

Maszy i światłowodów

– poradnik dla wspólnot
i spółdzielni mieszkaniowych



GMINA
W ZASIĘGU

Spis treści

Wstęp	5
Sieci mobilne jako motor rozwoju	7
Prawne aspekty procesu budowy sieci radiowych	17
Wpływ fal elektromagnetycznych na zdrowie	29
Techniczne aspekty budowy sieci radiowych	37
Nowoczesne sieci stacjonarne w budynkach	69
Stacje BTS a ceny nieruchomości	73

WYDAWCA



PATRONAT





W Państwa codziennej pracy na rzecz wspólnot mieszkaniowych coraz częściej konfrontowani jesteście z informacjami atrakcyjnie opakowanymi – lecz niesprawdzonymi czy wręcz fałszywymi. Internet pełen jest także świadomie rozpowszechnianych nieprawd, publikowanych z jasną intencją wprowadzenia czytelników w błąd. Ostatnie lata obfitowały zwłaszcza w nieprawidłowe informacje dotyczące dwóch zagadnień: szkodliwości szczepionek przeciwko wirusowi COVID-19 oraz negatywnego wpływu mobilnych sieci nowych generacji na ludzkie zdrowie. Informacje powtarzane wielokrotnie, konsekwentnie i z uporem godnym lepszej sprawy.

Przeciwnicy technologii 5G dotarli do społeczności lokalnych już kilka lata temu z kampanią kłamstw, doprowadzając do spektakularnych wydarzeń w Kraśniku czy Suwałkach. Tamtym problemom udało się do pewnego stopnia zaradzić. Wciąż jednak tkwią, bardziej uśpione przez zainteresowanie pandemią niż wygasłe. Na pewno powrócą. Zapewne już wkrótce.

Stowarzyszenie „Miasta w Internecie” już od 25 lat wspiera lokalnych partnerów w ich aktywnościach na polu cyfryzacji. Doradzamy, badamy, konsultujemy różnorodne projekty i inicjatywy, współtworzymy dokumenty strategiczne. Kreujemy także wspólnie z władzami samorządowymi, ale także innymi partnerami lokalnymi nowe przedsięwzięcia z zakresu transformacji cyfrowej. Staramy się zawsze dotykać kluczowych problemów, strategicznych wyzwań, z jakimi borykają się lokalne społeczności.

Dlatego właśnie, w roku ćwierćwiecza działalności Stowarzyszenia, postanowiliśmy zmierzyć się z wyzwaniem rzekomej szkodliwości inwestycji w sieciowe technologie nowych generacji. W związku z tym, przygotowaliśmy ten Poradnik dla Państwa - członków zarządów spółdzielni i wspólnot mieszkaniowych. Rozprawiamy się w nim m.in. z zalewającą Internet falą *fake newsów* na temat tej technologii.

Poradnik dostarczy Państwu bogaty zbiór argumentów technicznych, prawnych, medycznych i organizacyjnych, pozwalających odpowiadać na nieprawdziwe tezy szerzone przez nich wśród mieszkańców – w tym członków wspólnot mieszkaniowych. Omówimy w nim korzyści z inwestycji w sieci nowych generacji oraz techniczne, a także zdrowotne i społeczne aspekty budowy sieci mobilnych.

Poradnik zapewni Państwu także oręż w dyskusjach z antysieciowcami. Obok zdeklarowanych zwolenników idee antysieciowe mogą budzić zainteresowanie niezdecydowanych – tu poradnik stanowić może wartościową pomoc w rozmowach, dyskusjach i spotkaniach z mieszkańcami, członkami Waszych spółdzielni i wspólnot. Temu celowi służyć będzie także świeżo udostępniony w maju 2022 roku serwis internetowy: www.gminawzasiegu.mwi.pl, przeznaczony dla szerokiego grona odbiorców, którzy skłonni będą do poszukiwania prawdy – w miejsce polegania na niesprawdzonych informacjach, plotkach, a wręcz na świadomie rozpowszechnianych kłamstwach.

Budowa sieci mobilnych nowych generacji stanowi bardzo ważny czynnik rozwoju społecznego i gospodarczego na poziomie lokalnym i regionalnym – dowodzimy tego w dalszej części poradnika. Zachęcamy zatem do zapoznania się z nim, bowiem lichy nie śpi. Każdego dnia mogą Państwo znaleźć na swojej drodze kreatora lub dystrybutora nieprawdy o 5G.

Krzysztof Głomb
Prezes Stowarzyszenia „Miasta w Internecie”
Członek Komitetu Informatyki PAN

Sieci mobilne jako motor rozwoju

Krzysztof Głomb
Prezes Stowarzyszenia „Miasta w Internecie”

W drugiej dekadzie XXI wieku świat, jaki dotąd znaliśmy, znalazł się w nurcie skokowych zmian dokonujących się we wszystkich niemal dziedzinach życia. Wobec nowych wyzwań globalnych, przewartościowaniu ulegają i ulegać będą modele społeczne oraz wzorce kulturowe, ale także ramy prawne. Od ponad dziesięciu lat na naszych oczach tworzą się nowe modele biznesowe i sieci powiązań gospodarczych. Pandemia COVID-19 uświadomiła nam te przewartościowania i zmiany jeszcze wyraźniej oraz na wiele nowych sposobów. Przed nami jednak kolejne wyzwania – technologiczne, społeczne, geopolityczne, zdrowotne czy demograficzne. Starzejące się społeczeństwa i potrzeba zaawansowanej telemedycyny, rosnąca presja klimatyczna i konieczność rozwoju technologii proekologicznych, czy większa koncentracja na integracji społecznej i kształceniu nowych kadr poprzez rozwój innowacyjnej, łatwo dostępnej edukacji: to wszystko wyzwania dla rozwoju technologii cyfrowych, w tym nowych generacji sieci telekomunikacyjnych.

O ile czasy cyfrowej transformacji, dokonującej się pod koniec XX wieku, oznaczały stopniowy i synergiczny rozwój technologii informacyjno-komunikacyjnych oraz obsługiwanych przez nie usług czy procesów, o tyle cyfrowy skok wiąże się z ogromną zmianą, jaką niosą ze sobą zaawansowane technologie wobec tradycyjnych rozwiązań, praktyk i aktywności. Zmiany te sięgają fundamentów obecnego *status quo*, zrywając z dotychczasową ciągłością znanych praktyk zarządczych, biznesowych i zawodowych. Stanowią wyzwanie zarówno na poziomie centralnym, jak i lokalnym. Powinny zmobilizować władze, przedsiębiorców i instytucje działające na rzecz mieszkańców do nowych analiz zmieniającego się świata i formułowania na ich podstawie nowych strategii i programów działania. Punktem wyjścia powinno być uznanie istotnej i przybierającej na znaczeniu roli technologii cyfrowych jako czynnika zmian społecznych i rozwoju gospodarczego.

 **Ważną rolę w tych procesach zmiany mogą odrywać spółdzielnie i wspólnoty mieszkaniowe jako brokerzy innowacji i podmioty stwarzające warunki dla modernizacji istniejącej infrastruktury sieciowej o budowy sieci nowych generacji. Działając nowocześnie, w dobrze pojętym, długofalowym interesie swoich członków mogą przyczyniać się także do przeciwdziałania dezinformacji na temat technologii nowych generacji, takich jak np. 5G.**

W trzeciej dekadzie XXI wieku kluczowym zadaniem stało się zrozumienie natury tych zmian i znalezienie odpowiedzi na nie w postaci nowoczesnej, adekwatnej polityki rozwoju wielu obszarów aktywności społeczno-gospodarczej. Trzeba przy tym mieć pełną świadomość, że dziś środowiskiem rozwoju technologii nie są tylko ośrodki akademickie, czy przedsiębiorstwa wysokich technologii. Świat cyfrowy rozwija się „za rogiem”, w naszym lokalnym otoczeniu, dzięki naszym sąsiadom, w naszych wspólnotach, w wyniku działania władz samorządowych, dzięki aktywności innowacyjnych organizacji i instytucji. Przyszłość jest blisko nas – w naszych domach, wspólnotach, urzędach, w lokalnych społecznościach. Nasze dzisiejsze wybory determinować będą szanse rozwojowe na najbliższe dekady.

Rosnącą rolę w tych procesach rozwojowych odgrywać będą przełomowe technologie i rozwiązania cyfrowe: sztuczna inteligencja, *big data*, *blockchain*, chmura obliczeniowa, druk 3D, Wirtualna (VR) i Rozszerzona (AR) Rzeczywistość i, *last but not least*, kolejne generacje technologii mobilnej – dziś 5G, a z końcem obecnej dekady zapewne także i 6G.

Nowoczesne rozwiązania telekomunikacyjne zaoferują współczesnym gospodarkom bezprecedensowy poziom łączności, modernizując sieci za pomocą pięciu kluczowych czynników funkcjonalnych: superszybkich łączów szerokopasmowych, ultra-niezawodnej komunikacji o niskich opóźnieniach, masowej komunikacji typu maszynowego, wysokiego bezpieczeństwa i niezawodności i efektywnego wykorzystania energii. Oznacza to, że sieci 5G daleko wykrócą poza dominujące dotąd funkcje komunikacyjne, otwierając się na nowe zastosowania.

Funkcjonalność	Opis	Przypadki użycia
Rozszerzony mobilny szerokopasmowy dostęp do internetu (enhanced Mobile Broadband - eMBB)	Szybsze połączenia, wyższa przepustowość i większa szybkość (do 10-20 Gbps)	Usługi stałego dostępu bezprzewodowego, rozszerzone usługi szerokopasmowe w budynkach; usługi rzeczywistości wirtualnej, rozszerzonej i mieszanej w czasie rzeczywistym, usługi dla obszarów zatłoczonych lub o dużej gęstości zaludnienia, gry w chmurze o wysokiej rozdzielczości, usługi w zakresie bezpieczeństwa publicznego i reagowania w przypadku katastrof, usługi strumieniowego przesyłania ogromnych ilości danych wizualnych oraz dźwiękowych, zdalne operacje
Niezawodna komunikacja o bardzo niskich opóźnieniach (Ultra-reliable low latency communication - uRLLC)	Skrócony czas przesyłania danych z urządzenia do urządzenia (1 ms w porównaniu do 50 ms dla 4G)	Pojazdy autonomiczne, drony logistyczne i przemysłowe, systemy monitorowania zdrowia, inteligentne sieci i inteligentne systemy pomiarowe, inteligentny transport, automatyzacja fabryk, zdalna obsługa, samochody autonomiczne, usługi o znaczeniu krytycznym (bezpieczeństwo i ochrona), gry o wysokiej rozdzielczości w czasie rzeczywistym
Wysoki poziom bezpieczeństwa	Solidne bezpieczeństwo połączeń, prowadzące do wysokiej niezawodności i dostępności - szczególnie w obszarach, gdzie czas reakcji jest kluczowy dla efektywności działania danego rozwiązania lub aplikacji	

Masowa komunikacja pomiędzy maszynami (Massive machine-type communications - mMTC)	Zwiększona wydajność spektralna, umożliwiająca dużą liczbę połączeń między różnymi urządzeniami do obsługi aplikacji wykorzystujących duże zbiory danych	Śledzenie zasobów i konserwacja predykcyjna, inteligentne miasta/budynki/rolnictwo, zdalne zarządzanie infrastrukturą energetyczną, automatyka przemysłowa, inteligentna logistyka, inteligentne sieci i pomiary, inteligentne urządzenia ubieralne dla konsumentów, zarządzanie środowiskiem, inteligentny nadzór i analiza wideo, inteligentny handel detaliczny
Efektywność energetyczna	Prowadzi do obniżenia kosztów i umożliwia masową implementację internetu rzeczy przy jednocześnie realizacji celów prośrodowiskowych	

Infrastruktura nowej generacji przekształci produkcję, transport, rolnictwo, edukację, ochronę zdrowia czy usługi publiczne. Nowe środowisko sieciowe stymulować będzie także rozwój lokalny w obszarach dotąd nie kojarzonych blisko z komunikacją elektroniczną. Technologia 5G ma bowiem ogromny potencjał, aby zmienić sposób, w jaki władze centralne, ale przede wszystkim samorządowe, wypełniają swoje liczne zadania publiczne. Będzie tym samym podstawą rozwoju i upowszechnienia rozwiązań *smart cities*.

Jednym z obszarów który zyska wsparcia będzie np. bezpieczeństwo publiczne. W badaniu McKinsey Global Institute wskazano, że inteligentne technologie cyfrowe mogłyby przyczynić się np. do zmniejszenia przestępczości o 30-40% i skrócić czas reakcji służb ratunkowych o 20-35%.

Zaawansowane rozwiązania technologii cyfrowych wkroczą wkrótce w domeny bardzo bliskie działalności spółdzielni i wspólnot mieszkaniowych, np. ochronie przeciwpożarowej. Dzięki innowacjom z obszaru 5G, *big data* i Internetu Rzeczy strażacy będą mogli podjąć natychmiastową interwencję jeszcze przed bezpośrednim zgłoszeniem pożaru, dzięki dostępowi do publicznych czujników, kamer i transmisji z dronów. Jednocześnie analiza danych pochodzących z różnych punktów w czasie rzeczywistym pozwoli poznać temperaturę i jakość powietrza przed wejściem w teren, a w konsekwencji określić skalę zagrożenia. W przypadku mniejszych incydentów może okazać się, że wystarczy wysłać np. grupkę autonomicznych dronów. Będzie to oczywiście wymagało zainstalowania odpowiednich czujników oraz niezawodnej sieci, która dane z nich skomunikuje ze stanowiskiem analityki w straży pożarnej.

Znaczenie 5G – gospodarka, bezpieczeństwo i edukacja

Przełomowym warunkiem oraz czynnikiem realizacji wielkich planów transformacji cyfrowej i rozwoju będzie nowa technologia komunikacji mobilnej – 5G, której upowszechnienia w Polsce należy się spodziewać już w najbliższych latach.

 **Warto przy tym uświadomić sobie, że bez rozwoju sieci 5G i modernizacji istniejących komunikacja za pomocą telefonii mobilnej (komórkowej) stanie się wkrótce mało wydajna, czy wręcz niemożliwa. Przy rosnącym zapotrzebowaniu na tego typu łączność możliwości obecnych sieci się po prostu wyczerpią. Mieszkańcy muszą zatem uświadomić sobie, że ich sprzeciw wobec planów budowy infrastruktury sieciowej skutkować będzie bezpośrednio z utrudnieniami lub przerwami w codziennej łączności mobilnej: komunikacji z bliskimi lub w celach zawodowych, a także korzystania ze streamingu, czy aktywności w mediach społecznościowych.**

Warto oczywiście przy tym uświadomić sobie, że 5G nie jest tylko nową generacją telefonii komórkowej (zapewniającą wysokiej jakości komunikację między ludźmi), lecz tzw. technologią przełomową - niezbędnym narzędziem wspomagającym na wielką skalę projekty zaspokajania różnorodnych potrzeb mieszkańców miast i wsi w czasie rzeczywistym. Ma zatem duże znaczenie dla jakości życia wspólnot lokalnych. Nie tylko w mieście, ale także na wsi. Wbrew bowiem obiegowym opiniom, że sieci 5G przyczynią się przede wszystkim do przyspieszenia cyfryzacji w firmach oraz dostępności internetu w dużych miastach, to właśnie polska wieś może stać się największym beneficjentem inwestycji w technologie nowych generacji.

Sieć 5G pracuje bowiem na trzech częstotliwościach - 700 MHz oraz 3,4 GHz i 26 GHz. Każda z nich służy innemu celowi i odgrywa odmienną rolę. Gigahercowe częstotliwości, o dużym zasięgu i przepustowości, wykorzystywane będą w miastach oraz zakładach przemysłowych, wdrażających technologie z obszaru Przemysłu 4.0, gdzie liczba urządzeń korzystających z sieci będzie bardzo wysoka. Będzie to wymagało dużych stacji przekaźnikowych (BTS), ale także gęstej sieci mikro-, piko- i femtokomórek o zasięgu od kilkuset do nawet kilkudziesięciu metrów. Małe urządzenia - lokowane w różnych zakamarkach, w ulicznych lampach, przy stankach komunikacji miejskiej, w budynkach itd. - będą nieco przypominały dzisiejsze domowe routery Wi-Fi. 700 MHz to z kolei częstotliwość, która działa na bardzo dużym zasięgu, ale nie jest w stanie skomunikować w jednym czasie wielu urządzeń. Właśnie to pasmo będzie wykorzystywane przede wszystkim w obszarach wiejskich, bazując na relatywnie rzadkiej infrastrukturze stacji bazowych.

Korzystanie z nowego standardu sieci nie tylko zapobiegnie kryzysowi w komunikacji telefonicznej, z jakim mielibyśmy do czynienia w wyniku wyczerpania się pojemności sieci 3G i 4G - co już obserwujemy wedle licznych oficjalnych statystyk UKE, Instytutu Łączności czy Polskiego Instytutu Ekonomicznego - ale będzie też oznaczać cywilizacyjny, jakościowy skok w zakresie upowszechniania rozwiązań *smart city*, *smart village* czy *smart home* zarówno w miastach, jak i wsiach. Pełne włączenie mieszkańców polskiej wsi w obieg cyfrowej gospodarki, zapewnienie im wysokiej jakości dostępu do zasobów sieci - usług i danych oraz cyfrowych usług publicznych na analogicznym poziomie jak w miastach będą czynnikami fundamentalnej zmiany cywilizacyjnej polskiej wsi. Dzięki nowoczesnym sieciom zarówno w miastach, jak i obszarach wiejskich możliwy będzie rozwój Przemysłu 4.0 - automatyzacji i robotyzacji ca-

łych łańcuchów wartości (w tym produkcji), jak i realizacji skutecznych form przeciwdziałania zmianom klimatycznym.

Lista potencjalnych projektów, bazujących na sieciach mobilnych nowej generacji, angażujących wyobraźnię i potencjał samorządów, jest długa. Od kontroli jakości powietrza, zarządzania parkingami i zużyciem energii cieplnej, poprzez wspomaganie segregacji i wywozu śmieci, aż po optymalizację ruchu pojazdów i sterowanie ruchem ulicznym. Sieci mobilne generacji 5G silnie wpłyną bowiem na rozwój Internetu Rzeczy, uczenia się na brzegu sieci i szczegółowej analizy danych. Instalacja bardzo licznych urządzeń brzegowych zapewni dostęp do dużych zbiorów danych i możliwość ich analizowania w czasie rzeczywistym. Z kolei wyniki tej analizy poprawią skuteczność i wydajność różnorodnych procesów przebiegających w lokalnych środowiskach, np. transportu publicznego. W miastach powstanie dla tego celu specjalna infrastruktura tzw. inteligentnych słupów, na których umieszczone zostaną różnorodne czujniki zbierające dane dotyczące jakości powietrza, ruchu drogowego czy bezpieczeństwa mieszkańców.

Z ministerialnego raportu „IoT w polskiej gospodarce” wynika, że wdrożenia projektów klasy smart city na bazie urządzeń brzegowych przyniosą wymierne korzyści społeczne i finansowe, w tym np. skrócenie czasu podróży komunikacją miejską o 20 proc., spadek przestępczości o 40 proc., skrócenie czasu poświęconego na załatwianie spraw w urzędach miejskich o 65 proc., skrócenie czasu reakcji na nagłe wypadki o 35 proc. oraz zmniejszenie szkodliwych emisji i zużycia wody o 15 proc. W projektach tych znaczącą rolę odgrywać mogą spółdzielnie i wspólnoty mieszkaniowe, udostępniając swoje zasoby na potrzeby rozbudowy infrastruktury sieci mobilnych nowych generacji.

Jak ważne są te zmiany technologiczne pokazują nam przykłady np. w zakresie zarządzania bezpieczeństwem. 5G daje wiele nowych możliwości w zakresie podnoszenia bezpieczeństwa obywateli w ruchu drogowym, będącego ważnym obszarem zainteresowania władz lokalnych, ale i organów ścigania. Sama technologia nie wyeliminuje przestępczości i nie zagwarantuje bezpieczeństwa, ale może przyczynić się do bardziej efektywnego wykorzystania zasobów w celu zapobiegania i reagowania na zagrożenia. Wdrożenie rozwiązań 5G znacznie usprawni nadzór wideo w czasie rzeczywistym, umożliwiając większą przepustowość sieci bezprzewodowej, alternatywnej dla połączeń stałych. 5G zapewni wysoką jakość obrazu, obsługuje wideo o wyższej rozdzielczości, co podnosi jakość analizy.

Na bezpieczeństwo inteligentnych gmin możemy jednak patrzeć też szerzej - jako na proces poprawy bezpieczeństwa publicznego i automatyzację reakcji w sytuacjach kryzysowych. Rozwijane są na przykład cyfrowe platformy do zarządzania skutkami katastrof klimatycznych, w ramach których system wykorzystuje drony i roboty, połączone w ramach wysoko przepływnych sieci do prowadzenia operacji poszukiwawczo-ratowniczych. Inteligentne technologie wykorzystujące czujniki otwierają możliwości wielu innych zastosowań - od wykrywania potencjalnych problemów z konserwacją sieci energetycznych, zanim staną się one awariami prowadzącymi np. do pożaru, po szybkie przekierowywanie ruchu drogowego po wypadkach i innych zdarzeniach.

Ogromne znaczenie będą miały zastosowania 5G także w udostępnieniu wysokiej jakości „zdalnego nauczania” w szkołach czy podczas kursów zawodowych. Technologie cyfrowe otwierają wiele możliwości przed polską szkołą i choć pandemia oraz konieczność prowadzenia edukacji zdalnej przez wiele miesięcy przyspieszyły proces cyfryzacji szkół, to niezbędne jest nadal dalsze systemowe wspieranie tego procesu. Potrzebny jest nowy model edukacji cyfrowej i konkretne systemowe rozwiązania techniczne w zakresie wykorzystania technologii cyfrowych w polskiej edukacji. Szkoły powinny być objęte systematyczną transformacją cyfrową modernizującą je na polach: kompetencyjnym, metodycznym, organizacyjnym, dobrostanu i higieny cyfrowej oraz infrastruktury.

Nowoczesna szkoła to miejsce, w którym uczniowie nabywać powinni zaawansowany pakiet kompetencji cyfrowych, wykraczających poza obsługę urządzeń i oprogramowania. Do takiego pakietu zaliczyć trzeba m. in. wiedzę i umiejętności w zakresie bezpieczeństwa w sieci, prawa autorskiego, a także umiejętność krytycznej oceny informacji znalezionej w Internecie oraz programowanie. Dla takiej edukacji cyfrowej na wysokim poziomie potrzebne są bogato wyposażone pracownie i nowoczesne programy edukacyjne.

Postpandemiczna szkoła nie będzie więc placówką starego typu, która tylko sporadycznie korzysta z narzędzi online do edukacji zdalnej. Szkoła na miarę wyzwań XXI wieku musi być placówką hybrydową, gotową do stacjonarnej edukacji uczniów, przebywających w placówce, jak i tych, którzy zostali z różnych przyczyn w domach. Nowoczesna szkoła w coraz większym stopniu będzie wykorzystywać technologie cyfrowe do usprawnienia procesu nauczania oraz aktywizacji uczniów we własnych murach. Kształcąc pokolenie ludzi odpowiadających w przyszłości za budowanie innowacyjnej i konkurencyjnej polskiej gospodarki trzeba promować innowacyjność wśród młodych ludzi i udostępnić te możliwości w jak najbardziej jakościowy sposób i tutaj z pomocą przychodzą sieci budowane w oparciu o standard 5G.

Dostęp do Internetu w technologii 5G uczyni szkoły przestrzeniami prawdziwie nowoczesnej edukacji. Nauczyciele będą mogli kreować lekcje z wykorzystaniem rzeczywistości rozszerzonej (AR) i wirtualnej (VR), wykorzystywać międzyprzedmiotowe pracownie STEAM, programować roboty i pracować w środowisku drukarek 3D. Jakość 5G zdecydowanie ułatwi aktywizację uczniów w trakcie lekcji, interakcje między nimi a nauczycielami, ale także personalizację i odmiejszczenie nauczania, pozwalając na korzystanie z zasobów edukacyjnych online w dowolnym miejscu. Dla tego ostatniego kluczowe znaczenie odgrywać będzie powszechny i wysokoprzepływny dostęp do Internetu, który w miastach i obszarach wiejskich zapewnić może właśnie technologia 5G. Inwestycja w nią powinna być traktowana przez władze samorządowe jako inwestycję w przyszłość lokalnej społeczności, która w dużej mierze zależeć będzie od poziomu i jakości wykształcenia mieszkańców.

Już ten krótki przegląd zastosowań 5G w środowisku miast i wsi – daleki od pełnego wyczerpania tematu – pokazuje jasno, że w najlepiej pojętym interesie mieszkańców leży wspieranie w różnorodny sposób rozwoju infrastruktury sieci 5G na terenie ich miast i gmin wiejskich.

 **Spółdzielnie i wspólnoty mieszkaniowe, dysponując ważnymi zasobami, mogą odegrać w tych modernizacyjnych procesach bardzo ważną rolę, działając na rzecz dobra wspólnego. To ważne zadanie na najbliższe lata, które powinno znaleźć się na czele listy ich priorytetów. To impuls rozwojowy, którego realizacja naprawdę przeniesie nas z XX do XXI wieku.**

Programy i polityki cyfryzacji a wyzwania globalne

W kontekście postępującej cyfryzacji i rozwoju 5G kluczowe wydają się także kwestie związane z nierównościami społecznymi w dostępie do samej infrastruktury oraz ryzyko nierównej konkurencji. Już w 2019 r. eksperci Accenture wskazywali, że nierównomierny rozwój infrastruktury 5G może znacząco utrudnić cyfryzację wielu działań związanych z obsługą administracyjną mieszkańców, zmuszając do utrzymania niewydajnych tradycyjnych procesów obsługi obywateli oraz przedsiębiorstw. Wysokie ryzyko pogłębienia się nierówności występuje również w obszarze wspomnianej wcześniej edukacji i w opiece zdrowotnej.

