

## **AKTUALNE MOŻLIWOŚCI BADAWCZO-POMIAROWE WOJSKOWEGO INSTYTUTU TECHNICZNEGO UZBROJENIA Z ZAKRESU KOMPATYBILNOŚCI ELEKTROMAGNETYCZNEJ, POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO I TECHNIKI MIKROFALOWEJ**

**Streszczenie:** W artykule podano szczegółowe informacje dotyczące zmodernizowanej komory semibezodbiciowa oraz jej wyposażenia w nowoczesną aparaturę pomiarową i oprogramowanie. W formie tabelarycznej podano również wykaz posiadanej aparatury kontrolno-pomiarowej oraz aktualne możliwości badawczo-pomiarowe Wojskowego Instytutu Technicznego Uzbrojenia z zakresu kompatybilności elektromagnetycznej, pola elektromagnetycznego i techniki mikrofalowej.

## **CURRENT MEASUREMENT - TESTING CAPABILITIES OF MILITARY INSTITUTE OF ARMAMENT TECHNOLOGY FROM THE SCOPE OF ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY, ELECTROMAGNETIC FIELD AND MICROWAVE TECHNIQUES**

**Abstract:** In this article author gave a detailed information concerning modernized semireflectionless chamber, its measurement apparatus and software. In tabular form author also gave a list of owned control-measurement apparatus and actual scientific measurement capabilities of Military Institute of Armament Technology from the scope of electromagnetic compatibility, electromagnetic field and microwave technique.

Każde urządzenie elektryczne lub elektroniczne może być źródłem zaburzeń elektromagnetycznych (zakłóceń) dla innych urządzeń. Zaburzeń, które mogą się przenosić tak drogą przewodową (np. przewody zasilające), jak i drogą radiową. Problematyka zakłóceń, odporność, zdolność urządzeń do prawidłowego działania w określonym środowisku elektromagnetycznym wchodzi w zakres ogólnie rozumianej kompatybilności elektromagnetycznej.

Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia od kilkadziesiąt lat zajmuje się problemami techniki mikrofalowej oraz kompatybilności elektromagnetycznej. W Instytucie została przeszło 20 lat temu, od podstaw zaprojektowana i wykonana pierwsza w kraju komora semibezodbiciowa, która była wykorzystywana w badaniach urządzeń i podzespołów elektronicznych, absorberów mikrofalowych i siatek maskujących, w pracach projektowo-konstrukcyjnych anten i urządzeń elektronicznych, osłon mikrofalowych, absorberów mikrofalowych, itp. W komorze, z wykorzystaniem unikalnej aparatury, prowadzone były badania anten w tym dla potrzeb telefonii komórkowej, pomiary powierzchni skutecznej odbicia różnego typu obiektów, jak np.: pociski artyleryjskie, rożki odbijające, makiety obiektów, tkaniny włókiennicze itd. W Instytucie od wielu lat prowadzone były i są prace projektowo-konstrukcyjne, badawcze i pomiarowe z zakresu techniki mikrofalowej (i nie tylko), co skutkowało m.in.:

- opracowywaniem nowych i doskonaleniem już istniejących metod pomiarowo-badawczych, np. pomiary pól elektromagnetycznych;
- opracowaniem i konstrukcją sieci maskujących i absorberów mikrofalowych, w tym absorbera typu powłoka malarska;
- zaprojektowaniem i konstrukcją anten na pasma: GSM, DCS, L, S, X aż do pasma 76 GHz;
- zaprojektowaniem i wykonaniem radarów: drogowego do pomiaru prędkości samochodów, pomiaru prędkości początkowej pocisków RUBIN, wykrywająco-ostrzegawczego SOWA;
- zaprojektowaniem i wykonaniem urządzeń zakłócających pasma: GSM, DCS, L, S i C;
- zaprojektowaniem aktywnych i pasywnych podzespołów na ww. zakresy częstotliwości oraz na pasmo K.

W roku 2008 przystąpiono do modernizacji komory bezchowej oraz doposażenia jej w nowoczesną aparaturę kontrolno-pomiarową, rozszerzającą możliwości badawczo-pomiarowe laboratorium tak dla potrzeb wojskowych, jak i cywilnych. Oddana do użytku w 2009r. komora (rys. 1, 2, 3, 4) po badaniach przeprowadzonych przez Accredited Testing Laboratory (nr 32) United Kingdom (Test Report NO.EU-H07/09), spełnia wymagania następujących norm/standardów;

- a) EN50147-1, MIL-STD-285, NSA 65-5 w zakresie skuteczności ekranowania:
  - min. 100 dB dla pól elektrycznych, w przedziale od 30 MHz do 18 GHz;
  - min. 80 dB dla pól elektrycznych, w przedziale od 18 GHz do 40 GHz;
  - min. 80 dB dla pól magnetycznych o częstotliwości 0,01 MHz;
  - min. 100 dB dla pól magnetycznych o częstotliwościach: 0,1 MHz, 1 MHz, 10 MHz;
- b) EN50147-2, ANSI C63.4 oraz CISPR-16-1-4:2008-01 w zakresie znormalizowanego tłumienia stanowiska badawczego:
  - strefa pomiarowa o średnicy 1,5 m i wysokości 2 m, przy zachowaniu odległości pomiarowej 3 m;
  - NSA w strefie pomiarowej lepszy niż  $\pm 3$  dB w przedziale częstotliwości od 30 MHz do 200MHz i  $\pm 1,5$  dB w paśmie od 200MHz do 1 GHz;
  - sVSWR w strefie pomiarowej:  $\leq 4,2$  dB w przedziale częstotliwości od 1 GHz do 6 GHz i  $\leq 3$  dB w przedziale częstotliwości od 6GHz do 18 GHz;
  - Transmission Loss  $\leq \pm 3$  dB dla częstotliwości od 18GHz do 40GHz;
- c) EN 61000-4-3 w zakresie wytwarzanego pola na odległości pomiarowej do 3 m, dla 75% z 16 punktów pomiarowych, o jednorodności:
  - $\leq 5,5$  dB w przedziale częstotliwości od 26 MHz do 80 MHz;
  - $\leq 6$  dB w przedziale częstotliwości od 80 MHz do 1 GHz;
  - $\leq 4$  dB w przedziale częstotliwości od 1 GHz do 4,2 GHz;
  - $\leq 4,5$  dB w przedziale częstotliwości od 4,2 GHz do 18 GHz.

