

Zakład Kompatybilności
Elektromagnetycznej
ul. Swojczycka 38
51-501 Wrocław
tel.: [+48 71] 36 99 803
fax: [+48 71] 37 28 878
e-mail: wroclaw@il-pib.pl
www.il-pib.pl



ul. Szachowa 1
04-894 Warszawa
tel.: [+48 22] 512 81 00
fax: [+48 22] 512 86 25
e-mail: info@il-pib.pl
www.il-pib.pl

Załącznik 1 – Ramowy Plan Budowy Sieci

do raportu nr Z21/21.10.1.01.09.4/055/2024



Ministerstwo
Cyfryzacji



Instytut Łączności
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Nr pracy	:	21.10.1.01.09.4
Nazwa pracy	:	Lokalne sieci 5G na potrzeby samorządów terytorialnych
Zleceniodawca	:	Ministerstwo Cyfryzacji, Departament Telekomunikacji
Data rozpoczęcia	:	Wrzesień 2024
Data zakończenia	:	Grudzień 2024
Wykonawcy pracy	:	Zespół Z-21
Data	:	31.12.2024 r.
Miejscowość	:	Wrocław

Praca wykonana w Pracowni Gospodarki i Inżynierii Widma
Zakładu Kompatybilności Elektromagnetycznej
Instytutu Łączności – PIB we Wrocławiu.

Spis treści

1. Ramowy Plan Budowy Sieci	4
2. Etapy realizacji projektu budowy prywatnej sieci 5G	4
2.1. Faza przed projektem i inicjowanie projektu	4
2.2. Dialog konkurencyjny	7
2.3. Projekt sieci radiowej	9
2.4. Budowa sieci	12
2.5. Pomiary natężenia pola elektrycznego	15
2.6. Eksploatacja, Utrzymanie i Zarządzanie	17

1. Ramowy Plan Budowy Sieci

Plany ramowe pełnią kluczową rolę w organizacji i zarządzaniu projektami oraz działaniami na poziomie administracyjnym, szczególnie w kontekście działań realizowanych przez jednostki samorządu terytorialnego i organy państwowe. Ramowy plan budowy sieci prywatnej 5G dla jednostek samorządu terytorialnego to zestaw wytycznych, który wskazuje kroki i procedury konieczne do wykonania w celu wybudowania prywatnej sieci 5G na potrzeby jednostek samorządu terytorialnego. Ich przygotowanie wynika z potrzeby zapewnienia przejrzystości, skuteczności oraz strategicznego podejścia do realizacji zadań publicznych.

Cele konstrukcji planu ramowego:

- zapewnienie spójności działań – plan ramowy umożliwia wyznaczenie priorytetów oraz określenie celów, co pozwala na skoordynowane działanie wszystkich podmiotów zaangażowanych w realizację projektu,
- minimalizacja ryzyka projektowego – dzięki określeniu ram działania, potencjalne ryzyka są identyfikowane we wczesnej fazie planowania, co pozwala na opracowanie odpowiednich sposobów przeciwdziałania,
- efektywne wykorzystanie zasobów – plan ramowy wspiera optymalizację nakładów finansowych, zasobów ludzkich oraz infrastrukturalnych poprzez określenie zakresu działań i ogólnych harmonogramów,
- zgodność z przepisami i regulacjami – plan ramowy pomaga uwzględnić obowiązujące przepisy prawa, a także zapewnić zgodność z wymaganiami regulacyjnymi,
- podstawa do monitorowania i oceny – plan ramowy stanowi punkt odniesienia dla oceny postępu realizacji projektu,
- wsparcie dla komunikacji i współpracy – opracowanie planu ramowego ułatwia skuteczną komunikację między różnymi interesariuszami.

W niniejszym planie przedstawiono etapy projektu budowy prywatnej sieci 5G, które są możliwie uniwersalne dla wszystkich jednostek samorządu terytorialnego w Polsce i będą mogły posłużyć w początkowej fazie prac do poprawy jakości planowania projektu. W zależności od specyfiki konkretnej jednostki i lokalnych uwarunkowań, mogą występować rozbieżności i każdy z etapów należy zweryfikować oraz dostosować.

