

I. KARTA PRZEDMIOTU

1. Nazwa przedmiotu: **TŁOKOWE SILNIKI SPALINOWE**
2. Kod przedmiotu: **Usp**
3. Jednostka prowadząca: **Wydział Mechaniczno-Elektryczny**
4. Kierunek: **Mechanika i budowa maszyn**
5. Specjalność: **Eksploatacja Mechanicznych Urządzeń Przemysłowych**
6. Moduł: **specjalistyczny**
7. Poziom studiów: **I stopnia**
8. Forma studiów: **stacjonarne**
9. Semestr studiów: **V, VI**
10. Profil: **praktyczny**
11. Prowadzący: **dr inż. Tomasz Lus**

CEL PRZEDMIOTU

C1	Zapoznanie studentów z ogólnymi cechami i klasyfikacją okrętowych silników spalinowych.
C2	Zrozumienie zasad wykorzystania obiegów teoretycznych do opisu termodynamicznych aspektów działania silników spalinowych.
C3	Wyrobienie umiejętności opisywania obiegu rzeczywistego silnika i jego wieloaspektowej interpretacji.
C4	Zapoznanie studentów z procesami wytwarzania, zapłonu i spalania mieszanki paliwowo- powietrznej i ich wpływem na efektywność pracy silnika.
C5	Wyrobienie umiejętności stosowania wskaźników i charakterystyk silników do opisu ich właściwości eksploatacyjnych.
C6	Zapoznanie studentów z teorią doładowania silników, rodzajami i układami doładowania, współpracą silnika z turbiną i sprężarką, doładowaniem silników dwusuwowych.
C7	Wyrobienie umiejętności analizy kinematyki, dynamiki, wyrównoważania układu tłokowo-korbowego i drgań skrętnych wału korbowego silnika.
C8	Zapoznanie studentów z budową, wykonaniem i materiałami podstawowych elementów silnika: kadłubów, tulei cylindrowych, głowic cylindrowych, układów dolotowych powietrza i wylotowych spalin.
C9	Zapoznanie studentów z budową i funkcjonowaniem elementów układów tłokowo-korbowych.
C10	Zapoznanie studentów z budową i działaniem mechanizmu zaworowego rozrządu silnika.
C11	Zapoznanie studentów z budową i działaniem instalacji wtryskowej, rozruchu i sterowania pracą silnika.
C12	Zapoznanie studentów z budową i działaniem instalacji chłodzenia i smarowania silnika.
C13	Wyrobienie umiejętności stosowania zasad obsługi i użytkowania silników okrętowych.
C14	Zapoznanie studentów z problematyką toksyczności spalin silnika i metodami obniżenia emisji szkodliwych składników spalin.
C15	Zapoznanie studentów z wpływem stosowania paliw ciężkich na konstrukcję i eksploatację silnika oraz budową i działaniem silników dwupaliwowych.

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1	Znajomość fizyki, matematyki, mechaniki technicznej, wytrzymałości materiałów, grafiki inżynierskiej, nauki o materiałach i inżynierii wytwarzania, podstaw automatyki na poziomie przerobionych wcześniej przedmiotów na tych studiach.
2	W zakresie termodynamiki biegła znajomość praw termodynamiki, teorii obiegów, wymiany ciepła, spalania.
3	Biegła znajomość rysunku technicznego.

EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1	Student zna ogólne cechy okrętowych silników spalinowych i ich klasyfikację. Potrafi uzasadnić zakresy stosowania rodzajów silników do różnych typów jednostek pływających.
EK2	Student zna podstawowe pojęcia procesu roboczego silnika, obieg roboczy i fazy rozrządu, potrafi opisać obiegi teoretyczne silników, interpretować je jako obiegi porównawcze silników okrętowych i analizować ich sprawności.