Uzyskane parametry komory umożliwiają badania (pomiar) w cyklu automatycznym lub ręcznym:

- emisyjności w przedziale częstotliwości od 30 MHz do 40 GHz, przy zachowaniu odległości pomiarowej do 3 m, zgodnych z wymaganiami norm EN55011, EN55013, EN55014, EN55022 oraz MIL-STD-461E i obowiązujących polskich norm obronnych;
- odporności na promieniowane pole elektromagnetyczne urządzeń elektrycznych i elektronicznych w przedziale częstotliwości od 26 MHz do 18 (40) GHz, przy zachowaniu odległości pomiarowej 1(3) m, spełniając wymagania norm EN61000-

- 4-3 oraz MIL-STD-461E i obowiązujących polskich norm obronnych z zakresu kompatybilności elektromagnetycznej;
- charakterystyk anten oraz skutecznej powierzchni odbicia różnych obiektów w przedziale częstotliwości od 300 MHz do 20 (50) GHz.

W ramach doposażenia Laboratorium, posiadającego akredytację Polskiego Centrum Akredytacji Nr AB 171 i Ministra Obrony Narodowej Nr 5/MON/2008 oraz Upoważnienia Ministra OŚZNiL Nr PE-op-pe-4697/97 do wykonywania pomiarów kontrolnych pól elektromagnetycznych dla celów ochrony środowiska, w 2009r. zostało zakupione:

- oprogramowanie zapewniające pełne sterowanie zakupionym odbiornikiem pomiarowym i sieciami sztucznymi oraz umożliwiające wykonywanie pomiarów emisyjności przewodzonej/promieniowanej i odporności w układzie zautomatyzowanym, zgodnie z obowiązującymi, cywilnymi i wojskowymi, normami EMC, charakteryzujące się następującymi własnościami:
    - o pełna automatyka pomiaru wraz z automatyczną zmianą wysokości i polaryzacji anteny, stopnia obrotu stołu i przesuwem cęgami absorpcyjnymi na ławie pomiarowej;
    - o pomiar emisji przewodzonej i promieniowanej oraz pomiar NSA i odporności na narażenia elektromagnetyczne;
    - o funkcja tworzenia i odtwarzania kopii bezpieczeństwa, zapewniająca przenoszenie wyników pomiaru i kompletnej konfiguracji oprogramowania na inne stanowiska pracy;
    - o wbudowane procedury do edycji współczynników przetworników pomiarowych, np. współczynników antenowych, do edycji linii limitów emisji dopuszczalnych według odpowiednich norm EMI, sporządzenia raportu pomiarowego itp.;
  - system do pomiarów anten w trybie automatycznym: stół obrotowy z kontrolerem o dokładności  $0,02^0$  i oprogramowaniem;
  - oprogramowanie COMPLIANCE 3 umożliwiające prowadzenie testów RF EMC;
  - miernik mocy umożliwiający pomiar impulsowego pola elektromagnetycznego od 50 ns w paśmie częstotliwości od 50MHz do 40GHz;
  - analizator pola elektrycznego i magnetycznego na pasmo częstotliwości od 5Hz do 100kHz;
  - odbiornik pomiarowy z analizatorem widma na pasmo od 20Hz do 40GHz, do pomiarów EMC (automatyczny pomiar emisji i zakłóceń przewodzonych wraz z końcowym raportem) z rozdzielczością częstotliwości  $0,01\text{Hz}$ , z wbudowanymi detektorami; PK, QP, AV, RMS, CISPR-AV, CISPR-RMS;
  - inne akcesoria: sieci sztuczne, programowalny powielacz optyczny, kable, anteny, pozycjonery itd
- będzie zakupiony do końca 2009r.:
- zestaw wzmacniaczy umożliwiających badania odporności urządzeń na promieniowane pole elektromagnetyczne w paśmie od 10 kHz do 18 (w opcjonalnie do 40) GHz;
  - analizator wektorowy PNAX od 10MHz do 110GHz (z możliwością rozszerzenia do 500GHz);
  - sygnałowy generator wektorowy od 250 kHz do 6GHz wraz z oprogramowaniem pozwalającym na generowanie sygnałów m.in. standardów: GPS (Globalny System Nawigacji), GSM (europejski system telefonii komórkowej), EDGE (transmisja danych w sieciach komórkowych), NADC (sieć komórkowa w USA), PDC

(japońska sieć komórkowa), PHS (system telefonii komórkowej działający, w niektórych państwach azjatyckich), DECT (domowe telefony bezprzewodowe), TETRA (system radiotelefonii dla służb bezpieczeństwa publicznego). Generator umożliwi kalibrację systemów nawigacji, a połączony ze wzmacniaczem mocy pozwoli na prowadzenie badań wzajemnego oddziaływania urządzeń pracujących w wymienionych standardach oraz ich odporności na zakłócenia.

