

**PROJEKTOWANIE STANOWISK LABORATORYJNYCH  
WSPIERAJĄCYCH PROCES SZKOLENIA PRAKTYCZNEGO KADR  
MORSKICH DZIAŁU MASZYNOWEGO W ŻEGLUDZE MIĘDZYNARODOWEJ,  
PRZYBRZEŻNEJ I KRAJOWEJ**

**DESIGNING LABORATORY STATIONS TO SUPPORT THE PRACTICAL  
TRAINING PROCESS OF THE ENGINE DEPARTMENT'S SEAFARERS WITHIN  
INTERNATIONAL DOMESTIC AND NEAR-COASTAL VOYAGES**

**Zbigniew Korczewski**  
**Konrad Marszałkowski**  
**Norbert Ochal**  
**Jacek Rudnicki**

Politechnika Gdańska  
Wydział Oceanotechniki i Okrętownictwa  
ul. G. Narutowicza 11/12  
80-233 Gdańsk  
e-mail: zbikorecz@pg.edu.pl

**Abstract:** Within the article a design offer of the Department of Ship and Power Plants of the Faculty of Ocean Engineering And Ship Technology at the Gdansk University of Technology has been presented. The offer concerns designing laboratory stations which might stand for the equipment of a didactic base of maritime educational centers i.e. maritime (naval) academies and schools as well as maritime affairs' professional training centers, which conduct different kind of specialist courses compatible with the STCW Convention's requirements for the engine department's seaman and officers. There has been also moved forward the origin of changes introduced into the structured training frameworks within international domestic and near-coastal voyages, especially in an aspect of practical activities, which aimed increasing a level of the widely understood seagoing and inland vessels navigation's safety.

**Keywords:** STCW Convention, practical trainings, laboratory stations, designing.

## **Wprowadzenie**

Eksplatacja siłowni okrętowych, zarówno statków morskich jak i śródlądowych, wymaga profesjonalnego przygotowania oficerów i marynarzy działów maszynowych do użytkowania i obsługi coraz bardziej złożonych maszyn i urządzeń, zarówno cieplnych jak i energetycznych [1]. Podstawową drogą ciągłego podnoszenia kwalifikacji załóg okrętowych są różnego rodzaju szkolenia specjalistyczne prowadzone według wymagań Konwencji STCW 78/95<sup>1</sup> i modelowych kursów Międzynarodowej Organizacji Morskiej (IMO) [2,3,4]. Szkolenia takie mogą być prowadzone tylko przez ośrodki (tzw. morskie jednostki edukacyjne) posiadające wykwalifikowaną kadrę, odpowiednią bazę dydaktyczną oraz uznanie Państwowej Administracji Mors-

kiej. Powyższe warunki powinny być potwierdzone certyfikatami jakości w zakresie organizacji i prowadzenia szkoleń o profilu morskim, przyznawanymi przez Urzędy Morskie oraz Towarzystwa Klasyfikacyjne zrzeszone w International Association of Classification Societies, (IACS).

Głównym przesłaniem Konwencji STCW jest globalna unifikacja procesu szkolenia załóg statków morskich, nadążająca za dynamicznym rozwojem techniki okrętowej, mająca na celu ciągłe podnoszenie bezpieczeństwa żeglugi międzynarodowej oraz ochrony środowiska morskiego. Z tego względu wprowadzane są okresowo, przez IMO, odpowiednie zmiany do Konwencji STCW, w której sprecyzowane są minimalne wymagania stawiane całemu procesowi szkolenia, egzaminowania i certyfikacji kadr morskich. O ile oryginalny tekst Konwencji STCW uchwalonej w Londynie w 1978 r. zasadniczo pozostawia się bez zmian, o tyle wprowadza się zasadnicze zmiany w przepisach i tabelach jej integralnego Załącznika, zawierających wymagania kompetencyjne stawiane oficerom i marynarzom statków

<sup>1</sup> Międzynarodowa konwencja o wymaganiach w zakresie wyszkolenia marynarzy, wydawana im świadectw oraz pełnienia wacht, sporządzona w Londynie dnia 7 lipca 1978 r. (Dz. U. z 1984 r. Nr 39, poz. 201 i 202 oraz z 1999 r. Nr 30, poz. 286).

morskich. Dotychczas dwukrotnie przeprowadzono nowelizację Załącznika Konwencji:

- W 1995 roku (zmodyfikowana Konwencja STCW 78/95 weszła w życie 1 lutego 1997 roku, a w zakresie szkoleń załóg statków morskich obowiązuje od 1 sierpnia 1998 roku) – zmiany dotyczyły konieczności wdrażania systemów zarządzania jakością, wspierających proces kształcenia i egzaminowania kadr morskich oraz wydawania dokumentów kwalifikacyjnych. Wprowadzono również nowe ramy kwalifikacji dla oficerów i marynarzy, uwzględniające podział efektów szkolenia w zakresie wiedzy i umiejętności. Szczególny nacisk położono na umiejętności praktyczne, które powinny być nabywane w odpowiednio wyposażonych laboratoriach oraz pracowniach komputerowych (symulatorach) pod nadzorem kadry nauczycielskiej o najwyższych kwalifikacjach morskich.

