

**Adam BOBROWICZ**

DOWÓDZTWO MARYNARKI WOJENNEJ - LOGISTYKA

**Andrzej OGONOWSKI**

WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI I AUTOMATYKI POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ

## Zabezpieczenie metrologiczne stacji kontrolno-pomiarowych pól fizycznych okrętów

**Kmdr por. mgr inż. Adam BOBROWICZ**  
Starszy specjalista ds. obrony biernej okrętów MW.

W 1982 r. ukończył Wyższą Szkołę Marynarki Wojennej (obecnie Akademię MW) i uzyskał tytuł mgr inż. Pracował w Pionie Technicznym Logistyki Marynarki Wojennej, gdzie zajmował się pomiarami pól fizycznych okrętów. W 1997 r. ukończył studia podyplomowe w WAT w Warszawie w zakresie metrologii.



**Inż. Andrzej OGONOWSKI**  
Kierownik Ośrodka Doświadczalnego Wydziału Elektroniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej.

Absolwent Wydziału Elektromechaniki Politechniki Gdańskiej. Jako pracownik naukowy zajmuje się konstrukcjami przyrządów pomiarowych pól fizycznych okrętów ściśle współpracując z Logistyką Marynarki Wojennej.

*aogonow@ely.pg.gda.pl*



### Streszczenie

W artykule opisano zagadnienia związane z zabezpieczeniem metrologicznym stacji kontrolno-pomiarowych pól fizycznych okrętów oraz stacji demagnetyzacyjnych MW RP. Dokonano porównania tej tematyki w odniesieniu do zasad obowiązujących w dokumentach normatywnych NATO.

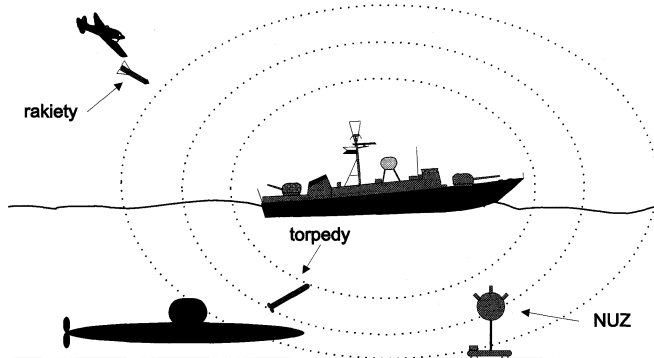
### Abstract

The article presents topics concerning metrology maintenance of ships physical fields control and calibration laboratories and demagnetize stations used within Polish Navy. It was compared with rules which are obligatory according to NATO standard documents.

**Słowa kluczowe:** fizyczne pola okrętu, demagnetyzacja  
**Keywords:** ship physical fields, degaussing

### 1. Wstęp

Okręt posiada wiele cech fizycznych, które mogą być wykorzystane do jego wykrycia i identyfikacji przez przeciwnika. Każde zaburzenie naturalnego środowiska fizycznego spowodowane przez okręt może być sygnałem dla czujnika reagującego na pola fizyczne zamontowane w konstrukcjach niekontaktowych urządzeń zapalających min (NUZ) oraz w urządzeniach samonaprowadzających rakiet i torped (rys. 1).



Rys. 1. Oddziaływanie pól fizycznych okrętu na UiSW  
Fig. 1. Ship physical fields influence on armament and military equipment

Nieustanne poszukiwania nowych możliwości zastosowania parametrów pól fizycznych okrętów na współczesnym teatrze walki morskiej zmuszają nas do ciągłych badań, których celem jest dogłębna znajomość:

- okrętu jako źródła pól fizycznych;
- ośrodka w którym okręt prowadzi działalność bojową;
- właściwości technicznych środków wykrywania i uzbrojenia morskiego.

W celu zapewnienia należytej poprawności prowadzenia pomiarów oraz minimalizacji pól fizycznych okrętów niezbędne jest kompleksowe zabezpieczenie metrologiczne sprzętu pomiarowego oraz sprzętu demagnetyzacyjnego użytego do tych działań.