 **Problemy te nie to nie tylko przedmiot debat światowych gremiów ekspertów i przedstawicieli organizacji społecznych. To także polska rzeczywistość. Jeśli nie podejmiemy w najbliższych latach zdecydowanych działań na rzecz modernizacji i rozbudowy infrastruktury sieci mobilnych nowych generacji, tak na poziomie władz, jak i różnorodnych partnerów lokalnych, problemy będą narastać, grożąc obniżeniem się jakości życia i negatywnie wpływając na lokalny rozwój gospodarczy.**

Budowa sieci 5G wymaga znacznych nakładów na rozwój infrastruktury i zakładając, że inwestycje te będą finansowane wyłącznie ze środków firm telekomunikacyjnych, jest bardzo prawdopodobne, że w pierwszej kolejności zostaną nimi objęte obszary o największym zapotrzebowaniu na usługi 5G, czyli obszary miejskie. Z tego wynika, że już istniejące nierówności społeczne w dostępie do informacji i szybkiej łączności internetowej mogą się pogłębić, co ostatecznie może doprowadzić do powstania gospodarki internetowej dwóch prędkości.

Wszyscy w szkole nauczyliśmy się pisanie, czytania i liczenia – nowa, cyfrowa epoka stawia jednak przed społeczeństwem nowe wyzwania, a nowe wyzwania, wymagają nowych umiejętności. By uczestniczyć w epoce wciąż postępującej rewolucji cyfrowej, każdy świadomy obywatel powinien zyskać nowe umiejętności w zakresie: wykorzystywania komputerów do wyszukiwania, oceny, przechowywania, tworzenia, prezentowania i wymiany informacji oraz do komunikowania się i uczestniczenia w sieciach wzajemnej współpracy za pomocą internetu. Współczesny obywatel powinien zrozumieć czemu ma nabywać nowe umiejętności i w czym mogą one być pomocne. Powinien zrozumieć, że tak jak samochód potrzebuje kół do tego by działać, tak sieć 5G czy sieć telefoniczna, potrzebują stacji bazowych do tego, by przekazywać i odbierać sygnał.

Znaczenie tego typu wyzwań rośnie i będzie rosło wraz z wchodzeniem w dorosłe życie wstępującego pokolenia Z, a następnie generacji alfa – bardziej egalitarnych niż je poprzedzające, zaniepokojonych ponadto wizją katastrofy klimatycznej. Presja na władze publiczne wszystkich poziomów, by w codziennej pracy na rzecz mieszkańców uwzględniać priorytety wynikające z wyzwań globalnych, rośnie i będzie dalej rosła. Problem ten dostrzeżono już w Unii Europejskiej. Decyzje jej organów sprawiły, że najbliższe lata upłyną nam pod znakiem realizacji programu „Europa na miarę ery cyfrowej”, jak i polityki klimatyczno-energetycznej Europejskiego Zielonego Ładu. Wagę obu tych priorytetów pośród zadań UE na trzecią dekadę XXI wieku uświadamiają obowiązkowe alokacje środków finansowych instrumentu NextGenerationEU w krajowych planach odbudowy krajów członkowskich UE. Na zieloną transformację gospodarki Polska przeznaczy w swoim planie – podobnie jak inne państwa – 37 procent całości budżetu, zaś 20 procent skieruje na cyfryzację, głównie cyfryzację sektora publicznego.

Cyfryzacja w kontekście ochrony środowiska i efektywności zużycia energii w miastach i wsiach (*smart city, smart farming*)

Warto zauważyć, że strategia rozwoju cyfrowego krajów UE jest w znacznym stopniu częścią, a zarazem katalizatorem programu Europejskiego Zielonego Ładu. Rozwiązania cyfrowe towarzyszą większości projektów planowanych do realizacji w ramach zapewnienia „zielonej energii” i „zielonej transformacji energetyki”. Wiele z nich zaliczyć można do zadań partnerów, ściśle powiązanych z zapewnieniem wysokiej jakości warunków do życia i pracy oraz z potrzebami i oczekiwaniami mieszkańców. Liderzy lokalnych społeczności już dziś powinni być tego świadomi.

 **Rozwój korzystających z „zielonej energetyki” rozwiązań to także ważne zadanie dla spółdzielni i wspólnot mieszkaniowych, wynikające nie tyle z globalnych trendów, ile z dobrze pojętego ich interesu ekonomicznego (m.in. obniżenia kosztów energii elektrycznej). Warunkiem niezbędnym do wdrażania tych rozwiązań jest wysokosprawna infrastruktura komunikacyjna wykorzystująca sieci mobilne.**

Przykładem takich rozwiązań jest zarządzanie z wykorzystaniem inteligentnych systemów pomiarowych może spowodować ograniczenie emisji gazów cieplarnianych w miastach nawet o 15 proc., dzięki zmniejszeniu korzystania z energii elektrycznej i ciepłej. Z kolei inteligentne rozwiązania nawadniające, które zapobiegają wyciekom wody i monitorują jej zużycie, pomogą zaoszczędzić od 25 do 80 litrów wody na osobę dziennie.

Zmiany w kierunku upowszechniania „zielonej energii” dzieją się na naszych oczach. Taki charakter mają instalowane już w miastach inteligentne systemy transportowe (ITS), których wprowadzenie skutkuje większą wygodą dla pasażerów i kierowców. Rozwiązania cyfrowe

pozwalają zarządzać dużymi zbiorami danych (*big data*) na temat potrzeb transportowych mieszkańców, a następnie planować transport publiczny w miastach w sposób optymalizujący zużycie paliwa. Technologie informacyjno-komunikacyjne pomagają również zredukować nadmierną emisję gazów powstałą w wyniku poszukiwania miejsc parkingowych. Systemy *smart parking* wprowadziły już w Polsce m.in. Warszawa, Gdańsk czy Tarnów, pozwalając na szybkie znalezienie wolnego miejsca parkingowego. Systemy te bazują na rozwiązaniach Internetu Rzeczy, czujnikach i wysokiej jakości komunikacji między maszynami, które zapewniają rozwiązania klasy 5G.

Technologie ICT wspomagają także dostosowanie się zarówno samych mieszkańców, jak i władz samorządowych do nowej rzeczywistości klimatycznej czy niebezpiecznych zjawisk pogodowych. Te ostatnie coraz częściej odbijają się negatywnie nie tylko na jakości życia i bezpieczeństwie mieszkańców, ale i infrastrukturze miejskiej. Powoduje to, że miasta dążą do ograniczania negatywnego wpływu na środowisko, wprowadzając systemy monitorowania zagrożeń i wpływu ekstremalnych czynników pogodowych. I tak na przykład systemy wczesnego ostrzegania (EWS – Early Warning Systems) bazują na rozwiązaniach ICT: gromadzeniu i analizie danych, tworzeniu modeli pogodowych czy wyciąganiu wniosków o ryzyku wystąpienia groźnych zjawisk. Inne służą do koordynacji i planowania działań pomocowych w trakcie kryzysów. Rośnie znaczenie sieci mobilnych w dostarczaniu informacji dla władz publicznych, zaś przełomu należy się spodziewać przy upowszechnieniu rozwiązań 5G, które zastąpią własne systemy łączności służb ratunkowych.

Prawne aspekty procesu budowy sieci radiowych

Agnieszka Zaborowska
Tamara Laprus-Bałuka
Kancelaria Radców Prawnych Zaborowska Laprus-Bałuka

Czym jest sieć radiowa i stacja bazowa telefonii komórkowej w rozumieniu prawa?

Sieć radiową, a właściwie sieć telekomunikacyjną służącą świadczeniu publicznie dostępnych usług telekomunikacyjnych w technologii radiowej, tworzą stacje bazowe telefonii komórkowej, rozmieszczone w określonej odległości oraz przesyłające i odbierające sygnał za pośrednictwem zawieszonych na nich urządzeń.

 **Realizacja stacji bazowych telefonii komórkowej jest elementem tworzenia, rozwoju lub modernizacji sieci telekomunikacyjnej. Tym samym przedsiębiorca telekomunikacyjny wykonuje swoje zobowiązania wobec Prezesa UKE, w tym te złożone w ramach aukcji lub przetargu, a następnie ujęte w rezerwacji częstotliwości (art. 115 ust. 1 pkt 9 w zw. z 118 ust. 6 P.t.) albo nałożone decyzją Prezesa UKE, o której mowa w art. 122a P.t.**

Skróty użyte w części prawnej:

decyzja lokalizacyjna – decyzja o ustaleniu lokalizacji inwestycji celu publicznego

duś, decyzja środowiskowa – decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach zgody na realizację przedsięwzięcia

mpzp/plan/plan miejscowy – miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego

PnB – decyzja o pozwoleniu na budowę

Prezes UKE – Prezes Urzędu Komunikacji Elektronicznej

Pod pojęciem stacji bazowej należy rozumieć urządzenia infrastruktury telekomunikacyjnej, stanowiące zorganizowaną całość techniczno-użytkową o specyficznym przeznaczeniu umieszczone zarówno na konstrukcjach wsporczych na istniejących budynkach, jak i wolno stojących wieżach lub masztach.

Ustawodawca zdefiniował łączność publiczną w art. 4 pkt 18 u.g.n. w zw. z art. 2 pkt 31 P.t. jako infrastrukturę telekomunikacyjną służącą zapewnieniu publicznie dostępnych usług telekomunikacyjnych, czyli usług dostępnych dla ogółu użytkowników.

*** Inwestycja celu publicznego (art. 2 pkt 5 u.p.z.p.) to inwestycja służąca realizacji celów publicznych z art. 6 u.g.n.**

Każda stacja bazowa jest inwestycją celu publicznego z zakresu łączności publicznej (jednym z rodzajów tej inwestycji), ale nie każda inwestycja celu publicznego z zakresu łączności publicznej jest realizowana jako stacja bazowa.

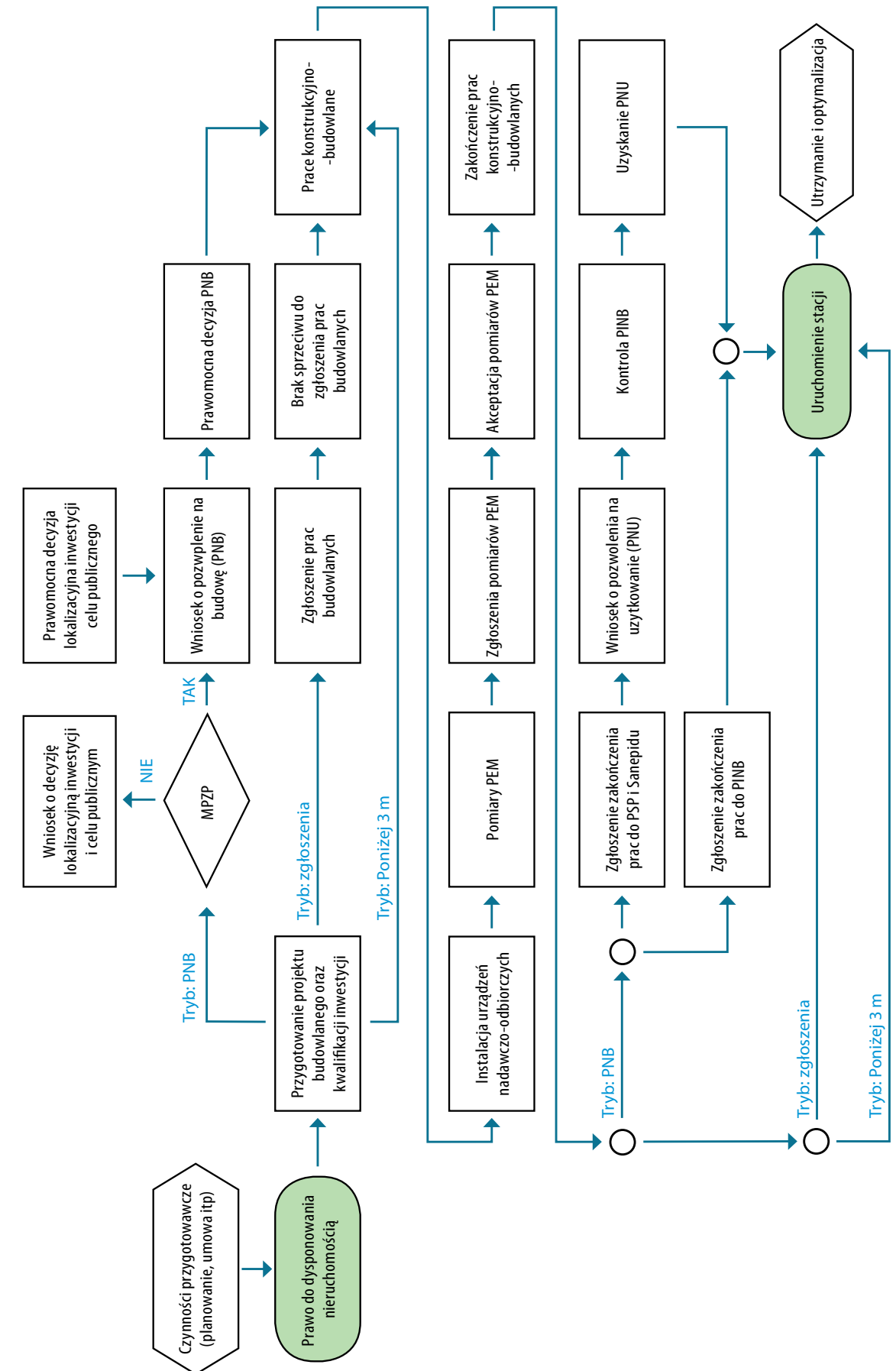
Realizacja stacji bazowej nie różni się proceduralnie niczym od realizacji innej inwestycji. Każdorazowo inwestor zobowiązany jest przestrzegać wszystkich przepisów prawa mających zastosowanie co do konkretnej inwestycji. Podstawowy proces inwestycyjny realizacji stacji bazowej można podzielić na następujące etapy:

- etap 1 – projekt** – którego przebieg warunkuje obowiązujący na danym obszarze plan zagospodarowania przestrzennego lub jego brak, ze szczególnym uwzględnieniem przepisów dotyczących planowania przestrzennego zawartych w Megaustawie;
- etap 2 – instalacja** – obejmujący trzy tryby realizacji zamierzenia inwestycyjnego – bez pozwolenia na budowę i bez zgłoszenia, po dokonaniu zgłoszenia, po uzyskaniu pozwolenia na budowę;
- etap 3 – weryfikacja środowiskowa** – pomiary pól elektromagnetycznych i zgłoszenie instalacji.

Realizacja każdej stacji bazowej dla swojej legalności obejmuje wszystkie trzy etapy, przy czym nie oznacza to, że każdy etap, bez względu na parametry stacji, przebiega tak samo. W zależności od parametrów stacji i obowiązującego lub nie mpzp niektóre z nich będą wymagały decyzji lokalizacyjnej i PnB. Podkreślić należy, że większość z nich będzie zwolniona z obowiązku pozyskania decyzji lokalizacyjnej i realizowana w oparciu o zgłoszenie, zaś w stosunku do części z nich nie będzie potrzeby nawet zgłoszenia zamierzenia inwestycyjnego. Natomiast w przypadku każdej instalacji emitującej pole elektromagnetyczne przed rozpoczęciem jej eksploatacji wymagane jest dokonanie pomiarów i zgłoszenie organowi ochrony środowiska.

Obecne otoczenie prawne

Zasady lokalizowania inwestycji celu publicznego regulują przepisy art. 4 ust. 1 w zw. z art. 50 ust. 1 u.p.z.p. Oprócz przepisów powszechnie obowiązujących inwestycje telekomunikacyjne objęte są lex specialis (regulacja specjalna), tj. Megaustawą. Przed wejściem w życie omawianych regulacji lokalizowanie inwestycji celu publicznego z zakresu łączności publicznej odbywało się na takich samych zasadach jak każdej innej inwestycji celu publicznego, a więc taka inwestycja miała być rozmieszczona i lokalizowana na podstawie planu miejscowego (tzw. zasada „pozytywnej lokalizacji w mpzp”).



✱ W przypadku sprzeczności przepisów ustawy o wspieraniu rozwoju z innymi przepisami, np. u.p.z.p. lub P.b., stosuje się przepisy Megaustawy (jako *lex specialis*).

W przypadku sprzeczności postanowień mpzp z przepisami Megaustawy stosuje się przepisy Megaustawy (*lex superior derogat legi inferiori* – konstytucyjna zasada hierarchii źródeł prawa w Polsce).

Ustawa o wspieraniu rozwoju zmieniła powyższą zasadę pozytywnej lokalizacji w mpzp i statuuje następujące preferencje planistyczne dla inwestycji celu publicznego z zakresu łączności publicznej:

- art. 46 Megaustawy – **rozwiązania na poziomie mpzp**
 - ograniczenie władztwa planistycznego gminy: mpzp nie może ustanawiać zakazów, a przyjmowane w nim rozwiązania nie mogą uniemożliwiać lokalizowania inwestycji celu publicznego z zakresu łączności publicznej w rozumieniu u.g.n., jeżeli taka inwestycja jest zgodna z przepisami odrębnymi (art. 46 ust. 1 Megaustawy);
 - nie stosuje się ustaleń planu miejscowego w zakresie ustanowionych zakazów lub przyjętych w nim rozwiązań, o których mowa powyżej, jeżeli taka inwestycja jest zgodna z przepisami odrębnymi (art. 46 ust. 1a Megaustawy);
 - wyłączenie zasady „pozytywnej lokalizacji w mpzp”, tj. jeżeli lokalizacja inwestycji celu publicznego z zakresu łączności publicznej nie jest umieszczona w mpzp, dopuszcza się jej lokalizowanie, jeżeli nie jest to sprzeczne z określonym w planie przeznaczeniem terenu ani nie narusza ustanowionych w planie zakazów lub ograniczeń. Przeznaczenie terenu na cele zabudowy wielorodzinnej, rolnicze, leśne, usługowe lub produkcyjne nie jest sprzeczne z lokalizacją inwestycji celu publicznego z zakresu łączności publicznej, a przeznaczenie terenu na cele zabudowy jednorodzinnej nie jest sprzeczne z lokalizacją infrastruktury telekomunikacyjnej o nieznacznym oddziaływaniu (art. 46 ust. 2 Megaustawy). **Taka regulacja nie oznacza jednak, że na terenach przeznaczonych na cele zabudowy jednorodzinnej dopuszczalna jest wyłącznie lokalizacja infrastruktury telekomunikacyjnej o nieznacznym oddziaływaniu, bowiem na takich terenach można lokalizować także inną infrastrukturę telekomunikacyjną – pod warunkiem, że taka inwestycja nie jest sprzeczna z przepisami odrębnymi.**
- wprowadzenie pojęcia infrastruktury telekomunikacyjnej o nieznacznym oddziaływaniu:
 - na poziomie postępowań o wydanie decyzji o ustaleniu lokalizacji inwestycji celu publicznego zwolnienie takiej infrastruktury z obowiązku uzyskania przedmiotowej decyzji pomimo braku mpzp;
 - na poziomie mpzp – bezwzględna i niczym nieograniczona możliwość lokalizacji na terenach przeznaczonych w mpzp na cele zabudowy jednorodzinnej (mpzp nie może zakazywać lokalizacji takiej infrastruktury na jakimkolwiek terenie objętym jego postanowieniami).

Podsumowanie zasad procesu planistycznego dla inwestycji celu publicznego z zakresu łączności publicznej:

obowiązujący mpzp	zakaz ustanawiania zakazów pośrednich i bezpośrednich – a jeśli takie zakazy są w mpzp, organ na etapie budowlanym lub zgłoszeniowym nie powinien ich brać pod uwagę (powinien traktować je, jakby ich nie było)		
brak mpzp	infrastruktura telekomunikacyjna o nieznacznym oddziaływaniu	infrastruktura telekomunikacyjna nie zaliczająca się do tej o nieznacznym oddziaływaniu	
	brak decyzji lokalizacyjnej	brak PnB = brak konieczności uzyskania decyzji lokalizacyjnej	PnB = konieczność uzyskania decyzji lokalizacyjnej

✱ W postępowaniu o wydanie decyzji ustalającej lokalizację każdej inwestycji celu publicznego:

- nie można odmówić jej lokalizacji, jeżeli zamierzenie inwestycyjne jest zgodne z przepisami odrębnymi;**
- nie stosuje się zasady dobrego sąsiedztwa.**

Przykłady niezgodnych z art. 46 ust. 1 Megaustawy regulacji mpzp:

- zakazy wprost:
 - zakaz lokalizowania na całym terenie objętym mpzp inwestycji telekomunikacyjnych/celu publicznego z zakresu łączności publicznej;
 - zakaz lokalizowania na całym terenie objętym mpzp wolnostojących masztów telefonii komórkowej;
 - zakaz stawiania stacji bazowych telefonii komórkowej;
 - zakaz realizacji nowych urządzeń służących świadczeniu usług telekomunikacyjnych w określonej technologii (z reguły mobilnej);
 - zakaz realizacji inwestycji emitujących pola elektromagnetyczne/w technologii 5G/innych niż infrastruktura telekomunikacyjna o nieznacznym oddziaływaniu.
- zakazy pośrednie – tj. rozwiązania pozornie neutralne, ale mogące uniemożliwiać lokalizowanie inwestycji celu publicznego z zakresu łączności publicznej, czyli **warunek zrealizowania inwestycji jest tego rodzaju, że wykonanie jej staje się obiektywnie niemożliwe lub nieracjonalne z uwagi na spodziewany efekt** (wyrok NSA z dnia 6 maja 2016 r. sygn. akt. II OSK 2106/14.):
 - ograniczenie wysokości stacji bazowych lub jakiegokolwiek innej infrastruktury telekomunikacyjnej, które przy istniejącej zabudowie lub ukształtowaniu terenu uniemożliwia realizację sprawnie działającej inwestycji celu publicznego z zakresu łączności publicznej;

- b. dopuszczenie lokalizowania masztów/stacji bazowych wyłącznie na wskazanym obszarze, podczas gdy obszar ten stanowi niewielką procentowo część terenu objętego mpzp lub jest to obszar, wykorzystanie którego nie pozwoli na pokrycie zasięgiem terenów zamieszkałych;
- c. nakaz lokalizowania infrastruktury telekomunikacyjnej w taki sposób, aby była niewidoczna z poziomu przechodnia, od strony przestrzeni publicznej;
- d. nakaz maskowania zielenią infrastruktury telekomunikacyjnej;
- e. nakładanie nakazów lub zakazów przy użyciu pojęć niejasnych, niezdefiniowanych, nieprecyzyjnych, bądź subiektywnych (por. wyrok NSA z dnia 14 stycznia 2020 r. sygn. akt. II OSK 447/18);
- f. ograniczenie zabudowy do takiej wysokości, która wyklucza techniczną możliwość zapewnienia zasięgu na danym terenie.

 **mpzp nie może uprzywilejowywać ani dyskryminować między sobą usług świadczonych w technologii mobilnej lub stacjonarnej – naruszałby wówczas zasadę neutralności technologicznej i usługowej, obowiązującą w telekomunikacji (art. 2 ust. 5 w zw. z art. 112 ust. 4 pkt 7 P.t.).**

 **Przedsiębiorca telekomunikacyjny lub Prezes UKE mogą zaskarżyć postanowienia mpzp dotyczące telekomunikacji do wojewódzkiego sądu administracyjnego na podstawie art. 48 Megaustawy.**

Legitymacja tych podmiotów do wniesienia skargi nie jest związana z interesem prawnym skarżącego, to jest nie muszą wykazywać w skardze naruszenia interesu prawnego.

Zagadnienia dotyczące decyzji środowiskowej

Stacja bazowa telefonii komórkowej, a właściwie zawieszone na jej konstrukcji wsporczej instalacje nie oddziałują znacząco (ani zawsze, ani potencjalnie) na środowisko w rozumieniu rozporządzenia kwalifikacyjnego.

Do dnia 4 czerwca 2022 roku stosownie do przepisów tego rozporządzenia każdorazowo dokonywano oceny jak planowana inwestycja telekomunikacyjna powinna być zakwalifikowana pod kątem jej oddziaływania na środowisko. Obowiązek taki wynikał z faktu zaliczania do przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko również niektórych instalacji radiokomunikacyjnych, radionawigacyjnych i radiolokacyjnych emitujących pole elektromagnetyczne o częstotliwościach od 0,03 MHz do 300 000 MHz z wyłączeniem radiolinii.

Po zmianie z dniem 4 czerwca 2022 roku przedmiotowych przepisów instalacje te jako nieoddziałujące znacząco na środowisko nie wymagają przeprowadzenia oceny oddziaływania na środowisko w ramach postępowania o uzyskanie decyzji środowiskowej.

 **Postępowania wszczęte a nie zakończone przed dniem 4 czerwca 2022 roku co do wydania duś – umarza się, czyli:**

1. **po dniu 4 czerwca 2022 roku postępowanie co do wydania duś stało się bezprzedmiotowe (brak jest przepisu, w oparciu o który dla instalacji telekomunikacyjnych mogłaby być wydana decyzja środowiskowa);**
2. **po dniu 4 czerwca 2022 roku żaden organ nie może żądać przedstawienia duś dla instalacji telekomunikacyjnych albo wyjaśnień co do braku uzyskania duś;**
3. **postępowania dotyczące realizacji inwestycji telekomunikacyjnych, które przed dniem 4 czerwca 2022 roku wymagały uprzedniego pozyskania duś (np. postępowanie w przedmiocie wydania decyzji o pozwoleniu na budowę) i przed tym dniem wszczęte, mają być zakończone merytorycznym rozstrzygnięciem pomimo braku pozyskania przez inwestora decyzji środowiskowej i muszą uwzględniać zmianę rozporządzenia kwalifikacyjnego;**
4. **organ orzekający na etapie planistycznym lub pozwolenia na budowę nie może żądać od inwestora przedstawienia decyzji umarzającej postępowanie o wydanie duś lub przedstawienia dowodu na pozostawienie wniosku o wydanie duś bez rozpoznania.**

Inwestor przed rozpoczęciem procesu realizacji inwestycji powinien ustalić czy planowane przedsięwzięcie zalicza się do mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na obszar Natura 2000 (art. 96 ust. 1 ustawy środowiskowej).

Zakres zwolnienia od obowiązku uzyskania pozwolenia na budowę przy realizacji inwestycji telekomunikacyjnych

Realizacja stacji bazowej telefonii komórkowej polega na zamontowaniu konstrukcji wsporczych na istniejących obiektach budowlanych albo na posadowieniu na gruncie wolnostojących masztów, jak i na zawieszeniu na nich urządzeń infrastruktury telekomunikacyjnej, stanowiących lub niestanowiących zorganizowaną całość techniczno-użytkową o specyficznym przeznaczeniu.