- W 2010 roku - w Manili (stolicy Filipin) odbyła się Konferencja Dyplomatyczna, podczas której wprowadzono zmiany ustalające nowe wymagania programowe w zakresie wyszkolenia załóg statków morskich, dostosowując ramowe programy szkolenia do aktualnego poziomu techniki na statkach. Wprowadzone zmiany uprawomocniły się 1 lipca 2011 roku, a od 1 stycznia 2012 roku obowiązują we wszystkich państwach będących stronami Konwencji STCW, z zachowaniem odpowiednich okresów przejściowych, w odniesieniu do poszczególnych wymogów. I tak, zgodnie z prawidem I/15 Załącznika Konwencji szkolenia dostosowane do wprowadzonych zmian powinny być realizowane od 1 lipca 2013 roku.

W ślad za zmianami wprowadzanymi do Konwencji STCW odpowiednim zmianom ulegały akty prawne

obowiązujące w Unii Europejskiej. W celu dostosowania do nich polskiego prawa 18 stycznia 2011 roku uchwalono Ustawę o Bezpieczeństwie Morskim, którą podpisał Prezydent RP 30 września 2011 roku [5]. Wymusiło to konieczność zainicjowania w kraju konsultacji społecznych z udziałem przedstawicieli Ministerstwa Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej oraz morskich jednostek edukacyjnych: Akademii Morskich w Gdyni i w Szczecinie, Akademii Marynarki Wojennej w Gdyni oraz Szkoły Morskiej w Gdyni Sp. z o.o. Ponad rok trwające uzgodnienia zaowocowały (między innymi) Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 28 lutego 2014 r. w sprawie ramowych programów szkoleń i wymagań egzaminacyjnych dla marynarzy działu maszynowego, opublikowanym w Dzienniku Ustaw RP w dniu 25 kwietnia 2014 roku pod poz. 536. Zawarte w nim ramowe programy szkoleń dla marynarzy i oficerów, określone na poziomie pomocniczym (oprócz dotychczas istniejącego w siłowni okrętowej stanowiska motorzysty wachtowego pojawiły się nowe stanowiska: starszego motorzysty i elektromontera maszynowego), operacyjnym (w specjalności mechanicznej i elektrycznej), zarządzania, a także dla marynarzy ubiegających się o dyplom mechanika w żegludze krajowej, stały się podstawą opracowania szczegółowych programów szkolenia obowiązujących we wszystkich krajowych ośrodkach morskich szkolących załogi okrętowe. W tabelach 1 i 2 przedstawiono zbiorcze zestawienia godzin dydaktycznych w zakresie wykładu (W), ćwiczeń audytoryjnych (C), ćwiczeń laboratoryjnych (L) oraz ćwiczeń laboratoryjnych na symulatorach (S) obowiązujące na poziomie operacyjnym w specjalności mechanicznej [4].

Tabela 1. Tabela zbiorcza ramowego programu szkolenia na poziomie operacyjnym w dziale maszynowym w dziale mechanicznym w specjalności mechanicznej dla osób nieposiadających świadectwa starszego motorzysty [4]