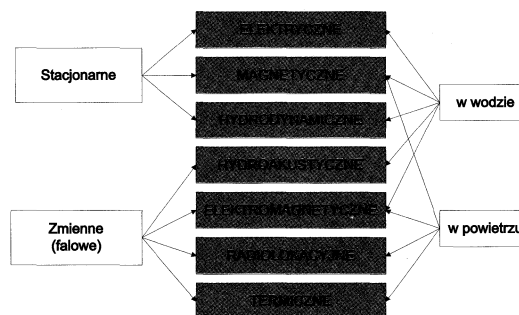
Głównym celem tego zabezpieczenia jest zapewnienie maksymalnej wiarygodności metrologicznej oraz efektywności systemów pomiarowych. Podejmowane czynności sprawiają, że załogi obsługujące systemy pomiarowe mają większe zaufanie do jakości wykonywanych przez siebie prac, a dowódcy okrętów mają większe zaufanie do otrzymywanych wyników z pomiarów oraz z przeprowadzonych czynności minimalizujących pole fizyczne własnej jednostki pływającej.

### 2. Stacje kontrolno-pomiarowe pól fizycznych okrętów - przeznaczenie oraz zasady pomiaru

Wraz z rozwojem Marynarki Wojennej i wyposażenia jej w coraz nowocześniejsze okręty potrzeby w zakresie pomiarów pól fizycznych systematycznie rosną. Wymagania dotyczące jakości minimalizacji poszczególnych pól fizycznych stają się coraz wyższe.

W oparciu o bazę naukowo-badawczą cywilnych i wojskowych instytucji naukowych oraz potencjał techniczny zakładów przemysłowych, opracowano i skonstruowano różnego rodzaju urządzenia obrony bierniej okrętów. Urządzenia te przeznaczone są do prowadzenia pomiarów, analiz oraz do minimalizacji wartości parametrów pól fizycznych jednostek pływających. Pomiary prowadzone są dla potrzeb okrętów w celu zapewnienia im minimalnych (bezpiecznych) wartości parametrów pól fizycznych.

- Pola fizyczne okrętu można podzielić na (rys. 2):
- pola w dolnej półsfery (mierzone poniżej powierzchni wody);
  - pola w górnej półsfery (mierzone powyżej powierzchni wody).



Rys. 2. Podział pól fizycznych okrętu  
Fig. 2. Ship physical fields partition

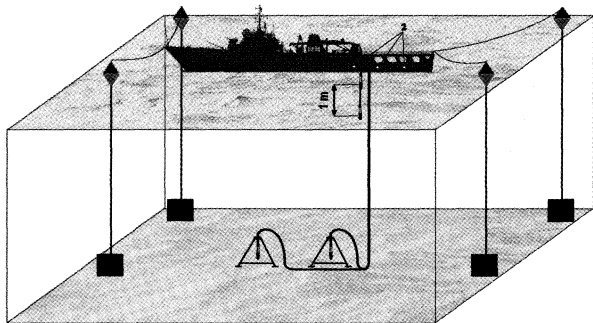
Pomiar pola fizycznego okrętu oraz opracowanie wyników odbywa się za pomocą specjalnie do tego celu przystosowanych stanowiskach.

Zasadniczym elementem systemu pomiarowego są czujniki pól fizycznych umiejscowione na specjalnych konstrukcjach podwodnych poligonów morskich.

Wyposażenie stanowisk stacji pomiarowych i demagnetyzacyjnych w wyspecjalizowane mikrokomputery oraz stosowne oprogramowanie umożliwia pełną automatyzację procesów pomiarowych oraz szybką analizę wyników. W systemie pomiarowym stosuje się układy kompensacji pól fizycznych zmiennych o charakterze zakłóceńowym oraz pól pochodzenia ziemskiego.

Badanie poligonowe charakterystyk wielkości opisujących pole fizyczne okrętu można podzielić na dwie metody:

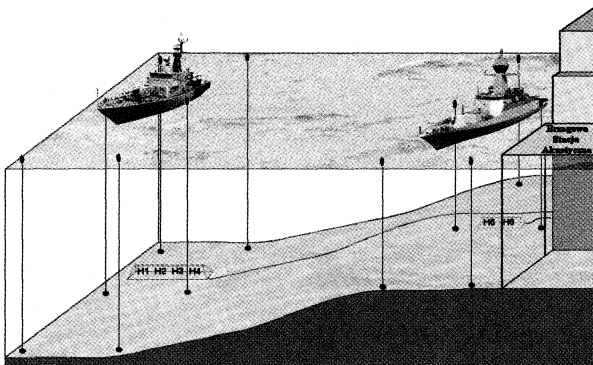
a) metoda stacjonarna - okręt, przy ustalonych warunkach pomiaru, ustawiony jest nieruchomo względem układu sond pomiarowych (rys. 3);



Rys. 3. Pomiar pola fizycznego okrętu metodą stacjonarną  
Fig. 3. Stationary method of ship physical fields measurement

Metoda ta charakteryzuje się dużą dokładnością wynikającą głównie z mniejszych wartości bezwzględnej błędności metody pomiaru. Jednakże jest ona czasochłonna i kosztowna oraz ograniczona obszarem poligonu pomiarowego;

b) metoda dynamiczna - okręt, w określonych warunkach pomiaru, porusza się ustalonym torem ze stałą prędkością względem nieruchomego układu sond pomiarowych (rys. 4).



