

## Uwagi o problemach w nauczaniu projektowania i eksploatacji siłowni okrętowych (referat dyskusyjny)

## Remarks on problems in teaching about designing and operating in ship power plant (discursive study)

**Andrzej Balcerski, Andrzej Adamkiewicz<sup>1</sup>**

Politechnika Gdańska, Wydział Mechaniczny, Katedra Silników Spalinowych i Sprężarek  
ul. G. Narutowicza 11/12, 80-952 Gdańsk, tel. (058) 3472022, kssis@mech.pg.gda.pl

<sup>1</sup>Akademia Morska w Szczecinie, Wydział Mechaniczny, Instytut Technicznej Eksploatacji Siłowni Okrętowych  
ul. Wały Chrobrego 1-2, 70-500 Szczecin, tel. (091) 4809384, andrzej.adamkiewicz@am.szczecin.pl

**Słowa kluczowe:** siłownie okrętowe, nauczanie, projektowanie, eksploatacja

**Abstrakt:** W referacie uzasadniono celowość uwzględniania wybranych zagadnień projektowania siłowni w kształceniu studentów wydziałów mechanicznych akademii morskich i zagadnień eksploatacji siłowni w kształceniu studentów odpowiednich wydziałów politechnik.

Cel: doskonalenie programów kształcenia  
Metodologia/Metody badań: analiza ekspercka  
Wyniki badań: uwagi merytoryczne  
Oryginalność/Nowatorstwo: nowatorska koncepcja dydaktyczna  
Dyskusja/Praktyczne zastosowanie: dydaktyka  
Wnioski: celowość wykorzystania uwag w procesie kształcenia

**Key words:** ship machine rooms, teaching, designing, operation

**Abstract:** This paper justifies the need to teach chosen designing items to students of mechanical engineering at maritime academies and items of power plant operation to students of relevant departments of technical universities

Purpose: syllabus improvement  
Design/Methodology/Approach: expert analysis  
Findings: essential remarks  
Originality/Value: innovative didactic approach  
Discussion/Practical implications: didactics  
Conclusions: need to implement the remarks in the didactic process

### Wstęp

Jednym z założeń programowych Sympozjów Siłowni Okrętowych, odbywanych od 30. lat, było stworzenie środowiskowych możliwości prezentowania i dyskusowania problemów dydaktyki siłow-

ni okrętowych. Na odbytych dotychczas sympozjach wygłoszono 37 takich referatów, podanych dalej w zestawieniu. Referaty te mają różnicowany charakter, prezentując specyficzne problemy nauczania występujące w poszczególnych katedrach i instytutach, stanowiska dydaktyczne (szczególnie

symulatory), różne typy zajęć i metodyki nauczania. W rzeczywistości elementów dydaktycznych można doszukać się w wielu innych referatach prezentowanych na sympozjach. Przykładem mogą być artykuły omawiające problemy projektowania określonych układów, np. elektrowni bądź instalacji siłowni, przydatnych zarówno w projektowaniu, jak i dla celów dydaktycznych. Wszystko to stanowi bardzo poważny dorobek środowiska, który powinien być właściwie wykorzystywany i doskonalony.

## Analiza stanu i koncepcje programowe

Niniejszy referat stanowi kontynuację tej tematyki i prezentuje pewne przemyślenia i uwagi w podejściu do kształcenia studentów w zakresie projektowania i eksploatacji siłowni okrętowych oraz wzajemnych relacji między tymi obszarami wiedzy. Można wskazać szereg przesłanek, co do celowości takich rozważań:

- w sympozjach uczestniczą osoby zajmujące się szeroko rozumianą problematyką siłowni okrętowych, reprezentujące dwa typy wyższych uczelni: takich w których główną uwagę poświęca się zagadnieniom eksploatacyjnym (Akademie Morskie i Akademia Marynarki Wojennej) oraz takie, gdzie główna uwaga poświęcona jest zagadnieniom projektowym i konstrukcyjnym (Politechniki Gdańska i Szczecińska);
- przyjęcie dwustopniowego systemu kształcenia związane jest ze skróceniem czasu na realizację merytoryczno-specjalistycznego nauczania absolwentów studiów I stopnia (inżynierskich), podejmujących bezpośrednio po ich ukończeniu pracę zawodową. Istnieje przypuszczenie, że osoby te nawet w przypadku podejmowania studiów II stopnia (magisterskich) nie będą wybierały dalszego kształcenia w specjalnościach wyuczonych lub pokrewnych, ale takich, które w ich ocenie uatrakcyjnią własną wartość na rynku pracy, np. marketing, informatyka, ekologia. Narzuca to konieczność racjonalnego doboru nauczanych treści programowych.