2. Etapy realizacji projektu budowy prywatnej sieci 5G

2.1. Faza przed projektem i inicjowanie projektu

Zależnie od wybranej metodyki projektowej (np. PRINCE2, AgilePM, metodyka PMBOK) faza przed projektem oraz faza inicjowania projektu może składać się z różnych działań, jednak zazwyczaj mają one wspólny cel – określenie i przygotowanie podstawowych założeń projektowych. Do typowych dla tych etapów działań, które należy zrealizować także przed budową prywatnej sieci 5G, zalicza się:

- przygotowanie uzasadnienia biznesowego,
- identyfikację interesariuszy,
- ocenę dostępnych opcji i propozycji rozwiązania,

- analizę potrzeb i wymagań interesariuszy,
- analizę wykonalności,
- określenie zakresu i celów projektu,
- identyfikację szans i zagrożeń,
- planowanie projektu (etapy, zasoby, harmonogram).

Na tym etapie szczególnie istotne jest zrozumienie jaka zmiana jest oczekiwana po realizacji projektu oraz kogo i/lub czego będzie dotyczyła. Uważne przeanalizowanie potrzeb samej jednostki samorządowej może nie być wystarczające, a proste uzasadnienie biznesowe nie będzie uwzględniało wszystkich oczekiwanych korzyści. Pomocna może być również analiza potrzeb mieszkańców i przedsiębiorców na terenie miasta czy gminy, spółek podległych jednostce samorządowej lub kilku sąsiadującym jednostkom.

Zrozumienie potrzeb w przypadku planowania sieci może wiązać się z uwypatnieniem już na wczesnym etapie projektu wymagań dotyczących, np. przepływności sieci, w obszarze dużego zagęszczenia kamer, bądź pokrycia zasięgiem jak najszerzego obszaru w celu zapewnienia łączności dla pojazdów komunikacji miejskiej.

Istotne jest, aby jednostka samorządu terytorialnego potrafiła już przed etapem planowania radiowego przedstawić wykonawcom jasne i klarowne oczekiwania co do sposobu wykorzystywania sieci prywatnej, ponieważ pozwoli to na dobór optymalnych rozwiązań, dostosowanych do konkretnych potrzeb.

Oprócz analizy potrzeb należy także wstępnie ocenić koszty, etapy i zasoby oraz przeprowadzić analizę szans i zagrożeń, co szczegółowo przedstawione zostało w raporcie, do którego niniejszy ramowy plan jest załącznikiem.



1 Uzasadnienie
biznesowe

2 Określenie zakresu
i celów projektu

3 Identyfikacja i analiza
potrzeb interesariuszy

4 Analiza szans
i zagrożeń

5 Planowanie
projektu



2.2. Dialog konkurencyjny

Dialog konkurencyjny to procedura wstępna realizacji danego projektu stosowana w procesie zamówień publicznych, dedykowana skomplikowanym zamówieniom, która umożliwia zamawiającemu konsultację z rynkiem przed formalnym wszczęciem postępowania przetargowego. Jego celem jest lepsze przygotowanie późniejszej dokumentacji przetargowej oraz zebranie informacji na temat dostępnych rozwiązań technicznych, innowacji, kosztów i potencjalnych ryzyk związanych z realizacją zamówienia. Dialog konkurencyjny jest regulowany przez przepisy ustawy Prawo zamówień publicznych¹ (PZP) i musi być prowadzony w sposób transparentny, uczciwy oraz niedyskryminacyjny.

