

Zamówienie współfinansowane ze środków Unii Europejskiej w ramach Działania 4.2. Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020 projekt pt. „Polska Sieć Laboratoriów EMC (EMC – LabNet)”  umowa nr POIR.04.02.00-02-A007/16

Załącznik nr 6

**DOSTAWA, MONTAŻ I URUCHOMIENIE STANOWISKA DO BADANIA SYSTEMÓW ANTENOWYCH INSTALOWANYCH W STATKACH POWIETRZNYCH**

1. **INFORMACJE OGÓLNE**

Przedmiot zamówienia stanowi stanowisko pomiarowe przeznaczone do badania systemów antenowych (AUT – ang. *Antenna Under Test*, EUT – ang. *Equipment Under Test*) instalowanych w statkach powietrznych. Stanowisko to składa się z: antenowej komory bezodbiciowej (punkt 2), składowych elementów jego systemu pomiarowego (punkty 3, 4 i 5), wektorowego analizatora obwodów (punkt 6) oraz testera systemów telekomunikacyjnych –
analizatora sygnałów (punkt 7), które w całości umożliwią realizację sferycznych pomiarów parametrów AUT/EUT (charakterystyki promieniowania i jej parametrów) z wykorzystaniem strefy bliskiej (ang. *near-field/spherical*).

