

# Metrologia wojskowa – wybrane aspekty sprzętowe

Dariusz Woźniak, Leon Kukielka, Joanna Woźniak

## Streszczenie

W artykule zaprezentowano wybrane aspekty związane z funkcjonowaniem metrologii wojskowej. Przedstawiono zasadnicze obszary jej funkcjonowania w resorcie obrony narodowej, w oparciu o podstawy prawne. Zaprezentowano wybrany typ ruchomego laboratorium, jego rozwiązania konstrukcyjne i wyposażenie.

**Słowa kluczowe:** metrologia, wzorcowanie, sprawdzenia, laboratorium ruchome.

## Wstęp

W 1996 roku na podstawie ustawy z dnia 14 grudnia 1995 r. o urzędzie Ministra Obrony Narodowej (Dz. U. z 1996 r. nr 10 poz. 56 z późn. zm.), oraz Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 9 lipca 1996 r. w sprawie nadania statutu Ministerstwu Obrony Narodowej metrologia wojskowa została podporządkowana Ministrowi Obrony Narodowej w związku z wprowadzeniem cywilnej kontroli nad armią.

Do głównych zadań metrologii wojskowej w resorcie Obrony Narodowej [2,11] należy zaliczyć:

- planowanie, koordynacja i organizacja działalności zapewniającej wzajemną zgodność i wymaganą dokładność wyników pomiarów wykonywanych w komórkach oraz jednostkach organizacyjnych podległych Ministrowi Obrony Narodowej lub przez niego nadzorowanych,
- zapewnienie porównania wzorców odniesienia jednostek miar resortu obrony narodowej z wzorcami państwowymi jednostek miar,
- zapewnienie przekazywania wartości jednostek miar od wzorców odniesienia jednostek miar do wzorców roboczych jednostek miar i przyrządów pomiarowych w resorcie obrony narodowej,
- pełnienie funkcji Gestora i COL dla wzorców i przyrządów metrologicznych oraz Gestora korpusu osobowego,
- udzielanie i cofanie w imieniu Ministra Obrony Narodowej upoważnień do kalibracji przyrządów pomiarowych przeznaczonych na cele obronności państwa,
- nadzorowanie w zakresie metrologii wojskowych ośrodków i laboratoriów metrologicznych podległych Ministrowi Obrony Narodowej lub przez niego nadzorowanych,
- współpraca z Głównym Urzędem Miar, Polskim Centrum Akredytacji, Polskim Centrum Badań i Certyfikacji oraz instytucjami naukowymi,
- inicjowanie i prowadzenie współpracy międzynarodowej w obszarze metrologii związanej z obronnością państwa.

Obszary odpowiedzialności technicznej poszczególnych ośrodków metrologii przedstawiono na rys. 1 [1].

W artykule zaprezentowano wybrany typ mobilnego laboratorium metrologicznego nowej generacji, jego konstrukcję, wyposażenie i przeznaczenie (RKLM Transmet).

## 1. Formy kontroli metrologicznej prowadzonej w resorcie Obrony Narodowej

Przyrządy pomiarowe przeznaczone na cele obronności państwa podlegają kontroli metrologicznej. Kontrola metrologiczna składa się z poniższych czynności:

**Kalibracji** przyrządów pomiarowych przeznaczonych na cele obronności - zespół czynności wykonywanych przez upoważnione wojskowe laboratoria metrologiczne w celu ustalenia relacji między wartościami wielkości mierzonej, wskazanymi przez przyrząd pomiarowy a odpowiednimi wartościami wielkości realizowanymi przez wzorce jednostki miary oraz stwierdzenia na tej podstawie i poświadczenia przydatności przyrządu pomiarowego do stosowania zgodnie z przeznaczeniem [6].

**Sprawdzania** przyrządów pomiarowych przeznaczonych na cele obronności - zespół czynności wykonywanych przez upoważnione wojskowe laboratoria metrologiczne w celu określenia charakterystyk technicznych i metrologicznych przyrządu pomiarowego oraz stwierdzenia na tej podstawie i poświadczenia zgodności tych charakterystyk z właściwą specyfikacją wymagań [6].

**Wzorcowania** - czynności ustalające relację między wartościami wielkości mierzonej wskazanymi przez przyrząd pomiarowy a odpowiednimi wartościami wielkości fizycznych, realizowanymi przez wzorec jednostki miary [10].