Zgodnie z art. 170 PZP *„Zamawiający może udzielić zamówienia w trybie dialogu konkurencyjnego, jeżeli zachodzi co najmniej jedna z okoliczności, o których mowa w art. 153. Przepis art. 154 stosuje się odpowiednio.”*, np. rozwiązania dostępne na rynku nie mogą zaspokoić, bez ich dostosowania, potrzeb zamawiającego. Oraz zgodnie z art. 185 ust. 1 *„Po zakończeniu dialogu zamawiający sporządza SWZ, która stanowi doprecyzowanie oraz uzupełnienie informacji zawartych w opisie potrzeb i wymagań, na podstawie rozwiązań przedstawionych podczas dialogu.”*

Aby właściwie przygotować się do dialogu konkurencyjnego konieczne może okazać się szczegółowe przeprowadzenie poniższych działań:

- analiza zapotrzebowania na usługi i określenie wymagań użytkowników,
- konsultacje z interesariuszami,
- określenie wymagań w kontekście konkretnego typu usług, m.in.:
 - planowane usługi (np. monitoring skrzyżowań, obsługa dronów, przesyłanie danych z pojazdów),
 - wymagana prędkość transmisji danych (np. minimum 100 Mb/s dla użytkowników końcowych),
 - zasięg sieci (np. pokrycie centrum miasta, konkretnych ulic lub obszarów zaznaczonych na mapie),
- szacowanie obciążenia sieci (wymagana pojemność sieci):
 - liczba użytkowników (np. pracownicy urzędu, urządzenia w pojazdach),
 - przewidywany ruch w sieci (np. ilość danych generowanych przez urządzenia podczas godziny największego ruchu (tzw. busy hour)),
- ocena dostępności istniejącej infrastruktury:
 - lokalizacje istniejących masztów lub budynków, które można zaadaptować,
 - możliwość budowy nowych stacji bazowych w strategicznych punktach.

Przeprowadzenie dialogu konkurencyjnego przed właściwym postępowaniem poprawi jakość zamówienia, pozwoli na szczegółową analizę potrzeb i wymagań, które nie zostały zidentyfikowane na wcześniejszym etapie.

¹ Ustawa z dnia 11 września 2019 r. Prawo zamówień publicznych, Dz.U. z 2019 r. poz. 2019 z późn. zm.



2.3. Projekt sieci radiowej

Projekt sieci radiowej to bardzo istotny etap w procesie budowy sieci. W ramach tego procesu określone są optymalne konkretne parametry techniczne sieci, lokalizacje stacji bazowych oraz liczba komórek (sektorów). Muszą one zostać dobrane w taki sposób, aby spełniać wymagania projektowe sieci radiowej: w zakresie pokrycia powierzchniowego – pokrycia zasięgiem sieci obszaru wskazanego przez jednostkę samorządu terytorialnego, w zakresie pojemności – pojemność sieci na poziomie pozwalającym na prawidłowe funkcjonowanie wszystkich usług w sieci, wymagania koordynacji transgranicznej (w rejonach przygranicznych), doboru częstotliwości do poszczególnych stacji a także analizy zakłóceń interferencyjnych między stacjami.

Przed przystąpieniem do etapu planowania (przygotowania dokumentacji do zamówienia publicznego) jednostka samorządowa powinna dysponować kluczowymi informacjami dotyczącymi projektu. Wynikają one z poprzednich działań na etapie przygotowania projektu i na etapie dialogu konkurencyjnego. W szczególności istotna jest znajomość:

- obszaru planowania sieci:
 - przedstawionego w postaci map, rysunków, konturów, na przykład w postaci warstw wektorowych,
 - miejsc wyłączonych z planowania lub o niższej ważności,
 - wykaz budynków wymagających zaplanowania pokrycia siecią wewnątrzbudynkową – potrzebne będą również szczegółowe plany architektoniczne tych obiektów w formie dokumentacji fotograficznej lub plików CAD,
 - miejscach spodziewanego dużego zagęszczenia użytkowników lub urządzeń takich jak np. czujniki, kamery, sterowniki,
- potencjalnych lokalizacji stacji bazowych – istniejące maszty i budynki wyposażone w infrastrukturę światłowodową, przyłącze energetyczne, o znany współrzędnych geograficznych i wysokości całkowitej nad poziomem terenu,
- sposobu wykorzystywania sieci:
 - maksymalna liczba użytkowników lub urządzeń,
 - szacowane przepływności potrzebne do prawidłowego funkcjonowania usług.
- możliwe do wykorzystania kanały radiowe i parametry stacji w kontekście uwzględnienia wymagań Krajowej Tabeli Przeznaczeń Częstotliwości, planów zagospodarowania częstotliwości i wymagań koordynacji transgranicznej.

