5G Stand-Alone (SA)

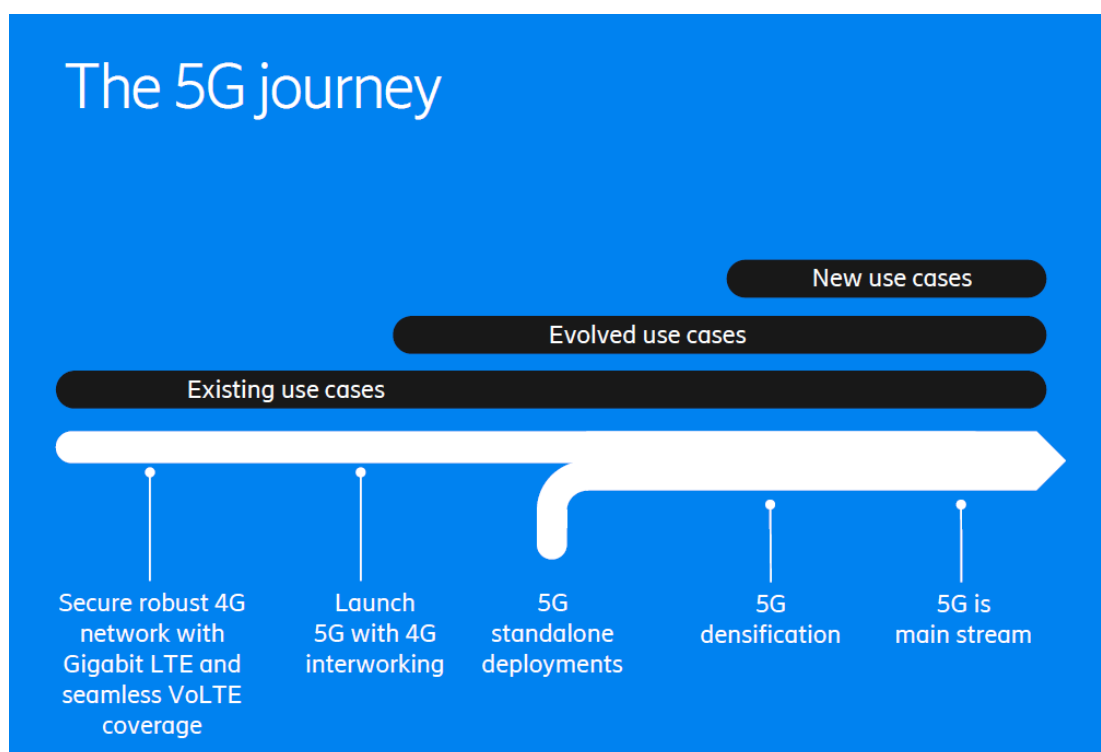
Nie jest to też jedyny powód. O ile w kontekście zastosowania Anten Aktywnych 64T64R lub 32T32R zasięg typu „outdoor” (na zewnątrz budynków) w częstotliwości C-band będzie zbliżony do poziomu sygnału sieci LTE 1800 w kierunku *Downlink* (do klienta), o tyle *Uplink* (od klienta) zasięg i przepływność dość szybko jest ograniczona w funkcji odległości od anteny. Zachodzi zatem konieczność wspierania się poprzednią generacją w łączu Uplink poprzez tak zwane „*dual connectivity*”, aby w przypadku niemożności przesłania danych w górę sieci za pomocą technologii 5G posiłkować się interfejsem LTE.

2. Podążanie za popytem (jakościowym i ilościowym).

Odkładając na bok zastosowanie specjalizowane, jak budowa dedykowanej instalacji wewnątrzbudynkowej w wybranych obiektach oraz bardzo szybka łączność 5G w dedykowanych geograficznie obszarach za pomocą fal milimetrowych (26 GHz), tempo rozwoju pokrycia pojemnościowego i geograficznego sygnałem 5G będzie wprost wynikało z potrzeb użytkowników, dostępności nowatorskich i różnicujących tę warstwę dostępu radiowego usług oraz penetracji urządzeń końcowych pośrednio zależnego od ceny takich urządzeń. O ile w kontekście technologii 4G tempo adopcji było delikatnie mówiąc takie sobie, o tyle skok jakościowy z technologii 4G do 5G jest tak znaczny, że proces ten może być nawet dwukrotnie szybszy – przynajmniej takie są oczekiwania rynkowe w skali globalnej.

