

Oznaczenie sprawy (numer referencyjny):

**CRZP/209/009/D/22, ZP/50/WETI/22**

**Załącznik nr 4I-III do SWZ**

## **OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA**

Przedmiotem zamówienia jest **dostawa aparatury pomiarowej i urządzeń radiowych dla Wydziału Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki Politechniki Gdańskiej na potrzeby projektu "Krajowe laboratorium sieci i usług 5G wraz z otoczeniem"**

Zamawiający podzielił przedmiot zamówienia na trzy (3) części:

Część 1: Dostawa wielotorowego emulatora kanału radiowego

Część 2: Dostawa analizatora widma z funkcją analizy sygnałów 4G/5G

Część 3: Dostawa skanera radiowego do terenowych pomiarów parametrów sygnałów sieci 4G i 5G

Wykonawca może złożyć ofertę na dowolnie wybrane przez siebie części zamówienia. Zamawiający dopuszcza możliwość udzielenia zamówienia w częściach więcej niż jednemu Wykonawcy. Zamawiający nie określa maksymalnej liczby części, na które zamówienie może zostać udzielone temu samemu Wykonawcy.

Zamawiający wymaga, aby Przedmiot zamówienia w każdej części postępowania był fabrycznie nowy, kompletny o wysokim standardzie zarówno pod względem jakości wykonania, jak również funkcjonalności, wolny od wad materiałowych i konstrukcyjnych, bez wcześniejszej eksploatacji i nie może być przedmiotem praw osób trzecich.

Oferowane komputery i monitory muszą spełniać wymagania dotyczące oceny zgodności wynikające z ustawy z dnia 30 sierpnia 2002 roku o systemie oceny zgodności (t.j. Dz.U. z 2021 r., poz. 1344).

Zamawiający będzie badał zgodność wymaganych cech oferowanych urządzeń wyłącznie w zakresie tych, które zostały ujęte w specyfikacji technicznej SWZ. Dla potrzeb badania Zamawiający wymaga dostarczenia dokumentacji technicznej.

Kody wg klasyfikacji Wspólnego Słownika Zamówień (CPV):

Część 1: 32000000-3 Sprzęt radiowy, telewizyjny, komunikacyjny, telekomunikacyjny i podobny 32344210-1 Sprzęt radiowy

Część 2: 38433300-2 Analizatory widma, 38540000-2 Maszyny i aparatura badawcza i pomiarowa

Część 3: 38520000-6 Skanery 32344210-1 Sprzęt radiowy, 38540000-2 Maszyny i aparatura badawcza i pomiarowa

### **Część 1: Dostawa wielotorowego emulatora kanału radiowego**

Na przedmiot zamówienia składa się wielotorowy emulator kanału radiowego razem z komputerem sterującym.

Parametry techniczne emulatora kanału radiowego:

- Liczba portów RF: min. 8, wszystkie porty dwukierunkowe Tx/Rx, typ złączy: N, SMA lub 3,5mm, impedancja 50 om z VSWR<2 w całym zakresie częstotliwości;
- Liczba kanałów: min. 8 niezależnych torów sygnałów konfigurowanych pomiędzy dowolnymi portami RF;
- Zakres częstotliwości pracy: min. 450 MHz – 5,9 GHz;
- Zakres mocy sygnałów wejściowych: do min. +15 dBm;
- Zakres mocy sygnałów wyjściowych: min. -100 dBm do -10 dBm;
- Szerokość pasma kanału radiowego: min. 100 MHz;
- EVM sygnałów po przejściu przez emulator:  $\leq -40$  dB RMS;
- Możliwość skonfigurowania jednocześnie dwóch częstotliwości pracy (częstotliwości środkowych emulowanego kanału radiowego – RF local oscillator) do testowania urządzeń z dupleksem częstotliwościowym (FDD);
- Obsługa konwersji częstotliwości sygnałów;
- Możliwość emulacji propagacji sygnałów radiowych w kanałach z propagacją wielodrogową, zanikami szybkimi i wolnymi, efektem Dopplera, wbudowane profile kanałów ze specyfikacji 3GPP (LTE, 5G-NR), możliwość definiowania własnych profili propagacji wielodrogowej i konfigurowania parametrów emulowanych kanałów;