Planowanie rozpoczyna się od oszacowania pokrycia obszaru zasięgiem sieci. Obliczenia wykonane z wykorzystaniem odpowiednich zweryfikowanych modeli propagacyjnych, szczegółowych map wysokości terenu oraz map pokrycia terenu, pozwolą na oszacowanie liczby potrzebnych stacji bazowych oraz sektorów. Następnie należy przeprowadzić weryfikację wyników szacowania oraz dokonać optymalizacji zgodnej z potrzebami uwzględniając istniejące ograniczenia związane z wymaganiami odnośnie warunków wykorzystania częstotliwości na poziomie krajowym i międzynarodowym. Po uzyskaniu zadowalającego zasięgu sieci i ograniczeń wynikających z warunków wykorzystania częstotliwości następuje etap doboru częstotliwości do poszczególnych stacji, optymalizacji pojemności i analizy wzajemnych interferencji między stacjami. Sprawdzane są parametry łącza, zakłócenia wewnątrz sieci, przepływność

łącza, poziomy zakłóceń interferencyjnych a następnie prowadzona jest końcowa optymalizacja. Ostatnim etapem jest weryfikacja czy nie są przekraczane poziomy natężenia pola elektromagnetycznego w miejscach dostępnych dla ludności ze względu na ochronę przed promieniowaniem (wymagania PEM).

Wykonawca projektu sieci, ze względu na znaczące koszty najprawdopodobniej będzie wyznaczony w trybie przetargu nieograniczonego (zgodnie z PZP). Przed rozpoczęciem projektowania sieci radiowej warto rozważyć dwie ścieżki postępowania:

- przeprowadzenie odrębnego postępowania na projekt sieci radiowej, uzyskanie stosownych pozwoleń na budowę (o ile są wymagane) i późniejsza realizacja budowy sieci jako osobne zamówienie publiczne zgodnie z opracowanym projektem (spis stacji bazowych, komórek, parametry projektowanej sieci) lub
- postępowanie w trybie zaprojektuj i zbuduj – wykonawca najpierw projektuje sieć, a następnie uzyskuje pozwolenia na budowę (o ile są wymagane) i buduje ją zgodnie z powstałym projektem.

Przeprowadzenie postępowania w pierwszy sposób prowadzi do uzyskania właściwego, spełniającego wszystkie wymagania projektu radiowego, który pozwala następnie na precyzyjne oszacowanie kosztów budowy zaprojektowanej sieci przez potencjalnych wykonawców i konkurowanie niższymi kosztami budowlanymi na etapie jej wykonania, jest więc bezpieczne z punktu widzenia jakości zaprojektowanej sieci oraz konkurowania w postaci minimalizacji kosztów jej budowy przez oferentów choć koszty rzetelnego i dokładnego zaprojektowania mogą być w tym przypadku dość wysokie.

Postępowanie w drugim trybie jest wygodniejsze z punktu widzenia Zamawiającego, rodzi jednak ryzyka w postaci niedoszacowania kosztów projektowania i budowy przez Oferenta na etapie przetargu – celem złożenia konkurencyjnej oferty, który po wygranym przetargu może starać się w takiej sytuacji zminimalizować koszty wykonania kontraktu przez zaprojektowanie sieci o niższej jakości i niższych kosztach oznaczające ryzyko niespełnienia oczekiwanych wymagań Zamawiającego. W skrajnym przypadku może wystąpić nawet sytuacja budowy sieci o złej, niedostatecznej jakości na podstawie złego projektu, której koszty mieszczą się w budżecie wygrywającej oferty lub w przypadku dokładnej kontroli i weryfikacji projektu sieci przez Zamawiającego odstąpienie Wykonawcy od umowy w związku ze zbyt wysokimi kosztami realizacji takiego projektu, które zostały niedoszacowane na etapie przetargu a w efekcie niewykonanie kontraktu.