I	Przedmiot II	Liczba godzin				
		W	C	L	S	Σ
		III	IV	V	VI	VII
4.1.1	MECHANIKA I WYTRZYMAŁOŚĆ MATERIAŁÓW	20				20
4.1.2	TERMODYNAMIKA	26	8			34
4.1.3	TEORIA I BUDOWA OKRĘTU	36	6			42
4.1.4	OKRĘTOWE SILNIKI TŁOKOWE	44		10		54
4.1.5	SIŁOWNIE OKRĘTOWE	32	4		32	68
4.1.6	MASZYNY I URZĄDZENIA OKRĘTOWE	61		16		77
4.1.7	KOTŁY OKRĘTOWE	20				20
4.1.8	CHŁODNICTWO, WENTYLACJA I KLIMATYZACJA OKRĘTOWA	25		15		40
4.1.9	PLYNŹY EKSPLOATACYJNE	30		11		41
4.1.10	TECHNOLOGIA REMONTÓW	48		66		114
4.1.11	ELEKTROTECHNIKA I ELEKTRONIKA OKRĘTOWA	66	4	18		88
4.1.12	AUTOMATYKA OKRĘTOWA	36		8	4	48
4.1.13	OCHRONA ŚRODOWISKA MORSKIEGO	18				18
4.1.14	JĘZYK ANGIELSKI		60			60
4.1.15	BEZPIECZNA EKSPLOATACJA STATKU	10	4			14
4.1.16	MATERIAŁOZNAWSTWO OKRĘTOWE	27				27
4.1.17	GRAFIKA INŻYNIERSKA		54			54
	Razem	499	140	144	36	819

Tabela. 2. Tabela zbiorcza ramowego programu szkolenia na poziomie operacyjnym w dziale maszynowym w dziale mechanicznym w specjalności mechanicznej dla osób posiadających świadectwo starszego motorzysty [4]

I	Przedmiot II	Liczba godzin				
		W III	Ć IV	L V	S VI	Σ VII
4.2.1	MECHANIKA I WYTRZYMAŁOŚĆ MATERIAŁÓW	14				14
4.2.2	TERMODYNAMIKA	20	8			28
4.2.3	TEORIA I BUDOWA OKRĘTU	26	4			30
4.2.4	OKRĘTOWE SILNIKI TŁOKOWE	27		8		35
4.2.5	SIŁOWNIE OKRĘTOWE	20	4		18	42
4.2.6	MASZYNY I URZĄDZENIA OKRĘTOWE	40		4		44
4.2.7	KOTŁY OKRĘTOWE	14				14
4.2.8	CHŁODNICTWO, WENTYLACJA I KLIMATYZACJA OKRĘTOWA	22		15		37
4.2.9	PLINY EKSPLOATACYJNE	30	3	8		41
4.2.10	TECHNOLOGIA REMONTÓW	31		43		74
4.2.11	ELEKTROTECHNIKA I ELEKTRONIKA OKRĘTOWA	66	4	18		88
4.2.12	AUTOMATYKA OKRĘTOWA	29		8		37
4.2.13	OCHRONA ŚRODOWISKA MORSKIEGO	15				15
4.2.14	JĘZYK ANGIELSKI		20			20
4.2.15	BEZPIECZNA EKSPLOATACJA STATKU	7	4			11
4.2.16	MATERIAŁOZNAWSTWO OKRĘTOWE	17				17
4.2.17	GRAFIKA INŻYNIERSKA		47			47
	Razem	378	94	104	18	594

Analizując trendy zmian wprowadzanych do ramowych programów szkolenia w dziale maszynowym w ostatnich 20 latach zauważyć można znaczące zwiększenie roli szkolenia praktycznego w procesie dostosowywania poziomu przygotowania specjalistycznego oficerów i marynarzy do eksploatacji coraz bardziej złożonych maszyn i urządzeń stosowanych na statkach morskich, zgodnie z oczekiwaniami ich armatorów. Ma to swoje odzwierciedlenie w rosnącej liczbie godzin o charakterze praktycznym, realizowanych w tzw. aktywnej formie zajęć tj. ćwiczeniowej i laboratoryjnej, która dla przedstawionych poniżej, w formie tabelarycznej, programów szkolenia wynosi, odpowiednio: 39% i 36% [4].

### Oferta laboratoryjnych stanowisk dydaktycznych

Wprowadzane zmiany w programach szkolenia marynarzy i oficerów działu maszynowego wymuszają konieczność rozbudowy bazy laboratoryjnej ośrodków szkolących załogi statków morskich, tak aby zajęcia związane z praktycznym przygotowaniem zawodowym odbywały się w warunkach właściwych dla danego zakresu ich przyszłej działalności zawodowej. Stanowiska laboratoryjne powinny umożliwiać bezpośrednie wykonywanie przez ćwiczących odpowiednich czynności praktycznych, pod nadzorem osób posiadających stosowne uprawnienia i doświadczenie zawodowe (morskie), adekwatne do prowadzonych zajęć. Z tego względu, ich ergonomicznie zaprojektowanie możliwe jest tylko wówczas, gdy będzie

realizowane przez zespół konstruktorów o najwyższych kwalifikacjach inżynierskich oraz doświadczeniach eksploatacyjnych nabytych na statkach morskich. Takie warunki spełnia Katedra Siłowni Morskich i Lądowych Wydziału Oceanotechniki i Okrętownictwa Politechniki Gdańskiej, która dodatkowo dysponuje najnowszym oprogramowaniem komputerowym wspierającym proces projektowania maszyn i urządzeń okrętowych.