- Liczba emulowanych ścieżek propagacji wielodrogowej: min. 24 na każdy zdefiniowany kanał, emulacja ścieżek ze stałym i zmiennym opóźnieniem, emulacja procesu pojawiania się/znikania ścieżek (birth-death process);
- Generator zaników: rozkład Rayleigha, Ricea, Nakagamiego, Lognormal, Suzuki;
- Emulacja tłumienia propagacyjnego, w zakresie min. 40 dB;
- Emulacja efektu Dopplera: do min.  $\pm 1,5$  MHz przesunięcia częstotliwości;
- Emulacja efektu cienia radiowego (shadowing);
- Wbudowany generator szumu (AWGN);
- Emulacja ruchu terminali (UE), w tym zmiana opóźnienia propagacyjnego w czasie;
- Emulacja opóźnienia propagacyjnego w kanałach radiowych, zakres min. do 1 ms;
- Możliwość emulacji propagacji w kanałach skorelowanych MIMO, min. 16 torów (np. 4x2, 2x4, 4x4) z konfigurowanym stopniem korelacji parametrów kanałów;
- Wykonanie: urządzenie stacjonarne, do pracy w warunkach laboratoryjnych, z własną obudową i zasilaniem 230V;
- Sterowanie: z zewnętrznego komputera PC (interfejs Ethernet/IP);
- Dedykowane oprogramowanie sterujące: możliwość definiowania scenariuszy testowych, w tym geometrii trasy propagacyjnej i rozmieszczenia oraz ruchu terminala ruchomego (UE) względem stacji bazowej (eNB/gNB);
- Możliwość zdalnego sterowania urządzeniem przy użyciu komend SCPI lub rozwiązania równoważnego (interfejs Ethernet/IP), bez konieczności stosowania dedykowanego oprogramowania firmowego;

Parametry techniczne komputera sterującego:

Komputer stacjonarny, procesor x86 architektura 64-bit, wydajność w teście PassMark min. 20000 pkt, min. 32 GB pamięci RAM, dysk twardy typu SSD o pojemności min. 500 GB, 2x karta sieciowa gigabit Ethernet, zintegrowana z procesorem bądź niezależna karta graficzna z min. dwoma cyfrowymi wyjściami sygnału wizyjnego, parametry techniczne i wersja systemu operacyjnego stosowna

**Krajowe laboratorium sieci i usług 5G wraz z otoczeniem**  
*Projekt współfinansowany z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego*

do wymagań oprogramowania sterującego zaoferowanego emulatora kanału.  
Monitor o przekątnej min. 26" i rozdzielczości min. full HD ze złączem/złączami sygnału wejściowego kompatybilnymi z kartą graficzną zaoferowanego komputera (wraz z przewodem/przewodami sygnałowymi).

Do zestawu musi zostać dołączona bezprzewodowa klawiatura (z polem numerycznym) oraz bezprzewodowa mysz (komunikacja myszy i klawiatury z użyciem jednego odbiornika radiowego ze złączem typu USB-A).

Wymagana gwarancja: co najmniej 24 miesiące.