10 Przygotowanie przetargu
na planowanie sieci



11 Szacowanie zasięgu,
wstępna optymalizacja



12 Optymalizacja
pojemności sieci



13 Projekt jako podstawa
do budowy sieci



2.4. Budowa sieci

System zamówień publicznych opisuje szczegółowe procedury, według których zamawiający mogą dokonywać zakupów. Zamówienia publiczne są sformalizowane. Zarówno zamawiający, jak i wykonawca muszą działać w określony sposób i spełniać wymagania zdefiniowane w przepisach.

Podstawowym aktem prawnym regulującym system zamówień publicznym w Polsce jest Prawo zamówień publicznych (PZP). Przepisy dotyczące zamówień publicznych muszą stosować między innymi zamawiający publiczni, na przykład organy władzy publicznej, samorządy, sądy, zakłady opieki zdrowotnej, uczelnie, administracja. W przypadku jednostek samorządu terytorialnego prawo zamówień publicznych dotyczy kategorii tzw. zamówień klasycznych, jeżeli wartość udzielanego zamówienia jest równa co najmniej kwocie 130 000 złotych netto.

Przygotowanie dokumentacji przetargowej obejmuje, między innymi:

- specyfikację warunków zamówienia, tzw. SWZ,
- opis przedmiotu zamówienia (OPZ),
- określenie wymagań technicznych i jakościowych,
- podanie czasu realizacji inwestycji,
- określenie wymaganej gwarancji wykonanej usługi,
- określenie kosztorysu inwestycji i kwoty przeznaczonej na zakup,
- podanie kryteriów oceny ofert,
- opublikowanie projektowanych postanowień umowy (PPU).

Po zakończeniu procedury przetargowej i wybraniu wykonawcy można rozpocząć proces inwestycyjny, obejmujący projekt sieci i/lub jej budowę. W tym celu należy opracować najpierw dokumentację projektową (o ile nie została opracowana w osobnym postępowaniu) a w kolejnych budowę, testy i odbiory.

Prace projektowe dotyczące budowy obiektów, zwłaszcza wymagających pozwoleń budowlanych powinny być wykonane przez osoby o odpowiednich uprawnieniach budowlano-projektowych, w zależności od wybranego rozwiązania dotyczącego miejsca posadowienia masztu, obejmować mogą też np. analizę nośności stropów w przypadku instalacji masztu w istniejącej lokalizacji (np. płaski dach budynku), lub budowę fundamentu pod maszt i zabezpieczenia konstrukcyjne masztu.

Infrastruktura sieci radiowego dostępu montowana jest zazwyczaj częściowo w serwerowni (serwery, przełączniki, sieć szkieletowa, moduł pasma podstawowego (baseband unit, BBU), odbiornik GPS, itp.) lub dedykowanym zamkniętym i chłodzonym kontenerze, a częściowo na dachu lub maszcie (anten, głowice radiowe).

Prace projektowe wymagane są również w celu wykonania przyłączy energetycznych, instalacji zabezpieczającej (zasilacze awaryjne, agregaty prądotwórcze) i przyłącza światłowodowego (o ile są wymagane). Również niezbędne jest zapewnienie instalacji przeciwpożarowej oraz zapewnienie odpowiedniego chłodzenia w pomieszczeniach w których umieszczane będą urządzenia serwerowo-sieciowe.

Po wykonaniu stosownych projektów wykonawca danego zadania przystępuje do ich wykonania. W zależności od przyjętego rozwiązania zapisanego w umowie, zarządzanie dostawami materiałów i ich składowaniem, jest po stronie wykonawcy lub inwestora.

W przygotowanych pomieszczeniach zainstalowana zostanie infrastruktura sieciowa, a na masztach umieszczone zostaną głowice radiowe oraz anteny. Głowice radiowe połączone są światłowodem z BBU umieszczonym w serwerowni lub dedykowanym pomieszczeniu. Najczęściej zasilanie głowic radiowych jest doprowadzone również z wnętrza budynku lub stojącego obok masztu kontenera. Wielu producentów wymaga zasilania głowic prądem stałym.