Przedstawione dalej uwagi nie odnoszą się do ogólnych problemów nauczania przyszłych projektantów siłowni w zakresie „projektowania” ani do nauczania przyszłych eksploataatorów siłowni w zakresie jej „eksploatacji”. Stanowią one próbę omówienia relacji „krzyżowych”, to znaczy takich, w jakim zakresie i w jaki sposób w kształceniu przyszłych projektantów siłowni celowym byłoby uwzględnianie wybranych problemów eksploatacji i odwrotnie, w odniesieniu do przyszłych oficerów

mechaników okrętowych uwzględnienie wybranych problemów projektowania siłowni.

**W odniesieniu do studentów politechnik, specjalizujących się w projektowaniu siłowni**, obecnie ogromnym niedostatkiem jest zaprzestanie odbywania praktyk morskich. Od lat osiemdziesiątych ubiegłego stulecia obie politechniki kierowały swoich studentów na statki polskich armatorów. Od połowy lat osiemdziesiątych Politechnika Gdańska, dzięki wieloletniej umowie z PLO w Gdyni, zapewniała coroczne praktyki „pływające” na statkach towarowych 45÷50 studentom, z czego 30÷35 miejsc przypadało Instytutowi Okrętowemu, zaś reszta trzem innym wydziałom. Praktyki te, realizowane w okresie od dwóch do sześciu miesięcy, były wysoko oceniane przez studentów, a korzyści merytoryczne z ich odbywania potwierdzane przez pracowników dydaktycznych. Stwarzały one bowiem znakomite możliwości zapoznania się z zasadami eksploatacji maszyn i urządzeń oraz instalacji siłowni, zrozumienia specyfiki środowiska morskiego, a także innych zagadnień, takich jak rozplanowanie urządzeń w przedziałach maszynowych i dostępności operacyjnej do nich, możliwości napraw podczas podróży morskiej oraz wielu innych. Obecna sytuacja braku takich praktyk jest bardzo niekorzystna. Mogłaby ona ulec poprawie, gdyby udało się zawrzeć i realizować odpowiednie umowy z akademiami morskimi, zapewniające możliwości odbywania praktyk na szkolnych statkach motorowych. Takie praktyki w latach osiemdziesiątych odbywali studenci Politechniki Szczecińskiej na statkach szkolnych ówczesnej Wyższej Szkoły Morskiej w Szczecinie.

Pewnym uzupełnieniem procesu kształcenia studentów na wszystkich wymienionych uczelniach były i są praktyki przemysłowe odbywane u producentów silników, tak tłokowych jak i turbinowych, w stoczniach produkcyjnych oraz remontowych. Pewnym uzupełnieniem praktyk przemysłowych są jednodniowe zajęcia przeprowadzane w formie wycieczek ze studentami na szczególnie interesujące statki towarowe oraz jednostki Marynarki Wojennej. Sposób, forma, organizacja i atrakcyjność takich zajęć, a tym samym ich efektywność, zależą w znacznym stopniu od uwarunkowań organizacyjnych i inwencji nauczycieli akademickich prowadzących przedmioty związane z problematyką siłowni okrętowych. Ważnym jest, że panuje powszechna zgodność co do celowości realizacji takich form kształcenia.