**Legalizacji** - zespół czynności obejmujących sprawdzenie, stwierdzenie i poświadczenie dowodem legalizacji, że przyrząd pomiarowy spełnia wymagania metrologiczne. Legalizacja jest czynnością należącą do metrologii prawnej [10].

**Zatwierdzenia typu** – potwierdzenie, w drodze decyzji, że typ przyrządu pomiarowego spełnia wymagania [10].



Rys. 1. Obszary odpowiedzialności wojskowych ośrodków metrologii

## 2. Grupy przyrządów pomiarowych podlegających kontroli metrologicznej

### Grupa I

Przyrządy pomiarowe wielkości radioelektrycznych np.:

- woltomierze, kalibratory napięć,
- częstotliwościomierze, generatory sygnałów,
- oscyloskopy, analizatory widma itp.

### Grupa II

Przyrządy pomiarowe wielkości elektrycznych i magnetycznych np.:

- woltomierze i amperomierze tablicowe,
- rezystory wzorcowe, rezystory dekadowe, megaomomierze
- cewki wzorcowe, cewki dekadowe,
- kilowatomierze, kondensatory dekadowe

### Grupa III

Przyrządy pomiarowe ciśnienia i temperatury np.:

- wakuometry, manometry, sfigmomanometry,
- barografy, barometry,
- manometry do pomiaru ciśnienia w ogumieniu pojazdów mechanicznych,
- termometry, termografy, termohigrometry.

### Grupa IV

Przyrządy pomiarowe długości i kąta np.:

- suwmiarki, mikrometry,
- przymiary sztywne, kątowniki.

### Grupa V

Przyrządy pomiarowe masy, siły i własności mechanicznych np.:

- odważniki, wagi,
- klucze dynamometryczne, siłomierze,
- twardościomierze.

### Grupa VI

Przyrządy pomiarowe objętości, przepływu i koncentracji np.:

- cylindry pomiarowe, zbiorniki pomiarowe,
- rotometry, odmierzacze paliw, wodomierze.
- higrometry, higrografy, analizatory zawartości gazów.

### Grupa VII

Przyrządy pomiarowe czasu, prędkości i przebytej drogi np.:

- chronometry, zegary, sekundomierze,
- tachometry, anemometry.

### Grupa VIII

Przyrządy pomiarowe promieniowania jonizującego np.:

- rentgenometry, rentgenoradiometry,
- radiometry,
- dozymetry indywidualne.

### Grupa IX

Przyrządy pomiarowe wielkości akustycznych, fotometrycznych, chemicznych i fizykochemicznych np.:

- mierniki poziomu dźwięku,
- luksomierze.

## 3. Przeznaczenie laboratorium

Ruchome laboratorium (RKL) pozwala na spełnienie kilku głównych celów metrologii, między innymi osiągnięcie kompatybilności metrologicznej z rozwiązaniami stosowanymi przez inne armie NATO (Niemcy, Dania, Belgia, Holandia, Francja), wyposażenie systemów pomiarowych we wzorce najnowszej generacji, z możliwością adaptacji nowych stanowisk pomiarowych, kalibrację w ściśle określonych warunkach środowiskowych wynikających z normy PN-EN ISO/IEC 17025:2005 (tożsamy z laboratoriami stacjonarnymi).

Laboratorium umożliwia kalibrację przyrządów pomiarowych u użytkownika (na terenie jednostek wojskowych i poligonów) – z zachowaniem takich samych warunków jakie obowiązują w stacjonarnych laboratoriach pomiarowych. Widok laboratorium u ukończeniu przedstawiono na fot. 1 [1].



Fot. 1. Zestaw mobilny laboratorium

Laboratorium przeznaczone jest do:

- wykonywania kalibracji i sprawdzeń przyrządów pomiarowych na miejscu u użytkownika SpW, np. w jednostce wojskowej, warsztacie technicznym, co umożliwia skrócenie do niezbędnego minimum czasu wyłączenia tego sprzętu z eksploatacji,
- przeprowadzania kalibracji przyrządów pomiarowych w celu określenia ich rzeczywistych parametrów (sprawdzenie, stwierdzenie i poświadczenie przydatności do stosowania zgodnie z jego przeznaczeniem),
- prowadzenia niezbędnych regulacji i adiustacji oraz wymiany podzespołów przyrządów pomiarowych,
- zbierania, archiwizowania oraz transmisji danych z przeprowadzonych kontroli metrologicznych,
- prowadzenia kalibracji uproszczonej oraz doradztwa metrologicznego.