EK3	Student potrafi opisywać procesy obiegów rzeczywistych silnika (napełniania, sprężania, spalania, rozprężania i wylotu, interpretować wielkości charakterystyczne dla tych procesów. Potrafi obliczać parametry tych procesów.
EK4	Student zna procesy wytwarzania, zapłonu i spalania mieszanki paliwowo-powietrznej, potrafi interpretować przebieg procesu spalania i opisywać jego etapy, potrafi obliczać zapotrzebowanie powietrza do spalania oraz określać ilości składników spalin.
EK5	Student zna wskaźniki pracy silników, umie obliczać średnie ciśnienie indykowane, moc indykowaną, sprawności silników, zużycie paliwa. Zna bilans cieplny silnika niedoładowanego i doładowanego mechanicznie i turbosprężarką, potrafi zdefiniować rodzaje charakterystyk silnika, zna zasady sporządzania charakterystyk zewnętrznych, śrubowych, regulatorowych, obciążeniowych, uniwersalnych i regulacyjnych. Potrafi zinterpretować pole pracy silnika, jego punkty charakterystyczne, skojarzenie pola pracy silnika z charakterystykami odbiornika (śruby, prądnicy).
EK6	Student zna termodynamiczne podstawy doładowania silników i potrafi interpretować skuteczność i efektywność poszczególnych jego rodzajów. Zna termodynamikę współpracy silnika z turbiną i sprężarką. Zna stosowane układy doładowania silników okrętowych w odniesieniu do silników 4s i 2s.
EK7	Student zna równanie drogi tłoka i umie wyznaczyć jego prędkość i przyśpieszenie. Umie zdefiniować siły działające w układzie tłokowo-korbowym i obliczać ich wartości. Potrafi wyznaczyć przebieg momentu obrotowego silnika na podstawie analizy występujących w układzie sił i momentów sił. Zna i poprawnie interpretuje nierównomierność biegu silnika. Potrafi analizować wyrównoważenie silników jedno-, dwu- i wielocylindrowych rzędowych i widlastych oraz jego zmiany w awaryjnych stanach pracy silnika. Potrafi określać drgania skrętne wału korbowego silnika i sposoby ich eliminowania.
EK8	Student zna budowę, technologię wykonywania i materiały stosowane do wytwarzania kadłubów, tulei cylindrowych, głowic, układów dolotowych i wylotowych. Potrafi poprawnie nazywać ich części i przypisywać stosowane rozwiązania do rodzajów silników okrętowych.
EK9	Student zna budowę, technologie wykonywania i materiały stosowane do wytwarzania elementów układu tłokowo-korbowego silników wodzikowych i bezwodzikowych, zna rodzaje i budowę układów rozrządu oraz działanie jego elementów. Potrafi poprawnie nazywać ich części i przypisywać stosowane rozwiązania do rodzajów silników okrętowych.
EK10	Student zna budowę i działanie zaworowego mechanizmu rozrządu silnika. Zna zasady doboru faz rozrządu oraz profilu krzywek. Potrafi opisać funkcjonowanie poszczególnych elementów układu wraz z rodzajami jego napędu.
EK11	Student zna instalacje wtrysku paliwa do silnika i sposoby sterowania podawaniem paliwa do cylindra. Zna klasyfikację rodzajów regulatorów prędkości obrotowej i wymagania towarzystw klasyfikacyjnych odnośnie do ich konstrukcji i działania. Zna procesy regulacji prędkości obrotowej silników, systemy ich rozruchu, nawrotu i sterowania. Potrafi określić procedury wykorzystania tych systemów.
EK12	Student zna budowę i działanie układów chłodzenia i smarowania (olejenia) silników okrętowych. Potrafi interpretować ich rozwiązania konstrukcyjne i funkcjonalne oraz formułować przesłanki do ich użytkowania w siłowni okrętowej.
EK13	Student zna zasady użytkowania i obsługi silnika. Potrafi analizować dokumentację eksploatacyjną silnika i generować na jej podstawie procedury sterowania użytkowaniem i obsługiwaniem silnika.
EK14	Student zna wymagania przepisów odnośnie do emisji zanieczyszczeń w spalinach silnika. Potrafi scharakteryzować metody pierwotne i wtórne ograniczenia emisji NOx i SOx w spalinach i oceniać ich skuteczność i efektywność.
EK15	Student zna problematykę wpływu stosowania paliw ciężkich na konstrukcję i eksploatację silnika. Potrafi określić wymagania stosowania określonych procedur eksploatacji w odniesieniu do stosowania tych paliw w układach zasilania silników. Potrafi opisać działanie okrętowych silników dwupaliwowych.
EK16	Student uważnie śledzi treści wykładu, zadaje pytania gdy ma trudności ze zrozumieniem, dyskutuje podczas zajęć, w celu lepszego zrozumienia materiału wyszukuje informacje uzupełniające z innych źródeł.
EK17	Student przestrzega zasad obowiązujących na wykładach. Dyskutuje o możliwościach modyfikacji zasad w celu podniesienia efektywności odbywania wykładów przez innych studentów.
EK18	Aktywnie uczestniczy w wykładzie, ćwiczeniu, laboratorium i zgłasza się do odpowiedzi w przypadku gdy wykładowca zadaje pytanie dotyczące ich treści. Zgłasza wykładowcy swoje uwagi lub uzupełnienia odnoszące się do treści wykładów i laboratorium. Dostarcza wykładowcy nowe materiały odnoszące się do treści poprzednich wykładów i laboratorium.