W wielu uczelniach, a szczególnie w akademiach morskich, powszechnym i ważnym elementem kształcenia przyszłych oficerów mechaników są zajęcia odbywane na symulatorach siłowni lub

na symulatorach wybranych układów funkcjonalnych i urządzeń. W publikacjach poświęconych tej formie kształcenia na ogół pomijana lub co najwyżej wzmiankowana jest możliwość wykorzystania symulatorów w procesie kształcenia projektantów siłowni. Przydatność symulatorów w tym zakresie może być różnie oceniana. Z jednej strony ich wykorzystanie dobrze zaznajamia z konkretnymi rozwiązaniami, np. określonej instalacji, zasadami jej pracy, zmianami parametrów, procedurami eksploatacyjnymi, stanami alarmowymi itp. Z drugiej strony jednak zajęcia na symulatorach nie stwarzają możliwości analizowania rozwiązań wariantowych, wyboru rozwiązania optymalnego, co jest istotą procesu projektowania. Przykładami takich sytuacji mogą być zajęcia z zakresu instalacji chłodzenia z chłodnicami centralnymi lub układami głębokiej utylizacji ciepła odpadowego spalin, wody chłodzącej cylindry i wody chłodzącej powietrze doładowania silników głównych. Obie wymienione instalacje mogą bowiem występować w bardzo zróżnicowanych konfiguracjach.

Przedstawiona sytuacja jest pewnym problemem dydaktycznym i byłoby dobrze poznać poglądy osób posiadających w tym względzie określone doświadczenia, między innymi również co do przydatności i roli symulatorów w wykonywaniu prac dyplomowych.

Prawidłowe rozwiązanie szeregu problemów projektowych w zakresie wyboru układu energetycznego, jego efektywności oraz doboru urządzeń jest możliwe przy znajomości i wykorzystaniu wartości parametrów i charakterystyk określających rzeczywiste warunki pracy podczas eksploatacji siłowni. Dlatego w programach nauczania określonych zagadnień powinny być uwzględniane i wykorzystywane odpowiednie informacje.

**W odniesieniu do przyszłych oficerów mechaników kształconych w akademiach morskich,** równocześnie jako Ośrodkach Kształcących Załogi Statków Morskich zgodnie z wymaganiami Konwencji STCW 78/95, kwestie praktyk zawodowych mają specyficzny charakter. Oczywiście i realizowanym elementem kształcenia są praktyki morskie odbywane na statkach.

Wydaje się, że celowym byłoby również zapewnienie studentom możliwości odbywania wyjazdów poznawczych (lub krótkich praktyk) również do:

- wytwórni silników i wybranych urządzeń,
- stoczni produkcyjnych i remontowych,
- wybranych ośrodków badawczych, związanych z przemysłem okrętowym, takich jak np. Centrum Techniki Okrętowej w Gdańsku (basen holowniczy, manewrowy, tunel kawitacyjny, modelarnie).

Z obszernego zakresu zagadnień projektowania siłowni, korzystnym dla kształcenia oficerów mechaników, byłoby uwzględnienie trzech grup tematów.

**Pierwsza grupa,** dotycząca zasadniczych decyzji projektowych, mogłaby obejmować:

- metody określania mocy napędu głównego,
- pole pracy silnika głównego pracującego przy  $n = \text{var.}$ ,
- pole parametrów kontraktowych silnika, jego związek z doborem silnika i zużyciem paliwa,
- prognozowanie zapotrzebowania na energię elektryczną, zasady doboru elektrowni okrętowej,
- prognozowanie zapotrzebowania na energię cieplną, dobór wielkości i ilości wytwornic pary (nagrzewnic oleju),
- wymagania przepisów towarzystw klasyfikacyjnych w zakresie urządzeń maszynowych.

**Druga grupa** tematów mogłaby traktować zagadnienia wyjaśniające związek określonych decyzji projektowych co do rozwiązań siłowni i zasad jej racjonalnej eksploatacji, prowadzących do zmniejszenia zużycia energii (paliwa). Do tematów takich na przykład należą między innymi:

- zasady eksploatacji elektrowni (dobór obciążeń niezależnych źródeł energii),
- zasady eksploatacji sprężarek powietrza (praca sprężarki głównej i dopełniającej).

**Trzecia grupa** tematów mogłaby dotyczyć możliwości określania rzeczywistych efektów utylizacji ciepła odpadowego (para wytwarzana w kotle utylizacyjnym, turbopropeller, turbiny mocy zwrotnej, wyparowniki podciśnieniowe) przy zmiennych i częściowych obciążeniach silnika głównego.