Na pierwszy ogień 5G będzie oferowane klientom biznesowym w okolicach ich siedzib oraz dla zastosowań typowo dedykowanych. W drugiej kolejności technologia 5G będzie kierowana do mieszkańców wielkich miast, którzy również w obszarze zamieszkania będą wymagać parametrów sieci zbliżonych do tych, z jakich korzystają w środowisku biurowym. Kolejnym etapem będzie zapewnienie pokrycia krajowego technologią 5G, przy czym należy pamiętać, że częstotliwości z zakresu 700 MHz i dedykowany 5G zasobów obejmujący 30 MHz będą niewystarczające z punktu widzenia pojemności i dostarczania usług o bardzo wysokiej przepływności. Aby rozwiązać ten dylemat możliwe są dwie drogi. Jedna, poprzez wchłanianie innych pasm częstotliwościowych jak 800 MHz czy 900 MHz na rzecz technologii 5G, przy czym warstwa 800 MHz będzie ostatnim krokiem tej przemiany, ze względu na dedykowany charakter dla usług 4G i stosunkowo niskiej penetracji urządzeń wspierających niskie pasma w początkowej fazie wdrożenia technologii 5G. Z punktu widzenia usług wymagających dość wysokich przepływności, jak w przypadku segmentu „entertainment” dla samochodów autonomicznych, warstwa 700 MHz będzie niewystarczająca dla takich zastosowań. Zatem na głównych szlakach komunikacyjnych drogowych i kolejowych konieczne będzie zastosowanie rozwiązań dedykowanych bazujących na gęstej sieci stacji bazowych w pasmie C-band, albo wręcz rozwiązań dedykowanych w oparciu o mmWave (26 GHz), które już na etapie planowania powinny być integrowane w pojazdach najnowszej generacji. Nie mówimy tu jednak nic na temat łączności V2X (V2V i V2I). Takie podejście generuje jednak znaczące koszty i może być kosztowo nieefektywne w przypadku realizowania go przez pojedynczego operatora.

Oczekiwanie rynku na obecnym etapie szacowane jest na współistnienie sieci 4G i 5G przez najbliższe dziesięciolecie i w zależności od tempa popularyzacji technologii 5G stopniowe wygaszanie najpierw technologii 3G, a następnie 2G. Wraz ze spadkiem cen urządzeń wspierających 5G i wzrostu ich nasycenia na rynku możliwe będzie rozważanie przejście do architektury SA (Standalone), gdzie warstwa 5G zyska swoją dedykowaną sieć rdzeniową (CORE) w pełni niezależną od warstwy 4G.



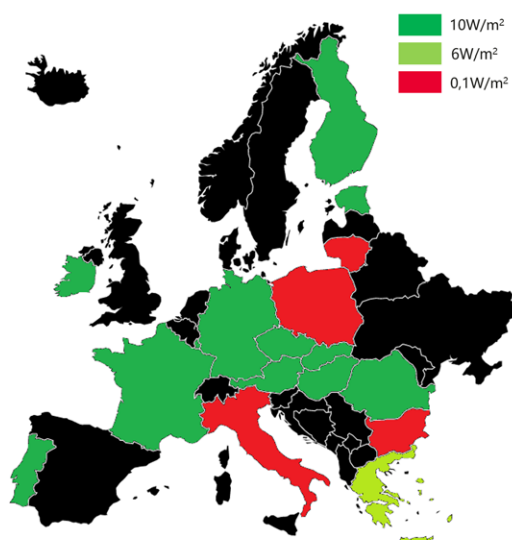
W międzyczasie inne bardzo istotne kierunki rozwoju mogą mieć istotny wpływ na końcowy wygląd technologiczny przyszłych sieci 5G. Z jednej strony dalszy postęp wirtualizacji i przenoszenia wielu funkcjonalności do chmury, rozdzielenie funkcji rdzeniowych dedykowanych połączeniom głosowym, szybkiej transmisji danych, rozwiązaniom IoT oraz dedykowanym rozwiązaniom profesjonalnym uwzględniającym wymagania uRLLC i związaną z tym gwarancją jakości, dodatkowo wzmocni trend wirtualizacji poprzez umieszczanie dedykowanej pojemności i mocy obliczeniowej per każde z tych rozwiązań, co na obecnym