Po każdym etapie zakończonych prac powinny być wykonane testy techniczne, takie jak weryfikacja poprawności funkcjonowania infrastruktury zasilającej i urządzeń telekomunikacyjnych.

Po zakończeniu realizacji budowy przeprowadzany jest odbiór techniczny poszczególnych elementów. Po pozytywnej weryfikacji zgodności wykonania prac według założeń projektowych i usunięciu usterek, można przystąpić do uzyskania pozwolenia na użytkowanie lub użytkowania po zgłoszeniu zakończenia prac (zależnie od specyfiki projektu budowlanego). W zakresie prywatnej sieci 5G konieczne jest także zawarcie odpowiednich zapisów, już na etapie przygotowywania OPZ, dotyczących wymaganych testów odbiorowych sieci oraz ich wykonawców. Testy takie jak, np. przyłączenie do sieci, pobieranie i wysyłanie danych, pomiar przepływności, określenie rzeczywistego zasięgu sieci mogą być wykonywane zarówno przez wykonawcę, jak i JST lub zlecone zewnętrznej organizacji.

Po ukończeniu projektu sieci radiowej, kiedy znane są już dokładne parametry budowanych stacji bazowych należy pozyskać pozwolenia radiowe w Urzędzie Komunikacji Elektronicznej. Zostało to szczegółowe w raporcie, do którego niniejszy plan ramowy jest załącznikiem.



14 Opracowanie
dokumentacji i przetarg



15 Projekt
budowy



16 Realizacja budowy
i pozwolenia radiowe

17 Testy
i odbiory



2.5. Pomiary natężenia pola elektrycznego

Kluczowym aspektem związanym z użytkowaniem nowej inwestycji radiowej jest spełnienie wymagań prawnych regulujących dopuszczalne poziomy pól elektromagnetycznych w środowisku. W myśl ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska² art. 122a ust. 1 po uruchomieniu urządzenia emitującego pola elektromagnetyczne (tj. stacji bazowej) konieczne jest przeprowadzenie pomiarów natężenia pola elektrycznego. Ustawa zwalnia z tego obowiązku instalacje o mocy promieniowanej izotropowo (EIRP) poniżej 15 W.

W celu zapobieżenia sytuacjom, w których na etapie pomiarów wystąpi przekroczenie poziomów pól elektromagnetycznych przekraczających dopuszczalne normy, stosownym jest dokonanie szacowania teoretycznego poziomów pól pochodzących od poszczególnych stacji w miejscach dostępnych dla ludności za pomocą stosownych modeli analitycznych. Takie działanie powinno być kończącym elementem projektu sieci radiowej. W takiej sytuacji realizacja pomiarów i ich raportowanie pozostanie wymogiem formalno-prawnym lecz nie będzie powodować powstania zagrożenia w postaci niemożności praktycznego korzystania z wybudowanej sieci w sytuacji przekroczenia norm promieniowania lub konieczności korygowania jej parametrów emisyjnych po uruchomieniu stacji.