W tabelach 3, 4 i 5 zamieszczono wykaz aparatury kontrolno-pomiarowej (oraz dodatkowe wyposażenie) będącej już na wyposażeniu laboratorium jak i tą aparaturę, która będzie w 2009r. zakupiona.

W tabeli:

- nr 1 - podano zakres akredytacji laboratorium z wyszczególnieniem badanych obiektów i ich cech oraz normy/procedury według, których są prowadzone badania. Należy zaznaczyć, że Instytut rozpoczął procedurę rozszerzenia zakresu akredytacji laboratorium o pomiary natężenia pola elektrycznego i magnetycznego oraz gęstości mocy w środowisku pracy, w ramach procedury pomiarów pola elektromagnetycznego;
- nr 2 – podano planowany zakres rozszerzenia akredytacji laboratorium do końca 2009r., po zrealizowaniu planowanych zakupów aparatury kontrolno-pomiarowej systemu do badań odporności obiektów na pole elektromagnetyczne.



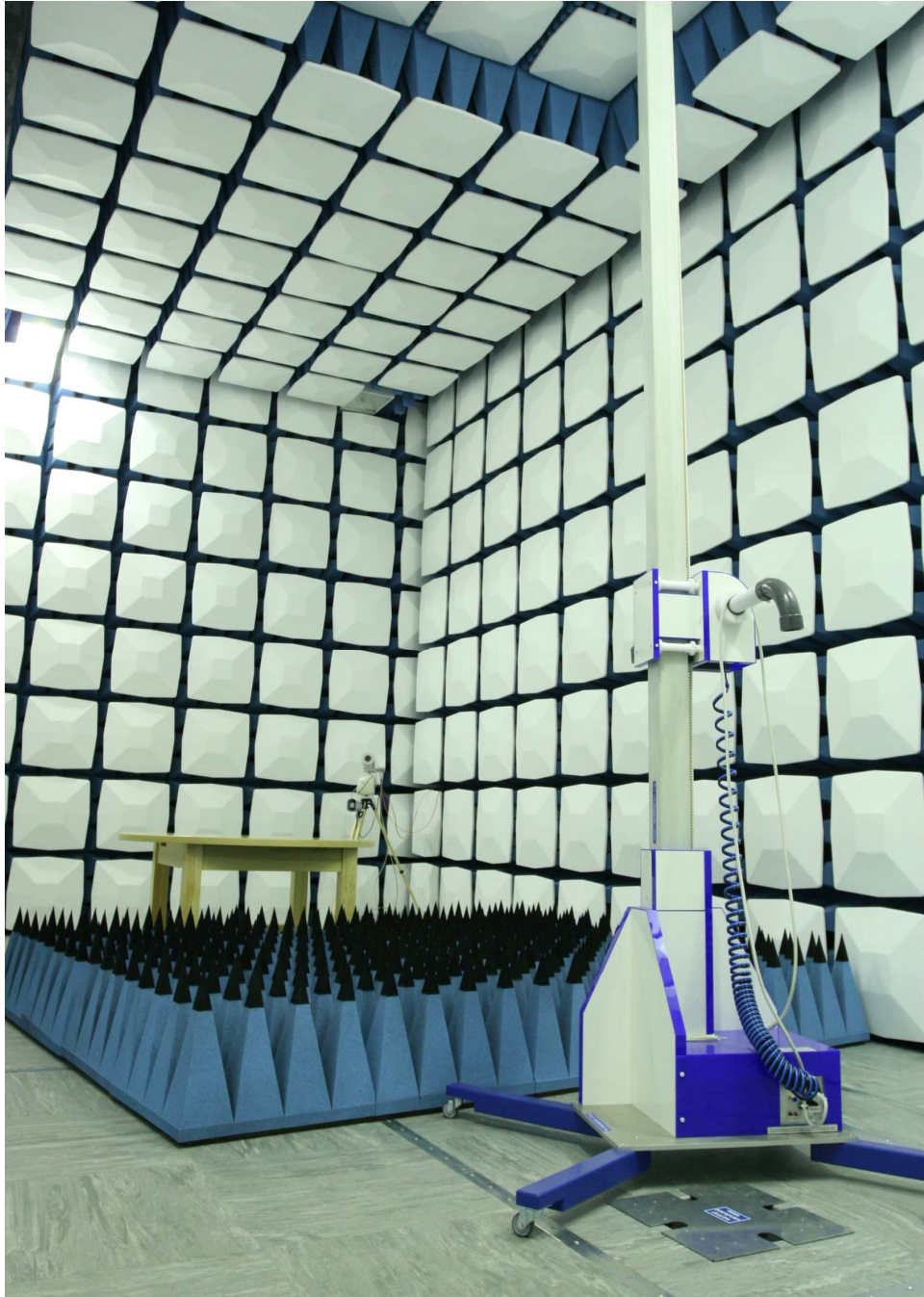
**Rys. 1. Wejście do komory**



**Rys. 2. Komora od środka z widocznym systemem do pomiaru charakterystyk promieniowania anten i masztem**



**Rys. 3. Widok pomieszczenia z aparaturą kontrolno-pomiarową**



**Rys. 4. Widok komory z masztem pomiarowym**

Tabela 1

<b>Laboratorium Badań Radiolokacji, Systemów Dowodzenia, Walki Radioelektronicznej i Techniki Mikrofalowej</b>		
<b>Badane obiekty/Grupa obiektów</b>	<b>Badane cechy i metody badawcze</b>	<b>Normy i/lub udokumentowane procedury badawcze</b>
<b>Urządzenia i systemy radiolokacyjne. Obiekty i urządzenia zawierające elementy wspomagające proces rozpoznania i identyfikacji</b>	Charakterystyka wykrywania obiektów powietrznych oraz zasięg działania urządzenia wspomagającego proces rozpoznania i identyfikacji.	Procedura LR.PB.01 Edycja 1 z dnia 21.04.1997
<b>Urządzenia i systemy radiolokacyjne lub inne obiekty i urządzenia służące do wykrywania i lokalizacji obiektów</b>	Określenie dokładności pomiaru współrzędnych oraz zdolności rozróżniania wykrywanych obiektów (w tym obiektów powietrznych) przez urządzenia radiolokacyjne lub inne obiekty i urządzenia służące do wykrywania i lokalizacji obiektów.	Procedura LR.PB.02 Edycja 3 z dnia 28.10.2008
<b>Urządzenia i systemy radiolokacyjne. Urządzenia nadawczo-odbiorcze. Systemy dowodzenia i kierowania ogniem</b>	Odporność na zakłócenia aktywne.	Procedura LR.PB.03 Edycja 1 z dnia 21.04.1997
	Parametry urządzeń nadawczo-odbiorczych: czułość względna na częstotliwościach pozapasmowych, poziom względnego ubocznego promieniowania.	Procedura LR.PB.04 Edycja 2 z dnia 20.06.2006
	Współpraca z obiektami systemowymi z wykorzystaniem wyjść cyfrowych.	Procedura LR.PB.07 Edycja 2 z dnia 28.10.2008