Szereg wymienionych powyżej zagadnień jest uwzględnianych na zajęciach z siłowni, silników, urządzeń okrętowych, jak również w ramach przedmiotu podstawy projektowania siłowni okrętowych.

## Podsumowanie

Referat nie jest próbą narzucenia omawianych treści programowych. Jego celem jest wywołanie środowiskowej dyskusji i wypracowanie racjonalnych poglądów co do ewentualnej modernizacji programów, sposobów i metod kształcenia studentów w zakresie siłowni okrętowych.

**Zestawienie referatów o charakterze dydaktycznym ogłoszonych na Sympozjach Siłowni Okrętowych**

**Referaty II SymSO, WSM Szczecin, 1979**

1. Listewnik J.: Symulator okrętowej siłowni spalinowej do celów kształcenia wysokokwalifikowanych kadr oficerskich mechaników okrętowych.

**Referaty III SymSO, WSM Gdynia, 1980**

2. Urbański P.: Instalacje siłowni okrętowych – metodyka nauczania.
3. Kubiak A.: Elementy nauczania w projektowaniu rozplanowania siłowni okrętowych.
4. Balcerski A.: Metodyka doboru typu silnika głównego w nauczaniu projektowania siłowni okrętowych.
5. Jeziorski A., Michalski R., Molewicz M., Weśółowski M.: Wykorzystanie elektronicznej techniki obliczeniowej w procesie kształcenia studentów w Zakładzie Siłowni Okrętowych.
6. Listewnik J.: Zastosowanie komputerowych symulatorów pracy urządzeń okrętowych w kształceniu pływających kadr morskich.
7. Dendura K., Piotrowski I.: Czynniki wpływające na zmiany kwalifikacji oficerów mechaników.

**Referaty VI SymSO, Politechnika Gdańska, Instytut Okrętowy, Gdańsk, 1984**

8. Kafar I., Nowak M.: Pomiary okrętowego układu napędowego w ramach przedmiotu „Siłownie okrętowe”.
9. Kubiak A., Balcerski A.: Kształtowanie sylwetki inżyniera specjalności maszyny i siłownie okrętowe.

**Referaty VII SymSO, WSM Szczecin, ITESO, 1985**

10. Balcerski A.: Uwagi o praktykach morskich studentów Politechniki Gdańskiej.
11. Biernat J., Piaseczny L.: Model kształcenia eksploatatorów siłowni okrętów wojennych.

**Referaty VIII SymSO, WSM Gdynia, ITESO, 1986**

12. Balcerski A., Kubiak A.: SeminaRIA dyplomowe na kierunku dyplomowania „Siłownie okrętowe” jako element procesu dydaktycznego.
13. Wiewióra A.: Wykorzystanie symulatora siłowni okrętowej w nauczaniu automatyki okrętowej.

**Referaty X SymSO, AMW Gdynia, IKNO, 1988**

14. Behrendt C.: Ćwiczenia laboratoryjne z maszyn ciepłych wirnikowych przeprowadzone w IHS Warnemünde.

**Referaty XVI Międzynarodowego SymSO, Politechnika Gdańska, WOiO, Gdańsk, October 1994**

15. Lemski J.: Rozwój laboratoryjnej bazy dydaktycznej Politechniki Gdańskiej WOiO.

**Referaty XVII Międzynarodowego SymSO, Politechnika Szczecińska, WTM, Szczecin, 1995**

16. Bocheński D., Bocian A., Lemski J., Raczkowski J.: Stanowisko laboratoryjne do badań wpływu kawitacji na pracę pomp wirnikowych oraz do określenia charakterystyk oporowych elementów przepływowych.
17. Borkowski T., Wiewióra A.: Stanowisko dydaktyczno-badawcze z silnikiem wysokoprężnym SULZER 6AL20D.

