

## SYMULATORY SIŁOWNI OKRĘTOWYCH W PROCESIE PODNOSZENIA KWALIFIKACJI OFICERÓW MECHANIKÓW NA WSPÓŁCZESNYCH STATKACH MORSKICH

*W artykule przedstawiono celowość kształcenia na symulatorach siłowni okrętowych oraz odniesiono się do przepisów regulujących kształcenie na symulatorach siłowni okrętowych. Przedstawiono bazę dydaktyczną symulatorów siłowni okrętowych Akademii Morskiej w Gdyni i dokonano tabelarycznego zestawienia symulatorów z wizualizacją typu 3D.*

### WSTĘP

Multimedialne symulatory są obecnie powszechnie wykorzystywane w procesie kształcenia w wielu dziedzinach tj. medycynie, lotnictwie, budownictwie itp.

Pierwsze symulatory siłowni okrętowych były wykorzystywane w marynarce wojennej. Już 1933 roku zauważono potrzebę szkolenia wykwalifikowanej kadry morskiej i stworzono pierwszy symulator dla mechaników. Był to trenażer U-Boot'a zbudowany na starym trałowcu z czasów pierwszej wojny światowej [4].

Po roku 1970 wraz z rozwojem technologicznym do opanowania wiedzy potrzebnej w zarządzaniu siłownią morskiego statku towarowego zauważono, że tradycyjne metody nauczania są niewystarczające dla bezpiecznej eksploatacji statku.

Błędy eksploatacyjne popełniane na rzeczywistych jednostkach pływających wskazywały na niewystarczające wyszkolenie praktyczne oficerów mechaników. Wzrost automatyzacji siłowni okrętowych, a w dalszym etapie redukcja liczby członków działu maszynowego spowodowały większe wymagania w zakresie wiedzy i umiejętności zawodowych załogi, a przez to zmianę sposobów nauczania w ośrodkach szkoleniowych.

Obowiązujące obecnie uregulowania prawne w zakresie kształcenia na symulatorach siłowni okrętowych, nie definiują precyzyjnie programów nauczania. Brak przykładowych scenariuszy ćwiczeń, stwarza dowolność w prowadzeniu tego typu zajęć praktycznych. Instruktorzy symulatorów siłowni okrętowych prowadząc szkolenia na symulatorach, korzystają z wiedzy, którą uzyskali w wyniku zdobywania doświadczenia na obiektach rzeczywistych.

### 1. REGULACJE PRAWNE

Szkolenia w formie zajęć na symulatorach muszą posiadać formułę zgodną z wymaganiami Ministerstwa Infrastruktury i Rozwoju w oparciu o rozporządzenie z dnia 28 lutego 2014 roku. Na tej podstawie placówki dydaktyczne w Polsce, w tym Akademia Morska w Gdyni, zobowiązane są prowadzić kształcenie zgodnie z wytycznymi Ministerstwa.

Wymagania dla marynarzy działu maszynowego w zakresie wyszkolenia reguluje w rozdziale III międzynarodowa konwencja STCW 78/95 (ang. Standards of Training, Certification and Watchkeeping) z tzw. poprawkami Manila 2010. W tabeli A-III/2

przedmiotowej konwencji znajdują się informacje określające minimalne wymagania na poziomie zarządzania w zakresie kompetencji dla starszych i drugich mechaników. Jedną z metod weryfikacji nabytych umiejętności w ramach odbytych zajęć wykładowych, laboratoryjnych oraz praktyki morskiej jest możliwość wykorzystania symulatorów, zarówno siłowni okrętowych, urządzeń pomocniczych, instalacji okrętowych jak też systemów komunikacji na jednostkach pływających. W kryteriach oceny kompetencji znajduje się ramowa informacja dotycząca weryfikacji posiadanych umiejętności.

W międzynarodowej konwencji Bezpieczeństwa Życia na Morzu SOLAS (ang. Safety of Life at Sea) wskazuje się na potrzebę szkolenia załogi statku, jednak odpowiedzialność ta jest przeniesiona na armatorów. Także Europejska Agencja Bezpieczeństwa Morskiego EMSA (ang. European Maritime Safety Agency) jest zobowiązana, nie rzadziej niż raz na 5 lat, do przeprowadzenia kontroli w morskich ośrodkach szkoleniowych ze szczególnym uwzględnieniem symulatorów okrętowych.