<b>Obiekty i urządzenia (w tym urządzenia i systemy radiolokacyjne), których funkcjonowanie jest wspomagane oprogramowaniem</b>	Poprawność działania oprogramowania użytkowego. Współpraca obiektu z otoczeniem systemowym. Poprawność działania układów automatycznego śledzenia.	Procedura LR.PB.08. Edycja 2 z dnia 26.06.2006r.
<b>Obiekty o gabarytach (1.5x1.5x2.0) m</b>	Radiolokacyjna charakterystyka rozproszenia obiektów mierzona w warunkach laboratoryjnych.	Procedura LR.PB.11 Edycja 2 z dnia 28.10.2008 r.
<b>Obiekty techniki wojskowej i cywilnej, np.: czołg, transporter, samochód, itp</b>	Radiolokacyjna charakterystyka rozproszenia obiektów mierzona w warunkach poligonowych.	Procedura LR.PB.12 Edycja 2 z dnia 28.10.2008r.
<b>Obiekty pokryte absorberem mikrofalowym, siatką maskującą lub innym materiałem tłumiącym</b>	Skuteczność maskowania obiektu w warunkach poligonowych.	Procedura LR.PB.13 Edycja 2 z dnia 25.02.2002
<b>Obiekty pokryte absorberem mikrofalowym, siatką maskującą lub innym materiałem tłumiącym</b>	Skuteczność maskowania obiektu w warunkach laboratoryjnych	Procedura LR.PB.14 Edycja 2 z dnia 28.10.2008 r.

<b>Absorber mikrofalowy (materiał pochłaniający)</b>	Oslabienie echa radiolokacyjnego	Procedura LR.PB.15 Edycja 2 z dnia 28.10.2008 r.	
	Częstotliwościowa charakterystyka współczynnika odbicia	Procedura LR.PB.16 Edycja 2 z dnia 28.10.2008 r.	
<b>Anteny</b>	Współczynnik odbicia, współczynnik polaryzacji, charakterystyka kierunkowa promieniowania, zysk energetyczny	Procedura LR.PB.17 Edycja 2 z dnia 28.10.2008 r.	
<b>Podzespoły mikrofalowe oraz materiały absorpcyjne, odbijające lub ekranujące</b>	Częstotliwościowe charakterystyki współczynników odbicia i transmisji	Procedura LR.PB.18 Edycja 3 z dnia 28.10.2008	
<b>Urządzenia lub podzespoły mikrofalowe</b>	Pomiary pola elektromagnetycznego.	Procedura LR.PB.19 Edycja 4 z dnia 13.06.2008 r.	
<b>Środowisko ogólne</b>	Natężenie pola elektrycznego w środowisku.	Procedura LR.PB.19 Edycja 4 z dnia 13.06.2008 r.  Dz. U.: 2003 nr 192, poz. 1883 PN-T-06580-3:2002 PN-T-06580-1:2002	
	Natężenie pola magnetycznego w środowisku.	Dz. U.: 2003 nr 192, poz. 1883 PN-T-06580-3:2002 PN-T-06580-1:2002	
	Gęstość mocy w środowisku, w tym pole impulsowe	Dz. U.: 2003 nr 192, poz. 1883 PN-T-06580-3:2002 PN-T-06580-1:2002	
	<b>Środowisko pracy</b>	Natężenie pola elektrycznego na stanowiskach pracy	Dz. U.:2002 r. Nr 217, poz. 1833 PN-T-06580-3:2002 PN-T-06580-1:2002
		Natężenie pola magnetycznego na stanowiskach pracy	Dz. U.:2002 r. Nr 217, poz. 1833 PN-T-06580-3:2002 PN-T-06580-1:2002
		Gęstość mocy na stanowisku pracy, w tym pole impulsowe	Dz. U.:2002 r. Nr 217, poz. 1833 PN-T-06580-3:2002 PN-T-06580-1:2002
		Dz. U.:2002 r. Nr 217, poz. 1833 PN-T-06580-3:2002 PN-T-06580-1:2002  NO-06-A215-1 NO-06-A215-2	