1. ANTENOWA KOMORA BEZODBICIOWA
	1. Wewnętrzne rozmiary geometryczne komory (długość x szerokość x wysokość liczone pomiędzy metalowymi ścianami ekranowanej klatki): co najmniej 4,0 x 4,0 x 4,0 m.
	2. Zewnętrzne rozmiary geometryczne komory (długość x szerokość x wysokość): nie więcej niż 4,8 x 4,8 x 4,4 m.
	3. Skuteczność ekranowania komory: co najmniej 80 dB w paśmie częstotliwości od 400 MHz do 18 GHz.
	4. Wszystkie wewnętrzne powierzchnie komory powinny być wyłożone piramidalnymi, szerokopasmowymi absorberami mikrofalowymi o wysokości 18 cali.
	5. Zainstalowane wewnątrz komory absorbery powinny być trudnopalne i zgodne z wymaganiami unormowania NRL 8093, tests 1, 2 and 3.
	6. Droga od drzwi komory do pozycjonera AUT/EUT (ang. *Antenna Under Test*/*Equipment Under Test*) powinna być wykonana z absorberów podłogowych przeznaczonych do chodzenia.
	7. Komora powinna posiadać pojedyncze ekranowane drzwi o minimalnych rozmiarach geometrycznych (szerokość x wysokość): 1,0 m x 2,1 m.
	8. Komora powinna być wyposażona w co najmniej dwie lampy LED zapewniające odpowiednie oświetlenie pozycjonera AUE/EUT.
	9. Komora powinna być wyposażona w panele wentylacyjne typu plaster miodu.
	10. Komora powinna być wyposażona w zdejmowany panel przejściowy dla złączy przelotowych.
	11. Komora powinna być wyposażona w jednofazowy filtr zasilania 230 V o mocy znamionowej zapewniającej prawidłową pracę systemu pomiarowego i wewnętrznych źródeł światła.
	12. Wewnętrzna instalacja elektryczna komory powinna zostać wykonana przez Wykonawcę.
	13. Podłączenie zasilania elektrycznego do filtra zasilania na zewnątrz komory zostanie wykonane przez Zamawiającego.
	14. Komora powinna stanowić konstrukcję samonośną, która nie będzie opierana ani łączona ze ścianami i sufitem pomieszczenia.
2. SYSTEM SFERYCZNEGO POMIARU PARAMETRÓW AUT/EUT
	1. System powinien umożliwiać realizację sferycznych pomiarów parametrów AUT/EUT z wykorzystaniem strefy bliskiej (ang. *near-field/spherical*).
	2. Częstotliwościowy zakres pracy: od 400 MHz do 18 GHz.
	3. Zakres pracy z punktu 3.2 może być podzielony na podzakresy dla zapewnienia pokrycia całego wymaganego pasma częstotliwości, co oznacza możliwość zastosowania więcej niż jednego rodzaju anten pomiarowych stanowiących sondy (czujniki) pola elektromagnetycznego.
	4. System powinien być wykonany w postaci łuku z zainstalowanymi w jego konstrukcji co najmniej 30 antenami pomiarowymi dla zapewnienia szybkich sferycznych pomiarów charakterystyki promieniowania AUT/EUT. Jeżeli zgodnie z wymaganiem punktu 3.3 zostanie zastosowany więcej niż jeden typ anteny pomiarowej, to dla każdego podzakresu częstotliwości w łuku powinno być zainstalowanych co najmniej 30 anten pomiarowych każdego typu.
	5. Anteny pomiarowe powinny posiadać dwie polaryzacje liniowe.
	6. Konstrukcja łuku utrzymującego anteny pomiarowe powinna być pokryta absorberami mikrofalowymi w celu minimalizacji zjawiska odbicia fal radiowych.
	7. System powinien zawierać kanał referencyjny umożliwiający kompensację dryfu temperatury we wzmacniaczach i torach przewodowych.
	8. Pozycjoner AUT/EUT powinien zawierać rotator azymutu o dokładności kątowej co najmniej 0,03°.
	9. Pozycjoner powinien również umożliwiać względny ruch AUT/EUT w stosunku do pozycji anten pomiarowych łuku w taki sposób, aby proces zbierania danych nie był jedynie ograniczony do rozdzielczości kątowej (rozmieszczenia) układu anten pomiarowych. Ten względny ruch powinien być zautomatyzowany w stanowisku pomiarowym.
	10. Pozycjoner powinien zostać wyposażony w maszt wykonany z pianki dielektrycznej o niewielkiej przenikalności elektrycznej w celu zamontowania AUT/EUT w środku układu współrzędnych oraz dla zapewnienia właściwego środowiska pomiarowego badanych obiektów o małej kierunkowości.