## 4. Budowa i konstrukcja

Ruchome laboratorium zostało wykonane na bazie 40-stopowego kontenera typu 1AA [8] (wg PN-ISO 668:1999) zabudowanego na trzysiosowej naczepie Wielton NS34P – fot. 2. [1]. Laboratorium przystosowane jest do zasilania z przyłącza energetycznego 3 x 400V/63A/50Hz.

Kontener jest w pełni autonomiczny – w części przedniej naczepy mieści się zespół prądowórczy 20 kW oraz system podtrzymywania zasilania UPS, również spalinowy podgrzewacz powietrza także system klimatyzacji kontenera ze skraplaczem. Dostęp do wnętrza odbywa się poprzez ergonomiczne drzwi.



Fot. 2. Widok kontenera zamocowanego na naczepie

### Podstawowe dane taktyczno-techniczne kontenera:

Długość: 12890 [mm]  
 Szerokość: 2438 [mm]  
 Wysokość: 2600 [mm]  
 Masa całkowita: 23690 [kg]  
 Wewnętrzne warunki środowiskowe – temperatura: 23 (-/+2) [°C]  
 Wewnętrzne warunki środowiskowe – wilgotność: 45 (-/+15) [°C]  
 Zakres temperatur użytkowych: -30/+40 [°C]

### 4.1. Ciągnik siodłowy

Mobilność ruchomego laboratorium zapewnia ciągnik siodłowy typu Jelcz C-642 – fot. 3. [1]. Jest to trzysiosowy ciągnik siodłowy [3,4,7] w układzie napędowym 4x2, z kabiną typu 146, wagonową.

Kabina ciągnika została przystosowana do przewozu (zabudowane uchwyty i inne mocowania) broni osobistej żołnierzy i wyposażenia wojskowego oraz montażu dodatkowego opancerzenia.

### Podstawowe dane taktyczno-techniczne ciągnika:

**Silnik:** Cursor 8

Wysokoprężny, czterosurowy, 6-cio cylindrowy w układzie pionowym, z turbodoładowaniem, moc maksymalna 259 kW przy 2400 obr/min, moment obrotowy 1280 Nm przy 1080-1930 obr/min.

**Skrzynia biegów:** 16- biegowa, sterowana mechanicznie, wyposażona w przystawkę odbioru mocy,

**Sprzęgło:** Jednotarczowe, suche.

**Oś pojazdu i ich zawieszenie:**

**Oś przednia:** Szttywna z belką o przekroju dwuteowym, zawieszona na dwóch resorach półeliptycznych z wahaczami,

dwa amortyzatory teleskopowe, stabilizator umieszczony przed osią przednią.



Fot. 3. Widok ciągnika siodłowego Jelcz C-642

**Mosty tylne napędowe:** Mosty tylne (tandem) zawieszane wahlwie na dwóch resorach piórowych półeliptycznych odwróconych. Mosty połączone z ramą dźwżkami reakcyjnymi. Most podwójny z blokadą mechanizmu różnicowego.

**Układ hamulcowy:** system ABS, ASR.

**Ogumienie:** Rozmiar opon 315/80 R22,5.



Fot. 4. Widok siodła firmy Jost

### Podstawowe Normy eksploatacji [5]:

- norma docelowa 20 lat/250 000 km przebiegu,
- przebieg do I naprawy głównej (NG) 150 000 km,
- obsługiwanie okresowe nr 1 (OO-1) co 5 000 km przebiegu,
- obsługiwanie okresowe nr 2 (OO-2) co 10 000 km przebiegu.

### 4.2. Naczepa Wielton NS34P

#### Podstawowe dane taktyczno-techniczne naczepy:

**Rama:** konstrukcja stalowa wykonana ze stali konstrukcyjnej o podwyższonej wytrzymałości.

**Podwozie:** 3-osiowe na zawieszeniu pneumatycznym, hamulce tarczowe lub bębnowe - obciążenie osi do 9 t, płyta sprzęgu z 2 calowym sworzniem królewskim, podpory o regulacji dwuzakresowej, zawór podnoszenia i opuszczania platformy H-S.

**Nadwozie:** podest z bocznej strony naczepy, cztery uchwyty promowe na stronę przystosowane do przewozu kontenerów 1 x 20'.