<b>Radary dopplerowskie</b>	Dokładność pomiaru prędkości obiektów.	Procedura LR.PB.20 Edycja 2 z dnia 28.10.2008																	
<b>Testery radarów dopplerowskich</b>	Częstotliwość modulacji fali odbitej.	Procedura LR.PB.21 Edycja 2 z dnia 28.10.2008r.																	
<b>Obiekty i urządzenia elektroniczne</b>	Emisja zaburzeń elektromagnetycznych promieniowanych i przewodzonych.	Procedura LR.PB.22 Edycja 2 z dnia 30.01.2009																	
	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">Przemysłowe, naukowe i medyczne urządzenia w.cz.</td> <td>Napięcie zaburzeń</td> </tr> <tr> <td>Natężenie pola zaburzeń</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Odbiorniki radiofoniczne i telewizyjne oraz ich urządzenia dodatkowe</td> <td>Napięcie zaburzeń</td> </tr> <tr> <td>Moc zaburzeń</td> </tr> <tr> <td>Natężenie pola zaburzeń</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Przyrządy powszechnego użytku, narzędzia elektryczne i urządzenia o podobnym przeznaczeniu</td> <td>Napięcie zaburzeń</td> </tr> <tr> <td>Moc zaburzeń</td> </tr> <tr> <td>Natężenie pola zaburzeń</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Urządzenia informatyczne</td> <td>Napięcie zaburzeń</td> </tr> <tr> <td>Natężenie pola zaburzeń</td> </tr> </table> <p>Urządzenia przeznaczone do użytkowania w Siłach Zbrojnych RP</p>	Przemysłowe, naukowe i medyczne urządzenia w.cz.	Napięcie zaburzeń	Natężenie pola zaburzeń	Odbiorniki radiofoniczne i telewizyjne oraz ich urządzenia dodatkowe	Napięcie zaburzeń	Moc zaburzeń	Natężenie pola zaburzeń	Przyrządy powszechnego użytku, narzędzia elektryczne i urządzenia o podobnym przeznaczeniu	Napięcie zaburzeń	Moc zaburzeń	Natężenie pola zaburzeń	Urządzenia informatyczne	Napięcie zaburzeń	Natężenie pola zaburzeń	<table border="1"> <tr> <td>PN-EN 55011:2007+A2:2007</td> </tr> <tr> <td>PN-EN 55013:2004+A1:2005</td> </tr> <tr> <td>PN-EN 55014-1:2007</td> </tr> <tr> <td>PN-EN 55022:2006 + A1:2008</td> </tr> </table> <p>NO-06-A200:1998, NO-06-A500:1998</p>	PN-EN 55011:2007+A2:2007	PN-EN 55013:2004+A1:2005	PN-EN 55014-1:2007
Przemysłowe, naukowe i medyczne urządzenia w.cz.	Napięcie zaburzeń																		
	Natężenie pola zaburzeń																		
Odbiorniki radiofoniczne i telewizyjne oraz ich urządzenia dodatkowe	Napięcie zaburzeń																		
	Moc zaburzeń																		
	Natężenie pola zaburzeń																		
Przyrządy powszechnego użytku, narzędzia elektryczne i urządzenia o podobnym przeznaczeniu	Napięcie zaburzeń																		
	Moc zaburzeń																		
	Natężenie pola zaburzeń																		
Urządzenia informatyczne	Napięcie zaburzeń																		
	Natężenie pola zaburzeń																		
PN-EN 55011:2007+A2:2007																			
PN-EN 55013:2004+A1:2005																			
PN-EN 55014-1:2007																			
PN-EN 55022:2006 + A1:2008																			
	<p>Moc wyjściowa. Wzmocnienie (dokładność ustawienia wzmocnienia). Punkt jednodecybelowej kompresji. Poziom szumów. Sygnały pasożytnicze (harmoniczne, lustrzane itd.). Napięciowy współczynnik fali stojącej. Tłumienie (tłumienie wnoszone). Izolacja między wejściami (kanałami). Parametry czasowe sygnałów. Napięcie zasilania i pobór prądu.</p>	Procedura LR.PB.23 Edycja 1 z dnia 12.01.2002																	
<b>Zestawy raketowe i ich elementy składowe</b>	Parametry czasowe	Procedura LR.PB.24 Edycja 1 z dnia 4.07.2005																	

Tabela 2

<b>Planowany zakres rozszerzenia akredytacji laboratorium do końca 2009r.</b>		
<b>Odporność na zaburzenia elektromagnetyczne promieniowane i przewodzone</b>		
Urządzenia elektryczne i elektroniczne objęte Dyrektywą EMC 2004/108/WE, zasilane prądem stałym i/lub z sieci prądu przemiennego, o prądzie roboczym $\leq 16$ A na fazę	Odporność na pola elektromagnetyczne o częstotliwościach radiowych.	PN-EN 61000-4-3:2007
	Odporność na zaburzenia przewodzone indukowane przez pola o częstotliwościach radiowych.	PN-EN 61000-4-6:2007+ AC:2007
<b>Kompatybilność elektromagnetyczna</b>		
Urządzenia elektryczne, elektromechaniczne i elektroniczne, przeznaczone do użytkowania w Siłach Zbrojnych RP.  <i>Uwaga: mogą być to również badane obiekty cywilne, jeżeli takie będzie wymagania.</i>	Odporność na oddziaływanie pola elektromagnetycznego o przebiegu sinusoidalnym.	NO-06-A200:1998 NO-06-A500:1998