#### **Stanowisko laboratoryjne do badania pomp wirowych w układach połączenia równoległego i szeregowego**

Stanowisko służy do praktycznej nauki użytkownika pomp wirowych (rys. 1). Umożliwia ciągłą obserwację parametrów pracy układu pompowego w różnych wariantach wykorzystania:

- podczas autonomicznej pracy pomp,
- podczas współpracy pomp, przy ich połączeniu szeregowym i równoległym.

W podstawowej wersji wykonania stanowiska jest ono wyposażone w standardowe (analogowe) obserwatory procesu przepływu wody w układzie - manometry i przepływomierze, które pozwalają na wyznaczenie charakterystyk pomp i ich współpracy z rurociągiem w stanach ustalonych.

Na stanowisku można również przeprowadzać ćwiczenia polegające na wymuszaniu procesu kawitacji i jego bezpośredniej, parametrycznej i organoleptycznej obserwacji w specjalnie do tego celu wstawionych odcinkach rurociągu wykonanych z pleksiglasu.

Stanowisko może być również zastosowane do celów diagnostycznych. Umożliwia wprowadzanie do układu

pompowego dodatkowych (wymiennych) elementów przepływowych, o różnych charakterystykach struktury konstrukcyjnej (np. zawory z osadami zanieczyszczeń itp.), w celu prawidłowego rozpoznawania symptomów różnych stanów niezdatności eksploatacyjnej układu.



Rys.1. Widok ogólny stanowiska do badania warunków współpracy pomp wirowych.

#### **Stanowisko laboratoryjne do badania elektromechanicznego zespołu napędowego**

Stanowisko przeznaczone jest do celów dydaktycznych i pozwala przeprowadzić badania elektromechanicznego zespołu napędowego (rys. 2), ze szczególnym wyeksponowaniem pomiaru momentu skręcającego na wale napędowym.



Rys. 2. Widok ogólny stanowiska do badania elektromechanicznego zespołu napędowego.

Oprócz możliwości wyznaczenia podstawowych wskaźników efektywności procesu transmisji mocy w badanym układzie, stanowisko może być również wykorzystane do wyznaczania charakterystyk zespołu maszyn elektrycznych prądu stałego silnik+prądnica (w tym zakresie nie wymaga żadnego dodatkowego

wyposażenia) oraz w badaniach diagnostycznych łożysk tocznych z zastosowaniem metod diagnostyki drganiowej (z wykorzystaniem opcjonalnego systemu akwizycji danych umożliwiającego rejestrację wielkości opisujących generowane drgania).

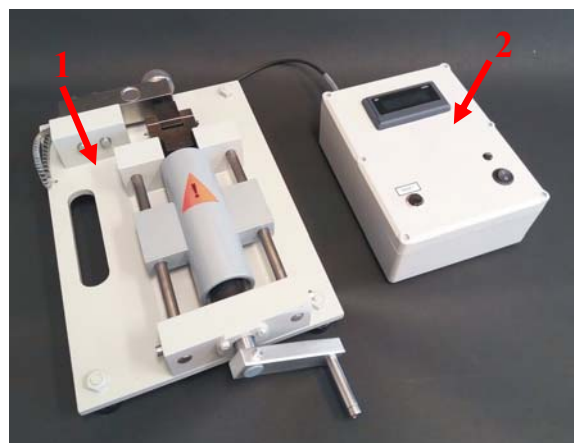
Stanowisko umożliwia bezpośredni odczyt obserwowanych parametrów kontrolnych ze wskaźników analogowych i cyfrowych, które stanowią standardowe wyposażenie stanowiska oraz rejestrację wartości momentu obrotowego i prędkości obrotowej, jako funkcji czasu, z wykorzystaniem dedykowanego oprogramowania momentomierza.

#### **Stanowisko laboratoryjne do przeprowadzania statycznej próby ścinania z wykorzystaniem tensometrii oporowej**

Stanowisko umożliwia przeprowadzenie statycznej próby ścinania technologicznego dla próbek o maksymalnej wytrzymałości na ścinanie  $R_t=450$  MPa. Pozwala lepiej zrozumieć zagadnienia związane z wytrzymałością materiałów oraz pomiarami naprężeń z użyciem tensometrów oporowych.