Stacja bazowa podlega ocenie pod kątem obligatoryjnego co do zasady z art. 28 ust. 1 P.b. pozyskania PnB albo występowania wyjątków z art. 29-31 P.b. taki obowiązek uchylający. W przypadku stacji bazowej o zwolnieniu z obowiązku PnB będzie przesądzać rodzaj konstrukcji wsporczej, jej wysokość i sposób instalowania, pod warunkiem jednak, że stacja bazowa nie będzie przedsięwzięciem, które wymaga przeprowadzenia oceny oddziaływania na obszar Natura 2000. W takich wypadkach bowiem uzyskanie PnB jest zawsze obligatoryjne.

Podsumowując:

1. zgodnie z art. 29 ust. 4 pkt 3 lit. a) P.b. nie wymaga uzyskania pozwolenia na budowę ani nawet zgłoszenia robót budowlanych instalowanie na istniejących obiektach budowlanych stanowiących albo niestanowiących całości techniczno-użytkowej urządzeń, w tym antenowych konstrukcji wsporczych i instalacji radiokomunikacyjnych, a także związanego z tymi urządzeniami osprzętu i urządzeń zasilających o wysokości do 3 m.

Przepis dotyczy stacji bazowych, zaprojektowanych i zrealizowanych w ten sposób, że konstrukcja wsporcza, na której są zawieszone instalacje, ma następujące cechy:

- nie stanowi samodzielnie połączonego z gruntem obiektu budowlanego;
- jej wysokość to maksymalnie 3 m.

*** Stacja bazowa, która nie wymaga ani PnB, ani zgłoszenia, może być zrealizowana bez jakiegokolwiek poinformowania organów administracji architektoniczno-budowlanej i nie będzie samowolą budowlaną.**

2. zgodnie z art. 29 ust. 3 pkt 3 lit. a) P.b. instalowanie na obiektach budowlanych stanowiących albo niestanowiących całości techniczno-użytkowej urządzeń, w tym antenowych konstrukcji wsporczych i instalacji radiokomunikacyjnych, a także związanego z tymi urządzeniami osprzętu i urządzeń zasilających, o wysokości powyżej 3 m, wymaga uprzedniego zgłoszenia zamiaru realizacji takich robót.

Przepis dotyczy stacji bazowych, zaprojektowanych i zrealizowanych w ten sposób, że konstrukcja wsporcza, na której są zawieszone instalacje; ma następujące cechy:

- nie stanowi samodzielnie połączonego z gruntem obiektu budowlanego;
- jej wysokość przekracza 3 m.

*** Organ w terminie 21 dni ma prawo wnieść sprzeciw wobec zgłoszenia realizacji robót budowlanych. Jednak w przypadku budowy albo przebudowy przenośnych wolnostojących masztów antenowych, realizowanej przez przedsiębiorcę telekomunikacyjnego, termin ten wynosi 14 dni, a sprzeciw może nastąpić tylko w razie zagrożenia bezpieczeństwa ludzi lub mienia.**

Organ administracji architektoniczno-budowlanej, do którego zgłoszono zamierzenie inwestycyjne:

- weryfikuje zgodność zgłoszonej inwestycji z przepisami prawa, w tym z miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego (ale już nie z decyzją lokalizacyjną, bo ta nie jest wymagana z uwagi na zwolnienie z art. 50 ust. 2 pkt 2 u.p.z.p), jak również analizuje ją m.in. przez pryzmat bezpieczeństwa dla zdrowia ludzi lub mienia oraz środowiska;
- może w terminie 21 dni od dnia doręczenia zgłoszenia wnieść sprzeciw albo:
 - a. nic nie robić, wówczas milczenie organu = brak wniesienia sprzeciwu, albo
 - b. przed upływem terminu na wniesienie sprzeciwu wydać zaświadczenie o braku podstaw do jego wniesienia.

*** Brak sprzeciwu w ustawowym terminie uprawnia inwestora do realizacji inwestycji zgodnie z zakresem zgłoszenia.**

3. zgodnie z art. 28 ust. 1 P.b. pozostałe stacje bazowe wymagają uzyskania PnB na zasadach ogólnych.

Obowiązek uzyskania PnB dotyczy stacji bazowych, zaprojektowanych i zrealizowanych w ten sposób, że (wystarczy spełnienie jednego z poniższych warunków):

- konstrukcja wsporcza, na której są zawieszone instalacje, stanowi samodzielnie połączony z gruntem obiekt budowlany (maszt wolnostojący lub wieżę wolnostojącą);
- stacja bazowa jest przedsięwzięciem, które wymaga przeprowadzenia oceny oddziaływania na obszar Natura 2000 (Z obowiązku uzyskania PnB zwolniono tymczasowe obiekty budowlane, w tym przenośne, wolno stojące maszty antenowe).

Rodzaj inwestycji	Proces budowlany		
	PnB	brak PnB = zgłoszenie	brak PnB + brak zgłoszenia
antenowa konstrukcja do 3 m instalowana na dachu budynku lub obiekcie wraz z instalacją radiokomunikacyjną wymagającą oceny oddziaływania na obszar Natura 2000	X		
antenowa konstrukcja do 3 m instalowana na dachu budynku lub obiekcie wraz z instalacją radiokomunikacyjną niewymagającą oceny oddziaływania na obszar Natura 2000			X
maszt wolnostojący/wieża wolnostojąca wraz z instalacją radiokomunikacyjną wymagającą oceny oddziaływania na obszar Natura 2000	X		
maszt wolnostojący/wieża wolnostojąca wraz z instalacją radiokomunikacyjną niewymagającą oceny oddziaływania na obszar Natura 2000	X		
antenowa konstrukcja wsporcza powyżej 3 m instalowana na dachu budynku lub obiekcie wraz z instalacją radiokomunikacyjną niewymagającą oceny oddziaływania na obszar Natura 2000		X	
antenowa konstrukcja wsporcza powyżej 3 m instalowana na dachu budynku lub obiekcie wraz z instalacją radiokomunikacyjną wymagającą oceny oddziaływania na obszar Natura 2000	X		

*** Konstrukcje wsporcze instalowane na istniejących obiektach budowlanych nie stanowią odrębnej budowli czy odrębnego obiektu budowlanego.**

Ustalenie obszaru oddziaływania obiektu w ramach zgłoszenia robót lub procedury PnB:

Zgodnie z definicją legalną z P.b. przez obszar oddziaływania obiektu należy rozumieć teren wyznaczony w otoczeniu obiektu budowlanego na podstawie przepisów odrębnych, wprowadzających związane z tym obiektem ograniczenia w zabudowie tego terenu.

 **1. Obszar oddziaływania obiektu powinien być zbieżny i tożsamy z obszarem oddziaływania obiektu określonym przez projektanta projektu budowlanego;**

2. Obszar oddziaływania obiektu wyznacza się w procedurze PnB.

Ograniczenie w korzystaniu z innych nieruchomości, wynikające z oddziaływania obiektu, ma oparcie wyłącznie w przepisach odrębnych, to jest w przypadku oddziaływania stacji bazowej w przepisach środowiskowych, czyli:

1. obszar oddziaływania powinien być określony z uwzględnieniem miejsc dostępnych dla ludności zgodnie z definicją z art. 124 ust. 2 P.o.ś.
2. oddziaływanie obiektu nie może być sprzeczne z wymogami technicznymi, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie;
3. oddziaływanie obiektu w miejscach dostępnych dla ludności nie może przekraczać dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku.

Miejsca dostępne dla ludności:

Art. 124 ust. 2 P.o.ś. – definicja miejsc dostępnych dla ludności – wszelkie miejsca, z wyjątkiem miejsc, do których dostęp ludności jest zabroniony lub niemożliwy bez użycia sprzętu technicznego, ustalone według istniejącego stanu zagospodarowania i zabudowy nieruchomości.

Powyższa definicja miejsc dostępnych dla ludności uległa zmianie w październiku 2019 roku, w ten sposób, że ustawodawca doprecyzował, iż chodzi o miejsca ustalone według aktualnego (a nie przyszłego, potencjalnego) stanu zagospodarowania i zabudowy nieruchomości.

 **Miejsca dostępne dla ludności ocenia się według rzeczywistego stanu zagospodarowania, a nie według potencjalnie możliwego stanu zabudowania, nawet jeżeli taka potencjalna zabudowa byłaby zgodna i możliwa do zrealizowania w oparciu o obowiązujące przepisy.**

W przypadku gdy zmianie ulegnie sposób zabudowy danego terenu, w ten sposób, że nowa zabudowa znajdzie się w strefie miejsc dostępnych dla ludności wyznaczonych dla danej instalacji, operator będzie zobligowany do zmiany parametrów stacji bazowej, tak aby jej funkcjonowanie było zgodne z ustalonymi przez prawo limitami.

 **1. Obszar oddziaływania stacji bazowej nie jest tożsamy z potocznym rozumieniem występowania zasięgu z danej stacji;**

2. Miejsca dostępne dla ludności zawsze odnoszą się do stanu istniejącej zabudowy, a nie dopuszczalnej przez ustawy lub mpzp;

3. W przypadku zmiany zabudowy w otoczeniu stacji bazowej operator zobowiązany jest sprawdzić, czy parametry stacji mieszczą się w limitach rozporządzenia z dnia 17 grudnia 2019 r. Ministra Zdrowia w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektroenergetycznych w środowisku i ewentualnie dokonać korekty ustawień stacji bazowej.

Dotrzymanie obowiązków środowiskowych co do instalacji emitującej pole elektromagnetyczne przed rozpoczęciem jej eksploatacji i po zmianie warunków pracy

Każda stacja bazowa wyposażona w instalację emitującą pole elektromagnetyczne, przed eksploatacją i uruchomieniem podlega obowiązkowi przeprowadzenia pomiarów poziomów pól elektromagnetycznych. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Klimatu z 17 lutego 2020 r. w sprawie sposobów sprawdzania dotrzymania dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku pomiarów dokonują certyfikowane akredytowane przez PCA (Polskie Centrum Akredytacji) podmioty – laboratoria badawcze. Dopuszczalne poziomy pól elektromagnetycznych określa rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektroenergetycznych w środowisku, zgodnie z którym dla zakresu częstotliwości od 2 GHz do 300 GHz dopuszczalny poziom gęstości mocy wynosi 10 W/m².

Zgodnie z art. 152 P.o.ś. użytkownik instalacji emitującej pole elektromagnetyczne – po dokonaniu pomiarów, ale przed rozpoczęciem eksploatacji instalacji – zobowiązany jest dokonać zgłoszenia instalacji. Organowi przysługuje prawo wniesienia sprzeciwu co do takiego zgłoszenia w terminie 30 dni.

 **Zakres zgłoszenia jest wyznaczony przez przepisy prawa, przy czym nieprawidłową praktyką jest żądanie przez organ dołączenia jakichkolwiek innych dokumentów niż te, które zostały wskazane w art. 152 ust. 2 P.o.ś.**

 **Eksploatację instalacji zmienionej w sposób istotny lub urządzenia będącego przenośnym wolnostojącym masztem antenowym w rozumieniu P.b. można rozpocząć bezpośrednio po doręczeniu zgłoszenia do organu.**

Akty prawne

1. Ustawa z dnia 21 sierpnia 1997 r. o gospodarce nieruchomościami (t.j. Dz.U. z 2021 r., poz. 1899), dalej „u.g.n.”.
2. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (t.j. Dz.U. z 2022 r., poz. 503 ze zm.), dalej „u.p.z.p.”.
3. Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (t.j. Dz. U. z 2021 r., poz. 2373), dalej „ustawa środowiskowa”.
4. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (t.j. Dz.U. z 2021 r., poz. 2351 ze zm.) dalej „P.b.”.
5. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (t.j. Dz.U. z 2021 r. poz. 1973 ze zm.), dalej „P.o.ś.”.
6. Ustawa z dnia 16 lipca 2004 r. – Prawo telekomunikacyjne (t.j. Dz.U. z 2021 r., poz. 576), dalej „Pt.”.
7. Ustawa z dnia 7 maja 2010 r. o wspieraniu rozwoju usług i sieci telekomunikacyjnych (t.j. Dz.U. z 2022 r., poz. 884), dalej „Megaustawa” lub „ustawa o wspieraniu rozwoju”.
8. Rozporządzenie z dnia 17 grudnia 2019 r. Ministra Zdrowia w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektroenergetycznych w środowisku (Dz. U. z 2019 r., poz. 2448).
9. Rozporządzenie z dnia 17 lutego 2020 r. Ministra Klimatu w sprawie sposobów sprawdzania dotrzymania dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku (Dz.U. z 2020 r., poz. 258).
10. Rozporządzenie z dnia 10 września 2019 r. Rady Ministrów w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U. z 2019 r., poz. 1839, ze zm.), dalej „rozporządzenie kwalifikacyjne”.

Wpływ fal elektromagnetycznych na zdrowie

dr hab. Grzegorz Tatoń,
Zakład Biofizyki, Katedra Fizjologii, Wydział Lekarski,
Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego

1. Fala/pole/promieniowanie elektromagnetyczne

Wyjaśnienie pojęcia fali elektromagnetycznej (FEM) należy zacząć od wprowadzenia innego fizycznego terminu, jakim jest „pole”. Ogólnie, termin ten w fizyce oznacza pewien stan przestrzeni, w którym obserwujemy określone oddziaływania. Możemy zatem zetknąć się z takimi określeniami jak pole grawitacyjne, pole magnetyczne, czy pole elektryczne.

Pola elektromagnetyczne są nieodłączną cechą funkcjonowania Wszechświata i są obecne w naturze. Powstają wszędzie tam, gdzie mamy do czynienia z dynamicznym oddziaływaniem ładunków elektrycznych, albo obiektów naładowanych elektrycznie. Również wtedy, gdy następuje przepływ ładunku, a więc przepływ prądu elektrycznego. Tego rodzaju zjawiska wiążą się z absorpcją, albo emisją FEM, niekiedy nazywanej promieniowaniem elektromagnetycznym.

Źródłami FEM są wszelkie procesy fizyczne związane z dynamicznym oddziaływaniem ładunków elektrycznych. Jeśli dochodzi do takich oddziaływań na poziomie jądra atomowego, czyli obiektu bardzo małego, to mamy do czynienia z FEM o bardzo małej długości, czyli równocześnie bardzo wysokiej częstotliwości. Ten zakres częstotliwości FEM nazywamy promieniowaniem gamma. Źródłem FEM mogą być również elektrony na powłokach atomowych. Zakresy związane z tego rodzajami oddziaływań nazywamy promieniowaniem Rentgena (albo promieniowaniem X), promieniowaniem ultrafioletowym i światłem widzialnym. W przypadku gdy źródłem FEM są cząsteczki chemiczne, to mamy do czynienia z zakresem światła widzialnego i podczerwienią. Gdy wreszcie źródłem FEM są prądy przepływające w obiektach makroskopowych, to generowane są fale radiowe.

Źródłem FEM z zakresu radiowego może być przewód zasilający lampkę nocną, silnik elektryczny, antena telefonu komórkowego, żarówka, kosiarka elektryczna, świeca zapłonowa w silniku samochodowym, czy wreszcie układ nerwowy, albo mięśniowy człowieka.

2. Aspekty zdrowotne oddziaływania fali elektromagnetycznej

Fale elektromagnetyczne z zakresów jonizujących (X i gamma) stosowane są w medycynie w **diagnostyce obrazowej i w terapii nowotworowej**. Lecząc nowotwory przy pomocy promieniowania jonizującego wykorzystujemy jego negatywny wpływ na tkanki organizmu, co prowadzi do niszczenia tkanki nowotworowej.

Inaczej sprawa ma się z promieniowaniem niejonizującym, a w szczególności z falami radiowymi (pomijamy w rozważaniach promieniowanie świetlne, czyli światło widzialne i podczerwień). Efekty oddziaływania fal radiowych na tkanki organizmów żywych sprowadzają się głównie do wzrostu temperatury tkanek. Właściwość ta wykorzystywana jest w terapii. W tzw. fizykoterapii stosuje się diatermię krótkofalową i mikrofalową w celu wspierania terapii niektórych schorzeń układu kostno-szkieletowego.

Skoro wykorzystujemy prozdrowotne działanie FEM z zakresu radiowego, to nie możemy równocześnie negować ich realnego wpływu na nasze organizmy. Pamiętajmy jednak, że skutki oddziaływania na organizm są związane z parametrami fali. Przede wszystkim z jej częstotliwością, ale również i może nawet w większym stopniu z jej natężeniem. Gęstości mocy stosowane w diatermii są bez porównania wyższe niż te, z którymi możemy mieć realnie do czynienia w zastosowaniach telekomunikacyjnych i dlatego obserwujemy jej efekty.

Jeśli chodzi o aspekty zdrowotne, które wiążane są z oddziaływaniem FEM z zakresu radiowego z organizmami ludzi, to najczęściej podnosi i bada się kwestie wpływu na rozwój chorób nowotworowych i generowanie tzw. nadwrażliwości elektromagnetycznej.

Nie potwierdzono związku pomiędzy narażeniem na FEM a zachorowalnością na nowotwory. Brakuje tutaj również wiarygodnego mechanizmu, który wiązałby absorpcję energii fal z powstawaniem choroby nowotworowej. Efekty cieplne mogą mieć co najwyżej wpływ na szybkość rozwoju choroby, natomiast mało prawdopodobne jest, aby były jej bezpośrednią przyczyną. Ekspozycja na FEM emitowane w telekomunikacji prowadzi do zaniedbywalnych wzrostów temperatury, które wyrównywane są niemal natychmiast przez procesy termoregulacji organizmu.

Zjawisko nadwrażliwości elektromagnetycznej związane jest z FEM nie tylko z zakresów radiowych, ale z całego zakresu częstotliwości, również niskich. Wbrew obiegowej opinii, osoby postrzegające się jako wrażliwe na PEM chyba częściej nawet wiążą swoje objawy z oddziaływaniem urządzeń codziennego użytku będących raczej źródłem FEM o niskich częstotliwościach (najczęściej 50 Hz), niż z urządzeniami telekomunikacyjnymi.

Różnorodność zgłaszanych objawów przypisywanych działaniu FEM jest duża. Niekiedy są to objawy przeciwstawne, chociaż odnoszone do tej samej przyczyny. Niektórzy pacjenci zgłasza-

ją senność, podczas, gdy inni problemy z zasypianiem, jedni skarżą się na podwyższone ciśnienie krwi, a inni na jego spadek. Najczęściej objawy są trudne do obiektywnej diagnozy (ogólne zmęczenie, niepokój, irytacja, osłabienie, trudności z koncentracją i uczeniem się) i ich występowanie może być oparte jedynie na wywiadzie z pacjentem.

Przyczyną nadwrażliwości elektromagnetycznej może być realny wpływ FEM na organizm człowieka, ale wiele wskazuje na to, że u podstaw tego zjawiska leży mechanizm psychologiczny. Może on polegać na tym, że osoby przekonane o negatywnym wpływie pola przypisują mu wywoływanie odczuwanych dolegliwości, a u podstaw takiego przekonania leży obawa przed zjawiskiem, którego nie rozumieją.

3. Zakresy częstotliwości fal elektromagnetycznych stosowanych w telekomunikacji i limity zapewniające bezpieczeństwo

Ograniczymy się do technologii związanej z telefonią komórkową i bezprzewodowym dostępem do Internetu (Wi-Fi), gdyż te dwa aspekty wciąż wzbudzają najwięcej emocji i kontrowersji. Nie są to oczywiście jedyne zastosowania fal radiowych, z których korzystamy na co dzień. Oprócz w/w korzystamy na przykład również z: radia (analogowego i cyfrowego) i telewizji (obecnie już wyłącznie cyfrowej); z telefonów bezprzewodowych, które stanowią mobilny terminal klasycznej przewodowej linii telefonicznej; pilotów do sterowania różnego rodzaju urządzeniami życia codziennego; krótkofalówek; kuchenek mikrofalowych; zaawansowanych urządzeń diagnostyki obrazowej (tomografia rezonansu magnetycznego); technologii Bluetooth, technologii NFC i wielu innych. Każda z wymienionych technologii wykorzystuje jakiś konkretny zakres fal radiowych – także po to, żeby minimalizować niebezpieczeństwo wzajemnego zakłócania się przez różnego rodzaju urządzenia.

Telefonia komórkowa w Polsce wykorzystuje w tej chwili fale radiowe o częstotliwościach od ok. 800 MHz do ok. 2600 MHz. W kontekście wprowadzania technologii 5G mówi się o wykorzystaniu następujących częstotliwości: 700 MHz, 3600 MHz i 26 000 MHz. W sieciach Wi-Fi stosuje trzy stosunkowo wąskie zakresy częstotliwości: jeden w paśmie 2,4 GHz (od 2400 MHz do 2483,5 MHz) i dwa w paśmie 5 GHz (od 5150 MHz do 5350 MHz oraz od 5470 MHz do 5725 MHz). W przypadku sieci komórkowych zakresy stosowanych pasm częstotliwości zależą od technologii (2G, 3G, 4G, czy 5G) i są przydzielane niezależnie poszczególnym operatorom telekomunikacyjnym przez Urząd Komunikacji Elektronicznej, który w Polsce jest odpowiedzialny za gospodarkę zasobami widma częstotliwości radiowych. Z dobrym przybliżeniem można powiedzieć natomiast, że zarówno w sieciach komórkowych, jak i sieciach Wi-Fi wykorzystywane są mikrofalowe zakresy częstotliwości.

Właściwości fal radiowych zależą od ich częstotliwości, dlatego też limity zapewniające bezpieczeństwo określone są na różnych poziomach dla różnych zakresów częstotliwości FEM. Dopuszczalne poziomy pól elektromagnetycznych w naszym kraju określone są obecnie poprzez rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku (Dz.U. 2019 poz. 2448). Przykładowe wartości pokazano w Tabeli 1. W tabeli przedstawiono wartości dla kilku wybranych częstotliwości z zakresów stosowanych w telekomunikacji i dla częstotliwości 50 Hz. Ta ostatnia nie należy do zakresu stosowanego w telekomunikacji, ale podajemy ją dla porównania i z tego względu, że jest ona emitowana przez każde urządzenie, które zasilane jest z sieci energetycznej. Podstawą ustalonych limitów są przesłanki naukowe, które pozwalają te limity określić na poziomach nie wywołujących negatywnych skutków zdrowotnych.

Częstotliwość [MHz]	E [V/m]	H [A/m]	S [W/m ²]
0,00005 (50 Hz)	10 000	60	ND
700	38,9	0,098	3,5
900	58,3	0,111	4,5
> 2 000	61	0,160	10

Dopuszczalne poziomy pól elektromagnetycznych, charakteryzowane przez dopuszczalne wartości parametrów fizycznych dla miejsc dostępnych dla ludności. E – wartość skuteczna natężenia pola elektrycznego, H – wartość skuteczna natężenia pola magnetycznego, S – wartości równoważna gęstości mocy pola elektromagnetycznego. ND – nie dotyczy.

Obowiązujące obecnie w Polsce limity zostały kilka lat temu podniesione z wcześniej obowiązujących do takich, jakie stosowane są w większości krajów europejskich. Przykładowo limit dla częstotliwości powyżej 2000 MHz dla E wynosił do końca 2019 roku 7 V/m, a teraz wynosi 61 V/m; podobnie – limit dla gęstości mocy tego samego zakresu częstotliwości wynosił wcześniej 0,1 W/m², a obecnie wynosi 10 W/m². Zwiększenie limitów wywołało spore kontrowersje i opór ze strony niektórych grup społecznych. Czy zwiększenie limitów (stukrotne w przypadku gęstości mocy) spowoduje, że będziemy narażeni na poważniejsze skutki zdrowotne i że poziom ekspozycji na pola w naszym środowisku znacząco wzrośnie? Raczej nie.

Po pierwsze w krajach, w których te normy obowiązywały znacznie wcześniej nie notuje się większych niż w naszym kraju poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku. Zwiększenie limitów nie oznacza przecież automatycznego zwiększenia poziomu ekspozycji.

Po drugie w krajach, gdzie te limity obowiązują od dawna (ponad 20 lat) nie obserwowano się zwiększonej zapadalności na choroby kojarzone z oddziaływaniem telefonów komórkowych na organizm ludzki, w stosunku do poziomów obserwowanych w Polsce przed zmianą limitów.

4. Moce generowane przez urządzenia telekomunikacyjne

Zastanówmy się, jakie moce FEM mogą być generowane przez urządzenia stosowane w telekomunikacji. Urządzeniami takimi są stacje bazowe telefonii komórkowej (SBTK) z dość dużymi antenami umieszczanymi np. na wysokich stalowych lub betonowych wieżach albo na dachach budynków, telefony komórkowe, routery Wi-Fi i karty Wi-Fi naszych komputerów, tabletów, czy laptopów.

Sygnały o największych mocach są promieniowane przez anteny SBTK, gdyż muszą one równocześnie obsłużyć wielu użytkowników rozproszonych na stosunkowo dużym obszarze i w sporych odległościach od anten. Moc sygnałów emitowanych przez nadajniki stacji bazowych wynosi typowo kilkadziesiąt watów. Z kolei moc sygnałów emitowanych przez nadajniki telefonów komórkowych jest znacznie mniejsza niż moc nadajników stacji bazowych i systematycznie zmniejsza się wraz z rozwojem technologii (np. maksymalna moc nadajnika telefonu pracującego w technologii 2G wynosiła 2 W, podczas gdy w technologii 4G już tylko 0,2 W). Nadajniki Wi-Fi (w niezależnych routerach czy też wbudowane do telefonów komórkowych) pracują z jeszcze mniejszymi poziomami mocy – maksymalna moc w paśmie 2,4 GHz wynosi bowiem 0,1 W. Ich zadaniem jest obsługa terminali na znacznie mniejszym obszarze niż to ma miejsce w przypadku SBTK. Natomiast typowa moc nadajnika w systemie Bluetooth jest jeszcze mniejsza i wynosi ok. 0,001 W.

Warto zauważyć, że nadajniki stacji bazowych 2G, 3G i 4G generują sygnały o częstotliwości radiowej niezależnie od tego, czy w otoczeniu stacji bazowej znajdują się użytkownicy, czy też ich nie ma. Faktem jest, że moc nadawanego sygnału w technologii 3G i 4G zwiększa się (ale nie przekracza pewnej ustalonej wartości maksymalnej) wraz ze wzrostem liczby użytkowników, których stacja bazowa musi obsłużyć. Dlatego też w porze nocnej, gdy liczba użytkowników jest zazwyczaj najmniejsza, nadajniki pracują z minimalną mocą. Możemy więc stację bazową 2G, 3G, 4G porównać do latarni, która w miarę równomiernie oświetla teren wokół siebie, świecąc raz mocniej, raz słabiej w zależności od tego, czy w jej otoczeniu znajdują się przechodnie – co prawda gdy ich nie ma świeci najsłabiej, ale i tak zawsze świeci.