TRZĘCI PROGRAMOWE

WYKŁADY

Liczba
godzin

W1	Wiadomości wstępne: a) podział silników spalinowych, b) zasada działania tłokowego silnika spalinowego dwusuwowego i czterosuwowego.	4
W2	Teoria procesu roboczego: a) obiegi porównawcze (teoretyczne): – rodzaje obiegów porównawczych, – wskaźniki pracy obiegu porównawczego, b) obiegi rzeczywiste: – wykres indykatorowy, analiza wykresów indykatorowych, – ładowanie (przebieg, parametry, ustawienie rozrządu, wpływ prędkości i obciążenia), – sprężanie (przebieg, parametry), – tworzenie mieszaniny palnej (rozpylenie paliwa, parowanie i mieszanie z powietrzem), – spalanie (opóźnienie samozapłonu, fazy spalania, szybkość spalania, maksymalne ciśnienie spalania), – rozprężanie (przebieg, parametry), – wydech (przebieg, fazy wydechu, parametry).	4
W3	Proces wymiany ładunku: a) wymiana ładunku w silnikach 4-suwowych, b) wymiana ładunku w silnikach 2-suwowych, c) wskaźniki opisujące jakość przebiegu procesu wymiany ładunku, d) diagnostyka procesu wymiany ładunku.	4
W4	Doładowanie: a) podstawy termodynamiczne procesów doładowania, b) cel i sposoby realizacji procesów doładowania, c) wykorzystanie energii spalin wylotowych: system impulsowy i stałociśnieniowy, d) parametry powietrza doładowującego, chłodzenie, wykraplanie pary wodnej, e) wpływ czynników eksploatacyjnych na parametry pracy układów doładowania, f) diagnostyka procesu doładowania.	3
W5	Wytwarzanie, zapłon i spalanie mieszaniny paliwowo-powietrznej: a) termodynamiczne podstawy procesu spalania, b) proces wtrysku paliwa, optymalizacja procesu rozpylania paliwa, c) tworzenie mieszaniny paliwowo-powietrznej, makro- i mikrostruktura strugi, parametry rozpylania paliwa, d) przebieg procesu spalania, e) wpływ przebiegu wtrysku i spalania na sprawność silnika, f) wpływ przebiegu wtrysku i spalania na skład spalin, toksyczne składniki spalin, g) wpływ parametrów paliwa na proces tworzenia mieszaniny paliwowo- -powietrznej i spalanie, h) wpływ parametrów eksploatacyjnych na proces tworzenia mieszaniny paliwowo-powietrznej i spalanie, i) diagnostyka procesu wtrysku i spalania.	4
W6	Energetyczne wskaźniki pracy silnika: a) definicje: momentu obrotowego, prędkości obrotowej, średniego ciśnienia indykowanego i użytecznego, mocy indykowanej i użytecznej, sprawności indykowanej, mechanicznej i ogólnej, jednostkowego zużycia paliwa, b) metody pomiaru wskaźników energetycznych silnika na statku, c) bilans cieplny i wykres Sankeya silnika okrętowego.	3
W7	Charakterystyki silników okrętowych: a) charakterystyki w funkcji prędkości obrotowej, b) charakterystyki w funkcji obciążenia, c) charakterystyki regulacyjne, d) charakterystyki specjalne, e) wyznaczanie charakterystyk silników.	3
W8	Budowa, wykonanie i materiały podstawowych elementów kadłuba: a) podstawa, b) skrzynia korbowa, c) blok cylindrowy, d) tuleja cylindrowa, e) głowica, f) śruby ściągowe, g) śruby fundamentowe.	4
W9	Budowa, wykonanie i materiały podstawowych elementów układu korbowo- -tłokowego: a) tłoki, b) sworznie tłoka, c) pierścienie tłokowe, d) trzon tłoka, e) wodzik, korbowód, f) wał korbowy, g) łożyska układu korbowego.	3
W10	Budowa i działanie zaworowego mechanizmu rozrządu: a) elementy układu rozrządu: krzywka, popychacz, laska popychacza, dźwignia zaworowa, zespół zaworu grzybkowego ze sprężyną, b) charakterystyka sprężyny zaworowej, c) hydrauliczny układ napędu zaworu wylotowego, d) pojęcie luzu zaworowego i jego regulacja.	4
W11	Układ regulacji prędkości obrotowej spalinowego silnika tłokowego: a) cel stosowania, b) typy, zasada działania i budowa regulatorów prędkości obrotowej, c) działanie układu sterowania prędkością obrotową silnika w warunkach eksploatacyjnych.	3
W12	Instalacja zasilania paliwem: a) wymagane właściwości paliwa okrętowego na dolocie do silnika (lepkość i czystość), b) budowa układu napędzanego mechanicznie i zasada sterowania dawką paliwa, c) budowa i działanie pomp wtryskowych, d) budowa wtryskiwaczy, e) budowa układu zasobnikowego i zasada sterowania dawką paliwa, f) przewody wysokociśnieniowe paliwa. g) zasada sterowania dawką paliwa w silnikach dwupaliwowych.	3
W13	Instalacje chłodzenia silnika: a) cel chłodzenia i zadanie czynnika chłodzącego, b) parametry czynników chłodzących.	2
W14	Instalacja smarowania silnika: a) funkcje oleju smarowego w silniku, b) instalacja smarowania silnika.	2
W15	Instalacja powietrza doładowującego: a) przykłady budowy instalacji i elementy składowe, b) typy i budowa turbosprężarek, c) współpraca turbosprężarki z instalacją powietrza doładowania, d) warunki wystąpienia zjawiska pompowania turbosprężarki, sposoby zapobiegania i usuwania ich przyczyn, e) praca silnika z odłączoną turbosprężarką.	2
W16	Instalacje bezpieczeństwa: a) mgły olejowej, b) gaszenia przestrzeni podtłokowej.	4