Rys. 4. Pomiar pola fizycznego okrętu metodą dynamiczną  
Fig. 4. Dynamic method of ship physical fields measurement

Metoda ta charakteryzuje się mniejszą dokładnością, ale posiada znacznie krótszy czas realizacji cyklu pomiarowego.

W trakcie badań charakterystyk wielkości opisujących pole fizyczne okrętu zaleca się stosowanie powyższych metod jako wzajemnie uzupełniających się.

Przy wyborze systemów pomiarowych przeznaczonych do wykonywania pomiarów kontrolnych wielkości charakteryzujących pola fizyczne jednostek pływających uwzględnia się między innymi następujące czynniki:

- charakter wielkości opisującej dane pole fizyczne;
- rodzaj metody pomiarowej ustalonej dla pomiarów kontrolnych określonej wielkości;
- zakres zmienności wielkości mierzonej wynikający między innymi z określonych dla tej wielkości wartości dopuszczalnych;
- wielkość obszaru oddziaływania mierzonego pola fizycznego konkretnej jednostki pływającej.

### 3. Zabezpieczenie metrologiczne sprzętu obrony bierniej okrętów

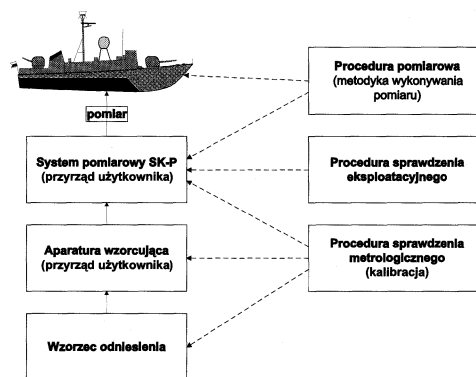
#### 3.1. System poprawnej miary

Uwzględniając fakt, że dogłębna znajomość okrętu jako źródła pól fizycznych i ośrodka w którym prowadzi on swą działalność bojową jest zagadnieniem nadrzędnym, prowadzi się stałe obserwacje i rejestrację pól fizycznych towarzyszących ruchowi okrętu. Mierzone charakterystyki poddawane są różnego rodzaju analizom oraz archiwizacji.

Kontrola wartości podstawowych wielkości charakteryzujących pola fizyczne okrętów własnych oraz jednostek pływających obcych bander jest istotnym elementem utrzymania pożądanych parametrów taktyczno-technicznych uzbrojenia morskiego.

Zę względu na wagę informacji o wielkościach charakteryzujących pola fizyczne okrętu, wiarygodność pomiarów kontrolnych powinna być poparta odpowiednim zabezpieczeniem metrologicznym w tym systemem poprawnej miary.

Na rys. 5 przedstawiono przykładowy schemat takiego systemu.



Rys. 5. Zabezpieczenie metrologiczne pomiarów pól fizycznych - system poprawnej miary

Fig. 5. Metrological maintenance of physical fields measurements - true measure system

#### 3.2. Wymagania metrologiczne dla układów pomiarowych oraz błędy związane z pomiarami

Układy pomiarowe wykorzystywane do pomiarów kontrolnych wielkości charakteryzujących pola fizyczne jednostek pływających powinny odpowiadać następującym wymaganiom metrologicznym:

- zakresy pomiarowe powinny w pełni odpowiadać przewidywanemu zakresowi zmienności wielkości podlegającej pomiarowi kontrolnemu;
- różnica wskazań odpowiadająca zmianie o jednostkę najmniej znaczącej cyfry (rozdzielczość urządzenia wskazującego) powinna być nie większa niż 0,5 na każdym podzakresie;
- dokładność oraz zastosowana metoda wykonywania pomiarów przez układy pomiarowe stacji powinna pozwalać na wykonywanie pomiarów wielkości charakteryzujących pola fizyczne jednostek pływających na tle zakłóceń.

W trakcie wykonywania pomiarów pól fizycznych okrętów występują błędy związane z:

- metodą pomiaru;
- niedokładnością układu pomiarowego (aparatury pomiarowej);
- wykonywaniem pomiarów na tle zakłóceń występujących na poziomie sygnału użytecznego.

