

**Recenzja**  
**rozprawy doktorskiej mgr. inż. Macieja KLEBBY**  
**pt. „Optymalizacja procesu eksploatacji**  
**okrętowych przyrządów pomiarowych”**

**Podstawy formalne opracowania recenzji:**

Recenzję pracy doktorskiej mgr. inż. Marcina Klebby opracowano na zlecenie Dziekana Mechaniczno-Elektrycznego Akademii Marynarki Wojennej im. Bohaterów Westerplatte w Gdyni.

**1. Uwagi o wyborze tematyki pracy**

Procesy eksploatacji współczesnych obiektów technicznych wymagają ciągłego doskonalenia narzędzi pozwalających przewidywać potencjalne awarie, lokalizować uszkodzenia i monitorować parametry eksploatacyjne poszczególnych zespołów. Dotyczy to w szczególności struktur okrętowych, gdzie poprawne działanie wielu wzajemnie powiązanych urządzeń bezpośrednio wpływa na bezpieczeństwo ludzi. Trudno zatem przecenić rolę przyrządów pomiarowych wykorzystywanych podczas standardowej obsługi przez załogi okrętów morskich.

Zapewnienie wiarygodności przyrządów pomiarowych wymaga wykonywania okresowych kontroli metrologicznych, które czasowo wyłączają przyrządy z użytku. Zatem skrócenie czasu trwania obsługi metrologicznej bezpośrednio poprawia praktyczne wykorzystanie przyrządów pomiarowych użytkowanych przez załogi okrętów – uzasadnia to poszukiwanie rozwiązań racjonalizujących pracę służb metrologicznych.

Biorąc pod uwagę powyższe uważam, że tematyka pracy jest aktualna, a doskonalenie narzędzi zapewniających wiarygodność metrologiczną przyrządów pomiarowych stosowanych na okrętach ma duże znaczenie użytkowe i zawiera pierwiastek naukowy.

**2. Charakterystyka pracy**

Przedstawiona do oceny praca liczy 250 stron. Główna część merytoryczna zawiera 130 stron tekstu i rysunków, a resztę stanowi licząca 135 pozycji bibliografia, strona tytułowa, spis treści, streszczenie w języku polskim i angielskim, oraz 4 załączniki.

We wstępie do pracy Autor zwraca uwagę na okręt jako złożoną strukturę systemów wymagających wykonywania szeregu pomiarów, oraz charakteryzuje procedury metrologiczne z uwypukleniem znaczenia kalibracji dla przyrządów pomiarowych eksploatowanych przez Marynarkę Wojenną. Powołuje podstawy prawne metrologii i przedstawia hierarchię procedur pomiarowych uwzględniającą krajowe i międzynarodowe uregulowania.

Drugi rozdział został opracowany na podstawie informacji literaturowych. Zawiera on przegląd pojęć i działań związanych z eksploatacją obiektów technicznych z uwzględnieniem specyfiki przyrządów pomiarowych przeznaczonych na cele obronności państwa. Autor zasygnalizował tu między innymi problemy dotyczące automatyzacji procesów kalibracji przyrządów pomiarowych oraz kryteriów optymalizacji.

Tezę „*możliwe jest opracowanie metodyki kalibracji pozwalającej na zachowanie lub poprawę jakości uzyskiwanych wyników pomiarów z jednoczesnym skróceniem czasu wykonywania obsługi metrologicznej dla przyrządów bez interfejsu komunikacyjnego*” Autor sformułował w rozdziale trzecim nawiązując do postawionego celu pracy: przeprowadzenia na przykładzie cyfrowych przyrządów pomiarowych wielokryterialnej optymalizacji procesu kalibracji z wykorzystaniem do kalibracji stanowiska rozpoznającego obraz w czasie rzeczywistym.

Kolejny, czwarty rozdział, zawiera rozważania dotyczące niepewności pomiarów kalibracyjnych oraz kryteriów optymalizacji w kontekście opracowania metodyki automatycznej kalibracji multimetrów cyfrowych. Zaprezentowano również autorską propozycję algorytmu automatycznej kalibracji mierników cyfrowych bez interfejsu komunikacyjnego wraz ze współpracującym z kalibratorem oprogramowaniem do rozpoznawania obrazu wyświetlanego na wyświetlaczach takich mierników. Wykonane z wykorzystaniem przeprowadzonych analiz **stanowisko do automatycznej kalibracji multimetrów ma istotne walory użytkowe.**

Na potrzeby weryfikacji opracowanej metodyki zrealizowano cykl badań wybranych multimetrów, których wyniki zaprezentowano w rozdziale 5. Badania obiektów rzeczywistych poprzedzono obliczeniami symulacyjnymi, które posłużyły ustaleniu optymalnej (ze względu na przyjęte kryteria) liczby pomiarów w seriach pomiarowych dla poszczególnych typów mierników. Porównanie rezultatów kalibracji wykonanych tradycyjnie z wynikami uzyskanymi w procesie zautomatyzowanym według opracowanej metodyki potwierdza tezę pracy o możliwości opracowania metodyki kalibracji pozwalającej na zachowanie lub poprawę jakości uzyskiwanych wyników pomiarów z jednoczesnym skróceniem czasu wykonywania obsługi.