## Część 2: Dostawa analizatora widma z funkcją analizy sygnałów 4G/5G

Wymagane parametry techniczne:

- Zakres częstotliwości: min. 100 kHz – 30 GHz;
- Krok nastaw częstotliwości: nie gorszy niż 1 Hz;
- Złącze sygnałów RF: koncentryczne, 50 om, typu K 2,92 mm lub APC 3,5 mm;
- Maksymalny poziom sygnałów RF na wejściu: nie mniej niż +20 dBm;
- Średni poziom szumów (DANL): <-130 dBm dla 1 Hz RBW, w całym paśmie częstotliwości powyżej 10 MHz;
- Dynamika: min. 100 dB;
- Szumy fazowe: < -100 dBc/Hz, mierzone w odległości 10 kHz od nośnej 1 GHz;
- Dokładność pomiaru poziomu mocy sygnałów: nie gorsza niż  $\pm 2$  dB w całym paśmie przy pomiarach w zakresie temperatur 20-30°C i nie gorsza niż  $\pm 3,5$  dB w całym zakresie temperatur pracy urządzenia;
- Szerokość pasma RBW: min. od 1 Hz do 5 MHz;
- Szerokość pasma VBW: min. od 1 Hz do 5 MHz;
- Liczba punktów przemiatania częstotliwości: konfigurowana w zakresie co najmniej 101 do 10001;
- Liczba ścieżek (wyświetlanych naraz pomiarów aktualnych i zapamiętanych): min. 3
- Liczba kursorów pomiarowych: min. 6

- Funkcja analizatora widma czasu rzeczywistego (RTSA), z pasmem analizy min. 100 MHz;
- Minimalny czas detekcji (POI) w trybie RTSA: <10 us;
- Funkcja pomiaru zajętości pasma (occupied bandwidth);
- Funkcja pomiaru mocy i gęstości widmowej mocy w kanale (channel power/power density);
- Funkcja pomiaru mocy sygnałów w kanałach sąsiednich (adjacent channel power ratio);
- Spektrogram (wykres zmian gęstości mocy w funkcji widma w czasie);
- Funkcja monitorowania interferencji (zmiana widma sygnałów w czasie);
- Funkcja pomiaru natężenia pola elektromagnetycznego (EMF – pomiar poziomu sygnałów radiowych z wyświetlaniem wyników w jednostkach natężenia pola elektrycznego i gęstości powierzchniowej mocy), praca w całym zakresie częstotliwości urządzenia;
- Możliwość tworzenia map zasięgu na podstawie serii pomiarów poziomów i parametrów sygnałów w terenie, funkcja może być realizowana z użyciem oprogramowania na zewnętrznym komputerze sterującym;
- Możliwość rejestracji próbek sygnałów (I/Q) w wewnętrznej pamięci, pasmo min. 100 MHz, rozdzielczość min. 16 bit;
- Pomiar parametrów sygnałów w technologii 4G/LTE, tryb TDD i FDD, obsługa kanałów o szerokości 1,4 MHz, 3MHz, 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz, 20 MHz. Demodulacja i prezentacja danych z kanałów sterujących, pomiar poziomu mocy sygnałów sterujących (PBCH), synchronizacyjnych (SS) i referencyjnych do demodulacji (RS), pomiar parametrów modulacji (EVM, błędy częstotliwości i czasu), możliwość prezentacji zajętości bloków zasobów w sygnale stacji bazowej;
- Pomiar parametrów sygnałów w technologii 5G/NR, tryb TDD i FDD, obsługa kanałów o szerokościach od 5 MHz do 100 MHz. Demodulacja i prezentacja danych z kanałów sterujących, pomiary poziomów sygnałów w kanałach sterujących, synchronizacyjnych i referencyjnych, pomiary wskaźników jakościowych (RSRP, RSRQ, SINR). Pomiar parametrów modulacji (EVM,

błędy częstotliwości i czasu), pomiar masek emisji. Obsługa agregacji nośnych.