Odmienne natomiast sytuacja przedstawia się w przypadku stacji bazowych 5G, które zasadniczo emitują sygnał tylko wtedy, kiedy w ich zasięgu znajduje się użytkownik, a ponadto sygnał ten jest odpowiednio formowany w taki sposób, że wiązka jest w stanie podążać za użytkownikiem. Nie ma bowiem potrzeby wysyłania sygnału tam, gdzie nie ma użytkowników lub tam gdzie użytkownicy są, ale nie zgłaszają potrzeby nawiązania łączności ze stacją bazową. Inaczej mówiąc – w stacjach bazowych 5G sygnał radiowy jest nadawany nie w całym obszarze (tak jak to miało miejsce w przypadku stacji bazowych 2G, 3G, 4G), lecz tylko w te miejsca, w których znajduje się aktywny użytkownik. Podobnie jak wcześniej, stację bazową 5G również możemy porównać do latarni, ale latarni nowoczesnej, która „inteligentnie” oświetla teren tylko w tych miejscach, w których znajdują się przechodnie. Dzięki temu oszczędza się dużo energii.

Przedstawione wyżej informacje to oczywiście duże uproszczenie. Trzeba zdawać sobie sprawę, że w rzeczywistości stacje bazowe działają w znacznie bardziej skomplikowany sposób. Jedna stacja bazowa obsługuje typowo kilka standardów w różnych pasmach częstotliwości. Zdarzają się także sytuacje, że w jednej lokalizacji pracują urządzenia kilku operatorów. Do tego trzeba uwzględnić jeszcze fakt, że stacje bazowe na terenach typowo wiejskich projektuje się wg innych zasad, niż stacje bazowe w obszarach mocno zurbanizowanych. I tak, w obszarach zurbanizowanych buduje się stacje o mniejszej mocy (czyli o mniejszym zasięgu), ale za to o większej pojemności (możliwość obsługi większej liczby użytkowników) i rozmieszcza się je stosunkowo gęsto. Inaczej jest na terenach wiejskich – moce stacji są większe (bo wymagany jest duży zasięg), maszty są wyższe ale rozmieszczone rzadziej, stacje nie muszą mieć dużej pojemności, ponieważ nie obsługują dużej liczby użytkowników (jest ich raczej mniej, ale za to rozproszonych na dużym obszarze).

Równie skomplikowanie rzecz się ma ze współczesnymi terminalami abonenckimi, czyli potocznie mówiąc – smartfonami. W istocie to urządzenia skomplikowane i wielozadaniowe. Dają możliwość komunikacji we wszystkich stosowanych obecnie w naszym kraju zakresach częstotliwości przeznaczonych dla telefonii komórkowej. Muszą obsługiwać wszystkie stosowane obecnie standardy, niezależnie od operatora sieci komórkowej. Smartfon dostosowuje transmisję do infrastruktury telekomunikacyjnej dostępnej na danym terenie, w którym się znajduje. Nowoczesny smartfon jest więc równocześnie nadajnikiem i odbiornikiem sygnałów 2G, 3G i 4G, a część z nich już również 5G. Trudno znaleźć nowoczesny smartfon, który nie obsługiwałby łączności w sieciach Wi-Fi czy też Bluetooth. Standardem stała się także obsługa przez smartfon łączności NFC, wykorzystywanej np. do realizacji płatności zbliżeniowych.

Widzimy więc, że kwestia rozkładu natężenia pola emitowanego przez urządzenia telekomunikacyjne jest niezwykle skomplikowana. W zasadzie jedyną możliwością jego określenia jest pomiar, ale pomiar taki również nie jest sprawą trywialną. Musi być wykonany z wykorzystaniem odpowiednich, wiarygodnych, profesjonalnych i wzorcowanych przyrządów pomiarowych. Musi być także przeprowadzony według ściśle określonej i spójnej metodyki referencyjnej. Nie da się przeprowadzić wiarygodnych pomiarów PEM urządzeniem zakupionym za kilkadziesiąt złotych.

5. Czy router sąsiada ugotuje mój mózg, gdy śpię?

Typowe routery pobierają z sieci zasilającej około 10 W (1 W = 1 J/s) energii elektrycznej. Jedynie niewielka część tej mocy jest emitowana przez urządzenie w postaci FEM, bo około 1%, czyli 0,1 W. Router pracuje w paśmie częstotliwości 2 400 MHz, a więc powyżej 2 000 MHz, czyli dopuszczalny poziom gęstości mocy określony w rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r. wynosi w tej sytuacji 10 W/m².

Przyjmujemy, że cała moc emitowana przez antenę rozprzestrzeniana jest równomiernie wokół niej. Oznacza to, że strumień energii wychodzący z anteny biegnie przez sfery o coraz

większym promieniu oddalając się od anteny. Sfera o promieniu ~0,28 m ma pole powierzchni ~1 m². W takiej odległości od anteny poziom gęstości mocy będzie równy maksymalnie 0,1 W/m². W odległości 2,8 m (czyli 10-krotnie większej) gęstość mocy będzie aż 100 razy mniejsza (bo powierzchnia sfery zmienia się z kwadratem promienia, a więc będzie równa ~100 m²) i wyniesie 0,001 W/m². Idąc dalej, w odległości 28 m (czyli 100-krotnie większej) wyniesie tylko 0,00001 W/m² (będzie 1002 = 10 000 razy mniejsza niż w odległości 0,28 m).

Warto zwrócić uwagę na powyższą obserwację i zapamiętać, że dla większości źródeł PEM gęstość mocy maleje bardzo szybko z odległością (maleje z jej kwadratem) i zmniejszenie odległości od źródła jest najłatwiejszym sposobem minimalizowania ekspozycji na ten czynnik.

Spróbujmy oszacować, jaki byłby wzrost temperatury ciała człowieka o masie 80 kg i wzroście 180 cm, który stoi zwrócony twarzą do routera w odległości 2,8 m przez 10 godzin. Zakładamy, że cała przechodząca przez ciało człowieka energia niesiona wraz z FEM jest absorbowana w jego tkankach. W ciągu jednej godziny jest to: 3 600 s × 0,001 W = 3,6 J, a w ciągu 10 godzin ilość zaabsorbowanej energii wzrasta do 36 J. Założmy, że cała ta energia przekształcana jest na ciepło i powoduje wzrost temperatury ciała oraz, że całe ciało składa się z tkanki miękkiej i nie działają mechanizmy termoregulacji. Aby podgrzać 1 kg tkanki miękkiej o 1°C potrzeba nieco mniej niż 3600 J (ciepło właściwe tkanki miękkiej wynosi 3500 J/kg/°C). Ponieważ przyjęliśmy, że uczestnik naszego eksperymentu waży 80 kg, to można łatwo obliczyć, że jego ciało ogrzeje się o: $\Delta t = 36 \text{ J} / 3500 \text{ J/kg/}^\circ\text{C} / 80 \text{ kg}$. Daje to wzrost temperatury na poziomie $\Delta t \approx 0,00013^\circ\text{C}$.

Łatwo obliczyć, że aby uzyskać efekt mierzalny przy pomocy termometru lekarskiego (0,1 °C) nasz router musiałby emitować około 770 razy większą moc, czyli 77 W. Przypomnijmy, że większość tego rodzaju urządzeń pobiera z sieci energetycznej jedynie około 10W.

Dodajmy, że ciało ludzkie emituje cały czas energię w postaci FEM z zakresu podczerwieni i w ciągu godziny w warunkach normalnych (przy temperaturze otoczenia rzędu 21°C) traci w ten sposób nieco mniej niż 300 000 J, a jest to tylko jeden z kilku procesów biorących udział w bilansie cieplnym ludzkiego organizmu. Warto zauważyć, że na co dzień mamy do czynienia z wieloma sytuacjami, w których organizmowi człowieka dostarczana jest znacznie większa ilość energii cieplnej, a organizm w procesach termoregulacji potrafi sobie z nimi doskonale poradzić. Za przykład możemy wziąć gorącą kąpiel lub seans w saunie suchej, czy parowej.

6. Podsumowanie

Nie ulega wątpliwości, że jakkolwiek by je nazywać, to fale elektromagnetyczne (pola elektromagnetyczne, promieniowanie elektromagnetyczne), oddziałują na organizm człowieka.

Konsekwencje zależą od mechanizmów fizycznych związanych z ekspozycją i ilości dostarczonej energii. W przypadku FEM z zakresów radiowych w pierwszej kolejności dochodzi do pod-

wyższenia temperatury tkanek. Przy natężeniach FEM na niskim poziomie zmiany te są nieistotne i są rekompensowane przez mechanizmy termoregulacji.

Prowadzi to do wniosku, że aby korzystanie z komunikacji bezprzewodowej opartej o zastosowanie fal radiowych było bezpieczne, to urządzenia radiokomunikacyjne muszą emitować takie gęstości mocy, aby skutki termiczne były dla naszych organizmów zaniedbywalne. Zapewnienie takich bezpiecznych warunków ekspozycji gwarantują poziomy dopuszczalne zdefiniowane w rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku (Dz.U. 2019 poz. 2448). Dotrzymanie ekspozycji na pole elektromagnetyczne na poziomach nie wyższych niż poziomy dopuszczalne jest obowiązkowe i wynika z ustawy Prawo Ochrony Środowiska. Jeśli instalacje radiokomunikacyjne i urządzenia biorące udział w komunikacji spełniają te warunki, to przy obecnym stanie wiedzy nie ma podstaw do obaw.

Techniczne aspekty budowy sieci radiowych

Rafał Pawlak
Instytut Łączności Państwowy Instytut Badawczy

Wstęp

Żyjemy w środowisku, w którym różnego rodzaju zjawiska elektromagnetyczne są nieodłącznym elementem. To właśnie zjawiska elektromagnetyczne od milionów lat stanowią jeden z niezwykle ważnych elementów współtworzących potężne procesy kształtujące Wszechświat. Pole elektromagnetyczne związane z tymi zjawiskami stało się więc nieodzowną częścią środowiska, w którym mieszkamy, pracujemy, odpoczywamy. Człowiek, wraz z rozwojem cywilizacyjnym, nauczył się nazywać obserwowane w skali makro i mikro zjawiska, a także charakteryzować je w sposób ilościowy i jakościowy. Wiele zjawisk zostało „oswojonych”, wytłumaczonych i opisanych wzorami czy też wzajemnymi zależnościami.

Coraz lepiej staramy się zrozumieć otaczający nas świat. Mimo to nie zawsze nasze zwyczajowe postrzeganie świata jest aż tak skrupulatne. Nad pewnymi zjawiskami naturalnymi przechodzimy do porządku dziennego. Może dlatego, że te zjawiska nam spowszedniały i jesteśmy do nich przyzwyczajeni. Czy na przykład, patrząc na Słońce, widzimy olbrzymie źródło fal elektromagnetycznych i to w dodatku o bardzo szerokim zakresie częstotliwości? Czy pamiętamy o tym, że Ziemia jest związana polem magnetycznym, zarówno tym generowanym w jej wnętrzu, jak i tym zewnętrznym? Czy obserwując pioruny, widzimy wyłącznie zjawiskowe rozładowanie, czy także lokalne źródło pola elektrycznego? Takie przykłady można mnożyć.

Co dość zaskakujące, w podobny sposób reagujemy na sztuczne źródła pola elektromagnetycznego, z którymi ludzie mają do czynienia łącznie już od blisko 150 lat. Praktycznie codziennie większość z nas używa różnego rodzaju urządzeń radiowych, często o tym po prostu zapominając. Nadajnikiem zintegrowanym z kluczykiem samochodowym sterujemy centralnym zamkiem samochodu, otwieramy i zamykamy bramę garażową za pomocą pilota, realizujemy płatności zbliżeniowe kartą, bezprzewodowo ładujemy smartfony, w wielu przypadkach korzystamy z łączności Bluetooth, sieć Wi-Fi ułatwia nam dostęp do zasobów Internetu, a życie bez łączności komórkowej stało się nie do pomyślenia.

Warto więc pamiętać, jak wiele urządzeń radiowych wytwarzających pole elektromagnetyczne funkcjonuje w naszym otoczeniu, choć często w ogóle nie zdajemy sobie z tego sprawy. Warto

też wiedzieć, że źródłem pola elektromagnetycznego w naszym otoczeniu są nie tylko urządzenia radiowe, a już zwłaszcza – wyłącznie stacje bazowe telefonii komórkowej. Pole elektromagnetyczne wytwarzają bowiem wszystkie urządzenia zasilane energią elektryczną (np. lodówki, telewizory, kuchenki, suszarki do włosów, komputery i inny sprzęt AGD), a nawet przewody elektroinstalacyjne w ścianach naszych mieszkań.

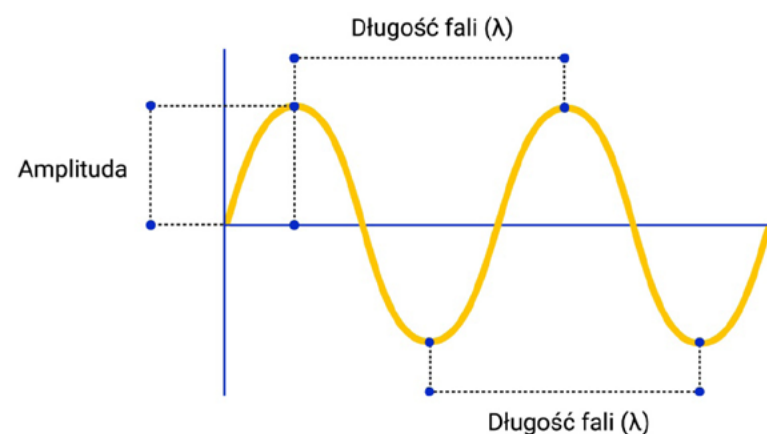
Pole elektromagnetyczne jako zjawisko fizyczne

Zależności matematyczne charakteryzujące zjawisko, jakim jest pole elektromagnetyczne, zostały spisane przez Jamesa Clerka Maxwella jeszcze w II połowie XIX w. i obowiązują do dzisiaj, tworząc klasyczną teorię elektromagnetyzmu. W pewnym uproszczeniu można stwierdzić, że pole elektromagnetyczne to pewien stan przestrzeni, w której występuje układ dwóch sinusoidalnie zmieniających się w czasie i wzajemnie ze sobą powiązanych pól: elektrycznego (oznaczanego literą E) i magnetycznego (oznaczanego literą H). Co ważne, zmieniające się w czasie pole elektryczne E wywołuje zmieniające się w czasie pole magnetyczne H , a to z kolei wywołuje zmieniające się w czasie pole elektryczne E itd. Niekończący się ciąg takich zmian skutkuje powstaniem fali elektromagnetycznej.

W celu ilościowego scharakteryzowania fali elektromagnetycznej zazwyczaj podaje się jej długość l lub częstotliwość f oraz natężenie (pola elektrycznego E lub magnetycznego H) lub gęstość mocy S przenoszonej przez falę.

Długość fali elektromagnetycznej

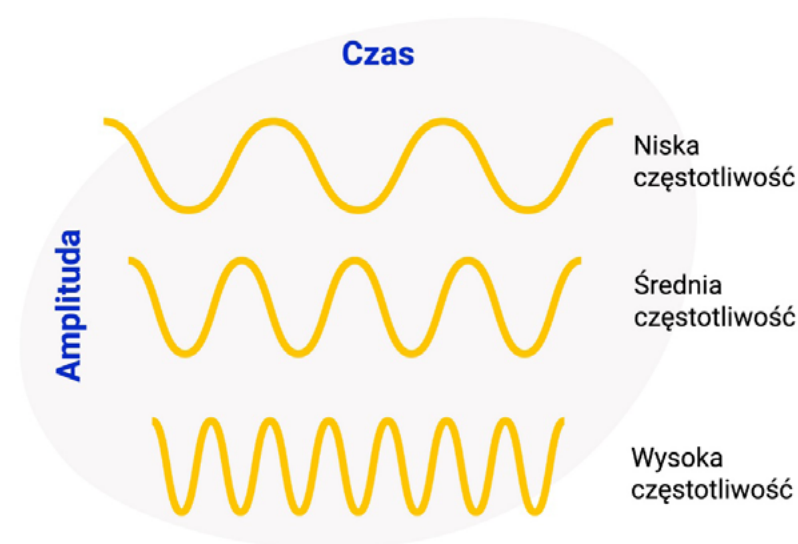
Długość l fali elektromagnetycznej interpretuje się tak samo jak długość fali mechanicznej – jest to odległość pomiędzy dwoma kolejnymi szczytami fali. Podstawową jednostką długości fali jest [m] (metr), ale korzysta się też z jednostek podwielokrotnych, zwłaszcza [cm] (centymetry) i [mm] (milimetry), a w niektórych przypadkach nadwielokrotnych – [km] (kilometry).



Rys. 1 Długość l fali elektromagnetycznej

Częstotliwość fali elektromagnetycznej

Częstotliwość f fali elektromagnetycznej również interpretuje się tak samo jak częstotliwość fali mechanicznej – jest to liczba identycznych cykli (długości fali l), które występują w ciągu 1 sekundy. Podstawową jednostką częstotliwości fali jest [Hz] (herc). Jak łatwo się domyśleć, częstotliwość 1 Hz oznacza dokładnie jeden cykl w ciągu jednej sekundy. Sygnał o częstotliwości 1 Hz zmienia się bardzo wolno. Dla porównania napięcie w gniazdku elektrycznym zmienia się znacznie szybciej, ponieważ jego częstotliwość wynosi 50 Hz, czyli w ciągu jednej sekundy występuje aż 50 cykli – fala powtarza się 50 razy w ciągu jednej sekundy. W systemach radiokomunikacyjnych zazwyczaj występują sygnały o nieporównanie wyższych częstotliwościach, liczonych nie w pojedynczych hercach, lecz w setkach milionów, a nawet miliardach herców. Oczywiście w celu uproszczenia zapisów w praktyce stosuje się odpowiednie jednostki nadwielokrotne, zwłaszcza [MHz] (megaherce) oraz [GHz] (gigaherce). Choć może niełatwo to sobie wyobrazić, 1 MHz oznacza 1 milion cykli wykonywanych w ciągu jednej sekundy, a 1 GHz – aż 1 miliard takich cykli.



Rys. 2 Częstotliwość f fali elektromagnetycznej

Powiązanie między długością a częstotliwością fali

Długość l oraz częstotliwość f fali elektromagnetycznej są ze sobą powiązane poprzez prędkość, z jaką fale elektromagnetyczne pokonują przestrzeń. Co ciekawe, wszystkie fale elektromagnetyczne niezależnie od swojej długości i częstotliwości poruszają się z jednakową prędkością. Z niewielkim uproszczeniem można przyjąć, że prędkość fal elektromagnetycznych jest równa prędkości światła c , czyli w przybliżeniu 300 000 km/s. Iloczyn długości l oraz częstotliwości f fali elektromagnetycznej jest wartością stałą i równą prędkości światła c .

Zależność pomiędzy długością l fali elektromagnetycznej a jej częstotliwością f jest więc odwrotnie proporcjonalna. Jeśli długość l rośnie, to częstotliwość f musi odpowiednio maleć, aby iloczyn tych wartości pozostał nadal równy prędkości światła c . Analogicznie – zwiększeniu częstotliwości f musi odpowiadać adekwatne zmniejszenie długości l . To oznacza, że im większa częstotliwość, tym krótsza fala. I odwrotnie – im dłuższa fala, tym mniejsza jej częstotliwość.

Kiedy długość, a kiedy częstotliwość fali?

W praktyce przyjęło się, że fale elektromagnetyczne radiowe i mikrofalowe opisuje się, podając ich częstotliwość. Aczkolwiek czasem spotyka się określenia takie jak fale metrowe czy centymetrowe. Natomiast w przypadku fal elektromagnetycznych, począwszy od podczerwieni, a skończywszy na promieniowaniu gamma, określa się długość fali. Przykładowo używa się określenia, że pilot zdalnego sterowania pracuje na częstotliwości 433,92 MHz, nie mówimy jednak, że wytwarza falę o długości 69 cm. Ale już dla światła widzialnego podaje się zakres długości fal 440 ÷ 700 nm (nanometrów), natomiast wskazanie odpowiadającego tym długościom zakresu częstotliwości od 428 ÷ 681 THz (teraherców) byłoby po prostu niezrozumiałe.

W przypadku stacji bazowych telefonii komórkowej, na potrzeby zapewnienia łączności z urządzeniami abonentów, stosowane są pewne ustalone i skoordynowane międzynarodowo pasma częstotliwości (często określane po prostu jako: 800 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz, 2600 MHz), dzięki czemu można korzystać z tego samego smartfona zarówno w kraju, jak i za granicą. Natomiast poszczególne stacje bazowe łączą się w sieć m.in. za pośrednictwem linii radiowych, które pracują na częstotliwościach od kilku do kilkudziesięciu GHz.

Natężenie pola

Natężenie pola elektrycznego E jest powiązane z natężeniem pola magnetycznego H poprzez pewien współczynnik proporcjonalności, zwany impedancją falową otwartej przestrzeni, który ma stałą wartość równą 120p. Można zatem napisać, że $E = 120p \cdot H$. Znając wartość natężenia pola elektrycznego E wyrażoną w jednostce [V/m] (wolt na metr), można policzyć wartość natężenia pola magnetycznego H wyrażoną w jednostce [A/m] (amper na metr) i na odwrót. Iloczyn znanych wartości natężenia pola elektrycznego E oraz magnetycznego H daje w wyniku gęstość mocy S wyrażoną w jednostce [W/m²] (wat na metr kwadratowy).

Podsumowując, aby jednoznacznie określić wartość pola elektromagnetycznego, wystarczy podać tylko jedno z dwóch natężeń pól (ponieważ drugie z nich może zostać policzone) albo ich iloczyn – czyli gęstość mocy. Praktyka i doświadczenie z badań pól elektromagnetycznych w radiowym zakresie częstotliwości wskazują, że z **uwagi na stosowane obecnie przyrządy** pomiarowe faktycznie mierzoną wielkością jest natężenie pola elektrycznego E .

Energia fali elektromagnetycznej

Fala elektromagnetyczna wędrująca w pewnym ośrodku przenosi energię pochodzącą ze źródła fali. Energia ta jest tym większa, im większe jest natężenie pola elektrycznego E bądź magnetycznego H . Fala wchodzi w interakcję z obiektami napotykanymi na drodze propagacji, przekazując im część niesionej energii. Ponieważ mamy tu do czynienia z falą, to – jak przy każdej fali – warto wspomnieć, że jej przemieszczanie się skutkuje występowaniem typowych zjawisk propagacyjnych, takich jak odbicie, załamanie, ugięcie, nakładanie, rozpraszanie czy tłumienie. Zaabsorbowana energia może skutkować zwiększeniem temperatury obiektów, które taką energię fali absorbują. Im dalej od źródła fali, tym jej energia jest mniejsza – maleje z kwadratem odległości od źródła. Ponieważ energia fali spada, więc tym samym maleją związane z energią natężenia pola elektrycznego E i magnetycznego H .

Ochrona przed polami elektromagnetycznymi

Fale elektromagnetyczne oddziałują na środowisko, w którym się przemieszczają. W związku z tym konieczne jest zapewnienie odpowiedniej ochrony środowiska przed polami elektromagnetycznymi. Ochrona ta dotyczy wszystkich obywateli, którzy mogą znajdować się w tzw. miejscach dostępnych dla ludności i jest ugruntowana na poziomie regulacji prawnych poprzez zapisy [Ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska](#) (Dz.U. 2001 nr 62 poz. 627) – dalej ustawy Poś.

Dział VI wspomnianej ustawy w całości poświęcono zagadnieniom ochrony przed polami elektromagnetycznymi. W jaki zatem sposób ochrona ta jest realizowana? Odpowiedź na to pytanie zawiera art. 121 ustawy Poś, który jednoznacznie stanowi, że ochrona przed polami elektromagnetycznymi polega na zapewnieniu jak najlepszego stanu środowiska, a to z kolei ma zostać zagwarantowane poprzez utrzymanie pól elektromagnetycznych w środowisku na takich poziomach, aby nie przewyższały one poziomów dopuszczalnych. Natomiast w przypadku gdyby okazało się, że poziomy dopuszczalne są przekroczone, wówczas poziomy pól elektromagnetycznych w środowisku muszą zostać zmniejszone w taki sposób, aby nie przewyższały poziomów dopuszczalnych.

W tym miejscu nasuwają się co najmniej dwa podstawowe pytania. Skoro niezależnie od sytuacji poziomy pól elektromagnetycznych w środowisku nie mogą przekraczać poziomów dopuszczalnych, to *primo*: czym są te poziomy dopuszczalne i *secundo*: jak sprawdzić ich dotrzymanie?

Dopuszczalne poziomy pól elektromagnetycznych

Dopuszczalne poziomy pól elektromagnetycznych są pewnymi parametrami fizycznymi opisującymi poziomy pól elektromagnetycznych w środowisku, które nie mogą być przekraczane.

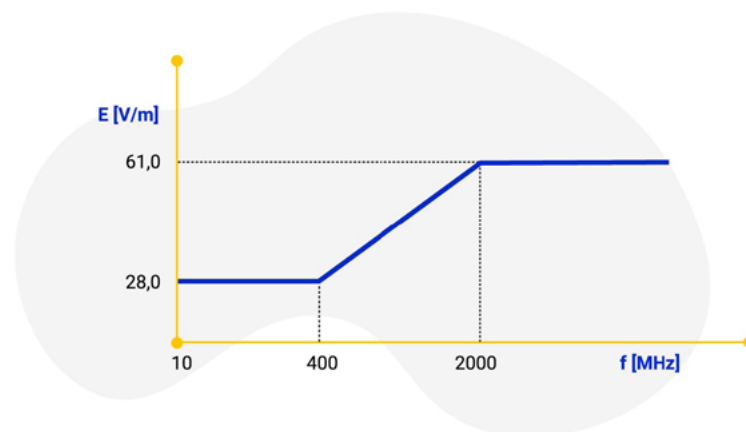
Dotrzymanie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku jest wymagane w sposób bezwzględny. Zgodnie z art. 122 ust. 1 ustawy Poś dopuszczalne poziomy pól elektromagnetycznych są zróżnicowane częstotliwościowo, a określa je, w drodze rozporządzenia, minister właściwy ds. zdrowia w porozumieniu z ministrem właściwym ds. informatyzacji, mając na względzie zapewnienie ochrony zdrowia publicznego. Realizacją tej delegacji ustawowej jest [Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku](#) (Dz.U. 2019 poz. 2448), które weszło w życie 1 stycznia 2020 r. Tym samym utraciło moc [Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów](#) (Dz.U. 2003 nr 192 poz. 1883).