Bardzo istotnym elementem dla morskich ośrodków szkoleniowych jest fakt, by symulatory które posiadają w swojej bazie dydaktycznej miały akredytację towarzystwa klasyfikacyjnego. Towarzystwa na podstawie międzynarodowych konwencji, kodeksów, państwowych oraz własnych przepisów dokonują certyfikacji symulatorów.

### 2. SZKOLENIE NA SYMULATORACH SIŁOWNI OKRĘTOWYCH

W dobie dzisiejszego rozwoju technologicznego i poziomu automatyzacji siłowni okrętowej konieczność prowadzenia szkolenia na symulatorach siłowni okrętowych jest zasadna. W oparciu o symulatory istnieje możliwość zapoznania się z mechanizmami, urządzaniami i instalacjami, wykluczając jednocześnie ryzyko uszkodzenia tych elementów. Istnieje także możliwość obserwacji parametrów pracy dla poszczególnych instalacji i ich wzajemnego oddziaływania. W ten sposób można poznać właściwy sposób obsługi poszczególnych urządzeń i mechanizmów znajdujących się w siłowni okrętowej.

Poprzez wprowadzenie w wybranym symulatorze uszkodzeń elementów siłowni lub zmiany parametrów pracy, istnieje możliwość weryfikacji podejmowanych działań oraz lokalizacji zadanych uszkodzeń. Podejmowanie samodzielnych czynności zmierzających do przywrócenia prawidłowej pracy siłowni okrętowej stanowi istotny

aspekt w procesie podnoszenia kwalifikacji zawodowych mechanika i pozwala wykształcić właściwe reakcje, szczególnie ważne w sytuacjach awaryjnych, wymagających umiejętności podejmowania szybkich decyzji dla zachowania bezpieczeństwa na morzu. Taka forma szkolenia na rzeczywistych obiektach technicznych nie jest możliwa uwzględniając koszty eksploatacyjne. Dodatkowym atutem szkolenia na symulatorach jest możliwość omówienia wykonywanych czynności w każdym dowolnie wybranym momencie pracy. Symulatory komputerowe dają sposobność dokładnego zapoznania się z systemem dla danego stanu eksploatacji.

Najważniejszym aspektem wykorzystania symulatorów siłowni jest możliwość prowadzenia przez instruktora ścisłej kontroli postępów nauczania i możliwość weryfikacji podejmowanych przez kursantów niewłaściwych decyzji.

### 2. SYMULATORY SIŁOWNI OKRĘTOWYCH W AKADEMII MORSKIEJ W GDYNI

Symulatory siłowni zainstalowane na Wydziale Mechanicznym Akademii Morskiej w Gdyni posiadają certyfikat Polskiego Rejestru Statków (PRS).

Pierwszy symulator siłowni okrętowej został zainstalowany w 1998 roku. Był to symulator siłowni z wizualizacją typu 2D. W ciągu 17 lat baza szkoleniowa symulatora siłowni okrętowej została znacznie zmodernizowana i rozbudowana. W miejsce wielostanowiskowego symulatora z wizualizacją typu 2D opartego na technologii CBT (ang. Computer Based Training) powstał symulator MED3DH (ang. Medium Speed Diesel engine) z wizualizacją trójwymiarową typu 3D w tzw. wersji sprzętowej (ang. Hardware).

W symulatorze MED3DH wykorzystuje się trójwymiarową prezentację pomieszczeń siłowni i w sposób wirtualny oraz rzeczywisty możliwa jest obsługa urządzeń i mechanizmów, w tym poszczególnych zaworów wybranych instalacji siłowni, a także elementów automatyki z poziomu Centrali Manewrowo Kontrolnej oraz mostka.