- Odbiornik GNSS do synchronizowania pracy analizatora w zakresie, jaki jest niezbędny do pomiaru parametrów sygnałów 4G/5G oraz rejestrowania lokalizacji punktów pomiarów;
- Wejście i wyjście sygnału referencyjnego 10 MHz do synchronizowania pracy urządzenia;
- Zdalne sterowanie wszystkimi funkcjami urządzenia: Ethernet min. 100Mb/s + USB TMC, protokół SCPI;
- Obsługa pamięci zewnętrznej: złącze USB typu A do pamięci USB;
- Wykonanie: urządzenie przenośne, zakres temperatur pracy min. 0 do +50 °C;
- Wyświetlacz min. 8" LCD lub LED, kolorowy;
- Zasilacz AC 230V (przewód/przewody połączeniowe w zestawie);
- Możliwość zasilania z instalacji samochodowej 12V (zasilacz/przewód podłączeniowy w zestawie);
- W zestawie: dwa akumulatory, czas pracy na jednym akumulatorze: min. 2h.
- Torba, etui lub pasek do trzymania urządzenia w trakcie pomiarów;
- Wyposażenie dodatkowe: kalibrowana antena odbiorcza do pomiarów natężenia pola (EMF), praca w zakresie min. 100 MHz – 30 GHz, wymagana kompatybilność z analizatorem widma w zakresie współczynników kalibracyjnych (współczynniki znane, możliwe do wprowadzenia do analizatora widma lub odczytywane automatycznie przez analizator z sondy pomiarowej EMF przez interfejs USB lub dedykowany interfejs obsługi sond pomiarowych);
- Gwarancja na analizator i antenę: co najmniej 24 miesiące, wymagana gwarancja na akumulatory: co najmniej 12 miesięcy;
- Instrukcja obsługi w języku polskim lub angielskim, instrukcja może być dostarczona w wersji elektronicznej;
- Instrukcja programowania z opisem protokołu sterującego (SCPI) w języku polskim lub angielskim, instrukcja może być dostarczona w wersji elektronicznej;
- Świadectwo wzorcowania/sprawdzenia analizatora widma i anteny EMF;



- Wymagania: opcjonalnie zaoferowana dodatkowa kalibracja musi być realizowana w formie usługi „door to door” – odbiór urządzenia do kalibracji z siedziby Zamawiającego (więcej informacji zamawiający zamieścił w rozdziale XIV SWZ Opis kryteriów oceny ofert wraz z podaniem wag tych kryteriów, i sposobu oceny ofert)

### **Część 3: Dostawa skanera radiowego do terenowych pomiarów parametrów sygnałów sieci 4G i 5G**

Przedmiot zamówienia jest skaner radiowy do terenowych pomiarów parametrów sygnałów sieci 4G i 5G

Wymagane parametry techniczne:

- Zakres częstotliwości pomiarowych: FR1 min. 400 MHz – 6 GHz, FR2 min. 26-30 GHz, obsługa pasma FR2 może być realizowana przez dołączany konwerter częstotliwości (w przypadku zastosowania konwertera częstotliwości wymagane dostarczenie przewodów zasilających i sygnałowych);
- Dekodowanie i pomiary parametrów radiowych sygnałów w technologiach: LTE (FDD i TDD), LTE cat. M, LTE cat. NB, 5G-NR (FDD i TDD), możliwość pomiarów i rejestracji danych jednocześnie w wielu technologiach, możliwość pomiaru jednocześnie w całym paśmie pracy urządzenia, dekodowanie informacji systemowych (MIB/SIB);
- Pomiar mocy sygnałów: od progu czułości w danej technologii do min. -10 dBm, niepewność pomiaru poziomu mocy sygnałów: < 1,5 dB w całym paśmie pracy urządzenia;
- Rejestracja wyników pomiarów wraz z lokalizacją punktu pomiarowego (wbudowany odbiornik nawigacji satelitarnej GNSS);
- Pomiary zależności czasowych między sygnałami w odniesieniu do wzorca czasu GNSS;
- Prezentacja wyników i sterowanie: zewnętrzny komputer PC, podłączenie przez LAN/Ethernet;

**Krajowe laboratorium sieci i usług 5G wraz z otoczeniem**  
*Projekt współfinansowany z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego*



Fundusze Europejskie  
Inteligentny Rozwój



Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Europejski Fundusz  
Rozwoju Regionalnego