W17	Mechanika układu korbowego: a) równanie ruchu elementów układu korbowego, b) siły bezwładności i zasada ich wyrównoważenia, c) przykłady wyrównoważenia sił i momentów bezwładności w silnikach wielocylindrowych, d) nierównomierność biegu silnika, e) przyczyny niewyrównoważenia silnika, f) budowa i działanie koła zamachowego, g) drgania skrętne wału korbowego – określenie stopnia bezpieczeństwa określonego przypadku rezonansu drgań skrętnych, h) tłumiki drgań skrętnych – budowa, działanie i zalecenia eksploatacyjne.	4
W18	System rozruchu i sterowanie pracą silnika: a) zasady tworzenia momentu napędowego w czasie rozruchu pneumatycznego, działanie elementów w pneumatycznej instalacji rozruchu, działanie rozdzielacza i zaworu rozruchowego, b) zasady przesterowania wału korbowego w czasie rozruchu w dwóch kierunkach obrotów silnika (nawrotność), c) zabezpieczenia w systemie sterowania silnikiem, d) działanie układu sterowania podczas manewrowania silnikiem.	2
W19	Obciążenia cieplne silnika.	2
W20	Czynności obsługowe silnika spalinowego (napęd główny i pomocniczy): a) przygotowanie do ruchu, b) nadzór w czasie pracy, c) nadzór w czasie manewrów, d) zatrzymanie silnika.	2
W21	Wybrane zagadnienia eksploatacyjne okrętowego spalinowego silnika tłokowego: a) układ tłokowo-korbowy, b) układ wtryskowy, c) układ smarowania, d) układ smarowanie gładzi cylindrowej, e) układ rozruchowy i rozruchowo-nawrotny, f) układ doładowania silnika.	2
W22	Awaryjne stany pracy silnika okrętowego.	2
Razem		66

ZAJĘCIA LABORATORYJNE

L1	Podstawowe czynności obsługowe silnika spalinowego tłokowego: a) przygotowanie instalacji obsługujących silnik i silnika do ruchu, b) uruchomienie silnika, c) regulacja parametrów pracy silnika, d) nadzór w czasie pracy, odczyty parametrów i interpretacja, e) zatrzymanie silnika.	3
L2	Regulatory prędkości obrotowej spalinowych silników tłokowych: a) nastawy regulatorów napędu głównego i zespołów prądowców, b) dobór nastaw regulatorów: fabryczne i obsługowe, c) naprawy regulatorów.	3
L3	Regulacja nastaw pomp wtryskowych.	3
L4	Ocena stanu technicznego wtryskiwaczy: a) ocena wizualna, b) ocena na podstawie próby na stanowisku.	4
L5	Pomiar lub wyznaczanie podstawowych wskaźników pracy silnika: a) przebiegu procesu sprężania i spalania w funkcji kąta obrotu wału korbowego, b) ciśnienia sprężania, c) ciśnienia maksymalnego spalania, d) średniego ciśnienia indykowanego i użytecznego, e) mocy indykowanej i użytecznej, f) momentu obrotowego na wale śrubowym, g) zużycia paliwa, h) jednostkowego zużycia paliwa, i) sprawności ogólnej silnika.	5
Razem		18

NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1	Notebook z projektorem
2	Tablica i kolorowe pisaki
3	Pomoce naukowe: modele, plansze, eksponaty silników i ich elementów, dokumentacja okrętowa, katalogi i prospekty producentów silników

SPOSOBY OCENY

FORMUJĄCA

F1	Sprawdzian	EK13
F2	Odpowiedź ustna	EK3, EK6, EK8-EK9, EK12, EK14-EK15
F3	Wykonanie zadania obliczeniowego	EK5, EK7

PODSUMOWUJĄCA

P1	Kolokwium	EK5-EK7
P3	Egzamin pisemny	EK1-EK2, EK10-EK11

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności			
	semestr	V	VI	razem
Godziny kontaktowe z nauczycielem		48	36	84
Przygotowanie się do wykładów i ćwiczeń		30	30	60
Samodzielne opracowanie zagadnień		22	22	44
SUMA GODZIN W SEMESTRZE		100	88	188
PUNKTY ECTS W SEMESTRZE		4	5	9

LITERATURA

PODSTAWOWA

- 1 Ciesielski S.: Okrętowe tłokowe silniki spalinowe. Procesy wewnętrzne. AMW Gdynia 2007
- 2 Ciesielski S., Lus T.: Okrętowe tłokowe silniki spalinowe. Budowa i działanie. AMW Gdynia 2009.
- 3 Piotrowski I., Witkowski K.: Okrętowe silniki spalinowe. Wyd. TRADEMAR, Gdynia 1996.
- 4 Włodarski J.K., Witkowski K.: Okrętowe silniki spalinowe, Podstawy teoretyczne. AM, Gdynia 2009