	11. Wartość niepewności pomiaru zysku energetycznego dla 10 dBi AUT/EUT powinna być równa lub lepsza niż:
3. ±1,1 dB w paśmie częstotliwości od 400 MHz do 800 MHz;
4. ±0,6dB w paśmie częstotliwości od 800 MHz do 6 GHz;
5. ±0,7dB w paśmie częstotliwości od 6 GHz do 18 GHz.
	1. Powtarzalność dla dwóch kolejnych pomiarów zysku energetycznego powinna być lepsza niż ±0,3dB.
	2. Czas pomiaru dla pełnego skanowania sferycznego przy założeniu jednorodnej siatki kulistego układu współrzędnych wynoszącej około 11o w kątach *φ* oraz *θ*, powinien być krótszy niż 2 minuty dla 3 częstotliwości pomiarowych.
6. FUNKCJE PROGRAMOWE
	1. Stanowisko powinno zostać wyposażone w zestaw komputerowy, z systemem operacyjnym zgodnym z Windows 10, dedykowany do akwizycji i przetwarzania danych pomiarowych.
	2. Stanowisko powinno zostać wyposażone w profesjonalny i kompleksowy pakiet oprogramowania, który umożliwi w pełni zautomatyzowane zbieranie danych z systemu (punkt 3) z wykorzystaniem wektorowego analizatora obwodów (punkt 6), a także ich przetwarzanie i wizualizację w postaci charakterystyki promieniowania AUT/EUT i jej parametrów.
	3. Oprogramowanie akwizycji danych powinno zapewniać podgląd w czasie rzeczywistym charakterystyki promieniowania w płaszczyźnie łuku z antenami pomiarowymi, co oznacza podgląd diagramu charakterystyki promieniowania AUT/EUT w płaszczyźnie elewacji. Stwierdzenie „w czasie rzeczywistym” oznacza tu chwilowy widok pełnej charakterystyki promieniowania w płaszczyźnie elewacji, która pojawia się na ekranie komputera w czasie krótszym niż jedna sekunda i jest aktualizowana z tą szybkością w miarę postępu sekwencji pomiarowej.
	4. W procesie końcowego przetwarzania danych (ang. *post-processing*) oprogramowanie powinno umożliwić dla AUT/EUT:
	5. wyznaczenie kierunkowości;
	6. wyznaczenie zysku energetycznego;
	7. wyznaczenie sprawności promieniowania;
	8. wykreślanie charakterystyki promieniowania w układzie współrzędnych biegunowych, kartezjańskich i w widoku 3D;
	9. wybór i wykreślanie polaryzacji (w tym także eliptycznej).
	10. Oprogramowanie powinno zawierać moduł transpozycji danych z pola bliskiego do dalekiego, zapewniający:
	11. wizualizację współczynników fali;
	12. filtrowanie współczynników fali.
	13. Oprogramowanie powinno posiadać wbudowany interfejs API, umożliwiający bezpośrednią kontrolę nad siecią przełączników anten pomiarowych oraz pozycjonerem AUT/EUT. Funkcja ta ma zapewnić możliwość przygotowania własnego oprogramowania dla dowolnie kreowanych procesów pomiarowych z użyciem dodatkowej aparatury kontrolno-pomiarowej.
7. ANTENY REFERENCYJNE
	1. System powinien zostać wyposażony w szerokopasmowe referencyjne anteny tubowe (ang. *horn antennas*) pokrywające zakres częstotliwości pracy od 400 MHz do 18 GHz.
	2. Do anten referencyjnych powinny być dołączone dane o zysku i sprawności promieniowania w funkcji częstotliwości.
	3. Dane z punktu 5.2 powinny być ładowane do oprogramowania pomiarowego w celu zapewnienia szybkiego dostępu podczas procedury kalibracji zysku systemu pomiarowego.
8. WEKTOROWY ANALIZATOR OBWODÓW
	1. Wektorowy analizator obwodów powinien być w pełni kompatybilny z systemem sferycznego pomiaru parametrów AUT/EUT (punkt 3) i jego funkcjami programowymi (punkt 4).
	2. Zakres częstotliwości pracy: od 100 kHz do 20 GHz.
	3. Liczba portów: 2 (50 Ω, złącza 3.5 mm(m)).
	4. Wymagana dynamika przyrządu dla 10 Hz pasma pomiarowego, bez korekcji:
	5. 100 kHz do 1 MHz ≥ 100 dB;
	6. 1 MHz do 10 MHz ≥ 110 dB;
	7. 10 MHz do 100 MHz ≥ 115 dB;
	8. 100 MHz do 6 GHz ≥ 125 dB;
	9. 6 GHz do 20 GHz ≥ 120 dB.
	10. Czas przełączania pomiędzy kanałami: < 5 ms dla maksymalnie 2001 punktów.
	11. Liczba punktów pomiarowych: minimum 100 001 / krzywa.
	12. Pasma pomiarowe: 1 Hz – 1 MHz.
	13. Dokładność (bez interpolacji, pasmo 10 Hz, moc -10 dBm):