- Oprogramowanie do sterowania i wizualizacji danych: Do uruchomienia na komputerze PC z systemem operacyjnym Windows 10 lub kompatybilnym;
- Możliwość sterowania skanerem przez LAN/Ethernet przy użyciu komend SCPI bez konieczności stosowania dedykowanego oprogramowania, dokumentacja programistyczna (API) dostępna w wersji papierowej lub elektronicznej;
- Wykonanie: urządzenie do testów terenowych, przenośne/przewoźne, zakres temperatur pracy min. 0-50 °C;
- Możliwość zasilania skanera radiowego oraz opcjonalnego konwertera częstotliwości na pasmo FR2 z zewnętrznego akumulatora (jednostki akumulatorowej) wykonanego w technologii Li-Ion (w zestawie 2 akumulatory, przewody połączeniowe, dedykowany zasilacz do ładowania akumulatorów);
- Możliwość zasilania z instalacji samochodowej 12V (zasilacz/przewód podłączeniowy w zestawie);
- Możliwość zasilania z sieci 230V (zasilacz w zestawie);
- Wymagana gwarancja: co najmniej 24 miesiące (akumulator: co najmniej 12 miesięcy);

#### Wyposażenie dodatkowe:

- Antena pomiarowa na pasmo FR1 (min. 400 MHz – 6 GHz), dookólna, wykonanie: mocowanie magnetyczne (np. na dach samochodu) + przewód pomiarowy o długości min. 2m, złącza: odpowiednie do zaoferowanej anteny i skanera (1 szt);
- Antena pomiarowa na pasmo FR2 (min. 26,5 GHz – 30 GHz), dookólna, wykonanie: możliwość montażu na maszcie (opcjonalne mocowanie magnetyczne np. na dachu samochodu) + przewód pomiarowy min. 2m, złącza: odpowiednie do zaoferowanej anteny i skanera (konwertera częstotliwości) (1 szt);
- Maszt do stacjonarnej instalacji w/w anten w terenie (1 szt);
- Antena pomiarowa na pasmo FR2 (min. 26 GHz – 30 GHz), kierunkowa, z wbudowanym przedwzmacniaczem, ręczna z dołączonym przewodem

**Krajowe laboratorium sieci i usług 5G wraz z otoczeniem**  
*Projekt współfinansowany z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego*



zasilającym i sygnałowym RF, złącza: odpowiednie do zaoferowanej anteny i skanera;

- Antena odbiorcza GNSS;
- **Komputer typu laptop**, procesor x86 architektura 64-bit, wydajność w teście PassMark min. 20000 pkt, pamięć RAM min. 32GB, dysk SSD min. 500 GB, wyświetlacz 15" rozdzielczość min. 1920x1080, wbudowana karta sieciowa gigabit Ethernet z obsługą ramek typu jumbo frames, wbudowana karta bezprzewodowa min. WiFi5, min. 3 porty USB 3.0, wstępnie zainstalowany system operacyjny kompatybilny z oprogramowaniem skanera radiowego:
  - obsługa protokołu RDP w trybie klienta i hosta
  - funkcja szyfrowania dysku
  - usługa dołączenia do domeny systemu Windows Server
  - obsługa pakietów językowych
  - możliwość uruchomienia, obsługa i wsparcie techniczne dla zaoferowanego systemu operacyjnego świadczone przez producentów oprogramowania użytkowanego przez Politechnikę Gdańską: National Instruments LabView, Siemens NX, Siemens SolidEdge, Autodesk AutoCAD, Autodesk Inventor, Autodesk 3Ds MAX, Adobe Design, Adobe Photoshop, CorelDraw, CorelCAD, Microsoft Office, Microsoft Visio, Microsoft Project, Vmware Vsphere Client

Komputer musi odpowiadać także wymaganiom zdefiniowanym przez producenta oprogramowania do zbierania i prezentacji danych ze skanera.