PROWADZĄCY PRZEDMIOT

- 1 dr inż. Tomasz Lus, t.lus@amw.gdynia.pl

Formy oceny

Efekt	Na ocenę 2	Na ocenę 3	Na ocenę 4	Na ocenę 5
EK1	<i>Student zna ogólne cechy okrętowych silników spalinowych i ich klasyfikację. Potrafi uzasadnić zakresy stosowania rodzajów silników do różnych typów jednostek pływających.</i>			
	<p>Student wymienia ogólne cechy okrętowych silników spalinowych lecz nie potrafi ich poprawnie zdefiniować. Zna pojęcie klasyfikacji silników. Potrafi wymienić ich rodzaje. Wymienia rodzaje silników lecz nie potrafi ich wielokryterialnie poklasyfikować.</p>	<p>Student definiuje ogólne cechy okrętowych silników spalinowych. Definiuje zasady podziału silników wg sposobu ich działania, rodzaju zapłonu, obiegu porównawczego, zasilania, cech konstrukcyjnych i przeznaczenia. Wymienia zasady doboru silników dla poszczególnych jednostek pływających.</p>	<p>Student definiuje i objaśnia cechy silników i zasady ich klasyfikacji. Definiuje i uzasadnia stosowanie poszczególnych rodzajów silników, zna kryteria klasyfikacji i potrafi opisywać rodzaje silników wg tych kryteriów. Zna zasady doboru silników do poszczególnych rodzajów jednostek pływających.</p>	<p>Student definiuje i objaśnia cechy silników i zasady ich klasyfikacji. Uzasadnia potrzebę zdefiniowania, definiuje i uzasadnia stosowanie poszczególnych rodzajów silników podając przykłady. Poprawnie dokonuje wielokryterialnej klasyfikacji i potrafi opisywać i uzasadniać kwalifikowanie poszczególnych rodzajów silników wg tych kryteriów. Zna i potrafi scharakteryzować zasady doboru silników do poszczególnych rodzajów jednostek pływających.</p>
EK2	<i>Student zna podstawowe pojęcia procesu roboczego silnika, obieg roboczy i fazy rozrządu, potrafi opisać obiegi teoretyczne silników, interpretować je jako obiegi porównawcze silników okrętowych i analizować ich sprawności.</i>			
	<p>Student wymienia podstawowe pojęcia procesu roboczego silnika, obiegu roboczego i faz rozrządu lecz błędnie posługuje się podstawami termodynamiki związanymi z tymi pojęciami. Ma trudności w opisie teoretycznych obiegów porównawczych i wysuwać wnioski o ich sprawnościach.</p>	<p>Student potrafi wymienić i scharakteryzować pojęcia procesu roboczego silnika, obiegu roboczego i faz rozrządu. Potrafi interpretować te procesy jako procesy termodynamiczne. Praktycznie stosuje pojęcia obiegów teoretycznych i przyjmować je jako porównawcze dla poszczególnych rodzajów silników ZS i ZI. Potrafi opisać sprawności tych obiegów i dokonać ich porównania.</p>	<p>Student potrafi rozwiązywać podstawowe problemy interpretacji procesu roboczego silnika, jego obiegu porównawczego i doboru faz rozrządu. Praktycznie stosuje pojęcia związane z obiegami silników ZS i obliczać sprawności tych obiegów. Potrafi opisać metody kształtowania ich sprawności i związane z tym ograniczenia stosowania tych obiegów.</p>	<p>Student potrafi rozwiązywać i analitycznie uzasadniać podstawowe parametry procesu roboczego silnika, parametry i charakterystyki obiegu porównawczego i doboru faz rozrządu. Potrafi uzasadniać stosowanie pojęć związanych z obiegami silników ZS i praktycznie stosować je do obliczeń termodynamicznych silników.</p>