Dla pomiarów transmisyjnych:

100 kHz do 1 MHz

* 1. +5 dB do –35 dB ≤ 0.05 dB ≤ 0.5°;
	2. –35 dB do –50 dB ≤ 0.10 dB ≤ 1.0°;
	3. –50 dB do –60 dB ≤ 0.30 dB ≤ 5.0°;

1 MHz do 10 GHz;

* 1. +5 dB do –35 dB ≤ 0.05 dB ≤ 0.5°;
	2. –35 dB do –50 dB ≤ 0.06 dB ≤ 0.6°;
	3. –50 dB do –60 dB ≤ 0.10 dB ≤ 1.0°;

10 GHz do 20 GHz;

* 1. +5 dB do –35 dB ≤ 0.05 dB ≤ 0.5°;
	2. –35 dB do –50 dB ≤ 0.08 dB ≤ 0.8°;
	3. –50 dB do –60 dB ≤ 0.15 dB ≤ 1.5°.

Dla pomiarów odbiciowych (logarytmiczne):

100 kHz do 10 GHz

* 1. 0 dB ≤ 0.12 dB ≤ 1.1°;
	2. –3 dB ≤ 0.13 dB ≤ 1.1°;
	3. –6 dB ≤ 0.15 dB ≤ 1.2°;
	4. –15 dB ≤ 0.30 dB ≤ 2.1°;
	5. –25 dB ≤ 1.00 dB ≤ 5.5°;
	6. –35 dB ≤ 2.80 dB ≤ 17°;