Zróżnicowane dopuszczalne poziomy pól elektromagnetycznych zostały określone w załączniku do rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r.:

- w Tabeli 1 jako wartości parametrów fizycznych dla terenów przeznaczonych pod zabudowę mieszkaniową dla częstotliwości sieci elektroenergetycznej 50 Hz;
- w Tabeli 2 jako wartości parametrów fizycznych dla miejsc dostępnych dla ludności w zakresie częstotliwości od 0 Hz do 300 GHz.

Dla instalacji radiokomunikacyjnych pracujących na częstotliwościach powyżej 10 MHz dopuszczalne poziomy pól elektromagnetycznych dla miejsc dostępnych dla ludności są następujące:

- w zakresie częstotliwości pól elektromagnetycznych od 10 MHz do 400 MHz: natężenie pola elektrycznego $E = 28 \text{ V/m}$, natężenie pola magnetycznego $H = 0,073 \text{ A/m}$, gęstość mocy $S = 2 \text{ W/m}^2$;
- w zakresie częstotliwości pól elektromagnetycznych od 400 MHz do 2 GHz: natężenie pola elektrycznego $E = 1,375 \times \sqrt{f} \text{ V/m}$, natężenie pola magnetycznego $H = 0,0037 \times \sqrt{f} \text{ A/m}$, gęstość mocy $S = f/200 \text{ W/m}^2$ (f jest wartością częstotliwości pola elektromagnetycznego podaną w [MHz]);
- w zakresie częstotliwości pól elektromagnetycznych od 2 GHz do 300 GHz: natężenie pola elektrycznego $E = 61 \text{ V/m}$, natężenie pola magnetycznego $H = 0,16 \text{ A/m}$, gęstość mocy $S = 10 \text{ W/m}^2$.



Rys. 3 Graficzne zobrazowanie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych dla miejsc dostępnych dla ludności

Dla częstotliwości pól elektromagnetycznych, które wykorzystują stacje bazowe telefonii komórkowej, dopuszczalne poziomy pól elektromagnetycznych przyjmują wartości wskazane w tabeli.

Poziomy dopuszczalne	Częstotliwość [MHz]				
	800	900	1800	2100	2600
Natężenie pola elektrycznego E [V/m]	38,9	41,3	58,3	61,0	61,0
Natężenie pola magnetycznego H [A/m]	0,105	0,111	0,157	0,160	0,160
Gęstość mocy S [W/m ²]	4,0	4,5	9,0	10,0	10,0

Dopuszczalne poziomy pól elektromagnetycznych dla stacji bazowych telefonii komórkowej

Harmonizacja dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych z zaleceniem Unii Europejskiej

W zakresie częstotliwości pól elektromagnetycznych powyżej 1 kHz aż do 300 GHz poziomy dopuszczalne zdefiniowane w rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r. zostały w pełni zharmonizowane z odpowiadającymi im poziomami odniesienia, które określa [Zalecenie Rady Europejskiej 1999/519/EC z dnia 12 lipca 1999 r. w sprawie ograniczania ekspozycji ludności w polu elektromagnetycznym o częstotliwościach od 0 Hz do 300 GHz](#). Zalecenie 1999/519/EC od 1999 r. stanowi podstawę służącą do określenia dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku w przepisach krajowych poszczególnych państw członkowskich Unii Europejskiej. Większość państw członkowskich Unii Europejskiej stosuje zharmonizowane podejście do ochrony przed polami elektromagnetycznymi od 20 lat, natomiast w Polsce harmonizacja w tym obszarze nastąpiła dopiero po 20 latach. Harmonizacja podejścia oznacza w tym wypadku, że poziomy dopuszczalne są identyczne, co do wartości, z rekomendowanymi przez Radę Unii Europejskiej poziomami odniesienia powszechnie uznawanymi za bezpieczne.

Zalecenie 1999/519/EC zostało opracowane w oparciu o rzetelne fundamenty naukowe. Wykorzystano wnioski Światowej Organizacji Zdrowia (WHO, ang. *World Health Organization*) oraz analizy i wytyczne Międzynarodowej Komisji ds. Ochrony Przed Promieniowaniem Niejonizującym (ICNIRP, ang. *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*). Warto zauważyć, że Zalecenie 1999/519/EC zostało wydane w związku z art. 152 Traktatu ustanawiającego Wspólnotę Europejską. To istotne, gdyż w tej części Traktatu jest mowa o uzupełnianiu polityk krajowych w celu poprawy zdrowia publicznego, zapobiegania chorobom i dolegliwościom ludzkim oraz usuwania źródeł zagrożeń dla zdrowia ludzkiego, a jak wspomniano wcześniej, dopuszczalne poziomy pól elektromagnetycznych w Polsce zostały określone przez ministra właściwego ds. zdrowia. Jest to wyraźne zaakcentowanie priorytetowego aspektu ochrony przed szkodliwym wpływem na zdrowia człowieka pól elektromagnetycznych.

Sprawdzenie dotrzymania dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych

Sprawdzenie dotrzymania dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych jest działaniem dwuetapowym i polega na wykonaniu pomiarów pól elektromagnetycznych, a następnie porównaniu otrzymanych wyników z odpowiednimi dopuszczalnymi poziomami pól elektromagnetycznych, określonymi w rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r. Inaczej mówiąc, pomiary pól elektromagnetycznych są wykonywane w celu sprawdzenia, czy dopuszczalne poziomy pól elektromagnetycznych w środowisku są dotrzymane.

Zgodnie z art. 122 ust. 2 ustawy Poś sposoby sprawdzania dotrzymania dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku określa, w drodze rozporządzenia, minister właściwy ds. klimatu w porozumieniu z ministrem właściwym ds. informatyzacji oraz ministrem właściwym ds. energii, mając na celu zapewnienie prawidłowego i obiektywnego przeprowadzania pomiarów pól elektromagnetycznych w środowisku. Realizacją tej delegacji ustawowej jest [Rozporządzenie Ministra Klimatu z dnia 17 lutego 2020 r. w sprawie sposobów sprawdzania dotrzymania dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku](#) (Dz.U. 2020 poz. 258), które weszło w życie 19 lutego 2020 r.

Dzięki precyzyjnym zapisom rozporządzenia Ministra Klimatu z 17 lutego 2020 r. metodyka wyznaczania poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku jest spójna i ma charakter referencyjny. Stanowi odniesienie obowiązkowe do powszechnego i jednolitego stosowania przez wszystkie podmioty wykonujące pomiary pól elektromagnetycznych w środowisku. W rozporządzeniu wskazano, że w zakresach częstotliwości od 10 MHz do 300 GHz (a więc tych, w których m.in. stacje bazowe telefonii komórkowej emitują pole elektromagnetyczne) pomiary wykonuje się w pionach i punktach pomiarowych położonych na wysokościach od 0,3 m do 2 m nad powierzchnią terenu albo nad innymi miejscami dostępnymi dla ludności. Pion pomiarowy powinien zostać opisany poprzez podanie współrzędnych geograficznych. W szczególności pomiary te należy przeprowadzać w takich miejscach, w których **na podstawie uprzednio przeprowadzonych obliczeń** stwierdzono występowanie pól elektromagnetycznych o poziomach jak najbardziej zbliżonych do poziomów dopuszczalnych. Rozporządzenie zobowiązuje również do wykonywania pomiarów pól elektromagnetycznych w dodatkowych pionach pomiarowych znajdujących się w lokalach oraz na balkonach i tarasach, na których mogą przebywać ludzie. Zasadniczo należy się spodziewać, że mogą to być miejsca raczej o charakterze prywatnym, a nie publicznym, więc dostęp do nich może być ograniczony. Warunkiem jest więc poinformowanie dysponenta lokalu, balkonu lub tarasu o planowanych pomiarach z minimum 3-dniowym wyprzedzeniem i naturalnie – uzyskanie dostępu do tych miejsc. Pomiary w lokalach powinny zostać wykonane w płaszczyźnie otworów okiennych ulokowanych od strony źródła pól elektromagnetycznych. W przypadku wprowadzenia na części albo całym terytorium kraju stanu nadzwyczajnego, zagrożenia epidemicznego lub epidemii pomiary w lokalach mieszkalnych i użytkowych nie są wykonywane.

Pomiary szerokopasmowe i selektywne

Rozporządzenie Ministra Klimatu z dnia 17 lutego 2020 r. dopuszcza dwie metody wykonywania pomiarów pól elektromagnetycznych w środowisku: z wykorzystaniem miernika szerokopasmowego lub miernika selektywnego. Metoda pomiaru szerokopasmowego jest stosowana powszechnie, natomiast metoda pomiaru selektywnego – raczej sporadycznie. Można wymienić kilka zasadniczych różnic pomiędzy tymi metodami.

Jako wynik pomiaru szerokopasmowego otrzymujemy jedną wartość wypadkową, na którą składają się wszystkie sygnały odbierane przez sondę przyrządu pomiarowego w zakresie częstotliwości określonym przez specyfikację tej sondy. Jeśli np. zakres częstotliwości pracy sondy rozciąga się od 100 MHz do 60 GHz, to uzyskany wynik pomiaru odpowiada wartości wypadkowej wszystkich sygnałów, które sonda odebrała w całym zakresie od 100 MHz do 60 GHz. W związku z tym nie jest możliwe rozróżnienie i identyfikacja poszczególnych mierzonych sygnałów ani co do częstotliwości, ani co do poziomów. Można jedynie powiedzieć, że w określonym zakresie częstotliwości (np. od 100 MHz do 60 GHz) zmierzono natężenie pola elektrycznego o pewnej wartości (np. 5,5 V/m).

W przypadku pomiaru selektywnego sytuacja jest zupełnie inna. Przyrządy do pomiarów selektywnych są konstrukcyjnie znacznie bardziej zaawansowane od przyrządów do pomiarów szerokopasmowych. Dzięki temu pozwalają na wykonywanie pomiarów w precyzyjnie określonych zakresach częstotliwości, a więc właśnie selektywnie, przez co możliwa jest identyfikacja sygnałów zarówno co do częstotliwości, jaki i co do ich poziomów dla tych właśnie konkretnych częstotliwości. Procedura pomiaru z wykorzystaniem miernika selektywnego, w porównaniu z pomiarem szerokopasmowym, jest bardziej skomplikowana.

Trzeba jednak pamiętać, że moc nadajników doprowadzona do anten stacji bazowych obsługujących systemy 3G/4G/5G jest zależna od obciążenia stacji bazowej ruchem telekomunikacyjnym, więc również, w konsekwencji, natężenie pól elektromagnetycznych w otoczeniu stacji będzie ulegało zmianie w czasie, a ponadto zmienność ta będzie dość losowa. Z tego powodu w trakcie pomiarów selektywnych można korzystać z dodatkowych opcji przyrządów selektywnych zwanych dekodernami, które wraz z zaimplementowanymi mechanizmami ekstrapolacji pozwalają na wyznaczenie **teoretycznych** wartości maksymalnych występujących w warunkach największego ruchu w sieci.

Warto wspomnieć, że choć przyrządy do pomiarów selektywnych, zwłaszcza te wyposażone w dekodery, dostarczają zdecydowanie więcej szczegółowych informacji na temat mierzonych pól elektromagnetycznych, to jednak czas ich wykonywania w jednym pionie pomiarowym jest zdecydowanie dłuższy niż analogicznych pomiarów szerokopasmowych. Ponadto sondy do przyrządów szerokopasmowych umożliwiają wykonywanie pomiarów pól elektromagnetycznych do częstotliwości kilkudziesięciu GHz, podczas gdy sondy do przyrządów selektywnych – tylko do kilku GHz.

Profesjonalne przyrządy pomiarowe kontra amatorskie „zabawki”

Dobór przyrządu pomiarowego adekwatnego do zadania pomiarowego – w kontekście całego procesu od wykonania samych pomiarów poczynając, poprzez oszacowanie niepewności pomiaru, a na stwierdzeniu zgodności skończywszy – jest sprawą absolutnie kluczową. Ponadto nad przyrządem pomiarowym musi być sprawowany właściwy nadzór metrologiczny, co w praktyce oznacza tyle, że musi być on cyklicznie wzorcowany w akredytowanym laboratorium wzorcującym posiadającym stosowne kompetencje. To ogólne zasady, które oczywiście mają zastosowanie również w przypadku pomiarów pól elektromagnetycznych. Klasa stosowanego przyrządu musi gwarantować odpowiednią jakość tych pomiarów. Podmioty wykonujące rzetelne pomiary pól elektromagnetycznych stosują mierniki profesjonalne, a nie „zabawkowe”, których znakiem rozpoznawczym zazwyczaj jest to, że „piszczą i błyszczą”, lecz tak naprawdę nie do końca wiadomo co mierzą. Stosowanie mierników profesjonalnych pozwala na uzyskanie miarodajnych i powtarzalnych, a więc ważnych wyników pomiarów oraz rzetelne oszacowanie budżetu niepewności pomiaru.

Niepewność pomiaru

Wszystkie, nawet najbardziej precyzyjnie i z należytą uwagą przeprowadzone pomiary (nie tylko pól elektromagnetycznych), co do zasady obarczone są w pewnym stopniu błędem. Nigdy więc nie wiadomo, na ile wynik pomiaru jest prawidłowy albo jak bardzo jest nieprawidłowy. Analiza wszystkich rozpoznanych składników błędów pozwala na oszacowanie błędu wypadkowego, który formalnie nazywa się niepewnością pomiaru. Błędy opisuje się z wykorzystaniem metod statystycznych. Powszechnie stosowana jest tzw. rozszerzona niepewność pomiaru wyznaczająca taki przedział, w którym, z prawdopodobieństwem typowo wynoszącym 95%, znajduje się wartość zmierzona. Takie podejście wzmacnia zaufanie do uzyskiwanego wyniku, więc niepewność pomiaru należy traktować jako element pozytywny. Dlaczego? Otóż na 100% nie wiemy, jaki jest prawidłowy wynik pomiaru, ale dzięki rozszerzonej niepewności z 95% prawdopodobieństwem wiemy, że znajduje się on w przedziale utworzonym przez tę niepewność. Im większe miałyby być to prawdopodobieństwo, tym przedział byłby szerszy. Dobrze to zobrazować na prostym przykładzie:

- Zmierzone natężenie składowej elektrycznej E wynosi 10 V/m;
- Wiemy, że ta wartość może być nieprawidłowa, ale nie wiemy jak bardzo;
- Oszacowana rozszerzona niepewność pomiaru wynosi $\pm 40\%$, więc w tym przypadku jest to ± 4 V/m;
- Wynik pomiaru należy zapisać w postaci: 10 V/m ± 4 V/m, co oznacza, że wokół zmierzonej wartości 10 V/m tworzy się przedział, którego jeden kraniec jest o 4 V/m mniejszy od 10 V/m, a drugi kraniec jest o 4 V/m większy od 10 V/m;

- Ostatecznie otrzymujemy przedział od 6 V/m do 14 V/m, w którym na 95% znajduje się prawidłowy wynik pomiaru.

Typowa rozszerzona niepewność pomiaru pól elektromagnetycznych wynosi od 30% do nawet 50%.

Stwierdzenie zgodności

Oczywiście nie sposób streścić i omówić w niniejszym opracowaniu wszystkich zapisów rozporządzenia Ministra Klimatu z dnia 17 lutego 2020 r., jednak poza tym, co już przedstawiono, wyraźnego podkreślenia wymaga zasada uzyskiwania ostatecznych wyników pomiarów, które, jak wiadomo, są porównywane z odpowiednimi dopuszczalnymi poziomami pól elektromagnetycznych w celu dokonania oceny, polegającej na stwierdzeniu zgodności odnośnie dotrzymania (bądź nie) tych poziomów **dopuszczalnych**. Otóż ostatecznym wynikiem pomiaru, choć może wydawać się to zaskakujące, nie jest wprost wartość wskazywana przez przyrząd pomiarowy. Ostatecznym wynikiem pomiaru jest wartość wskazywana przez przyrząd pomiarowy powiększona o pewną poprawkę pomiarową, umożliwiającą uwzględnienie maksymalnych parametrów pracy np. stacji bazowej telefonii komórkowej, oraz o rozszerzoną niepewność pomiaru. Ponieważ typowa wartość poprawki pomiarowej wynosi między 1,7 a 2,0, przy czym rozszerzona niepewność pomiaru dochodzi aż do 50%, bywa, że wartość wskazywana przez przyrząd pomiarowy jest powiększana nawet trzykrotnie. W ten sposób uzyskuje się niejako dodatkowo bardzo duży margines w stosunku do obowiązujących dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych, określonych w rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r.

Iloraz ostatecznego wyniku pomiaru i dopuszczalnego poziomu pola elektromagnetycznego stanowi tzw. wartość wskaźnikową, odpowiednio dla składowej elektrycznej – WM_E oraz dla składowej magnetycznej – WM_H pola elektromagnetycznego. Dopuszczalne poziomy pole elektromagnetycznych w środowisku w danym obszarze pomiarowym uznaje się za dotrzymane wówczas, gdy żadna z obliczonych wartości wskaźnikowych nie przekracza wartości 1.

Pomiary pól elektromagnetycznych tylko dla najlepszych

Pomiary pól elektromagnetycznych na pierwszy rzut oka mogą wydawać się czynnością dość prostą, bo cóż w nich trudnego – przecież wystarczy włączyć miernik, który po chwili sam wyświetli wynik, i gotowe. W rzeczywistości jest zupełnie inaczej – pomiary to nawet nie jedna czynność, ale cały proces, a do tego o dużym stopniu komplikacji. Od prowadzących pomiary wymaga on zdecydowanie dużej wiedzy merytorycznej. Nawet drobny błąd w sztuce, od uży-

cia niewłaściwego przyrządu pomiarowego poprzez dobór niereprezentatywnych pionów pomiarowych, a na nieprawidłowej „obróbce” uzyskanych wyników skończywszy, może w efekcie doprowadzić do skrajnie nieprawidłowych wyników. A stąd już bardzo blisko do nieuprawnionych wniosków skutkujących błędną oceną odnośnie dotrzymania dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych. Pamiętać bowiem należy, że poruszamy się na wrażliwym gruncie obszaru regulowanego przepisami prawa.

Z tych właśnie względów na podstawie art. 147a ustawy Poś do wykonywania pomiarów wielkości emisji lub innych warunków korzystania ze środowiska, w tym do pomiarów pól elektromagnetycznych, upoważnione są jedynie akredytowane laboratoria badawcze i to wyłącznie takie, które uzyskają stosowną akredytację do obszaru regulowanego prawnie. Takie podejście pozwala zapewnić jakość pomiarów najwyższą z możliwych. Tym samym wyniki pomiarów pól elektromagnetycznych, uzyskiwane przez laboratoria nieakredytowane, czy też przez osoby prywatne, posługujące się amatorskimi miernikami, z punktu widzenia prawa nie mogą być formalnie uznane.

Akredytacji udziela [Polskie Centrum Akredytacji](#) (PCA), które jest krajową jednostką akredytującą, upoważnioną do akredytacji jednostek oceniających zgodność oraz do sprawowania nadzoru nad nimi. Potwierdzeniem uzyskania akredytacji jest certyfikat akredytacji o ustalonym okresie ważności. Laboratoria akredytowane są zobowiązane do ciągłego utrzymywania zgodności z wymaganiami akredytacyjnymi i warunkami akredytacji określonymi w dokumentach PCA w odniesieniu do zakresu działalności, w jakim akredytacja została udzielona. Ponadto PCA opracowuje specjalne programy akredytacji przeznaczone dla wybranych obszarów o szczególnym znaczeniu, a laboratoria akredytowane są zobowiązane do ich realizacji. W obszarze pomiarów pól elektromagnetycznych w środowisku takim dokumentem jest DAB-18 *Program akredytacji laboratoriów badawczych wykonujących pomiary pola elektromagnetycznego w środowisku* (DAB-18 wyd.2 z 2021-06-25).

Zgodnie z wytycznymi DAB-18 laboratorium, które wykonuje pomiary pól elektromagnetycznych w środowisku na potrzeby obszaru regulowanego przepisami prawa, musi spełniać:

- wymagania ogólne, tzw. akredytacyjne, dotyczące wszystkich laboratoriów badawczych, które są określone w stanowiącej podstawę akredytacji normie PN-EN ISO/IEC 17025 *Ogólne wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących*;
- wymagania specyficzne, tzw. sektorowe, odnoszące się do referencyjnych metod pomiaru, właściwe dla określonego obszaru prowadzonej działalności laboratoryjnej.

Do specyficznych wymagań sektorowych zaliczane są:

- [rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r.](#) w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku;
- [rozporządzenie Ministra Klimatu z dnia 17 lutego 2020 r.](#) w sprawie sposobów sprawdzania dotrzymania dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku;

- [rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 15 grudnia 2020 r.](#) w sprawie zakresu i sposobu prowadzenia okresowych badań poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku (Dz.U. 2020 poz. 2311).

Kto i w jakich sytuacjach jest zobowiązany do wykonywania pomiarów pól elektromagnetycznych?

Odpowiedź na to pytanie przynosi ustawa Poś, a dokładnie art. 122a oraz art. 123.

Art. 122a ust. 1 ustawy Poś odnosi się do pomiarów pól elektromagnetycznych w otoczeniu instalacji radiokomunikacyjnych. Stanowi on m.in., że do wykonania pomiarów pól elektromagnetycznych w środowisku w otoczeniu instalacji radiokomunikacyjnych, których równoważna moc promieniowana izotropowo wynosi nie mniej niż 15 W, emitujących pola elektromagnetyczne o częstotliwościach od 30 kHz do 300 GHz, są zobowiązani prowadzący te instalacje. Stacje bazowe telefonii komórkowej wpisują się właśnie w ten rodzaj instalacji z uwagi zarówno na pasma częstotliwości, w jakich pracują, jak i na poziom mocy promieniowanej izotropowo.

Pomiary pól elektromagnetycznych muszą być wykonane:

- bezpośrednio przed rozpoczęciem użytkowania instalacji;
- każdorazowo w przypadku zmiany warunków pracy instalacji, w tym różnice spowodowane zmianami w wyposażeniu instalacji, o ile zmiany te mogą mieć wpływ na zmianę poziomów pól elektromagnetycznych, których źródłem jest instalacja;
- każdorazowo w przypadku zmiany istniejącego stanu zagospodarowania i zabudowy nieruchomości, skutkującej zmianami w występowaniu miejsc dostępnych dla ludności w otoczeniu instalacji – na pisemny wniosek właściciela lub zarządcy nieruchomości, na której nastąpiła ta zmiana.

Oczywiście w praktyce pomiary pól elektromagnetycznych nie są wykonywane bezpośrednio przez prowadzącego instalację. W celu realizacji zobowiązania ustawowego angażowane są akredytowane laboratoria badawcze, które w ramach specyficznych wymagań sektorowych stosują rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r. oraz rozporządzenie Ministra Klimatu z dnia 17 lutego 2020 r.

Art. 123 ustawy Poś odnosi się do prowadzenia monitoringu, który polega na ocenie i obserwacji zmian poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku. Za realizację monitoringu pól elektromagnetycznych w środowisku odpowiada Inspekcja Ochrony Środowiska w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska. Monitoring odbywa się poprzez wykonywanie pomiarów w jednolity sposób dla całego kraju od 2008 r. **Monitoringowe pomiary pól elektromagnetycznych** aktualnie prowadzi Centralne Laboratorium Badawcze, działające w Głównym Inspektoracie Ochrony Środowiska i podzielone na 16 oddziałów z siedzibami w każdym mieście wojewódzkim. Każdy z oddziałów Centralnego Laboratorium Badawczego jest akredytowanym laboratorium badawczym, które w ramach specyficznych wymagań sektorowych stosuje roz-

porządzenie Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r. oraz rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 15 grudnia 2020 r.

Punkty pomiarowe w miejscach dostępnych dla ludności, w których wykonuje się okresowe badania poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku, wyznacza się dla każdego województwa w ramach państwowego monitoringu środowiska dla stałej sieci monitoringu oraz dla monitoringu badawczego. Pomiary natężeń pól elektromagnetycznych powinny być prowadzone w zakresie częstotliwości co najmniej od 80 MHz do 40 GHz, przez pół godziny w każdym wyznaczonym punkcie pomiarowym, przy czym za wynik przyjmuje się średnią arytmetyczną zmierzonych w tym czasie wartości natężeń pól elektrycznych.

Punkty pomiarowe w stałej sieci monitoringu wyznacza się dla każdego województwa, dla dwuletniego cyklu pomiarowego, na obszarze każdego miasta:

- poniżej 20 000 mieszkańców – 1 punkt pomiarowy;
- w przedziale od 20 000 do 50 000 mieszkańców – 2 punkty pomiarowe;
- w przedziale powyżej 50 000 do 100 000 mieszkańców – 3 punkty pomiarowe;
- w przedziale powyżej 100 000 do 200 000 mieszkańców – 4 punkty pomiarowe;
- powyżej 200 000 mieszkańców – 4 punkty pomiarowe i 3 punkty pomiarowe na każde rozpoczęte kolejne 100 000 mieszkańców.

Punkty pomiarowe dla monitoringu badawczego wyznacza się dla każdego województwa, dla czteroletniego cyklu pomiarowego, na obszarze wszystkich gmin wiejskich – jest to 1 punkt pomiarowy w każdej gminie wiejskiej.

Metodyki pomiarów pól elektromagnetycznych wynikające z rozporządzenia Ministra Klimatu z dnia 17 lutego 2020 r. oraz rozporządzenia Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 15 grudnia 2020 r. są zupełnie inne. Mimo że pomiary dotyczą tego samego zjawiska fizycznego, jakim są pola elektromagnetyczne, to jednak ich wyniki nie mogą być ze sobą porównywane wprost, bo są uzyskiwane w różny sposób.