## WYKAZ APARATURY POMIAROWO-BADAWCZEJ I DOPOSAŻENIA

Tabela 3

Lp.	Nazwa urządzenia typ numer fabryczny	Nazwa producenta	Podstawowy parametr	Przeznaczenie
1	<b>ANALIZATOR WIDMA HP 8563E A 01355</b>	Hewlett Packard	Zakres częstotliwości: 9 kHz ÷ 26 GHz, z rozszerzeniem do 40GHz oraz mikser z generatorem umożliwiającym pomiary od 70 do 110GHz. Zakres pomiaru amplitudy: 30dBm ÷ -140 dBm.	Pomiary widma sygnału w paśmie 9 kHz ÷ 26 GHz, pomiaru mocy, wraz z generatorem śledzącym pomiary skalarne.
2	<b>ANALIZATOR SKALARNY HP 8757D A03986</b>	Hewlett Packard	Zakres częstotliwości: 10MHz ÷ 50 GHz Zakres pomiaru amplitudy 50 ÷ +20 dBm	Wraz z generatorem (wobulatorem) przeznaczony jest do wykonywania wobulowanych pomiarów skalarnych elementów mikrofalowych.
3	<b>GENERATOR ŚLEDZĄCY HP 85645A A00194</b>	Hewlett Packard	Zakres częstotliwości: 0.3 ÷ 26.5 GHz. Moc wyjściowa: -70 ÷ 0 dBm.	Źródło sygnału w zakres częstotliwości 0.3 ÷ 26.5 GHz. Wraz z analizatorem widma HP8563E tworzy zestaw do pomiarów skalarnych.
4	<b>SYNTEZER WOBULOWANY HP 83640A A01100</b>	Hewlett Packard	Zakres częstotliwości: 10 MHz ÷ 40 GHz. Moc wyjściowa 110 ÷ 6 dBm. Szerokość impulsu 25 ns ÷ 400ms. Szerokość okresu 300ns ÷ 400 ms.	Źródło sygnału wzorcowego (syntezer wobulowany) w zakres częstotliwości 10 MHz ÷ 40 GHz.
5	<b>WOBULATOR HP 8350B A16854</b>	Hewlett Packard	Zakres częstotliwości: 10 MHz ÷ 26.5 GHz. Moc wyjściowa max 20 dBm (100 mW)	Źródło sygnału wobulowanego w zakres częstotliwości 10 MHz ÷ 26.5 GHz
6	<b>MIERNIK MOCY 6970 236977/020</b>	Marconi	Zakres częstotliwości: 10 MHz ÷ 46 GHz. Moc wejściowa max 100 mW. Pomiar mocy impulsowej powyżej 1 µsek.	Miernik przeznaczony jest do pomiaru mocy w zakresie częstotliwości 10 MHz ÷ 46 GHz

7	<b>PNA-X ANALIZATOR SIECI</b> Kalibrator 2,4 mm Kalibrator falowodowy WR-10 Anteny tubowe WR-10 Przejście falowód/koncentryk (WR-10/APC3,5) Odcinki falowodowe	AGILENT TECHNO LOGIES	Zakres częstotliwości: 10 MHz ÷ 50 GHz; 75 GHz ÷ 110 GHz - 2 porty pomiarowe; - pomiary impulsowe.	Możliwość wykorzystania w zautomatyzowanych pomiarach parametrów anten. <i>Pomiary odbicia (<math>S_{11}</math> <math>S_{22}</math>):</i> <i>odbicie (dB)</i> <i>WFS</i> <i>współczynnik odbicia</i> <i>Impedancja</i> <i>zmiana fazy</i> <i><math>S_{11}</math> <math>S_{22}</math></i>  <i>Pomiary transmisji (<math>S_{21}</math> <math>S_{12}</math>):</i> <i>tłumienie wtrącone</i> <i>współczynnik transmisji</i> <i>wzmocnienie / Tłumienie</i> <i>opóźnienie grupowe</i> <i>zmiana fazy</i> <i><math>S_{21}</math> <math>S_{12}</math></i>
8	<b>OSCYLOSKOP TDS 3012</b>	TEKTRONIX	Pasma 100 MHz.	Oscyloskop TDS 3012 przeznaczony jest do zobrazowania i pomiaru przebiegów elektrycznych w paśmie 100 MHz.
9	<b>Generator funkcji z syntezą częstotliwości SFG-2110</b>	Good Will Instruments	Zakres częstotliwości: 0,1÷100 MHz. Rozdzielczość 0,1 Hz.	Generator funkcji z syntezą częstotliwości przeznaczony jest do generacji sygnałów o dokładnej i stabilnej częstotliwości z wysoką rozdzielczością, w tym przebiegów sinusoidalnych prostokątnych i trójkątnych.