etapie nazywane jest „network slicingiem” – warstwowaniem sieci. Przy czym na tym etapie rozdzielamy główne funkcjonalności sieci 5G ze względów niezawodnościowych samej sieci, natomiast docelowo dojdzie tu jeszcze warstwowanie z punktu widzenia aplikacji (zastosowań) i związanych z tym wymagań na parametry sieci oraz koszt ponoszony przez klienta za spełnienie dedykowanych dla niego wymagań.

3. Racjonalizacja kosztów transformacji.

Racjonalizacja kosztów transformacji to bardzo złożone zagadnienie z punktu widzenia całego ekosystemu telekomunikacyjnego. Główne koszty związane z wdrożeniem wynikają z kosztów pozyskania częstotliwości w jakich będzie można realizować budowę sieci 5G. O ile średnia rynkowa mówi, że koszty te powinny być niższe niż przy wdrożeniu 4G, gdyż w przeciwnym razie koszty licencji zdecydowanie przewyższą koszty technicznej budowy sieci, a to już jest postawienie branży „na głowie”, o tyle w praktyce ważność tej technologii przyszłości na wybranych rynkach jest tak istotna, że pociąga za sobą mało racjonalne decyzje inwestycyjne zwłaszcza w kontekście całościowego kosztu wdrożenia. Takie sytuacje są inspirowane niejednokrotnie przez rządy, które finansują politykę prospołeczna z takich właśnie środków, za które na koniec i tak zapłaci społeczeństwo wysoką ceną usług lub niską ich jakością. Niemniej taki przykład również w Europie można już wskazać – póki co rekordzistami w wysokości wylicytowanych kwot są Włochy i obecnie Niemcy, gdzie operatorzy chcą przeznaczyć na częstotliwości około 6 miliardów euro. Dla porównania przy wdrożeniu technologii 4G w Polsce mówiło się, że aby zbudować całkiem sensowną sieć dla pojedynczego operatora potrzeba około jednego miliarda PLN. Widać więc, że te proporcje nawet uwzględniając nieco inne realia rynków rozliczających się w euro nie znajdują odzwierciedlenia w logice. Stąd tak liczne głosy mówiące, że częstotliwości 5G powinny być w Polsce rozdystrybuowane w postaci przetargu, a nie aukcji. Poprzednia aukcja dla częstotliwości 4G usytuowała Polskę w czołówce krajów najwięcej płacących za częstotliwości dla 4G na tle całej Europy uwzględniając koszt MHz per capita oraz nieadekwatnie do siły nabywczej. Oczywiście przyczyny ku takiej sytuacji były różne, włączając potrzeby rządu oraz błędy w dokumentacji przetargowej celowo pozostawione w dokumentacji pomimo licznych uwag środowiska. W oczywisty sposób zapisy te wspierały podbijanie ceny za te pasma radiowe. Jak widać, cel uświęca środki. Dalsze podejście tego typu wypaczy proces wdrażania technologii 5G, opóźni jego start, a tym samym wykluczy Polskę z grona Państw wnoszących wartość dodaną do społeczeństwa informacyjnego, stawiając społeczeństwo w pozycji konsumentów obcej myśli techniczno-technologicznej.

Operatorzy na polskim rynku bacznie obserwują poczynania urzędów państwowych w zakresie harmonogramu udostępniania częstotliwości, znoszenia barier inwestycyjnych oraz oczekiwanej zmiany limitów PEM (pola elektromagnetycznego), które w Polsce nie przystają do Europejskiej rzeczywistości, co widać na poniższej grafice.