Dostępność wyników pomiarów pól elektromagnetycznych

Wyniki pomiarów pól elektromagnetycznych wykonywanych w związku z art. 122a ust. 1 ustawy Poś (czyli np. wyniki pomiarów wykonywanych w otoczeniu instalacji radiokomunikacyjnych na zlecenie prowadzących te instalacje) są przekazywane Wojewódzkim Inspektorom Ochrony Środowiska i Państwowym Wojewódzkim Inspektorom Sanitarnym. Natomiast wraz ze zgłoszeniem (o którym mowa w art. 152 ust. 1 ustawy Poś) lub ponownym zgłoszeniem (o którym mowa w art. 152 ust. 6 pkt 2 ustawy Poś) są udostępniane – zgodnie z art. 152b ust. 1 ustawy Poś – na stronie internetowej obsługującej określony organ ochrony środowiska w Biuletynie Informacji Publicznej (BIP).

Wyniki pomiarów pól elektromagnetycznych wykonywanych w związku z art. 123 ustawy Poś (czyli wyniki pomiarów w zakresie monitoringu środowiska) są udostępniane cyklicznie, za kolejne lata monitoringu, na stronie Głównego Inspektora Ochrony Środowiska.

Wyniki pomiarów pól elektromagnetycznych wykonywanych zarówno w związku z art. 122a ust. 1, jak i w związku z art. 123 ustawy Poś są również udostępniane i wizualizowane na mapie w formie geolokalizowanych punktów pomiarowych w [Systemie Informacyjnym o Instalacjach wytwarzających Promieniowanie ElektroMagnetyczne \(SI2PEM\)](#). Każdy, kto chce sprawdzić natężenie pola elektromagnetycznego w swoim otoczeniu, ma zagwarantowany swobodny i darmowy dostęp do systemu.

Stacja bazowa, czyli co?

Definicja stacji bazowej ewoluowała na przestrzeni ostatnich kilku dziesięcioleci. Wychodząc od najbardziej ogólnej, która została zaproponowana przez Międzynarodowy Związek Telekomunikacyjny (ITU, ang. *International Telecommunication Union*), stacją bazową możemy nazywać jeden lub więcej nadajników, odbiorników lub zestawów nadawczo-odbiorczych wraz z wyposażeniem dodatkowym, znajdujących się w konkretnej lokalizacji i niezbędnych do zapewnienia usługi radiokomunikacyjnej. W tak szerokim kontekście stacją bazową może być zarówno punkt dostępowy znajdujący się w naszym mieszkaniu, który pozwala na połączenie z lokalną siecią Wi-Fi, jak też radiotelefon stacjonarny wykorzystywany w dyspozytorni pogotowia ratunkowego. Szczególnym rodzajem stacji bazowych jest stacja bazowa telefonii komórkowej, wymagająca zawężenia i doprecyzowania definicji ogólnej. Można powiedzieć, że stacja bazowa telefonii komórkowej to ten element sieci, który odpowiada bezpośrednio za nawiązanie połączenia z urządzeniem końcowym, czyli np. naszym smartfonem.

Faktycznie w pierwszej fazie funkcjonowania sieci komórkowych urządzeniami końcowymi były głównie telefony komórkowe, ponieważ usługi sprowadzały się zasadniczo do połączeń głosowych bądź przesyłania wiadomości SMS. Telefon komórkowy został przedmiotem codziennego użytku – takim jak niegdyś zegarek. Dalszy dynamiczny rozwój technologiczny położył zdecydowany nacisk właśnie na transmisję bezprzewodową. Dzięki temu bardzo szybko okazało się, jak wielkie jest zapotrzebowanie nie tylko na połączenia głosowe, lecz przede wszystkim na transmisję danych. W efekcie urządzeniami końcowymi stały się wszelkie urządzenia wyposażone w interfejs umożliwiający komunikację radiową w celu wymiany danych ze stacjami bazowymi telefonii komórkowej. Terminal użytkownika zmienił nazwę z telefonu komórkowego na smartfon i trafił do większego zbioru, w którym obecnie znajduje się wiele różnych urządzeń końcowych. Dzisiaj nie sposób zliczyć rozwiązań, które wpisują się w definicję urządzeń końcowych. Może nie zdajemy sobie z tego sprawy, ale są nimi np. bankomaty, centralki systemów alarmowych, kasy fiskalne, moduły do zdalnego odczytu wskazań liczników, różne urządzenia telemetryczne i wiele, wiele innych.

Stacja bazowa – elementy składowe

Podstawowym przeznaczeniem stacji bazowej telefonii komórkowej jest zapewnienie łączności np. terminala użytkownika z siecią operatora. Łączność ta z oczywistych względów jest realizowana bezprzewodowo z wykorzystaniem interfejsu radiowego.

Niezbędnymi elementami tego, by stacja bazowa mogła funkcjonować, są:

- wyposażenie radiowe, czyli urządzenia nadawczo-odbiorcze;
- anteny sektorowe zainstalowane na konstrukcji wsporczej;
- elementy łączące anteny sektorowe z urządzeniami radiowymi;
- zasilanie elementów aktywnych;
- wyposażenie do transmisji danych pomiędzy stacją bazową a siecią szkieletową;
- moduł sterujący pracą urządzeń.

Rozwiązania tradycyjne

W tradycyjnym, najbardziej obrazowym ujęciu, stacja bazowa to specjalna stalowa wieża kratowa bądź stalowy maszt z odciągami albo też wieża strunobetonowa, posadowione na gruncie, na których szczycie zainstalowane są anteny sektorowe, widoczne z daleka jako jasne pionowe elementy rozmieszczone po obwodzie. Tego typu rozwiązania konstrukcyjne wciąż są powszechnie spotykane i stosowane – szczególnie na obszarach o małej gęstości zaludnienia, np. na terenach podmiejskich lub wiejskich. Na obszarach o dużej gęstości zaludnienia i rozwiniętej zabudowie, typowo więc w miastach, jako konstrukcje wsporcze dla anten wykorzystuje się istniejącą już infrastrukturę. Praktyka pokazuje, że anteny instalowane są na niewielkich konstrukcjach wsporczych umieszczanych na dachach budynków o odpowiedniej wysokości czy też wprost na kominach, wieżach kościołów, elewacjach itp.

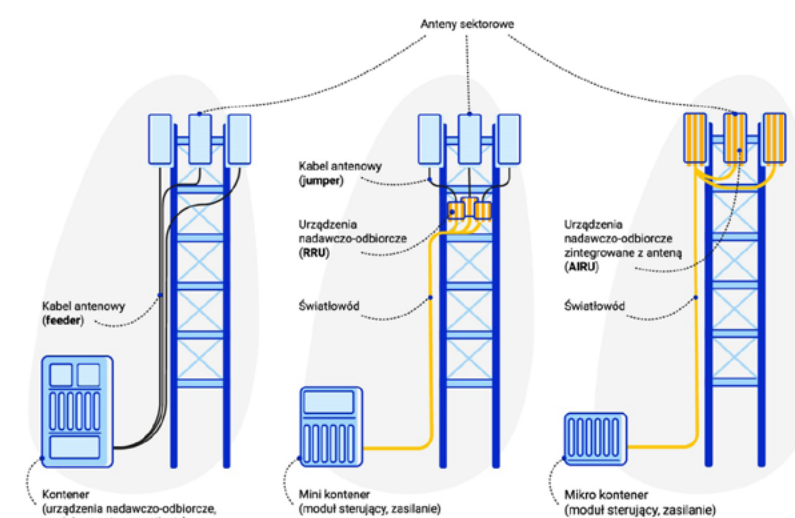
Oczywiście stacja bazowa to nie tylko same anteny sektorowe. Często jednak to na nich skupiamy właśnie uwagę, ponieważ zawsze są dobrze widoczne. W rzeczywistości jednak stanowią jedynie zakończenie całego toru radiowego. Anteny sektorowe są bowiem dołączone do urządzeń nadawczo-odbiorczych. Podobnie jak z wysokimi wieżami, tak i tu można mówić o ujęciu tradycyjnym, w którym urządzenia nadawczo-odbiorcze znajdują się w kontenerze posadowionym u podstawy wieży. W przypadku anten umieszczanych na konstrukcjach wsporczych wykorzystujących istniejącą infrastrukturę budynkową dotychczasową rolę kontenera może pełnić np. specjalne pomieszczenie, w którym znajdują się również urządzenia sterujące oraz zasilające. Anteny sektorowe z urządzeniami nadawczo-odbiorczymi są połączone ciężkimi, długimi oraz sztywnymi kablami antenowymi, nazywanymi potocznie fiderami (ang. *feeder*). Przy antenach sektorowych można znaleźć także wzmacniacze sygnału (TMA, ang. *Tower Mounted Amplifiers*), których zadaniem jest rekompensowanie strat wywołanych długością toru antenowego.



Rys. 4 Przykład tradycyjnej stacji bazowej na wieży kratowej z wykorzystaniem szaf technicznych wraz z torami antenowymi

Rozwiązania nowoczesne

W rozwiązaniach bardziej nowoczesnych, obecnie praktycznie dominujących dzięki postępowi techniki, wykorzystuje się zminiaturyzowane urządzenia nadawczo-odbiorcze (RRU, ang. *Remote Radio Unit*). Ponieważ są niewielkie i lekkie, mogą one być instalowane w niewielkiej odległości od anten sektorowych bezpośrednio na wieży, a nie w kontenerze pod nią. Tym samym fidery tworzące tor antenowy stają się zbędne i można je zastąpić krótszymi, cieńszymi i bardziej elastycznymi kablami, nazywanymi jumperami (ang. *jumper*).



Rys. 5 Budowa stacji bazowej w trzech wariantach

Rozwiązania wykorzystywane w sieciach najnowszej generacji (5G) są jeszcze bardziej kompaktowe – tutaj antena oraz urządzenia nadawczo-odbiorcze są zintegrowane w jednej obudowie (AIRU, ang. *Antenna Integrated Radio Unit*), do której – podobnie jak w przypadku RRU – dołącza się moduł sterujący z wykorzystaniem łącza światłowodowego oraz zasilanie.

Anteny stacji bazowej

W stacjach bazowych telefonii komórkowej stosowane są dwa podstawowe rodzaje anten:

- anteny sektorowe, przeznaczone do pokrycia sygnałem radiowym tych miejsc, w których mogą przebywać abonenci i które zapewniają sygnał terminalom użytkowników;
- anteny radiolinii, zapewniające łączność z siecią szkieletową, które nie są przeznaczone do bezpośredniej łączności z abonentami.

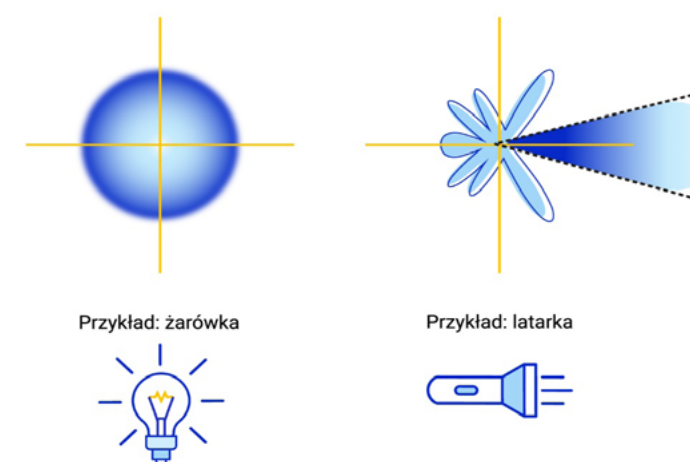


Rys. 6 Anteny stacji bazowej telefonii komórkowej

Obydwa rodzaje anten łatwo od siebie odróżnić. Anteny sektorowe przyjmują postać podłużnych, prostopadłościennych elementów, których wysokość może wynosić nawet do 250 cm. Jest to zależne od częstotliwości pracy anteny (obowiązuje generalna zasada, według której im niższa częstotliwość, tym większe wymiary anteny). Anteny sektorowe emitują sygnały radiowe w pasmach 800 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz, 2600 MHz. Z drugiej strony anteny radiolinii przyjmują kształt cylindryczny lub sferyczny, a ich wymiary, podobnie jak w przypadku anten sektorowych, są związane z częstotliwością pracy (kilka do kilkudziesięciu GHz). Zazwyczaj średnica stosowanych anten radiolinii wynosi kilkadziesiąt centymetrów.

Anteny sektorowe

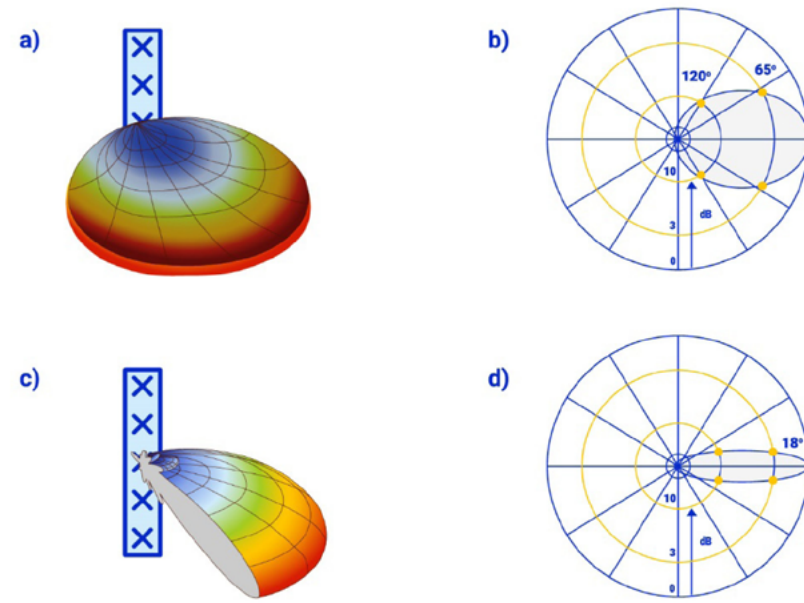
Anteny sektorowe swoją nazwę biorą od obszaru, który pokrywają emitowanym sygnałem radiowym. Otóż jedna antena pokrywa tylko pewną część z całego obszaru w miejscu jej zainstalowania. Ponieważ fragment obszaru pokrywany przez antenę nazywany jest sektorem, zatem i antena zyskała miano anteny sektorowej. Jako że sygnał radiowy z anteny nie jest emitowany w jednakowy sposób i równomiernie w każdym kierunku przestrzeni, charakterystyka promieniowania anteny sektorowej jest kierunkowa. Należy wyjaśnić, że charakterystyka promieniowania jest po prostu graficznym przedstawieniem obszaru, w którym antena emituje sygnał radiowy. W przypadku anten sektorowych można wyróżnić wyraźnie dominujący kierunek emisji, w przeciwieństwie do teoretycznej anteny izotropowej, która – gdyby istniała – emitowałaby sygnał identycznie we wszystkich kierunkach. Obrazowo przedstawiono to na Rys. 7, gdzie antenę dookólną symbolicznie porównano do żarówki, która z pewnym przybliżeniem emituje światło widzialne tak samo w każdym kierunku, natomiast antenę kierunkową – do latarki, która ma zdolność skupiania strumienia światła w określonym kierunku. Jest to dość powszechnie używana analogia, która w prosty sposób pomaga w zrozumieniu zagadnienia.



Rys. 7 Symboliczne przedstawienie emisji z anteny izotropowej oraz kierunkowej

Oczywiście w rzeczywistości charakterystyki anten nie są przedstawiane w aż tak uproszczony sposób – dość szczegółowo opisują je dane znajdujące się w kartach technicznych, jednak precyzyjnych informacji na potrzeby planowania radiowego dostarczają dopiero charakterystyki podawane w wersji numerycznej. Ze względów praktycznych charakterystyki anten, w tym sektorowych, przedstawia się zarówno w płaszczyźnie poziomej, jak i pionowej – to tak jakby „przekroić” charakterystykę przestrzenną osobno płaszczyzną poziomą i osobno płaszczyzną pionową. Anteny sektorowe charakteryzują się stosunkowo szeroką wiązką w płaszczyźnie poziomej (jedna antena pokrywa dzięki temu sektor ok. 120°, stąd typowo w jednej lokalizacji instalowane są trzy anteny) oraz dość wąską (kilkanaście stopni) wiązką w płaszczyźnie pionowej.

Symboliczne przedstawienie charakterystyk anteny sektorowej prezentuje Rys. 8.

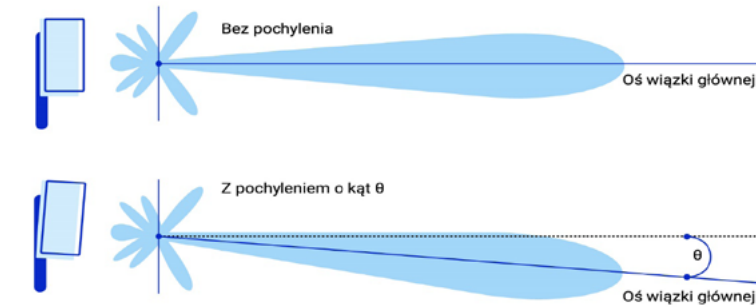


Rys. 8 Symboliczne przedstawienie charakterystyk anteny sektorowej:

- a) Charakterystyka przestrzenna z przekrojem poziomym
- b) Charakterystyka w płaszczyźnie poziomej we współrzędnych biegunowych (kątowych)
- c) Charakterystyka przestrzenna z przekrojem pionowym
- d) Charakterystyka w płaszczyźnie pionowej we współrzędnych biegunowych (kątowych)

Pochylenie anten sektorowych (tilt)

Oprócz charakterystyki promieniowania anteny sektorowej istotnym parametrem konfiguracyjnym, wpływającym na pokrycie sygnałem radiowym obszaru wokół stacji bazowej, jest jej pochylenie, czyli tzw. *tilt*. Parametr ten wskazuje, o jaki kąt, względem płaszczyzny równoległej do powierzchni ziemi, odchylona jest antena stacji bazowej. Anteny odchyla się właśnie po to, aby skierować sygnał radiowy tam, gdzie znajdują się jego odbiorcy, a więc najczęściej w kierunku ziemi (wtedy *tilt* jest ujemny). Można również spotkać rozwiązania, gdzie anteny są odchylane do góry, ponieważ np. muszą „oświetlić” zbocze góry (wtedy *tilt* jest dodatni). Dzięki odpowiedniemu pochyleniu anten polepsza się pokrycie i jakość sygnału odbieranego przez użytkowników. Początkowo stosowano wyłącznie mechaniczne pochylenie anten, co można było dość łatwo zaobserwować, ponieważ anteny były „fizycznie” odchylone od pionu. Obecnie korzysta się ze sterowania elektrycznego realizowanego zdalnie, dzięki czemu antena może być zainstalowana na stałe w pionie, a pochylana jest po prostu sama wiązka sygnału radiowego.



Rys. 9 Zobrazowanie zastosowania tiltu

Anteny jednozakresowe (single-band) i wielozakresowe (multi-band)

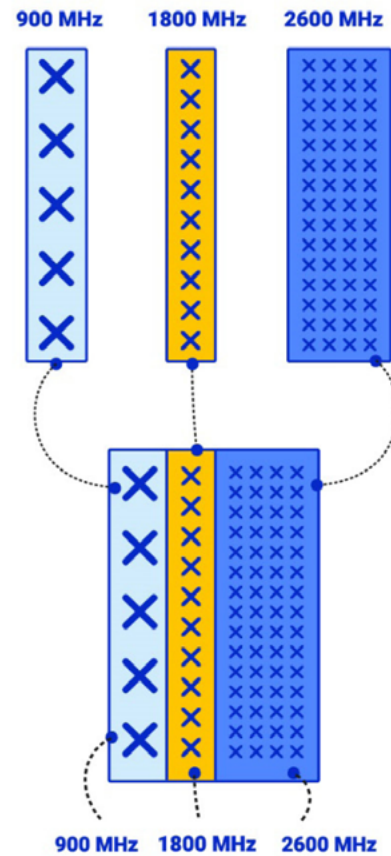
Na początkowym etapie funkcjonowania sieci komórkowych stacje bazowe wyposażano w anteny sektorowe typu *single-band*, zaprojektowane do pracy wyłącznie w jednym zakresie częstotliwości (900 MHz). Wraz z postępem technologicznym i rozwojem sieci komórkowych na wyposażeniu stacji bazowych pojawiły się anteny typu *dual-band* obsługujące dwa zakresy częstotliwości (900 MHz i 1800 MHz), a następnie typu *multi-band* pracujące w ponad dwóch zakresach częstotliwości (w użyciu pojawiły się kolejne częstotliwości: 800 MHz, 2100 MHz i 2600 MHz).



Rys. 10 Wnętrze typowej anteny sektorowej stosowanej w stacji bazowej telefonii komórkowej

Warto podkreślić, że antenę wielozakresową należy traktować tak, jakby było to kilka anten jednozakresowych – tyle że nie w osobnych obudowach, ale zamkniętych w jednej wspólnej obudowie. Zasadę konstrukcji anteny typu *multi-band* w prosty sposób wyjaśnia Rys. 11. Z tego też powodu takie rozwiązanie należy traktować jako zbiór pojedynczych anten, pomimo że całość jest zamknięta w jednej obudowie. Uznanie tego typu konstrukcji *multi-band* za jedną, skomplikowaną antenę zamiast kilku pojedynczych jest niestety często popełnianym błędem, który prowadzi do niczym nieuzasadnionego przeszacowania wartości emisji sygnału

w postaci tzw. e.i.r.p. (ang. *equivalent isotropically radiated power* – równoważna moc promieniowana izotropowo). Przeszacowanie to nie ma oparcia ani w technice, ani w logice, ani w samej fizyce zjawiska.



Rys. 11 Zasada konstrukcji anteny typu *multi-band*
Trzy anteny w osobnych obudowach;
Trzy anteny w jednej obudowie.

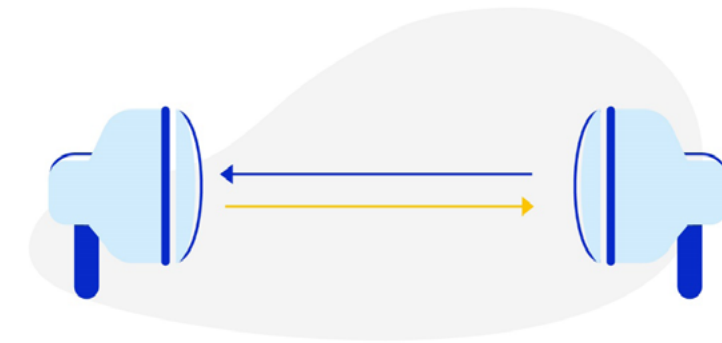
Anteny radiolinii

Stacje bazowe telefonii komórkowej z pozoru wyglądają jak niezależne i odrębne „wyspy” rozproszone na terenie całego kraju. W rzeczywistości jest dokładnie na odwrót, to znaczy każda stacja bazowa jest dołączona do pewnego wspólnego segmentu sieci, zwanego siecią szkieletową. Dzięki temu wszystkie stacje bazowe tworzą sieć komórkową. Do połączenia stacji bazowych z siecią szkieletową mogą być wykorzystywane np. łącza światłowodowe. Ze względów praktycznych czasami jednak zdecydowanie skuteczniejszym rozwiązaniem jest wykorzystanie specjalnych łączy radiowych tworzonych z wykorzystaniem radiolinii. Ich zadaniem, jak już sama nazwa wskazuje, jest zapewnienie połączenia pomiędzy dwoma punktami: pomiędzy dwiema stacjami bazowymi albo pomiędzy stacją bazową a siecią szkieletową. Nie służą one do obsługi abonentów, więc nie muszą być pochylane w kierunku ziemi, tak jak anteny sekto-

rowe. W związku z tym sygnał docierający z anten radiolinii do miejsc dostępnych dla ludności jest pomijalnie niewielki.

Cechą znaną anten radiolinii jest silna kierunkowość charakterystyki ich promieniowania. Antena nadawcza radiolinii emituje bardzo wąską wiązkę sygnału radiowego, która musi zostać niezwykle precyzyjnie skierowana w stronę anteny odbiorczej.

Obie anteny pracują na częstotliwościach od kilku do kilkudziesięciu GHz i zazwyczaj emitują sygnał radiowy na jednej częstotliwości, choć coraz częściej stosowane są też rozwiązania kilkuczęstotliwościowe. W celu zapewnienia skutecznej łączności radiowej, anteny radiolinii muszą więc znajdować się w bezpośredniej widoczności optycznej, bez żadnych przeszkód fizycznych pomiędzy nimi. Z tego powodu są instalowane w jak najwyższych, dostępnych dla danej instalacji, punktach konstrukcji wsporczych.



Rys. 12 Zobrazowanie łącza z wykorzystaniem radiolinii

Weryfikacja oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko

Weryfikacja oddziaływania na środowisko przedsięwzięcia dotyczącego budowy stacji bazowej telefonii komórkowej polega na wykonaniu pomiarów pól elektromagnetycznych zgodnie z metodyką opisaną w Rozporządzeniu Ministra Klimatu z dnia 17 lutego 2020 r., a następnie sprawdzeniu, czy dopuszczalne poziomy pól elektromagnetycznych określone w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r. są dotrzymane. Dopiero w wyniku wykonanych pomiarów **uzyskujemy wiedzę o całkowitym, sumarycznym, skumulowanym polu elektromagnetycznym występującym w otoczeniu konkretnej stacji bazowej telefonii komórkowej**, które przecież może pochodzić od wielu źródeł, nie tylko od stacji bazowej.

Organy ochrony środowiska

Ochrona przed ponadnormatywnymi polami elektromagnetycznymi to jeden z obszarów ochrony środowiska, która stanowi obowiązek władz publicznych. Regulacje dotyczące uprawnień i obowiązków organów administracji w zakresie ochrony środowiska znajdują się w wielu aktach normatywnych. Na system organów do spraw ochrony środowiska składają się organy wymienione w art. 376 i art. 377 ustawy Poś, jak też organy, którym przepisy szczególne przyznają kompetencje z zakresu ochrony środowiska. Są to zarówno organy utworzone specjalnie do wykonywania zadań publicznych z zakresu ochrony środowiska, jak i organy realizujące zadania z zakresu ochrony środowiska jako jedno w wielu wykonywanych zadań.