10	<b>Miernik pola PMM 8053B</b>  Sonda pola elektrycznego EP-300 Sonda pola elektrycznego EP-408 Sonda pola magnetycznego HP-032 Sonda pola magnetycznego HP-102	NARDA	Zakres częstotliwości  100 kHz ÷ 3 GHz 1 MHz ÷ 40 GHz 100 kHz ÷ 30 MHz 30 MHz ÷ 1000 MHz 5 Hz ÷ 100 kHz	Miernik przeznaczony jest do pomiaru pola elektrycznego w zakresie częstotliwości 100 kHz ÷ 40 GHz i pola magnetycznego w zakresie częstotliwości 100 kHz ÷ 30 MHz.
11	<b>SYSTEM DO POMIARU CHARAKTERYSTYK KIERUNKOWYCH ANTEN</b> - stół obrotowy; - kontroler - oprogramowanie.	MI	Zakres częstotliwości: 10 MHz ÷ 26 GHz. Zakres obrotu $\pm 200^\circ$ Rozdzielczość ustawienia stołu $0,02^\circ$	Automatyczny pomiar charakterystyk kierunkowych anten w funkcji częstotliwości przy użyciu analizatora obwodów PNA.
12	<b>Miernik mocy N1911A z głowicą pomiarową N1922A</b>	AGILENT TECHNOLOGIES	Zakres częstotliwości: 50 MHz ÷ 40 GHz. Dynamika pomiaru (-35 dBm ÷ 20 dBm).  Minimalny impuls 50 ns.	Miernik przeznaczony jest do pomiaru mocy (impulsowej) w zakresie częstotliwości 50 MHz ÷ 40 GHz.

13	<p><b>SYSTEM DO AUTOMATYCZNEGO POMIARU EMISJI ZAKŁÓCENÍ</b></p> <p>ODBIORNIK POMIAROWY EMI Test Reciver Anteny pomiarowe</p> <p>Sieć sztuczna jednofazowa</p> <p>Sieć sztuczna trójfazowa</p> <p>Oprogramowanie EMC 32.</p>	<p>ROHDE&amp; SCHWARZ</p>	<p>Zakres częstotliwości odbiornika EMI: 20 Hz ÷ 40 GHz. Preselektor w całym paśmie. Przedwzmacniacz 20 dB. Funkcja analizatora widma.</p> <p>Zakres częstotliwości: 100 kHz ÷ 200 MHz. Obciążenie prądowe: minimum 1 x 100 A (prąd ciągły), minimum 1 x 500 A(&lt;30 s);</p> <p>Zakres częstotliwości: 9 kHz ÷ 30 MHz. Obciążenie prądowe: 4 x 25 A (prąd ciągły).</p>	<p>System przeznaczony jest do automatycznego pomiaru emisji i zakłóceń przewodzonych wraz z końcowym raportem.</p>
14	<p><b>Komora klimatyczna WK-340/70</b></p>	<p>Weiss Umwelt- technik</p>	<p>Zakres temperatury: -70 ÷ +180. Zakres wilgotności: 10 ÷ 98%.</p>	<p>Komora klimatyczna przeznaczona jest do badań elementów i urządzeń elektronicznych w warunkach wymaganych parametrów temperatury i wilgotności.</p>

AKCESORIA

Tabela 4

Lp.	Nazwa urządzenia/ typ	Nazwa producenta	Podstawowy parametr	Przeznaczenie
1	<p><b>ZESTAW ELEMENTÓW KONCENTRYCZNYCH STANDARD N-50 (P) i (CE)</b> Linia pomiarowa 817A Obciążenie dopasowane 905A Obciążenie dopasowane 909A Sprzęgacz kierunkowy 779D Sprzęgacz kierunkowy 779D OPCJA 010</p> <p>Głowica detekcyjna 423D Tłumiki stałe 3;6;10;20 dB Przejście N (f) – N(m) kątowe 1250-0176 Przejście N (f) – N(f) 1250-0777 Przejście N (m) – N(m) 1250-0778 Przejście APC3.5(f) – N(m) 1250-1744 Przejście APC3.5(m) – N(f) 1250-1750 Kabel wcz (1.5 m) 11500D</p>	Hewlett Packard	Zakres częstotliwości 10 MHz ÷ 18 GHz.	Elementy zestawu służą do zestawiania różnorodnych koncentrycznych układów pomiarowych w zakresie częstotliwości do 18 GHz na standardzie N.
2	<p><b>ZESTAW ELEMENTÓW KONCENTRYCZNYCH STANDARD APC 3.5</b></p> <p>Tłumik regulowany (0-70 dB) 8495D</p>	Hewlett Packard	Zakres częstotliwości 10 MHz ÷ 26.5 GHz.	Elementy zestawu służą do zestawiania układów pomiarowych w zakresie częstotliwości do 26.5 GHz na standardzie APC 3.5.

	Przejsie APC3.5(f)-APC3.5(f) 1250-1749 Przejsie 2.4(f) – 2.92K(m) 11904A Przejsie 2.4(m) – APC 3.5(f) 11901C Kabel wcz (0.6 m) 11500E Kabel wcz (1.5 m) 11500F Dzielnik mocy 2.4mm 11667C Głowica detekcyjna 20720B Kabel wcz (0.5 m)			
3	<b>ZESTAW ELEMENTÓW  FALOWODOWYCH  PASMO X</b>  Tłumik wzorcowy obrotowy X130 Zwieracz regulowany X113 Obciążenie X115 Strojnik X126 Strojni X129 Izolator ferrytowy X101A Izolator ferrytowy X102A Cyrkulator ferrytowy X105A Ferrytowy przesuwnik fazy X110 Zwieracz X112 Sprzęgacz X122 Sprzęgacz kierunkowy X121A Przesuwnik fazy X128 Tłumik regulowany X131 Głowica X137 Powielacz X145 Linia pomiarowa X117 Sprzęgacz kierunkowy X121B Sprzęgacz kierunkowy X121C Generator K136 Antena tubowa X157	Unipan	Zakres częstotliwości 8.2 ÷ 12.4 GHz.	Elementy zestawu służą do zestawiania różnorodnych falowodowych układów pomiarowych w zakres częstotliwości 8.2 ÷ 12.4 GHz na standardzie falowodu WR 90.