Każde pieniądze zaoszczędzone na daninie dla państwa za częstotliwości dedykowane pod budowę technologii 5G mogą być wprost zainwestowane w infrastrukturę 5G, która w średniej i długiej perspektywie dla Państwu i Obywatelom dużo większy pożytek z szerokiej dostępności niż wyjątkowego charakteru dostępnego dla nielicznych, zarówno ze względu na geograficzną dostępność, jak i dostępność ekonomiczną.

Operatorzy w największym stopniu są właściwymi podmiotami do sterowania geograficznym rozwojem technologii 5G, zderzając z jednej strony potrzeby klientów i przedsiębiorców w czasie, ze zdrową konkurencją rynkową.

DOPUSZCZALNE POZIOMU POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO (PEM) JAKO JEDEN Z ELEMENTÓW KLUCZOWYCH DLA POWODZENIA WDROŻENIA 5G

Nowa topologia sieci 5G bazująca na „gęstych sieciach”, wykorzystujących piko komórki, rodzi również nowe wyzwania z punktu natury prawnej. Z uwagi na wykorzystanie wyższych częstotliwości przez sieci 5G, piko i mikro komórki będą miały mały zasięg. Oznacza, to że będą one musiały być rozmieszczone gęściej, a zarazem bliżej ludzi. Obecnie takie instalacje nie są możliwe, z uwagi na obowiązujące dopuszczalne poziomy pola elektromagnetycznego (PEM). Nie jest zatem możliwa do wdrożenia koncepcja sieci 5G. Co więcej w przestrzeni publicznej często odnotowywany jest fakt, podniesienia dopuszczalnych poziomów, sugerując jakoby stacje 5G miały nawet 100 razy mocniej nadawać. Nic bardziej mylnego. Zmiany dopuszczalnych poziomów pozwolą bowiem umieszczać anteny bliżej ludzi, zachowując przy tym ten sam poziom mocy w nadajniku.

Należy zatem podkreślić, że obecne dopuszczalne poziomy pola elektromagnetycznego (PEM) są jednym z głównych ograniczeń na drodze do wdrożenia sieci 5G w Polsce. Ich obecne poziomy mogą skutkować koniecznością uruchomienia dużej ilości nowych stacji nadawczych, niejako dublując tą, która już istnieje i co istotnie zwiększyło by to koszty inwestycyjne, niż w wypadku zwiększonych norm PEM. Problem norm PEM nie dotyczy przy tym tylko instalacji antenowych instalowanych blisko ludzi w pikokomórkach. Obecne normy PEM powodują już utrudnienia w budowie sieci 4G. Z racji występującego wysokiego natężenia PEM w obszarach miejskich, istotne zwiększenie systemów radiowych na obecnych stacjach bazowych mogłoby spowodować przekroczenie ustawowych norm. W konsekwencji, jak zauważył to Instytut Łączności, grozi nam internetowy blackout związany z przeciążeniem sieci mobilnych¹.

W Polsce obecna dopuszczalna gęstość mocy pola elektromagnetycznego wynosi 0,1 W/m², a natężenie pola elektromagnetycznego nie może wynieść więcej niż 7 V/m². Oznacza to, że dopuszczalna gęstość mocy pola elektromagnetycznego w Polsce stanowi zaledwie 1% wartości wynikającej z zalecenia Światowej Organizacji Zdrowia i ICNIRP².

Organizacja	Dopuszczalne natężenia pola elektromagnetycznego	Dopuszczalna gęstość mocy pola elektromagnetycznego
Polska	7 V/m	0,1 W/m ²
Unia Europejska	41,3 V/m	4,5 W/m ²
Światowa Organizacja Zdrowia	61 V/m	10 W/m ²

Polskie dopuszczalne poziomy zostały ustanowione w roku 1984 na bazie standardów wypracowanych w Związku Radzieckim. Mimo upływu tylu lat nie zostały one ciągle zaktualizowane. Z kolei dopuszczalne poziomy ustalone przez Unię Europejską czy WHO zostały ustanowione w roku 1998 i zostały potwierdzone podobnie badaniami w roku 2009.