**Referaty XVIII Międzynarodowego SymSO, WSM w Gdyni, Wydział Mechaniczny, Gdynia, 1996**

18. Adamkiewicz A., Behrendt C., Cwilewicz R., Dzida M., Michalski R.: Kształcenie studentów w zakresie turbinowych napędów okrętowych w uczelniach morskich.
19. Dziubek R.: Stanowisko laboratoryjne symulujące operacje ładunkowe tankowca do przewozu gazów skroplonych.
20. Kluj S.: Symulator siłowni okrętowej ER – SIM.
21. Michalski R., Zeńczak W.: Rozwój dydaktycznej bazy laboratoryjnej Zakładu Siłowni Okrętowych WTM PS.

**Referaty XIX Międzynarodowego SymSO, WSM w Szczecinie, Wydział Mechaniczny, ITESO, 1997**

22. Cwilewicz R., Przybył A.: Modernizacja bazy laboratoryjnej Katedry Siłowni Okrętowych WSM Gdynia na przełomie ostatnich trzech lat.
23. Zeńczak W.: Ocena kształcenia na kierunku „Oceanotechnika” ze szczególnym uwzględnieniem specjalności dotyczących siłowni okrętowych.

**Referaty XX SymSO, AMW Gdynia, IKNO, 1998**

24. Kamiński W., Szczepanek M.: Kompaktowe stanowisko laboratoryjne badania oporów przepływu, kawitacji i wymiany ciepła.

25. Kluj S.: Komputerowo wspomagana ocena kwalifikacji mechanika wachtowego podczas testów na symulatorze siłowni okrętowej.
26. Matejski M.: Kompleksowe stanowisko laboratoryjne do analizy stanów eksploatacyjnych i przeprowadzania bilansu cieplnego kotła kondensacyjnego GB 112.

**Referaty XXI SymSO 2000, Politechnika Gdańska, WOiO, Gdańsk, 2000**

27. Balcerski A., Kneba Z.: Elektrownie stacjonarne z tłokowymi silnikami spalinowymi w nauczaniu siłowni okrętowych.
28. Marciniak J.: Wykorzystanie symulatora siłowni okrętowej NORCONTROL PPT2000 – M22 – PCIV w badaniach i dydaktyce.

**Referaty XXII SymSO 2001, Politechnika Szczecińska, WTM, KMC i SO, Szczecin, 2001**

29. Wiewióra A., Bykowski D.: Symulator siłowni okrętowej jako narzędzie do szkolenia i egzaminowania załóg statków.

**Referaty XXIII SymSO 2002, AM w Gdyni, Wydział Mechaniczny, Gdynia, 2002**

30. Dzida S., Domachowski Z., Dzida M.: Stoisko dydaktyczne sprężarki wirnikowej do badań charakterystyk statycznych i dynamicznych.
31. Wiewióra A.: Rola nowoczesnego symulatora siłowni okrętowej w nauczaniu diagnostyki okrętowego silnika spalinowego.

32. Zeńczak W.: Dydaktyczne stanowisko laboratoryjne do symulacji różnych stanów pracy kotła okrętowego typu VX.

**XIV Międzynarodowe SymSO 2003, Zeszyty Naukowe Nr 71 WSM Szczecin, 2003, Wydział Mechaniczny, ITESO, Szczecin, 2003**

33. Hajduk T., Bonca Z.: Wykorzystanie programu komputerowego typu cbt-chłodnia prowiantowa jako nowoczesnego narzędzia dydaktycznego w kształceniu mechaników okrętowych.

**Referaty XXV SymSO 2004, Politechnika Gdańska, WOiO, KSO, Gdańsk, 2004**

34. Kowalak P.: Wykorzystanie inteligentnych przetworników pomiarowych w procesie dydaktycznym.

**XXVI SymSO 2005, Zeszyty Naukowe Nr 162 K/2 AMW Gdynia 2005, WME, IKNO, Gdynia, 2005**

35. Frącz A., Korczewski Z.: Stanowisko dydaktyczne do badania ogniwo paliwowych wodorowych.
36. Pojawa B.: Stanowisko laboratoryjne dwuwirnikowego silnika turbinowego.

**Referaty XXVIII SymSO 2002, AM w Gdyni, Wydział Mechaniczny, KSO, Gdynia, 2007**

37. Charchalis A.: System oceny kształcenia w specjalności „Eksploatacja Siłowni Okrętowych” na przykładzie Akademii Morskiej w Gdyni.