Błędy związane z metodą pomiaru pól fizycznych wynikają z niedokładności określenia wzajemnego położenia okrętu i układu przetworników podczas trwania cyklu pomiarowego. Żadna z obecnych metod pomiaru pól fizycznych okrętu nie pozwala określić dokładnie położenia mierzonego okrętu względem układu czujników pomiarowych. Dokładność ta powinna zawierać się w granicach 0,5 m. W niektórych przypadkach należy tę dokładność zwiększyć poprzez wprowadzenie odpowiednich analiz programowych, wykorzystując znane cechy danego pola

fizycznego (np. rozkłady przestrzenne). Błędy metody związane z dokładnością określenia rzeczywistych warunków pomiaru są błędami przypadkowymi i ich wartość względna w zależności od warunków pomiaru i rodzaju mierzonego pola nie powinna przekraczać 15%.

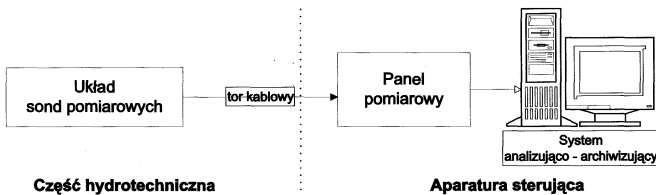
Błędy związane z niedokładnością układu pomiarowego stacji wynikają z błędów przyrządów pomiarowych, które są ściśle określone w procesie skalowania aparatury kontrolno-pomiarowej oraz błędów przetworników wielkości mierzonych na wielkości elektryczne.

Błędy związane z wpływem zakłóceń zewnętrznych wynikają z zakłóceń naturalnego pola fizycznego Ziemi lub zakłóceń związanych z działalnością przemysłową (np. stocznie, porty). Ich charakter, wielkość i wpływ na dokładność pomiarów zależy od rodzaju mierzonego pola, miejsca wykonywania pomiarów i zastosowanej metody ograniczenia ich wpływu na dokładność pomiarów.

### 3.3. Sprawdzenie metrologiczne stacji kontrolno-pomiarowych pól fizycznych

Aparatura specjalistyczna znajdująca się na stacji kontrolno-pomiarowej pól fizycznych okrętów i stacjach demagnetyzacyjnych podlega okresowym sprawdzeniom metrologicznym. Sprawdzenie metrologiczne systemów zainstalowanych na stałe w specjalnych obiektach i akwenach morskich wykonuje się okresowo bezpośrednio u użytkownika sprzętu.

Na rys. 6 przedstawiono przykładowy schemat blokowy systemu pomiarowego podlegający sprawdzeniu metrologicznemu.



Rys. 6. Schemat blokowy systemu pomiarowego  
Fig. 6. System of measurement block scheme

Pomiary określonych wielkości fizycznych dokonywane przy pomocy systemów stacji posiadają zazwyczaj odniesienie do wzorców. W niektórych przypadkach ze względów technicznych i taktycznych nie można zastosować właściwego wzorca. W tym przypadku stosowane są odpowiednie procedury i metody pomiarowe. Pozwalają one na uzyskiwanie dokładniejszych wyników w drodze obliczeń oraz analiz statystycznych.

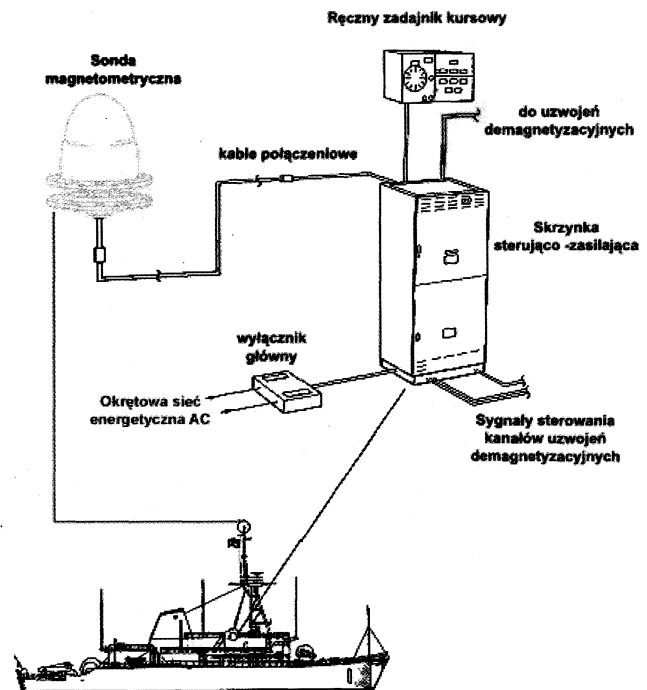
### 3.4. Pomiary pól fizycznych jako element zabezpieczenia metrologicznego działań przeciwmornicznych okrętów

W trakcie wypracowania decyzji o działaniach przeciwmornicznych uwzględnia się stopień niebezpieczeństwa poddawania się jednostek pływających na minach oraz przewiduje się odpowiednie przedsięwzięcia mające na celu zmniejszenie stopnia niebezpieczeństwa.