Najważniejszymi organami ochrony środowiska, zgodnie z art. 376 i art. 377 ustawy Poś, są: wójt, burmistrz lub prezydent miasta, starosta, sejmik województwa, marszałek województwa, wojewoda, minister właściwy ds. klimatu, Generalny Dyrektor Ochrony Środowiska, regionalny dyrektor ochrony środowiska oraz organy Inspekcji Ochrony Środowiska działające na podstawie przepisów ustawy o Inspekcji Ochrony Środowiska.

Istotny w tym przypadku jest podział na organy administracji rządowej i samorządowej.

Do organów administracji rządowej wymienionych w ustawie Poś należą: wojewoda, minister właściwy ds. klimatu, Generalny Dyrektor Ochrony Środowiska, regionalny dyrektor ochrony środowiska oraz organy Inspekcji Ochrony Środowiska, a także właściwi ministrowie zobowiązani, zgodnie z art. 384 ustawy Poś, do zapewnienia warunków niezbędnych do realizacji przepisów o ochronie środowiska przez podległe im i przez nich nadzorowane jednostki organizacyjne.

Do organów administracji samorządowej należą: wójt, burmistrz lub prezydent miasta, starosta, sejmik województwa, marszałek województwa.

Organy administracji rządowej i podległe im instytucje w działaniach na rzecz ochrony przed polami elektromagnetycznymi

W regulowanym prawnie obszarze dotyczącym sieci radiowych oraz pola elektromagnetycznego emitowanego przez stacje bazowe telefonii komórkowej istotną rolę pełnią właściwe ministerstwa, urzędy oraz inspekcje. Są to m.in. minister właściwy ds. zdrowia, klimatu i środowiska, informatyzacji i ds. energii, a także organy Inspekcji Ochrony Środowiska czy też Urząd Komunikacji Elektronicznej.

Rolą ministerstw jest w tym przypadku tworzenie i aktualizowanie prawa w oparciu o rzetelne fundamenty naukowe oraz harmonizacja podejścia do ochrony przed polami elektromagnetycznymi z zaleceniami stosowanymi w większości państw członkowskich Unii Europejskiej, a także uzupełnianie polityk krajowych, mające na celu zapobieganie oraz usuwanie potencjalnych źródeł zagrożeń dla zdrowia ludzkiego. Przykładem są tu m.in. omawiane wcześniej rozporządzenia dotyczące dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych, sposobów sprawdzania ich dotrzymania czy sposobów prowadzenia okresowych pomiarów poziomu pola elektromagnetycznego.

Rola centralnych organów państwowych to także inicjowanie i prowadzenie projektów usprawniających działania w obszarze budowy sieci radiowych oraz pomiarów pola elektromagnetycznego, upowszechniających wiedzę w tym zakresie, zapewniających wsparcie i narzędzia realizacji polityki państwa dotyczącej poprawy jakości życia obywateli w zakresie ochrony zdrowia, ochrony środowiska, rozwoju społeczeństwa informacyjnego oraz standardów odnoszących się do produktów, procesów i usług, a także warunków przestrzegania tych standardów. Przykładem takiego inicjatora może być działający w strukturach Kancelarii Prezesa Rady Ministrów Departament Telekomunikacji, współpracujący od wielu lat w tym zakresie z nadzorowanym przez ministra właściwego ds. informatyzacji Instytutem Łączności – Państwowym Instytutem Badawczym.

Rolę kontrolną oraz rolę organu koordynującego i monitorującego stan środowiska, w tym stan poziomu pól elektromagnetycznych w środowisku, pełnią organy Inspekcji Ochrony Środowiska.

Niezwykle istotną rolę w procesach budowy sieci radiowych realizuje regulator rynku telekomunikacyjnego – Prezes Urzędu Komunikacji Elektronicznej.

Z uwagi na to, że obszar dotyczący ochrony przed polami elektromagnetycznymi jest obszarem ściśle związanym z bezpieczeństwem, zdrowiem i ochroną środowiska, a do wykonywania pomiarów pól elektromagnetycznych upoważnione są wyłącznie akredytowane laboratoria badawcze, warto pamiętać także o roli Polskiego Centrum Akredytacji w procesie zapewnienia publicznego zaufania w odniesieniu do wiarygodności wykonywanych pomiarów i badań.

Inspekcja Ochrony Środowiska

Inspekcja Ochrony Środowiska (IOŚ) jest instytucją dwuinstancyjną, nadzorowaną przez ministra właściwego ds. klimatu i środowiska, składającą się z Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska oraz 16 inspektoratów wojewódzkich. Działalnością IOŚ kieruje powoływany przez premiera Główny Inspektor Ochrony Środowiska, który określa jej ogólne kierunki działania.

Kompetencje Inspekcji Ochrony Środowiska na poziomie ustawowym zostały określone m.in. w:

- [Ustawie z dnia 20 lipca 1991 r. o Inspekcji Ochrony Środowiska](#) (Dz.U. 1991 nr 77 poz. 335);
- [Ustawie z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska](#) (Dz.U. 2001 nr 62 poz. 627).

Misją IOŚ jest kontrola podmiotów gospodarczych, tak aby korzystanie ze środowiska odbywało się z poszanowaniem ogólnie przyjętych zasad i norm w tym zakresie, monitorowanie i ocena stanu środowiska oraz dostarczanie władzy publicznej i społeczeństwu informacji o stanie środowiska.

Główne działania IOŚ związane z budową sieci radiowych i kontrolą poziomów pól elektromagnetycznych to:

- kontrola przestrzegania przepisów – egzekwowanie obowiązków w zakresie ochrony środowiska spoczywających na podmiotach prowadzących działalność gospodarczą;
- koordynowanie i prowadzenie monitoringu środowiska zgodnie z programami Państwowego Monitoringu Środowiska – prowadzenie badań i gromadzenie danych o jakości środowiska w zakresie poziomu pól elektromagnetycznych w środowisku.

Monitoringowe pomiary pól elektromagnetycznych aktualnie prowadzi Centralne Laboratorium Badawcze działające w Głównym Inspektoracie Ochrony Środowiska. Zostało ono utworzone 1 stycznia 2019 r. w związku z wejściem w życie [Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. o zmianie ustawy o Inspekcji Ochrony Środowiska oraz niektórych innych ustaw](#) (Dz.U. 2018 poz. 1479), na bazie laboratoriów Wojewódzkich Inspektoratów Ochrony Środowiska. Centralne Laboratorium Badawcze działa w oparciu o 16 oddziałów z siedzibami w każdym mieście wojewódzkim. Wszystkie oddziały posiadają wdrożony system zarządzania zgodny z wymaganiami normy PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02 i potwierdzony certyfikatem akredytacji laboratorium badawczego.

Departament Telekomunikacji w Kancelarii Prezesa Rady Ministrów

Departament Telekomunikacji Kancelarii Prezesa Rady Ministrów (DT KPRM) realizuje zadania ministra właściwego ds. informatyzacji, tj. Ministra Cyfryzacji, między innymi w zakresie prowadzenia spraw dotyczących rozwoju i regulacji rynku telekomunikacyjnego, w tym spraw związanych z międzynarodową polityką telekomunikacyjną, a także w zakresie prowadzenia spraw związanych z nadzorem ministra nad Prezesem Urzędu Komunikacji Elektronicznej oraz Instytutem Łączności – Państwowym Instytutem Badawczym (IŁ-PIB).

DT KPRM w obszarze budowy sieci radiowych oraz pomiarów pola elektromagnetycznego, oprócz prowadzonych działań legislacyjnych, realizuje m.in. we współpracy z IŁ-PIB szereg projektów z tego obszaru, a na portalu rządowym [5G: sieci telekomunikacyjne nowej generacji](#) na bieżąco upowszechnia istotną w tym zakresie wiedzę.

Minister właściwy ds. informatyzacji był między innymi inicjatorem budowy „Systemu Informacyjnego o Instalacjach wytwarzających Promieniowanie ElektroMagnetyczne” (SI2PEM), którego jest współtwórcą i dysponentem, co reguluje art.29g ust. 1. [Ustawy z dnia 7 maja 2010 r. o wspieraniu rozwoju usług i sieci telekomunikacyjnych](#) (Dz.U. 2010 nr 106 poz. 675).

Jest także inicjatorem szeregu innych projektów realizowanych między innymi wspólnie z IŁ-PIB (więcej informacji w dalszej części).

Urząd Komunikacji Elektronicznej

Urząd Komunikacji Elektronicznej (UKE) to urząd administracji rządowej, obsługujący Prezesa Urzędu Komunikacji Elektronicznej.

Prezes Urzędu Komunikacji Elektronicznej jest organem regulacyjnym w zakresie działalności telekomunikacyjnej, pocztowej oraz gospodarki zasobami częstotliwości. Jest także organem nadzoru rynku w zakresie kontroli wyrobów emitujących lub podatnych na emisję pola elektromagnetycznego, w tym urządzeń radiowych wprowadzonych do obrotu handlowego w Polsce.

Misją Prezesa UKE jest zapewnianie obywatelom dostępu do nowoczesnych usług telekomunikacyjnych i pocztowych na rozwijającym się rynku oraz w dynamicznym otoczeniu międzynarodowym.

Do głównych zadań Prezesa UKE należy m.in.:

- analiza, regulacja i kontrola rynku telekomunikacyjnego;
- gospodarka zasobami częstotliwości.

W obszarze istotnym dla budowy sieci radiowych ważną rolę odgrywa Departament Częstotliwości UKE, który realizuje zadania Prezesa UKE dotyczące rezerwacji częstotliwości i pozwoleń radiowych, a także prowadzi wykaz wydawanych pozwoleń radiowych oraz rejestr urządzeń radiowych używanych bez pozwolenia radiowego.

Wykazy obowiązujących pozwoleń wydanych dla stacji bazowych telefonii komórkowej aktualizowane są 25. dnia każdego miesiąca lub – gdy termin ten przypadnie na dzień wolny od pracy – w najbliższym dniu roboczym następującym po tej dacie. Przy czym należy pamiętać, że pojawienie się stacji w wykazie oznacza jedynie, iż operator uzyskał pozwolenie radiowe, uprawniające go do używania urządzeń radiowych w lokalizacji i z parametrami określonymi w danym pozwoleniu radiowym. **Uzyskanie pozwolenia nie jest tożsame z faktem zbudowania i uruchomienia stacji oraz rozpoczęciem świadczenia usług.** Kwestie rejestru urządzeń radiowych używanych bez pozwolenia radiowego regulują przepisy art. 144c i art. 144d ustawy Pt (<http://prawo.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20041711800>).

Instytut Łączności – Państwowy Instytut Badawczy

Instytut Łączności – Państwowy Instytut Badawczy (IŁ-PIB), zgodnie z art. 21 [Ustawy z dnia 30 kwietnia 2010 r. o instytutach badawczych](#) (Dz.U. 2010 nr 96 poz. 618), realizuje w sposób ciągły prace badawcze i rozwojowe w obszarze telekomunikacji. Są to zadania szczególnie ważne nie tylko dla planowania, ale również dla realizacji polityki państwa. Zadania, których wykonywanie jest niezbędne dla zapewnienia rozwoju edukacji oraz poprawy jakości życia obywateli. Dotyczą opracowywania i opiniowania standardów w zakresie ochrony zdrowia, ochrony środowiska, rozwoju społeczeństwa informacyjnego oraz standardów odnoszących się do produktów, procesów i usług, a także warunków przestrzegania tych standardów. Zadania te dotyczące również monitorowania i zapobiegania skutkom zjawisk mogących stwarzać zagrożenie publiczne.

Do tego rodzaju prac należą m.in. prace związane z zagadnieniami dotyczącymi pól elektromagnetycznych (PEM) oraz szeroko rozumianą siecią 5G. Prace w tym obszarze są systematycznie prowadzone przez IŁ-PIB począwszy od roku 2016 do dnia dzisiejszego – w ramach corocznych umów dotacji celowej Ministra Cyfryzacji, a także w ramach projektów realizowanych wspólnie z Ministrem Cyfryzacji, m.in. takich jak „System Informacyjny o Instalacjach wytwarzających Promieniowanie ElektroMagnetyczne” (SI2PEM), „Wdrażanie sieci 5G w gospodarce polskiej” (5G@PL) czy też „Sprawna telekomunikacja mobilna jako klucz do rozwoju i bezpieczeństwa” (3.4 PEM).

Projekty istotne dla budowy sieci radiowych i ochrony przed polami elektromagnetycznymi

Projekt „System Informacyjny o Instalacjach wytwarzających Promieniowanie ElektroMagnetyczne” (SI2PEM) gromadzi dostępne wyniki pomiarów PEM w środowisku wraz z informacjami na temat lokalizacji i parametrów stacji bazowych telefonii komórkowej, a także może dokonywać estymacji ciągłych rozkładów wartości natężenia PEM na terenie całego kraju. Oferowana w ramach tego projektu e-Usługa A2B skierowana jest do szerokiego grona interesariuszy, w tym do przedsiębiorców telekomunikacyjnych prowadzących instalacje radiokomunikacyjne wytwarzające PEM, a związana jest z planowaniem i projektowaniem nowych sieci radiokomunikacyjnych, w tym w kontekście uruchomienia sieci 5G. Z informacji gromadzonych w systemie mogą korzystać także wszyscy obywatele zainteresowani wynikami pomiarów PEM w wybranych lokalizacjach na terenie kraju oraz możliwością analiz wpływu rozbudowy sieci radiokomunikacyjnych na wypadkowy poziom natężenia PEM w środowisku.

Projekt „Wdrażanie sieci 5G w gospodarce polskiej” (5G@PL) ma na celu realizację działań umożliwiających wdrożenie sieci 5G w Polsce w sposób efektywny pod kątem ekonomicznym i terminowym, co pozwoliłoby Polsce dołączyć do grona liderów w obszarze wykorzystania 5G. Działania realizowane w ramach projektu obejmują m.in.:

- opracowanie rozwiązań technologicznych rozszerzających pokrycie zasięgiem w obszarach obsługujących duże wolumeny ruchu oraz obszarach rozległych, które mogą mieć zastosowanie w Polsce;
- diagnozę potencjału oraz identyfikację barier wdrożenia 5G dla kluczowych rynków wertykalnych i środowisk implementacji;
- analizę potencjalnego zysku i potencjalnych przeszkód w implementacji nowych usług i aplikacji w sieci 5G;
- analizę standardów dotyczących pól elektromagnetycznych (PEM) w odniesieniu do infrastruktury 5G i wpływu działania sieci 5G na istniejący sprzęt oraz opracowanie metodyki i planu testów PEM dla nowej infrastruktury 5G;
- przeprowadzenie testów pilotażowej instalacji sieci 5G w jednym z miast Polski, umożliwiających pogłębienie wiedzy w zakresie wdrażania systemów 5G w rzeczywistym ekosystemie miejskim;
- popularyzację 5G pośród zainteresowanych podmiotów sektora ICT, w szczególności start-upów oraz podmiotów MŚP, jak również całego społeczeństwa;
- opracowanie regulacji i ustawodawstwa w celu uaktualnienia ram prawnych dla zbliżającego się wdrożenia 5G oraz wdrożenia produktów projektu.

Projekt „Sprawna telekomunikacja mobilna jako klucz do rozwoju i bezpieczeństwa” (3.4 PEM) jest kampanią mającą na celu zwiększenie świadomości Polaków w zakresie działania, wykorzystania, bezpieczeństwa i znaczenia mobilnych sieci telekomunikacyjnych, a tym samym usług (w tym publicznych) opartych o te sieci. W ramach projektu zrealizowane są działania w następujących obszarach:

- walka z dezinformacją;
- edukacja;
- podstawy prawne procesu inwestycyjnego
- bezpieczeństwo i jakość życia.

Umowy dotacji celowej, realizowane w latach 2016-2022, obejmują prace badawczo-rozwojowe, których wyniki mają istotny wpływ na ugruntowanie i upowszechnianie wiedzy na temat PEM oraz wsparcie działań administracji poprzez dostarczanie rzetelnych i wiarygodnych argumentów naukowych. Są to m.in.:

- raporty z kampanii pomiarowych PEM zawierające zestawienia i analizy wyników pomiarów oraz monitoringu PEM w środowisku, wnioski i rekomendacje z prowadzonych badań i analiz, w tym w zakresie aspektów prawnych, metodyk i problemów pomiarowych, aspektów medycznych i biofizycznych oddziaływania PEM oraz stosowanych na świecie sposobów monitorowania PEM;
- „Biała Księga” odpowiadająca w przystępny sposób na najczęściej zadawane pytania dotyczące fal elektromagnetycznych, wyjaśniająca w syntetyczny i zwięzły sposób związek PEM z telekomunikacją i tłumacząca, czym jest kolejna generacja sieci komórkowych, czyli 5G;

- międzynarodowe coroczne konferencje PEM prezentujące krajowe i zagraniczne doświadczenia w zakresie badań dotyczących monitoringu PEM, wpływu PEM na życie i zdrowie człowieka oraz na środowisko, rozwoju mobilnych sieci telekomunikacyjnych, a także reagowania na pojawiające się w przestrzeni społecznej nieprawdziwe informacje (*fake news*) dotyczące PEM, często powiązane z sytuacją epidemiczną w kraju i na świecie spowodowaną koronawirusem SARS-CoV-2;
- artykuły popularnonaukowe, w przystępny sposób prezentujące wiedzę na temat zagadnień PEM i obalające, za pomocą naukowych argumentów, mity dotyczące szkodliwości PEM i sieci 5G.

Wyżej wymienione prace zostały opublikowane na stronie [5G \(www.gov.pl\)](http://www.gov.pl).

Wyniki prowadzonych przez IŁ-PIB badań oraz wnioski i rekomendacje z nich płynące są na bieżąco wykorzystywane w pracach prowadzonych przez administrację, np. w procesie zmian regulacji prawnych zawartych w nowelizacji ustawy z dnia 7 maja 2010 r. o wspieraniu rozwoju usług i sieci telekomunikacyjnych.

Polskie Centrum Akredytacji

Polskie Centrum Akredytacji (PCA) jest krajową jednostką akredytującą upoważnioną do akredytacji jednostek oceniających zgodność na podstawie [Ustawy z dnia 13 kwietnia 2016 r. o systemach oceny zgodności i nadzoru rynku](#) (Dz.U. 2016 poz. 542).

Polskie Centrum Akredytacji posiada status państwowej osoby prawnej i jest nadzorowane przez ministra właściwego ds. gospodarki. Zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 765/2008 z dnia 9 lipca 2008 r., ustanawiającym wymagania w zakresie akredytacji i nadzoru rynku oraz odnoszącym się do warunków wprowadzania produktów do obrotu, PCA zostało wskazane jako jedyna krajowa jednostka akredytująca w świetle ww. rozporządzenia.

Zgodnie z normą PN-EN ISO/IEC 17000:2006 akredytacja to: «atestacja przez stronę trzecią, dotycząca jednostki oceniającej zgodność, służąca formalnemu wykazaniu jej kompetencji do wykonywania określonych zadań w zakresie oceny zgodności». Akredytację należy zatem rozumieć jako formalne uznanie przez upoważnioną jednostkę kompetencji organizacji działających w obszarze oceny zgodności, czyli jednostek certyfikujących, inspekcyjnych lub laboratoriów, do wykonywania określonych czynności. Upoważnienie jednostki akredytującej jest zwykle uzyskiwane od rządu. Akredytacja służy budowaniu i umacnianiu zaufania do wyników wzorcowań, badań i inspekcji, certyfikowanych wyrobów i usług, kwalifikacji certyfikowanych osób oraz certyfikowanych systemów zarządzania. Międzynarodowe normy i wytyczne określają wymagania akredytacyjne zarówno dla jednostek akredytujących, jak i dla podlegających

akredytacji jednostek oceniających zgodność. Uzyskanie akredytacji oznacza, że akredytowane podmioty zostały ocenione według tych norm i wytycznych.

Jak wcześniej wspomniano, zgodnie z art. 147a ustawy Poś do wykonywania pomiarów pól elektromagnetycznych upoważnione są jedynie akredytowane laboratoria badawcze i to wyłącznie takie, które uzyskają stosowną akredytację PCA.

Akredytacja jest mechanizmem wykorzystywanym w celu zapewnienia publicznego zaufania w odniesieniu do wiarygodności działań istotnych z punktu widzenia wpływu na zdrowie, bezpieczeństwo i środowisko.

Posiadanie akredytacji gwarantuje wysoką wiarygodność wyników certyfikacji, wysoką jakość usług i kompetencji personelu, a także między innymi to, że:

- pomiary i badania zostały przeprowadzane zgodnie z najlepszą praktyką;
- wyniki analiz oraz badań mogą być wykorzystywane w obszarach związanych z bezpieczeństwem, zdrowiem i środowiskiem;
- uzyskano wiarygodne informacje, na podstawie których mogą być podjęte decyzje np. w zakresie ochrony środowiska.

W ostatnim okresie Polskie Centrum Akredytacji, w uzgodnieniu z Ministerstwem Klimatu i Środowiska, Ministerstwem Zdrowia, Ministerstwem Rozwoju, Pracy i Technologii oraz Głównym Inspektoratem Ochrony Środowiska, opracowało wydanie 2. dokumentu DAB-18 „Akredytacja laboratoriów badawczych wykonujących pomiary pola elektromagnetycznego w środowisku” z 25 czerwca 2021 r.

Zmiany wprowadzone w treści programu DAB-18 są związane z opublikowaniem normy akredytacyjnej PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02. Aktualizacja programu obejmuje dostosowanie struktury postanowień dokumentu oraz terminologii programu do struktury i terminologii ww. aktualnego wydania normy akredytacyjnej oraz uwzględnia specyficzne wymagania sektorowe.

Nowoczesne sieci stacjonarne w budynkach

Artur Krawczyk, Stowarzyszenie „Miasta w Internecie”

Jakkolwiek niniejszy poradnik w swej zasadniczej części koncentruje się na zagadnieniach związanych z technicznymi, prawnymi, zdrowotnymi i społecznymi aspektami budowy sieci mobilnych, jako materiał adresowany głównie do członków wspólnot mieszkaniowych oraz spółdzielni mieszkaniowych, nie sposób nie odnieść się w nim także do zagadnień związanych ze stacjonarną instalacją telekomunikacyjną budynków.

Niewątpliwie w dzisiejszych czasach odpowiednie wyposażenie budynków, w tym budynków mieszkalnych, w nowoczesne sieci telekomunikacyjne, umożliwiające dostęp ich mieszkańcom do usług telekomunikacyjnych i wszelkich opartych na nich udogodnień cyfrowych, ma szczególnie istotne znaczenie. Zgodnie z powszechnie dostępnymi analizami rynkowymi, istnienie w danej nieruchomości nowoczesnej sieci telekomunikacyjnej stanowi jedno z głównych kryteriów wyboru nieruchomości przez potencjalnych nabywców. **Dostępność takiej sieci niewątpliwie zwiększa zatem atrakcyjność danej nieruchomości, zarówno dla jej aktualnych jak i przyszłych mieszkańców, wpływając także na podniesienie jej wartości.**

Nowoczesne stacjonarne sieci telekomunikacyjne w budynkach oparte są przede wszystkim o dwie główne technologie dostępowe. Może to być technologia oparta w całości o kable światłowodowe (tzw. FTTH – światłowód do domu) lub technologia HFC, wykorzystująca zarówno medium światłowodowe (najczęściej na odcinku sieci telekomunikacyjnej dochodzącym do budynku – tzw. FTTB) jak i tzw. kable koncentryczne, dochodzące bezpośrednio do gniazdek abonenckich w poszczególnych mieszkaniach w budynku. **Niewątpliwie w najbliższych latach możemy się spodziewać procesów związanych nie tylko z intensywną rozbudową sieci telekomunikacyjnych w budynkach, gdzie takie sieci o wysokich parametrach przesyłowych nie są jeszcze dostępne, ale także prowadzonych przez operatorów telekomunikacyjnych procesów modernizacyjnych związanych z przebudową już istniejących na nieruchomościach, w tym w budynkach sieci, przede wszystkim do najnowocześniejszej technologii FTTH, opartej w całości o kable światłowodowe.** Takie działania niewątpliwie będą wymagały odpowiedniej współpracy na linii operator telekomunikacyjny – właściciele danej nieruchomości (np. wspólnota mieszkaniowa lub spółdzielnia mieszkaniowa). Działania takie będą w praktyce w interesie obu stron takiej współpracy, bowiem z jednej strony, właściciele nieruchomości uzyskają finalnie podniesienie jej standardu

pod względem dostępnych mediów, a z drugiej strony operator telekomunikacyjny będzie uzyskiwał możliwość zapewnienia użytkownikom końcowym usług telekomunikacyjnych o najwyższym standardzie i niezawodności.

Działania takie wpisują się również w przyjęte zarówno na poziomie europejskim jak i krajowym cele związane z zapewnieniem wszystkim mieszkańcom dostępu do jak najnowocześniejszych usług telekomunikacyjnych. Tytułem przykładu wskazać to można takie dokumenty jak unijny „Cyfrowy Kompas na rok 2030: europejska droga w cyfrowej dekadzie”, który zakłada dla każdego gospodarstwa domowego do 2030 r. dostęp do sieci gigabitowych, czy wcześniejsze dokumenty takie jak Europejska Agenda Cyfrowa, czy komunikat Komisji „Łączność dla konkurencyjnego jednolitego rynku cyfrowego: w kierunku europejskiego społeczeństwa gigabitowego”.

Niezależnie od aspektu czysto praktycznego, związanego z korzyściami płynącymi dla właścicieli nieruchomości z wyposażenia budynku w najnowocześniejsze stacjonarne sieci telekomunikacyjne, nie sposób również nie odnotować pewnych **obowiązków, które ciążą na właścicielach, użytkownikach wieczystych oraz zarządcach nieruchomości, związanych z umożliwieniem operatorom telekomunikacyjnym dostępu do nieruchomości na cele związane z wykonaniem oraz eksploatacją sieci telekomunikacyjnej na nieruchomości w tym budynku**. Obowiązki te wynikają z obowiązującej już od 2010 r. i od tego czasu kilkakrotnie nowelizowanej, ustawy z dnia 7 maja 2010 r. o wspieraniu rozwoju usług i sieci telekomunikacyjnych, zwanej potocznie „megaustawą” lub „ustawą szerokopasmową”.