EK3	<p><i>Student potrafi opisywać procesy obiegów rzeczywistych silnika (napełniania, sprężania, spalania, rozprężania i wylotu, interpretować wielkości charakterystyczne dla tych procesów. Potrafi obliczać parametry tych procesów.</i></p>			
	<p>Student wyjaśnia pojęcia procesów obiegu rzeczywistego silnika. Potrafi opisywać ich wzajemne powiązanie i podać podstawowe parametry tych procesów. Błędnie interpretuje wskaźniki procesu napełniania i spalania.</p>	<p>Student wyjaśnia pojęcie napełniania, sprężania, spalania, wozprężania i wylotu. Potrafi wymienić wskaźniki oceny tych procesów. Potrafi obliczyć temperaturę i ciśnienia sprężania, sprawność napełniania, przebieg spalania, i jego etapy. Potrafi obliczyć współczynnik reszty spalin.</p>	<p>Student wyjaśnia i rozumie pojęcie napełniania, sprężania, „spalania, rozprężania i wylotu. Potrafi opisać te procesy i obliczać ich wskaźniki. Potrafi wykazać wzajemny wpływ wskaźników tych procesów oraz ich wpływ na parametry pracy silnika. Potrafi określać wpływ liczby cetawej na zwłokę zapłonu oraz wpływ kąta wyprzedzenia wtrysku na zmiany ciśnienia w cylindrze silnika.</p>	<p>Student wyjaśnia, rozumie i opisuje pojęcie napełniania, sprężania, „spalania, rozprężania i wylotu. Potrafi obliczać ich wskaźniki. Potrafi wykazać wzajemny wpływ wskaźników tych procesów oraz ich wpływ na parametry pracy silnika. oraz podawać praktyczną ich interpretację w przykładach rozwiązań konstrukcyjnych silnika. Potrafi powiązać wpływ liczby cetanowej paliwa i zwłoki zapłonu z parametrami regulacyjnymi silnika i skutkami dla sprawności indykowanej silnika.</p>
EK4	<p><i>Student zna procesy wytwarzania, zapłonu i spalania mieszanki paliwowo-powietrznej, potrafi interpretować przebieg procesu spalania i opisywać jego etapy, potrafi obliczać zapotrzebowanie powietrza do spalania oraz określać ilości składników spalin.</i></p>			
	<p>Student definiuje procesy wytwarzania, zapłonu i spalania mieszanki paliwowo-powietrznej w cylindrze silnika. Interpretuje proces spalania, jego etapy. Definiuje zapotrzebowanie powietrza do spalania oraz określanie ilości i składu spalin. Zna równanie procesu spalania lecz nie potrafi w pełni scharakteryzować jego wykorzystanie w obliczeniach cieplnych silnika.</p>	<p>Student definiuje i interpretuje pojęcia związane z procesami wytwarzania, zapłonu i spalania mieszanki paliwowo-powietrznej w cylindrze silnika. Opisuje warunki tworzenia mieszaniny palnej, wtrysk i rozpylanie paliwa i formy jego strumienia przy różnych prędkościach wypływu z otworu rozpylacza. Definiuje samozapłon paliwa. Potrafi obliczać zapotrzebowanie powietrza do spalania paliwa. Potrafi obliczać ilość i skład spalin i interpretować przebieg procesu spalania w silnikach o ZS. Zna równanie procesu spalania i opisać jego wykorzystanie w obliczeniach cieplnych silnika.</p>	<p>Student definiuje i opisuje pojęcia związane z procesami wytwarzania, zapłonu i spalania mieszanki paliwowo-powietrznej w cylindrze silnika. Opisuje warunki tworzenia mieszaniny palnej, wtrysk i rozpylanie paliwa i formy jego strumienia przy różnych prędkościach wypływu z otworu rozpylacza. Definiuje samozapłon paliwa i jego powiązanie z właściwościami paliwa. Potrafi ocenić wpływ kształtu komory spalania na samozapłon i przebieg spalania w cylindrze silnika. Potrafi obliczać zapotrzebowanie powietrza do spalania paliwa i obliczać ilość i skład spalin. Potrafi opisać przebieg procesu spalania w silnikach o ZS. Zna i rozumie równanie procesu spalania.</p>	<p>Student definiuje, opisuje i szeroko interpretuje pojęcia związane z procesami wytwarzania, zapłonu i spalania mieszanki paliwowo-powietrznej w cylindrze silnika. Opisuje warunki tworzenia mieszaniny palnej, wtrysk i rozpylanie paliwa i formy jego strumienia przy różnych prędkościach wypływu z otworu rozpylacza. Definiuje i opisuje zjawisko samozapłon paliwa i jego zależność od właściwości paliwa. Potrafi ocenić wpływ kształtu komory spalania na samozapłon i przebieg spalania w cylindrze silnika i tworzenie się toksycznych składników ich spalin. Potrafi obliczać zapotrzebowanie powietrza do spalania paliwa i obliczać ilość i skład spalin. Potrafi opisać przebieg procesu spalania w silnikach o ZS i obliczać wydzielanie ciepła z równania procesu spalania..</p>