Symulator MED3DH podzielony jest na trzy obszary:

- instruktora (rys. 2),
- siłowni z dwoma rzutnikami multimedialnymi i konsolą sterującą (rys. 3),
- Centrali Manewrowo Kontrolnej, w której znajdują się rzeczywiste konsole sterujące średnio obrotowego 4. suwowego silnika napędu głównego statku oraz mechanizmów pomocniczych (rys. 2), a także główna elektryczna tablica rozdzielcza (GTR) widoczna na rysunku 1.



Rys. 1. Główna elektryczna tablica rozdzielcza (GTR)



Rys. 2. Konsola sterująca silnika napędu głównego statku i elementów pomocniczych



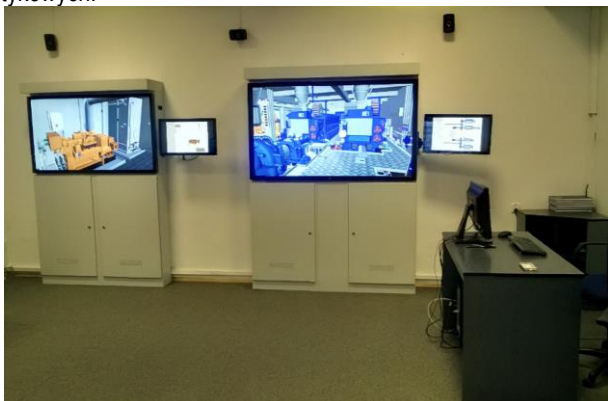
Rys. 3. Wizualizacja siłowni okrętowej

W 2015 roku w Akademii Morskiej w Gdyni zakończono kolejny etap rozwoju w procesie szkolenia oficerów mechaników na symulatorach siłowni okrętowych oparte na technologii ekranów dotykowych (ang. touchscreen). Pełna wizualizacja trójwymiarowa siłowni okrętowej statku morskiego typu 3D zrealizowana jest na 16 różnej wielkości ekranach dotykowych przedstawionych na rysunku 4, 5, 6. W ten sposób w ciągu kilku sekund można dokonać zmiany rodzaju siłowni okrętowej dla wybranego typu statku i przygotować symulator siłowni okrętowej w zależności od potrzeb szkolenia mechaników.



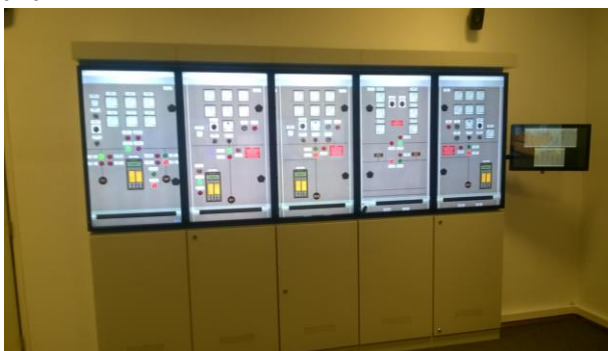
Rys. 4. Stanowisko Centrali Manewrowo Kontrolnej realizowane na sześciu ekranach dotykowych

Wizualizacja siłowni okrętowej oraz pomieszczenia awaryjnego zespołu prądowłórczego, przedstawiona na rysunku 5, realizowana jest za pomocą dwóch głównych i dwóch pomocniczych ekranów dotykowych.



Rys. 5. Wizualizacja mechanizmów i urządzeń siłowni okrętowej

Sposób realizacji głównej tablicy rozdzielczej przedstawiono na rysunku 6. Na pięciu pionowych ekranach dotykowych znajdują się aktualnie wybrane elementy rozdzielni głównej. Zmiana aktywnych elementów na ekranach głównych jest realizowana za pomocą mniejszego ekranu pomocniczego znajdującego się po prawej stronie.



Rys. 6. Ekran dotykowy głównej rozdzielni elektrycznej

Rysunek 7 przedstawia stanowisko instruktora, na którym można wprowadzać zmiany stanu eksploatacyjnego siłowni okrętowej na poziomie wybranych instalacji oraz dokonywać zmian w zakresie obciążenia silnika napędu głównego statku.