Do tych ustawowych obowiązków, ciążących na właścicielach, użytkownikach wieczystych oraz zarządcach nieruchomości, na podstawie art. 30 megaustawy, należy **obowiązek zapewnienia przedsiębiorcy telekomunikacyjnemu dostęp do nieruchomości, w tym do budynku oraz punktu styku, polegającego na:**

- zapewnieniu możliwości wykorzystywania istniejącego przyłącza telekomunikacyjnego lub istniejącej instalacji telekomunikacyjnej budynku, jeżeli powielenie takiej infrastruktury byłoby ekonomicznie nieopłacalne lub technicznie niemożliwe,
- umożliwieniu doprowadzenia przyłącza telekomunikacyjnego aż do punktu styku,
- umożliwieniu wykonania instalacji telekomunikacyjnej budynku, jeżeli:
 - ▶ nie istnieje instalacja telekomunikacyjna budynku przystosowana do dostarczania usług szerokopasmowego dostępu do Internetu o przepustowości co najmniej 30 Mb/s lub
 - ▶ istniejąca instalacja telekomunikacyjna budynku przystosowana do dostarczania usług szerokopasmowego dostępu do Internetu o przepustowości co najmniej 30 Mb/s nie jest dostępna lub nie odpowiada zapotrzebowaniu przedsiębiorcy telekomunikacyjnego,
- umożliwieniu korzystania z punktu styku,
- umożliwieniu utrzymywania, eksploatacji, przebudowy lub remontu przyłącza telekomunikacyjnego lub instalacji telekomunikacyjnej budynku będących własnością tego przedsiębiorcy telekomunikacyjnego,

- umożliwieniu wejścia na teren nieruchomości, w tym do budynku, w zakresie niezbędnym do korzystania z dostępu, o którym mowa w art. 30 ust. 1 pkt 1-5 i ust. 3 megaustawy

- w celu zapewnienia telekomunikacji w tym budynku.

W powyższych przypadkach dostęp udzielany przez właściciela nieruchomości jest nieodpłatny, albowiem służy podstawowemu celowi jakim jest zapewnienie dostępności sieci telekomunikacyjnej na danej nieruchomości.

Część powyższych obowiązków ciążących na właścicielach nieruchomości (odpowiednio użytkownikach wieczystych, zarządcach) jest uzależniona od istnienia pewnego dodatkowego warunku (np. brak istniejącej instalacji telekomunikacyjnej budynku przystosowanej do dostarczania usług szerokopasmowego Internetu o określonych parametrach). Część z tych obowiązków ma natomiast charakter bezwarunkowy. Do tej drugiej kategorii należy m.in. **obowiązek udostępnienia nieruchomości operatorowi telekomunikacyjnemu w celu umożliwienia nie tylko utrzymania i eksploatacji, ale także przebudowy lub remontu istniejącej instalacji telekomunikacyjnej budynku wraz z przyłączem**. Obowiązek ten ciążący na właścicielach nieruchomości (użytkownikach wieczystych, zarządcach) jest szczególnie istotny w kontekście wspomnianych już powyżej działań operatorów telekomunikacyjnych związanych z modernizacją sieci telekomunikacyjnych już istniejących na nieruchomościach, w tym w budynkach, do najnowocześniejszej technologii FTTH (światłowód do domu), którego to procesu należy spodziewać się w szerokim zakresie w najbliższych latach.

To na co również warto zwrócić uwagę w kontekście obowiązujących przepisów związanych z dostępnością odpowiedniej sieci telekomunikacyjnej na nieruchomościach, w tym w budynkach, to **kwestie związane z obowiązkowym wyposażaniem budynków w instalacje telekomunikacyjną, jeszcze na etapie ich budowy**. Zgodnie z art. 30 ust. 6 megaustawy, w celu zapewnienia świadczenia użytkownikom usług telefonicznych, usług transmisji danych zapewniających szerokopasmowy dostęp do Internetu oraz usług rozprowadzania cyfrowych programów radiowych i telewizyjnych w wysokiej rozdzielczości przez różnych dostawców usług **inwestor wyposaża budynek, zgodnie z przepisami w sprawie warunków techniczno-budowlanych wydanymi na podstawie ustawy Prawo budowlane, w instalację telekomunikacyjną stanowiącą część składową nieruchomości**, umożliwiającą przyłączenie do publicznych sieci telekomunikacyjnych wykorzystywanych do świadczenia tych usług, przy zachowaniu zasady neutralności technologicznej.

Szczegółowe wymagania związane z zakresem instalacji telekomunikacyjnej budynku, w jaką inwestor zobowiązany jest wyposażać budynek na etapie jego budowy, są aktualnie określone w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Zgodnie z § 192e wspomnianego rozporządzenia, w przypadku instalacji telekomunikacyjnej budynku mieszkalnego wielorodzinnego w jej skład wchodzi m.in. kanali-

zacja telekomunikacyjna budynku, telekomunikacyjne skrzynki mieszkaniowe, światłowodo-
wa infrastruktura telekomunikacyjna budynku, w tym kable światłowodowe, wraz z osprzę-
tem instalacyjnym i urządzeniami telekomunikacyjnymi, okablowanie wykonane z parowych
kabli symetrycznych oraz z kabli współosiowych wraz z osprzętem instalacyjnym i urządze-
niami telekomunikacyjnymi, antenowe instalacje zbiorowe służące do odbioru cyfrowych pro-
gramów telewizyjnych i radiofonicznych rozpowszechnianych w sposób rozsiewczy naziemny
oraz w sposób rozsiewczy satelitarny oraz maszt usytuowany na dachu budynku, wraz z odpo-
wiednim przepustem kablowym do budynku, lub w uzasadnionych przypadkach usytuowany
poza budynkiem, przystosowany do umieszczenia anten przedsiębiorców telekomunikacyjnych
świadczących usługi telekomunikacyjne drogą radiową.

Celem powyższych regulacji dotyczących odpowiedniego wyposażenia budynku przez inwesto-
ra już na etapie budowy budynku w instalację telekomunikacyjną stanowiącą część składową
nieruchomości i umożliwiającą świadczenie usług różnym operatorom telekomunikacyjnym
jest niewątpliwie minimalizacja późniejszej ingerencji w strukturę budynku oraz umożliwienie
korzystania wszystkim użytkownikom końcowym (mieszkańcom budynku) z konkurencyjnych
ofert różnych operatorów telekomunikacyjnych, mogących świadczyć swoje usługi w oparciu
o taką ogólnodostępną instalację telekomunikacyjną budynku.

**Reasumując, w najbliższych latach należy się niewątpliwie spodziewać dalszego roz-
woju nowoczesnych sieci stacjonarnych w budynkach mieszkalnych, w tym w bu-
dynkach wspólnot mieszkaniowych oraz spółdzielni mieszkaniowych. Rozwój ten z
jednej strony będzie oparty, w przypadku budynków nowych, o instalacje telekomu-
nikacyjne budynków realizowane, zgodnie z obowiązującymi przepisami, przez in-
westorów już na etapie wznoszenia budynku, z których będą mogli korzystać zain-
teresowani operatorzy telekomunikacyjni. Z drugiej natomiast strony będzie to rozwój
oparty o realizowane przez przedsiębiorców telekomunikacyjnych procesy budowy
nowych sieci telekomunikacyjnych jak i modernizacji istniejących w budynkach sieci
telekomunikacyjnych do najnowocześniejszych technologii dostępowych FTTH opar-
tych w pełni o światłowód doprowadzony do gniazdka abonenckiego. W tym drugim
przypadku niewątpliwie istotna będzie właściwa współpraca pomiędzy właścicielami
(użytkownikami wieczystymi, zarządcami) nieruchomości a operatorami telekomu-
nikacyjnymi, tak aby proces przebudowy sieci telekomunikacyjnych mógł odbywać
się możliwie bezproblemowo.** Korzyści z tak zmodernizowanych do najwyższego standar-
du sieci telekomunikacyjnych będą finalnie odnosić mieszkańcy budynków, mogący korzystać
z dobrodziejstw najnowocześniejszych sieci telekomunikacyjnych.

Stacje BTS a ceny nieruchomości.

Streszczenie wyników badań empirycznych

Bartłomiej Marona, Michał Głuszak, Radosław Gaca
Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

Obszar badania

Analizą objęto teren tzw. „Miasteczka Wilanów”. Zakresem analizy objęto ceny dotyczące nie-
ruchomości lokalowych zbywanych w ramach tzw. rynku wtórnego. Osiedle „Miasteczko Wila-
nów” położone jest w zachodniej części dzielnicy Wilanów będącej jedną z najstarszych części
Warszawy i stanowi jeden z największych kompleksowych projektów mieszkaniowych zreali-
zowanych w Europie. Granicę analizowanego terenu od północy wyznacza Aleja Wilanowska,
od wschodu ul. Przyczółkowa a od południa Południowa Obwodnica Warszawy. W ujęciu for-
malnym związanym z oznaczeniem jednostek podziału geodezyjnego teren osiedla obejmuje
obręb geodezyjne nr 11015, 11026 oraz 11037 w części do Południowej Obwodnicy Warsza-
wy. Miasteczko Wilanów jest jedną z najszybciej rozwijających się dzielnic Warszawy i stano-
wi w pełni zorganizowane osiedle mieszkaniowe posiadające m.in. zaplecze edukacyjne oraz
usługowe w postaci żłobków, przedszkoli, szkół, obiektów handlowych, restauracji, prywatnej
ochrony zdrowia. Jedną z głównych dominat osiedla stanowi kościół Rzymsko-Katolicki p.w.
św. Bożej Opatrzności. Na terenie osiedla znajduje się ponad 450 lokali użytkowych o łącznej
powierzchni ok 37 000 m² (2018 r.). Miasteczko Wilanów posiada zaprojektowane tereny zieleni,
zarówno w przestrzeniach pomiędzy budynkami jak i na terenach ogólnodostępnych. Zabudo-
wa rozlokowana została wzdłuż wewnętrznej siatki ulic z zachowaniem układu pierzejowego.
Komunikację z sąsiednimi dzielnicami oraz centrum miasta zapewniają m.in. ulice Jana III So-
bieskiego oraz Wiertnicza, prowadzące w kierunku północnym do centrum miasta.

Okres i zakres badania

Celem badania było ustalenie, czy bliskość stacji bazowych telefonii komórkowej wpływa na
ceny nieruchomości mieszkaniowych. W tym celu analizie poddano 1825 transakcji rynko-

wych lokalami mieszkalnymi, położonych na terenie tzw. Miasteczka Wilanów, które zawarto w latach 2016-2021. Przyjęty okres badania rynku pozwala – po pierwsze na uwzględnienie większej liczby danych; po drugie na większą możliwość analizy dotyczącej efektywności informacyjnej lokalnego rynku i jego dokładności w odniesieniu do przyczyn ewentualnego zróżnicowania cen oraz po trzecie związany jest z chęcią uwzględnienia maksymalnie stabilnego wpływu okoliczności związanych z ogólnym rozwojem osiedla. Przyjęty okres koresponduje również z analizowanymi wcześniej badaniami, dla których w zależności od warunków lokalnych, zastosowano okresy od 1 do 16 lat ze średnią wynoszącą około 7,5 roku oraz umożliwił wyodrębnienie odpowiednio licznego zbioru.

Wykorzystane dane

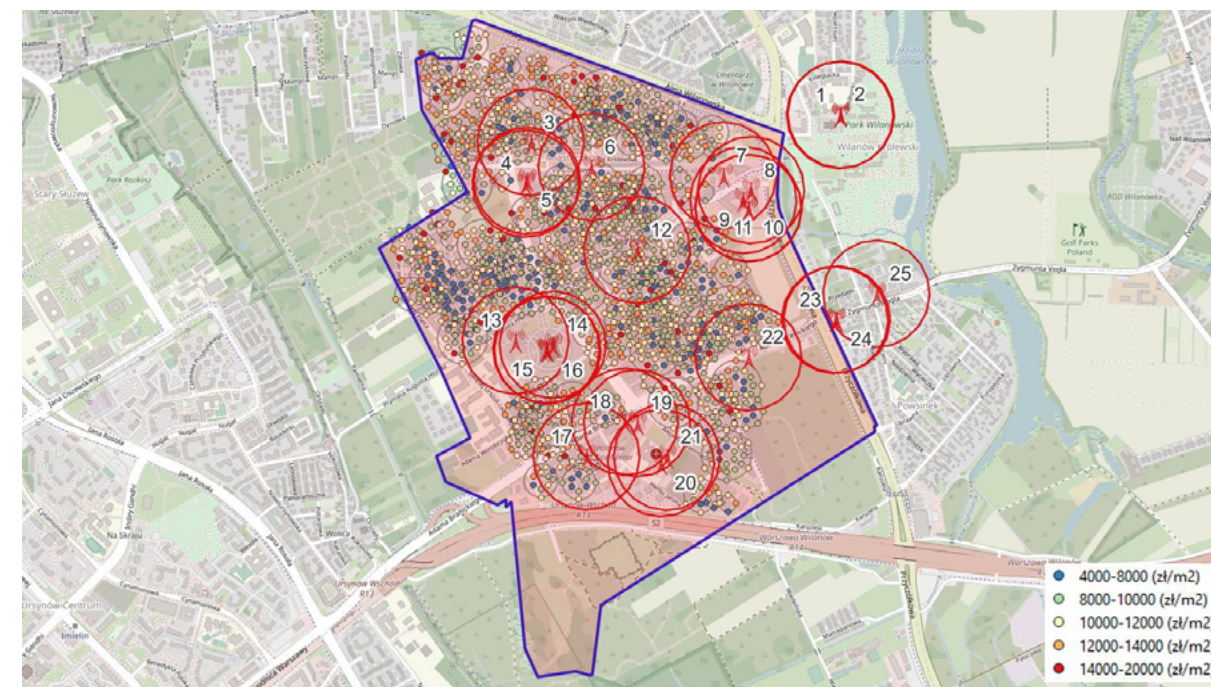
Informacje na temat transakcji kupna-sprzedaży nieruchomości uzyskano bezpośrednio z rejestrów cen i aktów notarialnych dostępnych w zasobach geodezyjno-kartograficznych Urzędu Miasta Stołecznego Warszawy. Każdą z transakcji poddano następnie procesowi geolokalizacji w celu weryfikacji poprawności przypisania do segmentu nieruchomości lokalowych o funkcji mieszkalnej.

Do identyfikacji nieruchomości oraz innych obiektów wykorzystano: Portal Systemu do Obsługi Zasobu Geodezyjnego i Kartograficznego m.st. Warszawy (zgik.um.warszawa.pl), Portal Systemu Informacyjnego o Instalacjach wytwarzających Promieniowanie Elektromagnetyczne (si2pem.gov.pl), Geoportal szczebla krajowego (mapy.geoportal.gov.pl) oraz inne serwisy mapowe.

Jak wynika z danych zawartych na stronie <https://si2pem.gov.pl>, na terenie opisanego wyżej rynku lokalnego, a także na terenach bezpośrednio z nim sąsiadujących znajduje się obecnie dwadzieścia pięć stacji bazowych telefonii komórkowej, z których czternaście obsługiwane jest przez Networks (Orange + T-Mobile), cztery przez Play oraz siedem przez Plus. Wymienione stacje obsługują różne częstotliwości, w tym piętnaście z nich udostępnia technologię 5G (częstotliwość 2100 [MHz]). Stacje zlokalizowane są w większości na obiektach użyteczności publicznej lub obiektach kultu religijnego a jedynie nieliczne zainstalowane zostały na budynkach mieszkalnych. Należy przy tym zauważyć, że ze względu na pierzejowy układ zabudowy, większość z urządzeń nie jest widoczna z perspektywy osoby poruszającej się pieszo lub pojazdem. Staje się to możliwe dopiero po oddaleniu się od budynków albo dzięki obserwacji dachów z wyższych kondygnacji.

W analizowanym okresie na badanym rynku lokalnym odnotowano 1825 transakcji nieruchomościami lokalowymi o charakterze mieszkalnym. W badanym segmencie w analizowanych obrębach ewidencyjnych notuje się rocznie ok. 266 do 443 transakcji. Biorąc pod uwagę średnią liczbę budynków mieszkalnych wynoszącą około 250, średnią liczbę lokali wynoszącą około 50 oraz ogólną liczbę lokali mieszkalnych na terenie osiedla, ocenić można na 12 500. W 2016 r. transakcje nieruchomościami lokalowymi o charakterze mieszkalnym stanowiły ok. 1,7 % ogó-

łu zasobu. W latach 2017-2018 udział ten oscylował wokół 3,0%, po czym wzrósł w roku 2019 r. do ok. 3,5%, by w roku 2020 powrócić znów w okolice 3,0%. Rozkład przestrzenny transakcji na terenie osiedla przedstawiono na rysunku 1.



Rysunek 1. Rozkład przestrzenny transakcji w relacji do BTS w okresie badania
Źródło: opracowanie własne

Wstępna charakterystyka cen

Porównanie poziomów cen dla transakcji nieruchomości, położonych w odległości do 200 m od najbliższej stacji bazowej, ze średnimi cenami dla poszczególnych ulic, nie wykazały żadnych jednoznacznych prawidłowości. W przypadku cen jednostkowych dla części ulic ceny nieruchomości rozmieszczonych w odległości do 200 metrów od najbliższej stacji bazowej były nieco wyższe od średniej, a w części przypadków nieco niższe.

Rozkład i dynamikę cen transakcyjnych w analizowanym okresie przedstawiono na kolejnych wykresach 3-4. W całym badanym okresie ceny utrzymywały praktycznie stałą tendencję wzrostową z niewielkim przyspieszeniem w latach 2019-2020. Dynamika zmiany cen w ujęciu rocznym wynosiła 8,64%, pomiędzy rokiem 2016 a 2017 – 8,80%, pomiędzy rokiem 2017 a 2018 – 9,22% pomiędzy rokiem 2018 a 2019 – 10,44% pomiędzy rokiem 2019 a 2020 oraz rokiem 2020 a 2021 – 10,26%.

Wykorzystany model ekonometryczny

W badaniach wykorzystano klasyczny model ekonometryczny zwany w literaturze przedmiotu (Rosen, 1973) modelem hedonicznym (hedonic model). W modelu tym zmienną zależną jest cena nieruchomości, natomiast zmiennymi niezależnymi (eksplanatorami) są cechy nieruchomości najczęściej związane z czynnikami lokalizacyjnymi, strukturalnymi oraz różnymi czynnikami występującymi w otoczeniu nieruchomości. Model ten był wykorzystany również w innych badaniach dotyczących tej tematyki. W badaniach zastosowano model hedoniczny w postaci log-liniowej.

$$\ln P = \beta_0 + \beta_i X_i + \gamma \text{BTS} + \varepsilon$$

$\ln P$ – logarytm naturalny ceny nieruchomości (zmienna zależna)

X_i – zmienne niezależne (atraktyby nieruchomości - lokalizacyjne, strukturalne oraz powiązane z jej otoczeniem)

BTS – zmienna opisująca bliskość stacji bazowej telefonii komórkowej na ceny nieruchomości

β_0 – stała, często nie posiada interpretacji ekonomicznej

β_i – parametry modelu, wyrażające kierunek i siłę oddziaływania atrybutów nieruchomości na cenę

γ – parametr wyrażający kierunek i siłę oddziaływania bliskości stacji bazowej telefonii komórkowej na ceny nieruchomości

ε – składnik losowy modelu (nieuwzględnione zmienne, przypadkowość zachowań podmiotów, itd.)

Obliczenia przeprowadzono dla dwóch wariantów zmiennej zależnej: (1) logarytm naturalny z cen jednostkowych w zł/m² PU, logarytm naturalny z cen całkowitych w zł.

W celu uzyskania jednoznacznych oraz wiarygodnych wyników w modelach wykorzystano trzy sposoby uwzględnienia odległości nieruchomości od stacji bazowych. Odległość tą w modelach określano jako: (1) zmienną jakościową (dychotomiczną), która przyjmuje wartość 1 w przypadku bliskiego sąsiedztwa do BTS (do 200m) i 0 w przeciwnym przypadku.; (2) zbiór zmiennych jakościowych (dychotomicznych), które przyjmują wartość 1 dla określonych przedziałów odległości (co 50m) oraz (3) zmienną ilościową (ilorazową), której wartość to obiektywna odległość w linii prostej od BTS.

Jako zmienne objaśniające ceny transakcyjne przyjęto cechy: powierzchnia lokalu, położenie na kondygnacji, data transakcji, hałas drogowy, najbliższa szkoła, przystanek komunikacji autobusowej. Z uwagi na cele badania uwzględniono również zmienne BTS (najbliższy BTS – przy pomiarze dokonanym zgodnie z trzema opisanymi wyżej algorytmami), IL_BTS (liczba BTS-ów w zasięgu 200 m, 5G (liczba BTS-ów 5G w zasięgu 200 m).

Interpretacja wyników

W ramach projektu przeprowadzono obliczenia dla 6 modeli w 2 grupach, przy przyjęciu zmiennej zależnej w postaci logarytmu z cen jednostkowych oraz logarytmu z cen całkowitych,

uwzględniając przy tym modelowanie zmiennej BTS w każdym z opisanych wcześniej wariantów. Dodatkowo, dla modeli cechujących się najlepszym dopasowaniem do danych empirycznych oszacowano tzw. przestrzenne modele regresji.

W ramach uwzględnionych w modelach czynników, jedynie część wykazała istotny statycznie związek ze zmianami cen. Do czynników tych należą: data transakcji (DT), powierzchnia użytkowa (PU), położenie na kondygnacji (KON), odległość od najbliższej szkoły (NS) oraz odległość od najbliższego przystanku komunikacji publicznej (NPA). W przypadku pozostałych zmiennych (czynników) – nie obejmujących czynników związanych z infrastrukturą BTS – na podstawie uzyskanych wyników nie znaleziono podstaw do potwierdzenia ich wpływu na cenę.

Uzyskane w modelach regresji współczynniki R² wynoszące: od 0,44 dla modeli z ceną jednostkową jako zmienną zależną do 0,86 dla modeli z ceną całkowitą jako zmienną zależną, świadczą o względnie dobrym dopasowaniu modeli do danych empirycznych. Powyższe może wynikać z różnych przyczyn, takich jak brak kontroli nad innymi istotnymi cechami nieruchomości (czynnikami związanymi ze stanem samych lokali, ich położeniem w budynkach ale także opisującymi strukturalne atrybuty budynków), a także z błędów pomiaru zmiennych oraz niedoskonałej formy funkcjonalnej modelu. Pozostała część niewyjaśnionej wariancji stanowi – w przypadku analizowanych modeli pochodną przypadkowości charakterystycznej dla transakcji rynkowych, której nie jest w stanie uwzględnić żaden model ekonometryczny.

Oszacowane współczynniki dla istotnych statystycznie zmiennych mają w większości intuicyjne (logiczne) znaki. Wszystkie modele wskazują na wzrost cen w kolejnych latach, który wynosił od 8,64 % do 9,02 %. W przypadku zmiennej, jaką jest powierzchnia użytkowa (PU), również uzyskano intuicyjne (logiczne) znaki. Współczynniki dla wskazanej zmiennej w przypadku modeli dla cen jednostkowych posiadają znak ujemny, a w przypadku modeli dla ceny całkowitej znak dodatni. Powyższe oznacza, że dla modelu cen jednostkowych uzyskiwane wartości jednostkowe (ceny i wartości za 1 m²) będą tym mniejsze, im większy będzie lokal. W przypadku cen całkowitych odwrotnie – ceny nieruchomości będą zasadniczo rosły wraz ze wzrostem powierzchni.

Lepsze położenie na kondygnacji (KON) wpływa w istotny statystycznie sposób na wzrost ceny transakcyjnej. W przypadku zmiennej NS (najbliższa szkoła) uzyskano ujemną wartość współczynnika, co przy wartości zmiennej wyrażonej w metrach jako odległość od najbliższej szkoły jest również wynikiem prawidłowym (im dalej od szkoły, tym niższe ceny). Podsumowując, biorąc pod uwagę interpretację ekonomiczną uzyskanych wyników w zakresie zmiennych kontrolnych, zarówno znaki jak i wartości współczynników są zgodne z utrwaloną wiedzą w zakresie oddziaływania poszczególnych czynników na ceny nieruchomości. Należy również zauważyć, że uzyskane dla zmiennych kontrolnych wyniki są spójne dla praktycznie wszystkich modeli, co oznacza dużą stabilność wpływu uwzględnianych czynników.

Modele nie wykazały jednoznacznie wpływu zmiennych opisujących bliskość stacji bazowych telefonii komórkowej na ceny nieruchomości (zmienne BTS, IL_BTS oraz 5G). Ewentualny zaob-

serwowany związek polegający na wzroście cen w pobliżu stacji czy też wzroście cen ze względu na położenie w zasięgu większej ich liczby, stanowi wyłącznie odzwierciedlenie zakłócenia spowodowanego prawdopodobnie brakiem możliwości zidentyfikowania innych zmiennych (np. ewentualnej bardziej atrakcyjnej lokalizacji nieruchomości, znajdujących się w pobliżu BTS-u) lub też jest wynikiem opisanej już przypadkowości charakterystycznej dla transakcji rynkowych.

Podobnie jak klasyczne modele regresji, również hedoniczne modele z komponentem przestrzennym nie wskazują na wpływ bliskości stacji bazowej na ceny nieruchomości mieszkaniowych.

Wnioski z badań

Celem badania było ustalenie, czy bliskość stacji bazowych telefonii komórkowej wpływa na ceny nieruchomości mieszkaniowych. Analizie poddano 1825 transakcji rynkowych lokalami mieszkalnymi położonych na terenie tzw. Miasteczka Wilanów, które zawarto w latach 2016-2021.

Uzyskane wyniki nie potwierdzają wpływu sąsiedztwa infrastruktury technologii łączności bezprzewodowej (stacji bazowych) na ceny nieruchomości mieszkaniowych na badanym rynku lokalnym. Bliskość stacji bazowych nie wpływa w istotny sposób na ceny transakcyjne.

Badanie ma pionierski charakter, ponieważ w polskojęzycznej literaturze ekonomicznej brak jest badań empirycznych poświęconych oddziaływaniu stacji bazowych na ceny nieruchomości.

Wyniki analizy są w dużej mierze zbieżne z wynikami większości zagranicznych badań empirycznych prowadzonych w ostatnich latach, w których wskazywano na brak istotnego wpływu, lub co najwyżej znikomy wpływ stacji bazowych na ceny nieruchomości.

Opracowane modele potwierdzają wpływ na ceny innych czynników. Na rynku zaobserwowano wzrost cen mieszkań. Ich zróżnicowanie w obrębie rynku lokalnego można tłumaczyć takimi czynnikami, jak: powierzchnia, położenie na kondygnacja czy też odległość od szkół i komunikacji publicznej.