	<p><i>Student zna wskaźniki pracy silników, umie obliczać średnie ciśnienie indykowane, moc indykowaną, sprawności silników, zużycie paliwa. Zna bilans cieplny silnika niedoładowanego i doładowanego mechanicznie i turbosprężarką, potrafi zdefiniować rodzaje charakterystyk silnika, zna zasady sporządzania charakterystyk zewnętrznych, śrubowych, regulatorowych, obciążeniowych, uniwersalnych i regulacyjnych. Potrafi zinterpretować pole pracy silnika, jego punkty charakterystyczne, skojarzenie pola pracy silnika z charakterystykami odbiornika (śruby, prądnicy).</i></p>			
EK5	<p>Student potrafi wymienić wskaźniki pracy silników i opisać sposób obliczania średniego ciśnienia indykowanego, mocy indykowanej, sprawności silników, zużycia paliwa. Potrafi opisywać bilans cieplny silnika. Nie potrafi zinterpretować ten bilans dla różnych rodzajów silników. Potrafi zdefiniować rodzaje charakterystyk silnika i zna zasady ich sporządzania. Nie potrafi określać zmian tych charakterystyk w różnych warunkach pracy silnika. Potrafi zdefiniować pole pracy silnika.</p>	<p>Student potrafi wymienić wskaźniki pracy silników, potrafi opisać sposób obliczania średniego ciśnienia indykowanego, mocy indykowanej, sprawności silników, zużycia paliwa. Potrafi opisywać bilans cieplny silnika. Potrafi zdefiniować rodzaje charakterystyk silnika i zna zasady ich sporządzania. Potrafi zdefiniować i opisać pole pracy silnika.</p>	<p>Student potrafi wymienić wskaźniki pracy silników, potrafi opisać sposób obliczania średniego ciśnienia indykowanego, mocy indykowanej, sprawności silników, zużycia paliwa. Potrafi opisywać bilans cieplny silnika. Potrafi zdefiniować rodzaje charakterystyk silnika i zna zasady ich sporządzania. Potrafi określać zmiany tych charakterystyk w różnych warunkach pracy silnika. Potrafi zdefiniować pole pracy silnika, jego punkty charakterystyczne.</p>	<p>Student potrafi wymienić, zdefiniować i opisać wskaźniki pracy silników, potrafi obliczać średnie ciśnienie indykowane, moc indykowaną, sprawność silników, zużycie paliwa. Potrafi opisywać i sporządzać bilans cieplny silnika. Potrafi zinterpretować ten bilans dla silnika niedoładowanego i doładowanego mechanicznie i turbosprężarką. Potrafi zdefiniować i opisać rodzaje charakterystyk silnika i imię je sporządzać. Potrafi określać zmiany tych charakterystyk w różnych warunkach pracy silnika. Potrafi zdefiniować pole pracy silnika, jego punkty charakterystyczne oraz określać zasady wykorzystania tego pola do doboru współpracy z odbiornikiem mocy.</p>
EK6	<p><i>Student zna termodynamiczne podstawy doładowania silników i potrafi interpretować skuteczność i efektywność poszczególnych jego rodzajów. Zna termodynamikę współpracy silnika z turbiną i sprężarką. Zna stosowane układy doładowania silników okrętowych w odniesieniu do silników 4s i 2s.</i></p>			
<p>Student zna termodynamiczne podstawy doładowania silników. Nie potrafi w pełni interpretować skuteczność i efektywność poszczególnych jego rodzajów. Zna ogólnie zasady termodynamiki współpracy silnika z turbiną i sprężarką. Zna stosowane układy doładowania silników okrętowych w odniesieniu do silników 4s i 2s.</p>	<p>Student zna termodynamiczne podstawy doładowania silników i potrafi interpretować skuteczność i efektywność poszczególnych jego rodzajów. Zna termodynamikę współpracy silnika z turbiną i sprężarką. Zna stosowane układy doładowania silników okrętowych w odniesieniu do silników 4s i 2s.</p>	<p>Student zna, rozumie i potrafi opisywać termodynamiczne podstawy doładowania silników i potrafi interpretować skuteczność i efektywność poszczególnych jego rodzajów. Zna i rozumie termodynamikę współpracy silnika z turbiną i sprężarką. Zna stosowane układy doładowania silników okrętowych w odniesieniu do silników 4s i 2s.</p>	<p>Student zna, rozumie i opisuje termodynamiczne podstawy doładowania silników i potrafi samodzielnie interpretować skuteczność i efektywność poszczególnych jego rodzajów. Zna, rozumie i potrafi opisywać termodynamikę współpracy silnika z turbiną i sprężarką. Zna i potrafi opisywać stosowane układy doładowania silników okrętowych w odniesieniu do silników 4s i 2s. Potrafi ocenić ich zalety i wady.</p>	