**Właściwie zaplanowany i zrealizowany cykl badań symulacyjnych i eksperymentalnych uważam za mocną stronę rozprawy, zaś wykazana przez Doktoranta umiejętność interpretacji wyników dobrze prognozuje dalszemu rozwojowi naukowemu.**

Podsumowanie wniosków ze zrealizowanych badań i perspektywy dalszych prac rozwojowych Autor przedstawił w ostatnim, szóstym rozdziale. Wyeksponowano tu nowatorskie zastosowanie technik optymalizacji w procesach obsługi metrologicznej przyrządów pomiarowych, oraz uwypuklono możliwości rozszerzenia zastosowań oprogramowania odczytującego wskazania mierników z wyświetlaczem cyfrowym na multimetry wskazówkowe, które są nadal powszechnie wykorzystywane podczas eksploatacji urządzeń okrętowych.

### 3. Ocena pracy

Przedstawiony przegląd literaturowy w obszarze optymalizacji i metrologii jest opracowany właściwie. Odzwierciedla on aktualny stan wiedzy i nawiązuje do dotychczasowych badań związanych z problematyką rozprawy prowadzonych w ośrodkach krajowych i zagranicznych.

Wybór literatury przedstawiony przez Autora jest trafny a sposób cytowania poprawny, co świadczy o umiejętności posługiwania się materiałem bibliograficznym. Pewnym mankamentem jest skromna ilość publikacji literaturowych dotyczących eksploatacji maszyn, oraz brak autorskich publikacji Doktoranta.

Na podstawie własnych doświadczeń zawodowych popartych analizą literatury przedmiotowej Autor formułuje tezę pracy: *"Możliwe jest opracowanie metodyki kalibracji pozwalającej na zachowanie lub poprawę jakości uzyskiwanych wyników pomiarów z jednoczesnym skróceniem czasu wykonywania obsługi metrologicznej dla przyrządów bez interfejsu komunikacyjnego"*.

W dalszej części pracy Autor wykazuje poprawność postawionej tezy. W tym celu analizuje kryteria i metody optymalizacji możliwe do wykorzystania podczas automatyzacji kalibracji mierników, opracowuje metodykę automatycznej kalibracji multimetrów cyfrowych, oraz realizuje cykl symulacji i badań eksperymentalnych na obiektach rzeczywistych. Eksperymenty obejmują badania przy użyciu stanowiska zbudowanego według opracowanej metodyki, wykorzystującego autorskie oprogramowanie do rozpoznawania i identyfikowania obrazu siedmiosegmentowego wyświetlacza ciekłokrystalicznego.

Praca została zakończona poprawnie sformułowanymi wnioskami i wskazaniem kierunku rozwoju narzędzia powstałego jako jeden z jej efektów. Udowodniono postawioną tezę, a opracowana metodyka ma istotne znaczenie użytkowe – stanowi moim zdaniem wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna.

Całość wywodów przedstawionych w pracy oceniam pozytywnie pod względem merytorycznym i metodycznym. Autor poprawnie zaplanował i przeprowadził eksperymenty prowadzące do potwierdzenia postawionej tezy, oraz stworzył narzędzie pozwalające automatyzować proces kalibracji multimetrów cyfrowych - co istotnie usprawnia działania podejmowane na potrzeby eksploatacji urządzeń okrętowych i poprawia wiarygodność mierzonych parametrów.

### 4. Szczegółowe uwagi krytyczne

W trakcie czytania pracy nasuwają się następujące uwagi:

- Forma redakcyjna podpisów pod rysunkami nie zawsze umożliwia rozróżnienie elementów autorskich od informacji literaturowych – przykładem niejednoznaczność autorstwa rysunków 2.2, 2.6, 2.7, 2.8, 2.11.
- Problematyka pracy poprzez zastosowania mierników kalibrowanych według opracowanej metodyki do diagnostyki eksploatacyjnej maszyn i urządzeń okrętowych mieści się w dyscyplinie „inżynieria mechaniczna”. Niedosyt budzi wyłącznie zasygnalizowanie wybranych aspektów eksploatacji urządzeń okrętowych i powierzchowna analiza literatury dotyczącej eksploatacji maszyn.
- Podobne refleksje wiążą się z ograniczeniem wniosków finalnych do obszaru eksploatacji urządzeń pomiarowych (głównie multimetrów) bez uwypuklenia znaczenia osiągniętych rezultatów w rozwiązywaniu zadań z zakresu inżynierii mechanicznej.

## 5. Uwagi o stronie edytorskiej rozprawy

Praca pod względem edytorskim jest opracowana starannie. Incydentalne drobne błędy stylistycznych bądź edytorskie nie obniżają czytelności ani nie utrudniają odbioru pracy.

## 6. Wnioski końcowe

Wymienione przeze mnie uwagi krytyczne nie obniżają pozytywnej całościowej oceny pracy. Uważam, że przedstawiona do recenzji rozprawa jest wartościowa pod względem użytkowym i poznawczym, zawiera nowatorskie spojrzenie na zautomatyzowaną kalibrację przyrządów pomiarowych, które znajdują zastosowanie w procesie nadzoru eksploatacyjnego maszyn i urządzeń okrętowych.

Mgr inż. Maciej Klebba wykazał się umiejętnością postawienia i samodzielnego rozwiązania problemu naukowego, jakim jest właściwe zaplanowanie cyklu badań eksperymentalnych i wykorzystanie rezultatów do poprawnego formułowania wniosków.

Tym samym wykazał, że posiada odpowiedni zasób wiedzy teoretycznej i umiejętności praktycznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna i potrafi samodzielnie prowadzić pracę naukową.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że recenzowana praca doktorska mgr. inż. Macieja Klebby nt „Optymalizacja procesu eksploatacji okrętowych przyrządów pomiarowych” spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim przez ustawę z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U.2017 r. poz. 1789) w zw. z art. 179 ust. 1 ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U.2018 r. poz. 1669 z późn. zm) i może zostać dopuszczona do publicznej obrony.