Jednym z istotnych środków zmniejszenia stopnia ryzyka poddawania się okrętów na minach niekontaktowych jest minimalizacja parametrów pól fizycznych okrętów oraz systematyczna kontrola stanu poziomu tych pól. Kontrolę stanu pól fizycznych okrętów MW RP przeprowadza się w ściśle ustalonych terminach oraz według ustalonych przepisami zasad. Czynności te są zgodne z obowiązującymi dokumentami normalizacyjnymi NATO. W dokumentach tych ustalono między innymi, że okręty państw NATO mogą korzystać z poligonów pomiarowych lub demagnetyzacyjnych innego kraju NATO. Dlatego też należy zabezpieczenie metrologiczne stacji pomiarowych pól fizycznych oraz stacji demagnetyzacyjnych powinno być jednym z podstawowych czynności służb logistycznych MW RP w tym metrologii wojskowej.

Podczas pomiarów kontrolnych pól fizycznych dokonuje się między innymi sprawdzeń skuteczności działania systemu minimalizacji pola magnetycznego (urządzenia demagnetyzacyjnego) zamontowanego na okręcie. Na rys. 7. przedstawiono przykładowe rozmieszczenie na okrę-

cie podstawowych elementów systemu demagnetyzacyjnego z układem magnetometrycznym.



Rys. 7. Konfiguracja systemu demagnetyzacyjnego z sondą magnetometryczną  
Fig. 7. Configuration of demagnetize system with magnetometric probe

Układy magnetometryczne systemu demagnetyzacyjnego wykorzystują ciągły pomiar składowych pola geomagnetycznego w układzie współrzędnych związanym z okrętem. Uwzględniają one zmiany namagnesowania indukowanego związanego nie tylko ze zmianą kursu okrętu, ale również z innymi rodzajami ruchu (m.in. przechyły poprzeczne i wzdłużne okrętu).

## 4. Podsumowanie

Stacje kontrolno-pomiarowe pól fizycznych okrętów oraz urządzenia demagnetyzacyjne stanowią zintegrowane systemy, które należy sprawdzać metrologicznie (kalibrować) na stanowisku pomiarowym. Systemy te odgrywają podstawową rolę w zabezpieczeniu logistycznym okrętów MW RP w zakresie obrony biernej okrętów.

Ze względu na różnorodność wykonywania zadań przez stacje pomiarowe, sprzęt będący na ich wyposażeniu powinien być kalibrowany zgodnie z przepisami Głównego Urzędu Miar oraz obowiązującymi przepisami wojskowymi. Uzyskanie świadectwa kalibracji na sprzęt pomiarowy stacji kontrolno-pomiarowych pól fizycznych okrętów stanowi jeden z podstawowych punktów dostosowania tego typu sprzętu do przepisów i wymagań zawartych w dokumentach normalizacyjnych NATO.

## Literatura

- [1] „Stan uzbrojenia minowego na świecie oraz kierunki rozwoju uzbrojenia minowego w Marynarce Wojennej RP” - Akademia MW 1999 r.
- [2] „Stacje kontrolno-pomiarowe pól fizycznych okrętów. Podręcznik” - praca zbiorowa - Marynarka Wojenna 1998 r.
- [3] Bobrowicz A.: „Demagnetyzacja okrętów” - Marynarka Wojenna 1992 r.
- [4] Gawęcki L. Pole magnetyczne okrętu. Zeszyty Naukowe Politechniki Gdańskiej 1968.
- [5] Materiały z Sympozjum Wojskowej Techniki Morskiej - OBR CTM.
- [6] Materiały z Sympozjum Hydroakustyki (Jurata) - Akademia Marynarki Wojennej, Politechnika Gdańska
- [7] Materiały z II Konferencji „Problemy eksploatacji techniki wojskowej” 2000 r.
- [8] Międzynarodowy słownik terminów i pojęć metrologicznych

**Title:** Metrology maintenance of ships physical fields control and calibration laboratories