	<p>Obciążenie Falowodowe X114  Falomierz absorpcyjny X144  Izolator ferrytowy X103  Cyrkulator ferrytowy X107A  Izolator ferrytowy X103  Magiczne T X124  Strojnik X126  Przesuwnik fazy X128  Głowica detekcyjna X137  Cyrkulator ferrytowy X107  Odcinki, skręty, kolanka, zagięcia,  rozgałęzienia falowodowe</p>			
4	<p><b>ZESTAW ELEMENTÓW  FALOWODOWYCH  PASMO K (P) i (CE)</b>  Linia pomiarowa K117  Sprzęgacz kierunkowy 3dB K121  Sprzęgacz kierunkowy 10dB K121  Sprzęgacz kierunkowy 20dB K121  Tłumik regulowany K131  Tłumik płetwowy K134  Falomierz absorpcyjny K144  Strojnik EH K126  Antena tubowa K157  Magiczne T K124  Głowica detekcyjna K137  Głowica klistronu K136  Przesuwnik fazy K128  Zwieracz precyzyjny K112  Obciążenie Falowodowe K114  Odcinki, skręty, kolanka, zagięcia,  rozgałęzienia falowodowe.</p>	Unipan	Zakres częstotliwości 18.0 ÷ 26.5 GHz	Elementy zestawu służą do zestawiania różnorodnych falowodowych układów pomiarowych w zakresie częstotliwości 18.0 ÷ 26.5 GHz na standardzie falowodu WR 42.

5	<b>ZESTAW ELEMENTÓW FALOWODOWYCH PASMO S</b>  Przejsie KF DBL-057 Obciążenie DBL-450 Zwarcie regulowane DBL-969-1 Magiczne T DBL-650 Antena tubowa DBL-520-20 Sprzęgacz kierunkowy DBL-675 Strojnik DBL-979	Systron Donner	Zakres częstotliwości 2.6 ÷ 3.95 GHz.	Elementy zestawu służą do zestawiania różnorodnych falowodowych układów pomiarowych w zakres częstotliwości do 2.6÷3.95 GHz na standardzie falowodu WR 284.
---	---	-------------------	---------------------------------------	---

## ANTENY

**Tabela 5**

<b>Lp.</b>	<b>Nazwa urządzenia/ typ</b>	<b>Nazwa producenta</b>	<b>Podstawowy parametr</b>	<b>Przeznaczenie</b>
1	ANTENA BICONICAL 3104 C 4836	EMCO	Zakres częstotliwości 20 MHz ÷ 200 MHz. Moc wejściowa 50W i 100W impulsowo	Pomiar gęstości pola elektromagnetycznego. Emisja pola elektromagnetycznego.
2	ANTENA BICONICAL 3104 C 4837	EMCO	Zakres częstotliwości 20 MHz ÷ 200 MHz Moc wejściowa 50W i 100W impulsowo	Pomiar gęstości pola elektromagnetycznego. Emisja pola elektromagnetycznego.
3	ANTENA LOGO- PERIODYCZNA 3146 3895	EMCO	Zakres częstotliwości 200 MHz ÷ 1000 MHz Moc wejściowa 1kW i 1,3kW impulsowo	Pomiar gęstości pola elektromagnetycznego. Emisja pola elektromagnetycznego.
4	ANTENA SZEROKOPASMOWA 3115 4286	EMCO	Zakres częstotliwości 1000 MHz ÷ 18000 MHz Moc wejściowa 300W i 500W impulsowo	Pomiar gęstości pola elektromagnetycznego. Emisja pola elektromagnetycznego.
5	ANTENA SZEROKOPASMOWA 3115 4361	EMCO	Zakres częstotliwości 1000 MHz ÷ 18000 MHz Moc wejściowa 300W i 500W impulsowo	Pomiar gęstości pola elektromagnetycznego. Emisja pola elektromagnetycznego.
6	ANTENA LOGOSPIRALNA 3102 3099	EMCO	Zakres częstotliwości 1000 MHz ÷ 10000 MHz Moc wejściowa 50W i 100W impulsowo	Pomiar gęstości pola elektromagnetycznego. Emisja pola elektromagnetycznego.

7	ANTENA SZEROKOPASMOWA 3116 2239	EMCO	Zakres częstotliwości 18 GHz ÷ 40 GHz Moc wejściowa 50W i 70W impulsowo	Pomiar gęstości pola elektromagnetycznego. Emisja pola elektromagnetycznego.
8	SONDY POMIARU POLA BLISKIEGO (Komplet) 7405	EMCO	Zakres częstotliwości 100 KHz ÷ 1 GHz	Pomiar pola elektromagnetycznego i magnetycznego.
9	PĘTLA - ANTENA 6509 1466	EMCO	Zakres częstotliwości 1 KHz ÷ 30 MHz Max. moc wejściowa 1kW	Pomiar pola magnetycznego. Emisja pola magnetycznego.
10	ODBIORCZA PĘTLA - ANTENA AKTYWANA (WZMACNIACZ) 6507 1412	EMCO	Zakres częstotliwości 1 KHz ÷ 30 MHz	Pomiar pola magnetycznego.