Rys. 7. Stanowisko instruktora

W tabeli 1 dokonano zestawienia komputerowych symulatorów siłowni okrętowych zainstalowanych w Akademii Morskiej w Gdyni.

W Akademii Morskiej w Gdyni jest również możliwość indywidualnej pracy na 12. Stanowiskach komputerowych wyposażonych w podwójne ekrany. Na każdym stanowisku można trenować na

dowolnie wybranym symulatorze siłowni okrętowej w wersji 3D wymienionym w tabeli 1. Istotnym elementem podnoszenia kwalifikacji jest symulator VER 2D (ang. Virtual Engine Room simulator) z wizualizacją typu 2D, który jest wyposażony w tzw. listy kontrolne (ang. checklists) oraz funkcję lektora dającą sposobność samodzielnego przygotowania siłowni okrętowej i kontroli parametrów pracy w różnych stanach eksploatacyjnych statku.



Nazwa symulatora	Napęd statku	Elektrownia statku
PSV3D (ang. Platform Supply Vessel) wyposażony w dwie śruby nastawne	Liczba silników: 4 Producent silników: Wärtsilä Typ: 4. suwowy, nienawrotny, średnioobrotowy Nominalna prędkość obrotowa: 750/900 obr/min Nominalna moc: 2700kW Liczba cylindrów: 9 Średnica tulei cylindrowej i skok tłoka: 250/330 mm	- 2 prądnice wałowe - 1 pomocniczy zespół prądotwórczy - 1 awaryjny/portowy zespół prądotwórczy
DE3D (ang. Diesel Electric Simulator) symulator silowni statku typu AHTS (ang. Anchor Handling Tug and Supply Vessel) wyposażony w pędniki azymutale	Liczba silników: 4 Producent silników: Caterpillar Typ: 4. suwowy nienawrotny, szybkoobrotowy Nominalna prędkość obrotowa: 1800obr/min Nominalna moc: 1700kW Liczba cylindrów: 12 w układzie V Średnica tulei cylindrowej i skok tłoka: 430/610mm	- 4 zespoły prądotwórcze - 1 awaryjny/portowy zespół prądotwórczy
LER3D (ang. Low Speed Engine Room) wyposażony w śrubę o skoku stałym	Liczba silników: 1 Producent silnika: MAN B&W Typ: 2. suwowy, nawrotny, wolnoobrotowy Nominalna prędkość obrotowa: 105obr/min Nominalna moc: 15820kW Liczba cylindrów: 7 Średnica tulei cylindrowej i skok tłoka: 600/2400 mm	- 1 prądnica wałowa - 3 zespoły prądotwórcze - 1 awaryjny zespół prądotwórczy
MER3D (ang. Medium Speed Engine Room) wyposażony w śrubę nastawną	Liczba silników: 2 Producent silników: Wärtsilä Typ: 4. suwowy, nienawrotny, średnioobrotowy Nominalna prędkość obrotowa: 900obr/min Nominalna moc: 1920kW Liczba cylindrów: 6 Średnica tulei cylindrowej i skok tłoka: 250/330mm	- 1 prądnica wałowa - 2 pomocnicze zespoły prądotwórcze - 1 awaryjny zespół prądotwórczy
MED3D (ang. Medium Speed Diesel) wyposażony w śrubę nastawną	Liczba silników: 1 Producent silnika: MAN B&W Typ: 4. suwowy, nienawrotny, średnioobrotowy Nominalna prędkość obrotowa: 500obr/min Nominalna moc: 5400kW Liczba cylindrów: 6 Średnica tulei cylindrowej i skok tłoka: 430/610mm	- 1 prądnica wałowa, - 3 pomocnicze zespoły prądotwórcze, - 1 awaryjny zespół prądotwórczy
W-Xpert3D (ang. Electronically controlled Low Speed Diesel engine) w dwóch wersjach: ze śrubą nastawną lub śrubą o skoku stałym	Liczba silników: 1 Producent silnika: Wärtsilä Typ: 2. suwowy, nawrotny, wolnoobrotowy Nominalna prędkość obrotowa: 167obr/min Nominalna moc: 5220 kW Liczba cylindrów: 6 Średnica tulei cylindrowej i skok tłoka: 350/1550mm	- 1 prądnica wałowa, - 3 pomocnicze zespoły prądotwórcze, - 1 awaryjny zespół prądotwórczy