¹ <https://www.il-pib.pl/pl/aktualnosci/biezace-wydarzenia/1559-mobilny-internet-raport>

² Raport BCG, „Wpływ limitów gęstości mocy (PDL – Power Density Limits) na łączność bezprzewodową: czy Polsce grożą opóźnienia w rozwoju 5G?”, Lipiec 2018

Jak wskazywała w swoim raporcie firma doradcza BCG³ skutkiem dopuszczalnych poziomów PEM będzie niska efektywność wykorzystania widma radiowego. Oznacza to w praktyce, że częstotliwości nabyte na potrzeby wdrożenia sieci 5G, zostaną wykorzystane tylko częściowo i w procesie aukcyjnym będą wyceniane przez operatorów poniżej wartości spotykanych w innych krajach. Takie poziomy powodują też utrudnienia w zarządzaniu i budowie sieci, co przekłada się na mniej optymalne miejsca lokalizacji stacji 5G.

Kolejną negatywną konsekwencją obowiązujących dopuszczalnych PEM jest również gorszy zasięg radiowy już wybudowanych stacji bazowych sieci komórkowej, jak również ograniczone możliwości współdzielenia infrastruktury i masztów, oraz konieczność wybudowania zwiększonej liczby stacji w porównaniu.

Według szacunków Haitong Banku, średni koszt budowy stacji bazowej wynosi około 300 tys. zł. Budowa tysiąca stacji bazowych kosztowałaby około 300 mln PLN, a podwojenie obecnej liczby stacji bazowych około 2,5-3 mld zł.⁴ Z kolei Ministerstwo Cyfryzacji wskazuje na fakt, że jeśli dopuszczalne poziomy PEM pozostaną bez zmian, to by zapewnić właściwą pojemność sieci komórkowej, w związku z rosnącym ruchem generowanym przez użytkowników, liczba stacji bazowych będzie musiała zostać zwiększona ponad 7-krotnie.

STAN WIEDZY NA TEMAT SZKODLIWOŚCI POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO

Rozmawiając o zharmonizowaniu norm PEM do wartości zalecanych przez WHO i ICNIRP, warto omówić stan badań nad szkodliwością PEM. Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakim (IARC) jest zajmującą się rakim agencją przy Światowej Organizacji Zdrowia (WHO). Od 1971 r. IARC prowadzi program, w ramach którego grupy ekspertów badają, czy określone rzeczy są rakotwórcze. IARC dokonała analizy już ponad 900 czynników. W tej grupie znajdują się takie czynniki jak azbest, benzen, formaldehydy, napoje alkoholowe, kawa, farby do włosów, paracetamol, talk czy pola elektromagnetyczne generowane przez linie energetyczne oraz praca zmianowa zakłócająca naturalne cykle snu człowieka. Dokonując analizy IARC określa ryzyko rakotwórczości badanych czynników jako: pewne (1), prawdopodobne (2A), możliwe (2B), niemożliwe do sklasyfikowania (3) lub nieprawdopodobnie (4). W maju 2011 r. agencja sklasyfikowała pole elektromagnetyczne generowane przez częstotliwości radiowe jako potencjalnie kancerogenne dla ludzi (2B) ze względu na podwyższone ryzyko wystąpienia glejaka, złośliwej odmiany raka mózgu, kojarzone z użytkowaniem telefonów komórkowych. W podsumowaniu IARC napisała:

„Dowody zostały poddane krytycznej analizie i ocena ogólna stwierdza, iż są one zbyt ograniczone w odniesieniu do użytkowników telefonów bezprzewodowych jeśli chodzi o ocenę ryzyka wystąpienia glejaka i nerwiaka akustycznego, a także iż są nieodpowiednie do wyciągania wniosków co do innych typów nowotworów. Dowody z analizy opisanej powyżej ekspozycji zawodowej i środowiskowej oceniono podobnie jako nieadekwatne.”⁵

Kilka lat później, Światowa Organizacja Zdrowia dokonała aktualizacji opracowania na temat pól elektromagnetycznych i zdrowia publicznego odnosząc się do Klasyfikacji IARC. Stanowisko WHO można podsumować przy tym następująco:

„Potencjalne skutki zdrowotne kontaktu z różnymi rodzajami promieniowania z całego spektrum fal elektromagnetycznych, w tym z telefonów komórkowych i stacji bazowych, były i są przedmiotem kompleksowych badań. Wszystkie dotychczasowe analizy wykazały, że ekspozycja na promieniowanie mieszczące się w limitach promieniowania PEM wyznaczonych przez ICNIRP w roku 1998 i podtrzymanych w 2019, obejmujące całe spektrum częstotliwości tj. 0-300 GHz, nie powoduje żadnych znanych negatywnych skutków dla zdrowia. Jednak, nadal istnieją niezbadane aspekty w tym obszarze i należy

³ Raport BCG, „Wpływ limitów gęstości mocy (PDL – Power Density Limits) na łączność bezprzewodową: czy Polsce grożą opóźnienia w rozwoju 5G?”, Lipiec 2018

⁴ <https://www.money.pl/gielda/wiadomosci/artukul/haitong-bank-aukcja-5g-w-polsce-nie,213,0,2424533.html>, Dostęp 12.06.2019

⁵ http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2011/pdfs/pr208_E.pdf

je uzupełnić przed wydaniem ostatecznej oceny zagrożeń dla zdrowia.⁶[.] „Mimo szeroko zakrojonych badań, dotychczas nie znaleziono dowodów na to, iż ekspozycja na promieniowanie elektromagnetyczne o niskim poziomie ma jakkolwiek szkodliwy wpływ na zdrowie ludzi.”

Warto też spojrzeć na wyniki badań innych agencji i instytucji naukowych, które badały temat PEM, takich jak Centrum Kontroli Chorób (ang. CDC – *Centers for Disease Control*), Federalna Komisja Komunikacji (ang. FCC – *Federal Communications Commission*), Administracja ds. Jedzenia i Leków (ang. *Food and Drug Administration*) oraz Narodowy Instytut Raka (ang. *National Cancer Institute*) i wszystkie są zgodne. Jak twierdzi CDC: „W tej chwili nie mamy wiedzy naukowej, by powiązać problemy zdrowotne z korzystaniem z telefonów komórkowych. Badania naukowe dopiero służą do ustalenia, czy telefony komórkowe mogą mieć wpływ na zdrowie”. Podobnie uważa FCC: „Do dziś nie istnieją naukowe dowody, że korzystanie z telefonów komórkowych może powodować raka lub inne skutki zdrowotne, w tym bóle głowy, zawroty głowy czy utratę pamięci”.

Podsumowując, nie mamy przekonujących dowodów, że telefony jakkolwiek nam szkodzą.

RZECZYWISTE ŹRÓDŁA LĘKÓW Społecznych I KONIECZNOŚĆ OGRANICZENIA DZIAŁAŃ SZKODLIWYCH Społecznie

Jednym z głównych źródeł leków w zakresie PEM jest celowa dezinformacja. W Polsce dystrybuowane są materiały przygotowywane przez społeczność międzynarodową, mające na celu opóźnienie wdrożenia nowoczesnych sieci a tym samym przyczynienia się do wzrostu PKB i jakości życia. Dystrybuowane są materiały o „zabójczej technologii 5G”, powodującej „spadanie ptaków”, zwiększeniu mocy promieniowania 100 razy, grożącym nam zabudowaniu przestrzeni publicznej lasem dużych anten czy w końcu o grillowaniu nam mózgow w związku z tym, że sieć 5G wykorzystuje te same częstotliwości co kuchenka mikrofalowa.

Drugim źródłem leków jest strach przed nowym. Sytuacja z sieciami 5G przypomina budowę kanalizacji w Warszawie w 1897 roku czy budowę sieci elektrycznej w Londynie w roku 1880. Nowe sytuacje generują podobną podejrzliwość, jak było już w historii. Tworzone są małe grupy przeciwników, nie odnoszących się do nauki i świata fizyki.

⁶ <http://www.who.int/peh-emf/research/en/>



digitalpoland
Fundacja DigitalPoland



KIGET
Krajowa Izba Gospodarcza
Elektroniki i Telekomunikacji