10 GHz do 20 GHz;

* 1. 0 dB ≤ 0.12 dB ≤ 1.6°;
	2. –3 dB ≤ 0.25 dB ≤ 1.6°;
	3. –6 dB ≤ 0.30 dB ≤ 1.8°;
	4. –15 dB ≤ 0.60 dB ≤ 3.4°;
	5. –25 dB ≤ 1.60 dB ≤ 9.5°;
	6. –35 dB ≤ 4.50 dB ≤ 31°.
	7. Kierunkowość (wartość gwarantowana dla pasma pomiarowego 1 kHz i – 10 dBm):
	8. 9 kHz do 50 kHz ≥ 20 dB;
	9. 50 kHz do 4.5 GHz ≥ 30 dB;
	10. 4.5 GHz do 10 GHz ≥ 30 dB;
	11. 10 GHz do 20 GHz ≥ 25 dB.
	12. Dopasowanie źródła (wartość gwarantowana dla pasma pomiarowego 1 kHz i – 10 dBm):
	13. 9 kHz do 50 kHz ≥ 20 dB;
	14. 50 kHz do 4.5 GHz ≥ 30 dB;
	15. 4.5 GHz do 10 GHz ≥ 30 dB;
	16. 10 GHz do 20 GHz ≥ 25 dB.
	17. Moc wyjściowa:
	18. 100 kHz do 1 MHz –30 dBm do +8 dBm;
	19. 1 MHz do 10 MHz –30 dBm do +10 dBm;
	20. 10 MHz do 10 GHz –30 dBm do +12 dBm;
	21. 10 GHz do 15 GHz –30 dBm do +10 dBm;
	22. 15 GHz do 20 GHz –30 dBm do +8 dBm.
	23. Zasilanie: 230 VAC, 50 Hz.
	24. Przyrząd przygotowany do montażu w szafie rackowej 19”.
	25. Interfejsy komunikacyjne:
	26. LAN (złacze RJ-45);
	27. USB3.0 – minimum 2;
	28. USB 2.0 – minimum 4.
	29. Ekran: wbudowany, minimum 12,1”, kolorowy i dotykowy, WXGA oraz wyjście na zewnętrzny monitor DVI-D lub Display Port.
	30. Instrukcja obsługi w języku polskim lub angielskim.
	31. Gwarancja producenta 36 miesięcy (przyrząd fabrycznie nowy pochodzący z bieżącej produkcji).
1. TESTER SYSTEMÓW TELEKOMUNIKACYJNYCH –
ANALIZATOR SYGNAŁÓW
	1. Zakres częstotliwości pracy: 9 kHz – 6,2 GHz.
	2. Pasmo analizy w czasie rzeczywistym 40 MHz, 100% POI < 37 dla procesora i5 i 8 GB RAM sterownika, przetwornik 14 bit (112/Ms/s), możliwość ustawienia SPAN w zakresie od 100 Hz do 6,2 GHz.
	3. Interfejs użytkownika: oprogramowanie kompatybilne z systemem operacyjnym Windows w wersji 64 bit, współpraca z PC poprzez interfejs USB 3.0; oprogramowanie w wersji edukacyjnej posiadające funkcjonalność analizy sygnałów zmodulowanych: AM, FM, BPSK, QPSK, 8PSK, 16QAM, 32QAM, 64QAM, 128QAM, 256QAM, PI/2DBPSK, DQPSK, PI/4DQPSK, D8PSK, D16PSK, SBPSK, OQPSK, SOQPSK, 16-APSK, 32-APSK, MSK, GFSK, CPM, 2FSK, 4FSK, 8FSK, 16FSK, C4FM z możliwością jednoczesnego zobrazowania konstelacji, EVM w funkcji czasu, tablicy symboli i wykresu oka (eye diagram) oraz WLAN 802.11 a/b/g/j/p/n/ac.
	4. Średni wyświetlany poziom szumów [dBm/Hz], wartość gwarantowana nie gorsza od:
	5. 5 MHz - < 1.0 GHz: -161;
	6. 1.0 GHz -< 1.5 GHz: -160;
	7. 1.5 GHz - < 2.5 GHz: -157;
	8. 2.5 GHz - < 3.5 GHz: -154;
	9. 3.5 GHz - < 4.5 GHz: - 152;
	10. 4.5 GHz – 6.2 GHz: -149.
	11. Szumy fazowe dla CF = 1 GHz:
	12. dla offsetu 1 kHz: -84 dBc/Hz;
	13. dla offsetu 100 kHz: -88 dBc/Hz;
	14. dla offsetu 1 MHz: -118 dBc/Hz.
	15. Detektory: Average (VRMS), Average (of logs), CISPR peak, +Peak, -Peak, Sample z możliwością rozbudowy o CISPR Quasi Peak.
	16. Interfejsy: SMA(f) – dopuszczalne poziomy min. +20 dBm i ±40 V DC; SMA(f): Ref In 10 MHz, wyzwalanie 5V TTL, USB 3.0.
	17. Przebiegi: możliwość wyświetlenia trzech przebiegów jednocześnie; wymagane: Normal, Average (VRMS), Max Hold, Min Hold, Average of Logs.
	18. Sterowniki i API, funkcjonalność pomiarowa: analizator musi zostać dostarczony wraz z API umożliwiającym oprogramowanie urządzenia oraz ze sterownikami do środowiska Matlab; wymagana jest także instrukcja programowania urządzenia w języku polskim lub angielskim.
	19. Zasilanie: poprzez interfejs USB, przewód mechanicznie przykręcany do analizatora będący na wyposażeniu przyrządu.
	20. Instrukcja obsługi w języku polskim lub angielskim.
	21. Gwarancja producenta 36 miesięcy (przyrząd fabrycznie nowy pochodzący z bieżącej produkcji).
2. UWAGI OGÓLNE
	1. Stanowisko do badania systemów antenowych instalowanych w statkach powietrznych powinno być dostarczone z 2-letnią gwarancją na sprzęt i oprogramowanie z wyłączeniem wektorowego analizatora obwodów (punkt 6) i testera systemów telekomunikacyjnych – analizatora sygnałów (punkt 7), dla których oddzielnie określono 36-miesięczną gwarancję producenta.
	2. Stanowisko do badania systemów antenowych instalowanych w statkach powietrznych powinno być dostarczone jako instalacja „pod klucz”, uwzględniając jego cały sprzęt i oprogramowaniem w momencie uruchomienia.
	3. Stanowisko do badania systemów antenowych instalowanych w statkach powietrznych powinno zostać skalibrowane po uruchomieniu, a jego parametry pracy powinny zostać zweryfikowane.
	4. Po zakończeniu procesu instalacji i weryfikacji prawidłowości pracy stanowiska do badania systemów antenowych instalowanych w statkach powietrznych ma nastąpić szkolenie dla wybranej grupy personelu.
	5. Dopuszcza się dostarczenie dokumentacji technicznej stanowiska do badania systemów antenowych instalowanych w statkach powietrznych w języku polskim lub angielskim.
3. UWAGI KOŃCOWE
	1. Stanowisko do badania systemów antenowych instalowanych w statkach powietrznych powinno zostać zainstalowane i uruchomione na II kondygnacji budynku AL zlokalizowanym w Katedrze Systemów Elektronicznych i Telekomunikacyjnych na Wydziale Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Rzeszowskiej.
	2. Realizacja przedmiotu umowy będzie następować etapami zgodnie z terminami zawartymi w Umowie:
	3. Etap I – wykonanie i dostarczenie projektu komory antenowej wraz ze specyfikacją infrastruktury stanowiska do badania systemów antenowych instalowanych w statkach powietrznych;
	4. Etap II – dostawa wektorowego analizatora obwodów i testera systemów telekomunikacyjnych;
	5. Etap III – dostawa zewnętrznego ekranu konstrukcyjnego komory antenowej;
	6. Etap IV – dostawa absorberów wewnętrznych komory antenowej;
	7. Etap V – montaż komory antenowej;
	8. Etap VI – dostawa urządzeń pomiarowych komory antenowej;
	9. Etap VII – uruchomienie stanowiska do badania systemów antenowych instalowanych w statkach powietrznych, przeprowadzenie testów i szkolenia.
	10. Zamawiający wskazuje miejsce składowania dostarczanych materiałów i komponentów systemu sferycznego pomiaru parametrów AUT/EUT i zabezpiecza je przed dostępem osób nieuprawnionych i przed ich uszkodzeniem. Zamawiający zapewnia dostęp do miejsca składowania i montażu dla komponentów nie dłuższych niż 4 m.
	11. Wykonawca jest odpowiedzialny za rozładowanie i składowanie komponentów we wskazanym przez Zamawiającego miejscu.
	12. Wykonawca jest zobowiązany do zabezpieczenia dróg komunikacyjnych oraz wnętrza windy przed możliwym uszkodzeniem nawierzchni lub ścian na czas rozładowania, składowania i montażu komponentów systemu sferycznego pomiaru parametrów AUT/EUT.