Stanowisko laboratoryjne składa się z dwóch podstawowych modułów (rys. 3):

1. **Modułu zrywarki** - zamontowanego na stalowej płycie o wymiarach 260x360 mm. Zrywarka wyposażona jest w śrubowo-sprężynowy mechanizm naprężający zapewniający płynne wywieranie siły na szczęki zrywarki. Wywieranie obciążenia dokonuje się poprzez kręcenie korbą w kierunku zgodnym do wskazówek zegara do momentu zerwania próbki. Szczęki zrywarki dostosowane są do przenoszenia maksymalnej wartości siły tnącej  $P_{tmax}=10$  kN przy średnicy próbki do 3 mm. Za pomiar siły tnącej odpowiedzialna jest belka tensometryczna SENSOCAR TA-1 połączona z cięgnem środkowym szczęk zrywarki.



Rys. 3. Widok ogólny stanowiska do badań wytrzymałościowych w zakresie pomiaru naprężeń z użyciem tensometrów oporowych: 1 – moduł zrywarki; 2 – moduł pomiarowy

2. **Modułu pomiarowego** - składającego się z przetwornika sygnału tensometru typu EM GZ306A firmy FMS oraz programowalnego wskaźnika tablicowego typu N21 firmy Lumel. Sygnał nierównoważenia mostka tenso-

metrycznego podawany jest jednocześnie na wejście wskaźnika N21 oraz zewnętrzne wyjście pomiarowe z gniazdem DB9, umożliwiającym podłączenie np. karty pomiarowej. W czasie realizacji próby ścinania wyświetlana jest maksymalna wartość siły tnącej Pt w newtonach lub maksymalnego naprężenia ścinającego Rt w megapaskalach.

### Podsumowanie

Wychodząc naprzeciw rosnącym wymaganiom odnośnie szkolenia praktycznego kadr morskich działu maszynowego w żegludze międzynarodowej zgodnie z Konwencją STCW, Katedra Siłowni Morskich i Lądowych Wydziału Oceanotechniki i Okrętownictwa Politechniki Gdańskiej oferuje doradztwo i konsultacje specjalistyczne w zakresie niezbędnego wyposażenia laboratoriów dydaktycznych. Proponuje również kompleksowe usługi w obszarze projektowania stanowisk laboratoryjnych dla potrzeb szkolenia marynarzy i oficerów działu maszynowego, doboru i zakupu podzespołów funkcjonalnych i elementów

konstrukcyjnych zaprojektowanych stanowisk, a także ich zbudowania i montażu w pomieszczeniach laboratoryjnych morskich ośrodków szkoleniowych. Gwarantem zaprojektowania i wykonania stanowisk laboratoryjnych zgodnie z obowiązującymi normami jakości i bezpieczeństwa są najwyższe kwalifikacje specjalistyczne zespołu konstruktorów, złożonego z doświadczonych nauczycieli akademickich oraz inżynierów okrętowych, jak również najnowocześniejsze narzędzia komputerowe wspomagające proces projektowania przedmiotowych stanowisk. Co ważne, mamy już za sobą pierwsze doświadczenia w przedmiotowej działalności - nasze prototypowe stanowiska są od blisko 2 lat wykorzystywane w laboratorium Szkoły Morskiej w Gdyni, stanowiąc istotne wsparcie procesu szkolenia praktycznego przyszłych oficerów marynarki handlowej. Do każdego stanowiska załączono dokumentację techniczną, zawierającą opis konstrukcji oraz instrukcję obsługi i użytkowania, wraz z przykładowymi scenariuszami ćwiczeń laboratoryjnych.

### Bibliografia

1. Wawruch, R., Zakres Nowelizacji Konwencji i Kodeksu STCW w 2010 roku. Prace Wydziału Nawigacyjnego Akademii Morskiej w Gdyni. Nr 26, 2011.
2. Międzynarodowa konwencja o wymaganiach w zakresie wyszkolenia marynarzy, wydawania im świadectw oraz pełnienia wacht — STCW, 1978.
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 13 lipca 2005 r. w sprawie programów szkoleń i wymagań egzaminacyjnych w zakresie kwalifikacji zawodowych marynarzy. Dz.U. z dnia 9 września 2005 r. Poz. 1445.
4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 28 lutego 2014 r. w sprawie ramowych programów szkoleń i wymagań egzaminacyjnych dla marynarzy działu maszynowego. Dz.U. z dnia 25 kwietnia 2014 r. Poz. 536.
5. Ustawa z dnia 18 sierpnia 2011 r. o bezpieczeństwie morskim. Dz.U. z dnia 24 października 2011 r. Poz. 1368.