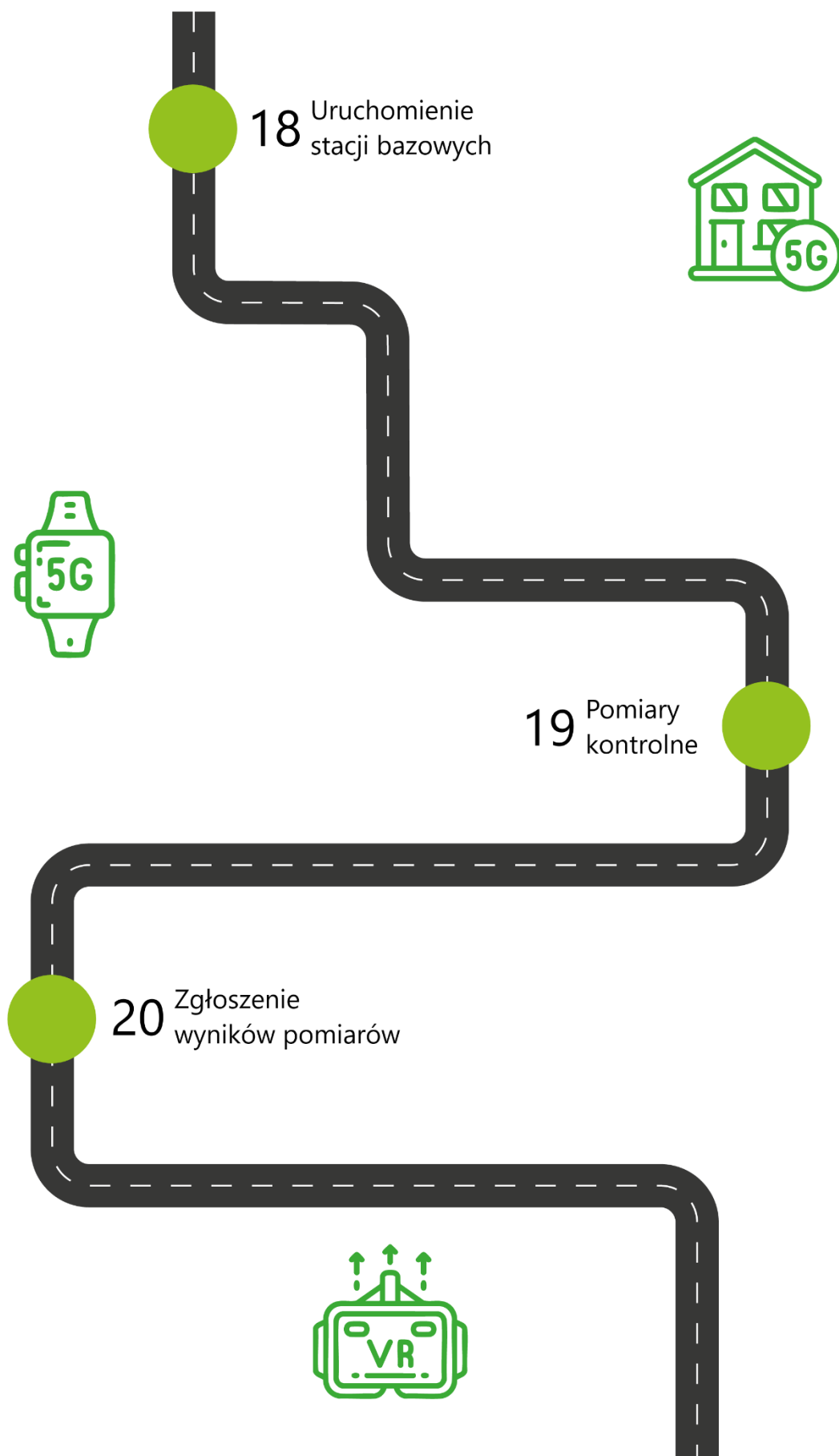
Po uruchomieniu stacji bazowych przeprowadzane są pomiary natężenia pola elektrycznego (składowa pola elektromagnetycznego). Pomiary te muszą być wykonywane przez laboratoria, które otrzymały akredytację Polskiego Centrum Akredytacji (np. Laboratorium Badań EMC w Zakładzie Kompatybilności Elektromagnetycznej Instytutu Łączności – PIB we Wrocławiu, nr akredytacji AB 666)³. Wyniki pomiarów należy dostarczyć w formie elektronicznej, podpisane podpisem elektronicznym (nie skany dokumentów papierowych), wojewódzkiemu inspektorowi ochrony środowiska i państwowemu wojewódzkiemu inspektorowi sanitarnemu w terminie 30 dni od dnia wykonania pomiarów.

W przypadku stwierdzenia przekroczeń dopuszczalnego poziomu natężenia pola elektrycznego, konieczne może okazać się obniżenie mocy lub zmiana pochylenia anten wybranych stacji bazowych. W oparciu o doświadczenie Instytutu Łączności – PIB oraz wyniki pomiarów prezentowane w portalu SI2PEM⁴ można jednak stwierdzić, że przekroczenia dotyczą pojedynczych punktów pomiarowych w skali całego kraju i ryzyko wystąpienia takiej sytuacji jest znikome.

² Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska, Dz. U. 2001 nr 62 poz. 627, z późniejszymi zmianami

³ Pełna lista laboratoriów akredytowanych dostępna jest na stronie Polskiego Centrum Akredytacji, <https://www.pca.gov.pl/akredytowane-podmioty/akredytacje-aktywne/laboratoria-badawcze/> (dostęp: 20.12.2024)

⁴ SI2PEM, <https://si2pem.gov.pl/> (dostęp: 27.12.2024 r.)



2.6. Eksploatacja, Utrzymanie i Zarządzanie

Nowo zaprojektowana i uruchomiona sieć, wymaga nadzoru nad infrastrukturą oraz monitorowania wydajności, dostępności i jakości usług sieciowych. Najczęściej służy do tego zakupione w procesie inwestycyjnym oprogramowanie. Umożliwia ono zarządzanie użytkownikami i uruchomionymi czy uruchamianymi usługami. Możliwy jest stały monitoring wskaźników sieci, przykładowo przepustowości czy opóźnień sieci, a w przypadku spadku parametrów poniżej zdefiniowanego progu, wysyłanie automatycznych alertów do osób odpowiedzialnych za pracę sieci. Ma to szczególne znaczenie w przypadku aplikacji krytycznych, takich jak zarządzanie ruchem czy monitoring wideo.

Z punktu widzenia bezpieczeństwa wymagane jest regularne wykonywanie aktualizacji oprogramowania sprzętowego i systemów zabezpieczeń.

W ramach obowiązków zarządzanie siecią należy wykonywać regularne audyty bezpieczeństwa, aby zidentyfikować i usunąć potencjalne luki w zabezpieczeniach.

Utrzymanie odpowiedniego poziomu jakości sieci wymaga szeregu kluczowych działań. Konserwacji podlega infrastruktura fizyczna, w tym regularna inspekcja masztów, anten i urządzeń radiowych. Urządzenia należy regularnie oczyszczać z kurzu, brudu i innych zanieczyszczeń, które mogą wpływać na ich wydajność i trwałość. Dotyczy to nie tylko urządzeń radiowych, ale systemów zasilania awaryjnego czy klimatyzacji w pomieszczeniach technicznych.

Jak wcześniej wspomniano, w kontekście zarządzania siecią, kluczowe jest regularne instalowanie poprawek oraz aktualizacji oprogramowania dla rdzenia sieci, stacji bazowych i systemów zarządzania w celu zapewnienia optymalnej wydajności i bezpieczeństwa.

Przeglądy techniczne (audyt infrastruktury) realizowany są zgodnie z przyjętym harmonogramem gwarancyjnym konserwacyjnym.

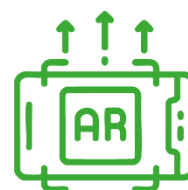
Aspektem, którego nie można pominąć to reagowanie na wystąpienie awarii i ich usuwanie. Należy wdrożyć system zgłoszeń problemów technicznych. Warto wymagać od dostawcy posiadanie własnego zespołu serwisowego, dostępnego w trybie 24/7 w przypadku awarii krytycznych lub podpisanie umowy z takim serwisem. Warto także rozważyć po okresie gwarancji zawarcie długoterminowych umów z odpowiednimi serwisami lub producentem sprzętu, gwarantujących wykonanie usługi naprawczej w bardzo krótkim czasie od wystąpienia awarii i jednocześnie bez tworzenia własnego zaplecza technicznego.

Wraz z uzyskaniem pozwoleń radiowych oraz rozpoczęciem użytkowania częstotliwości należy wносить co kwartał opłaty za prawo do dysponowania częstotliwościami na rachunek UKE, zgodnie z aktualnymi regułami i stawkami.⁵

⁵ Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 6 grudnia 2013 r. w sprawie rocznych opłat za prawo do dysponowania częstotliwością ze zm.



21 Rozpoczęcie korzystania z sieci



22 Konserwacja i utrzymanie



23 Serwis i usuwanie awarii