**Układ hamulcowy:** automatyczna regulacja, system ABS.

**Instalacja elektryczna:** 24 V kompatybilna z instalacją ciągnika siodłowego.

**Koła:** tarcze kół stalowe, ogumienie 385/65 R 22,5.

Normy eksploatacji częstotliwość zakres obsług zawiera instrukcja fabryczna.

### 4.3. Sposób mocowania kontenera

Kontener mocowany jest do naczepy- fot. 5. [1] z obu stron 4-ro punktowo za pośrednictwem złącz gwintowanych, oraz dodatkowo (przed przesunięciem w części tylnej naczepy).



Fot. 5. Widok mocowania kontenera do elementów naczepy

### 5. Układy stanowisk

Kontener laboratorium składa się ze śluzy wejściowej, przedziału technicznego i przedziału metrologicznego – fot. 6. [1,9].



Fot. 6. Widok ogólny przedziału metrologicznego

W przedziale użytkowym umieszczono cztery robocze stanowiska: jedno naprawcze i trzy stanowiska pomiarowe (jedno do sprawdzenia i kalibracji przyrządów, do pomiaru ciśnienia i temperatury lub kluczy dynamometrycznych oraz dwa stanowiska sprawdzenia i kalibracji przyrządów radioelektrycznych). Przedział wyposażony jest w następujące stanowiska – fot. 7. [1,9]:

- SO - stanowisko serwisowo-obługowe. Zapewnia szybka identyfikację przyrządów pomiarowych wraz z ich historią metrologiczną, drobną adjustacją i regulacją, a także przyspieszenie procesu przyjmowania i wydawania przyrządów pomiarowych.
- PTKD - stanowisko pomiarowe do kontroli przyrządów pomiarowych wielkości fizycznych (*moment siły*): kalibracja kluczy i wkrętaków dynamometrycznych w zakresie 0-1000 Nm, temperatura: kalibracja termometrów w zakresie -45/+140°C, (*ciśnienie względne*): kalibracja manometrów w zakresie -1bar/ 1000 bar, (*ciśnienie absolutne*): kalibracja barometrów meteorologicznych techniki lotniczej, barometrów marynarki wojennej oraz czujników podciśnienia komór dekompresyjnych w zakresie -95 kPa/+100 kPa).
- RE-1- stanowisko pomiarowe do kalibracji elektronicznych przyrządów pomiarowych (multimetry cyfrowe, oscyloskopy, analogowe mierniki uniwersalne w zadanych zakresach napięcia, natężenia i częstotliwości elektrycznych oraz rezystancji i pojemności).
- RE-2 – stanowisko pomiarowe do kalibracji elektronicznych przyrządów pomiarowych (sprzęt elektroniczny: kalibracja generatorów sygnałów, częstotłomierzy cyfrowych, radartesterów i mierników mocy w zakresie: odtwarzanie: moc -120/+25dBm (250kHz/20GHz) ze wzmacniaczem: 75W (9kHz/1GHz); częstotliwość: 10 MHz; pomiar: moc: -130/+20dBm (9kHz/20 GHz); częstotliwość: do 20 GHz; pomiar AM, FM, PM do 5.2 GHz; pomiar tłumienia i WFS do 18 GHz; pomiar parametrów impulsu do 1 GHz).



Fot. 7. Stanowiska kontroli elektronicznych przyrządów pomiarowych

Wyposażenie stanowisk umożliwia wykonywanie pomiarów automatycznie lub półautomatycznie. Sieć teleinformatyczna laboratorium obejmuje: centralny serwer z drukarką i modemem telefonicznym (umożliwiającym podłączenie telefonów komórkowych), system kontroli parametrów środowiskowych oraz połączone z serwerem za pomocą sieci LAN stacje robocze na poszczególnych stanowiskach pomiarowych. Poniżej przedstawiono przykładowe wyposażenie niektórych stanowisk laboratorium.

## 6. Prasa hydrauliczna do kontroli metrologicznej wag platformowych



Fot. 8. Stanowisko do wag

Stanowisko- fot. 8. [1] zabezpiecza metrologicznie wagi platformowe do ważenia ładunków transportowanych przez nasze siły powietrzne (do czasu wprowadzenia stanowiska) przetworniki stosowane w wagach sprawdzane były poza granicami w USA.