Tab. 1. Symulatory silowni okrętowych typu 3D w Akademii Morskiej w Gdyni

## PODSUMOWANIE

Najważniejszym celem szkolenia na symulatorach jest bezpieczeństwo obsługi siłowni statku i minimalizacja podejmowania niewłaściwych decyzji, których konsekwencją może być utrata życia ludzkiego, ładunku, statku oraz zanieczyszczenie środowiska naturalnego.

Ważnym elementem w procesie podnoszenia kwalifikacji jest realizacja takich scenariuszy, które na rzeczywistym obiekcie stanowią sytuacje awaryjne i nie mogą być realizowane lub są realizowane bardzo rzadko.

W celu pełnego wykorzystania możliwości edukacyjnych komputerowych symulatorów typu 3D ważnym jest, by zajęcia te były realizowane w oparciu o przeprowadzone już zajęcia wykładowe i laboratoryjne oraz po odbyciu praktyki morskiej. Jest to warunek konieczny, by w pełni rozumieć realizowane na symulatorach scenariusze.

Warto podkreślić, że symulatory z wizualizacją typu 3D umożliwiają realizację scenariuszy dla różnych typów statków i siłowni bez konieczności ponoszenia kosztów budowy i eksploatacji obiektów rzeczywistych.

W celu jeszcze szerszego zastosowania symulatorów w procesie podnoszenia kwalifikacji proponuje się tworzenie symulatorów w oparciu o biblioteki komponentów instalacji, urządzeń i mechanizmów tak, by istniała możliwość konfiguracji dowolnego symulatora siłowni okrętowej dla wybranego typu statku.

## BIBLIOGRAFIA

1. Dendura K., Piotrowski I., Czynniki wpływające na zmianę kwalifikacji oficerów mechaników Zeszyty naukowe Akademia Morska w Szczecinie 15(87). Szczecin 2008.
2. Kłosowski D., Symulator mostka nawigacyjnego. Morze, statki i okręty. Nr 9-10/2015 (161). Vol. XIX. Magnum 2015.
3. Listewnik J., Zastosowanie komputerowe symulatorów pracy urządzeń okrętowych w kształceniu pływających kadr morskich. Zeszyty naukowe Akademia Morska w Szczecinie 15(87). Szczecin 2008.
4. Paterson L., U-Boot Życie codzienne na niemieckim okręcie podwodnym w czasie II wojny światowej. Carta Blanca, Warszawa 2011.
5. Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 25 kwietnia 2014 r. poz. 536, Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 28 lutego 2014 r. w sprawie ramowych programów szkoleń i wymagań dla marynarzy działu maszynowego.
6. Międzynarodowa konwencja o wymaganiach w zakresie wykształcenia marynarzy, wydawania świadectw oraz pełnienia wacht, STCW/CONF.3/34 sekcja A-III/1.
7. [www.unitest.pl](http://www.unitest.pl)
8. [www.wm.am.gdynia.pl](http://www.wm.am.gdynia.pl)

Autorzy:

inż. **Dominika Cuper-Przybylska** - Akademia Morska w Gdyni, [ratsusia@gmail.com](mailto:ratsusia@gmail.com)

dr inż. **Jerzy Krefft** - Akademia Morska w Gdyni, Wydział Mechaniczny, Katedra Siłowni Okrętowych; [J.Krefftt@wm.am.gdynia.pl](mailto:J.Krefftt@wm.am.gdynia.pl), [JerzyKrefftt@gmail.com](mailto:JerzyKrefftt@gmail.com)

### Engine room simulators in the process of skills development engineer officers on contemporary oceangoing ships

*The article presents the desirability of training based on the engine room simulators. National and international regulations regarding the education based on the simulators have been discussed. Also the engine room simulators' facilities installed in Gdynia Maritime University have been presented and tabularized based on the 3D simulators.*