## 7. Stanowisko do kalibracji pirometrów



Fot. 9. Stanowisko do kalibracji pirometrów

Stanowisko – fot.9. [1] przeznaczone jest do kalibracji i sprawdzania użytkowych przyrządów do bezdotykowego pomiaru temperatury stosowanych w systemie zarządzania bezpieczeństwem żywności (HACCP).

## 8. Podsumowanie

W artykule zaprezentowano wybrane aspekty związane z funkcjonowaniem metrologii wojskowej. Przedstawiono zasadnicze obszary jej funkcjonowania w resorcie obrony narodowej, w oparciu o podstawy prawne. Zaprezentowano wybrany typ ruchomego laboratorium metrologicznego, jego rozwiązania konstrukcyjne i wyposażenie.

Głównym zadaniem działalności metrologicznej w Siłach Zbrojnych RP jest zapewnienie jednolitości miar stosowanych w resorcie obrony narodowej z wzorcami państwowymi i innych państw Sojuszu Północnoatlantyckiego oraz zapewnienie wymaganej dokładności pomiarów parametrów sprzętu wojskowego (SpW) zgodnie z wymogami taktyczno-technicznymi i bojowymi.

Sprzęt stosowany w zabezpieczeniu metrologicznym w sposób uproszczony można podzielić na stacjonarne wojskowe wzorce jednostek miar i stanowiska kalibracji przyrządów (rozmieszczone na terenie kraju) oraz ruchome laboratoria metrologiczne (działające na terenie kraju, jak też poza np. na terenie PKW).

Takie usytuowanie metrologii, precyzyjnie zaplanowane obszary jej funkcjonowania i sprawne wykonywanie zadań na rzecz obronności służą zabezpieczeniu sprawności SpW i dobrze spełniają swoje funkcje m.in. poprzez szybką realizację kalibracji, sprawdzeń, wzorcowań, legalizacji co powoduje niezmienny stan techniczny sprzętu w założonym okresie czasu.

## Literatura

1. Archiwum i zdjęcia własne autorów.
2. Decyzja nr 10 MON Ministra Obrony Narodowej z dnia 18 stycznia 2008 r. w sprawie działalności metrologicznej w resorcie obrony narodowej (Dz. Urz. z 2008 r., nr 2, poz. 9).
3. Decyzja nr 435 MON Ministra Obrony Narodowej z dnia 24 grudnia 2013r. w sprawie określenia funkcji gestorów i centralnych organów logistycznych sprzętu wojskowego w resorcie obrony narodowej.
4. Instrukcja o gospodarowaniu sprzętem służby czołgowo-samochodowej. DD/4.22.2.
5. Katalog norm eksploatacji Techniki Lądowej. DU-4.22.13.1
6. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 15 lutego 2005 r. w sprawie jednolitości miar i dokładności pomiarów związanych z obronnością i bezpieczeństwem państwa (Dz. U. z 2005 r., nr 37, poz. 328, z późn. zm.).
7. Woźniak D., Skrypt – Obsługiwanie i remonty UiSW. Założenia, zakres, organizacja. Dodatek do PWL nr 6/2011 (031), Wydawnictwo WIW, Warszawa, 2011. Płyta CD.
8. Woźniak D., Kukielka L., Niektóre aspekty transportu kontenerowego w wojsku. XIV Konferencja Naukowo Techniczna. Wydawnictwo INW SPATIUM, Radom 2011. Płyta CD.
9. www.metrologia.wp.mil.pl
10. Ustawa z dnia 11 maja 2001 r. Prawo o miarach (Dz. U. z 2004 r., nr 243 poz. 2441, z późn. zm.)
11. Zabezpieczenie techniczne Sił Zbrojnych RP. Zasady funkcjonowania. DD/4.22.

## Army metrology – chosen equipment aspects

### **Abstract**

*This article presents chosen aspects connected with army metrology. It covers its basic areas of functioning in the Ministry of National Defence, based on legal basis. The article presents a type of a mobile laboratory, its constructional solutions and equipment.*

**Key words:** metrology, calibration, inspections, mobile laboratory.

### **Autorzy:**

Mgr inż. **Dariusz WOŹNIAK** - Stowarzyszenie Rzeczoznawców Techniki Samochodowej i Ruchu Drogowego w Warszawie, Oddział w Koszalinie

Prof. dr hab. inż. **Leon KUKIEŁKA** - Politechnika Koszalińska

mgr **Joanna WOŹNIAK** – Uniwersytet Adama Mickiewicza w Poznaniu