EK7	<p><i>Student zna równanie drogi tłoka i umie wyznaczyć jego prędkość i przyspieszenie. Umie zdefiniować siły działające w układzie tłokowo-korbowym i obliczać ich wartości. Potrafi wyznaczyć przebieg momentu obrotowego silnika na podstawie analizy występujących w układzie sił i momentów sił. Zna i poprawnie interpretuje nierównomierność biegu silnika. Potrafi analizować wyrównoważenie silników jedno-, dwu- i wielocylindrowych rzędowych i widlastych oraz jego zmiany w awaryjnych stanach pracy silnika. Potrafi określać drgania skrętne wału korbowego silnika i sposoby ich eliminowania.</i></p>			
	<p>Student zna równanie drogi tłoka i umie wyznaczyć jego prędkość i przyspieszenie. Umie zdefiniować siły działające w układzie tłokowo-korbowym i obliczać ich wartości. Nie potrafi wyznaczyć przebiegu momentu obrotowego silnika na podstawie analizy występujących w układzie sił i momentów sił. Zna zasady wykonywania ale nie potrafi samodzielnie analizować wyrównoważenie silnika. Potrafi zdefiniować drgania skrętne wału korbowego silnika i sposoby ich eliminowania.</p>	<p>Student zna równanie drogi tłoka i sposób jego wyprowadzenia. Umie wyznaczyć jego prędkość i przyspieszenie tłoka. Umie zdefiniować siły działające w układzie tłokowo-korbowym i obliczać ich wartości. Potrafi opisać przebieg momentu obrotowego silnika.. Zna i poprawnie interpretuje nierównomierność biegu silnika. Potrafi analizować wyrównoważenie silników jedno-, dwu- i wielocylindrowych rzędowych Potrafi opisać istotę drgań skrętnych wału korbowego silnika i opisać sposoby ich eliminowania.</p>	<p>Student zna równanie drogi tłoka i umie wyznaczyć jego prędkość i przyspieszenie. Umie zdefiniować siły działające w układzie tłokowo-korbowym i obliczać ich wartości. Potrafi wyznaczyć przebieg momentu obrotowego silnika na podstawie analizy występujących w układzie sił i momentów sił. Potrafi analizować wyrównoważenie silników jedno-, dwu- i wielocylindrowych rzędowych oraz jego zmiany w awaryjnych stanach pracy silnika. Potrafi opisać i interpretować drgania skrętne wału korbowego silnika i sposoby ich eliminowania.</p>	<p>Student zna i umie wyprowadzić równanie drogi tłoka oraz umie - na jego podstawie - wyznaczyć przebiegi prędkości i przyspieszenia tłoka. Umie zdefiniować i opisać siły działające w układzie tłokowo-korbowym i obliczać ich wartości. Potrafi wyznaczyć przebieg i określić zmienność momentu obrotowego silnika na podstawie analizy występujących w układzie sił i momentów sił. Zna i poprawnie interpretuje nierównomierność biegu silnika. Potrafi analizować wyrównoważenie silników jedno-, dwu- i wielocylindrowych rzędowych i widlastych oraz jego zmiany w awaryjnych stanach pracy silnika. Potrafi określać drgania skrętne wału korbowego silnika i sposoby ich eliminowania.</p>
EK8	<p><i>Student zna budowę, technologię wykonywania i materiały stosowane do wytwarzania kadłubów, tulei cylindrowych, głowic, układów dolotowych i wylotowych. Potrafi poprawnie nazywać ich części i przypisywać stosowane rozwiązania do rodzajów silników okrętowych.</i></p>			
	<p>Student zna budowę, technologię wykonywania i materiały stosowane do wytwarzania kadłubów, tulei cylindrowych, głowic. Potrafi poprawnie nazywać ich części. Nie potrafi przypisywać stosowane rozwiązania do rodzajów silników okrętowych.</p>	<p>Student zna budowę, technologię wykonywania i materiały stosowane do wytwarzania kadłubów, tulei cylindrowych, głowic. Potrafi poprawnie nazywać ich części i przypisywać stosowane rozwiązania do rodzajów silników okrętowych.</p>	<p>Student zna budowę, technologię wykonywania i materiały stosowane do wytwarzania kadłubów, tulei cylindrowych, głowic, układów dolotowych i wylotowych. Potrafi poprawnie nazywać ich części i przypisywać stosowane rozwiązania do rodzajów silników okrętowych.</p>	<p>Student zna szczegółowo budowę, technologię wykonywania i materiały stosowane do wytwarzania kadłubów, tulei cylindrowych, głowic, układów dolotowych i wylotowych. Potrafi poprawnie nazywać ich części i przypisywać stosowane rozwiązania do rodzajów silników okrętowych. Potrafi uzasadnić różnice w budowie kadłubów różnych rodzajów silników.</p>

EK9	<p>Student zna budowę, technologie wykonywania i materiały stosowane do wytwarzania elementów układu tłokowo-korbowego silników wodzikowych i bezwodzikowych. Zna budowę układów rozrządu. Nie potrafi poprawnie nazywać ich części i przypisywać stosowane rozwiązania do rodzajów silników okrętowych.</p>	<p>Student zna budowę, technologie wykonywania i materiały stosowane do wytwarzania elementów układu tłokowo-korbowego silników wodzikowych i bezwodzikowych, Zna rodzaje i budowę układów rozrządu. Potrafi poprawnie nazywać ich części i przypisywać stosowane rozwiązania do rodzajów silników okrętowych.</p>	<p>Student zna budowę, technologie wykonywania i materiały stosowane do wytwarzania elementów układu tłokowo-korbowego silników wodzikowych i bezwodzikowych, zna rodzaje i budowę układów rozrządu. Potrafi poprawnie nazywać i opisywać budowę ich części i przypisywać stosowane rozwiązania do rodzajów silników okrętowych.S</p>	<p>Student zna budowę, technologie wykonywania i materiały stosowane do wytwarzania elementów układu tłokowo-korbowego silników wodzikowych i bezwodzikowych. Potrafi uzasadnić różnice konstrukcyjne elementów silników. Zna rodzaje i budowę układów rozrządu. Umie określać profile krzywek i potrafi opisać części układu t-k, przypisywać stosowane rozwiązania do rodzajów silników okrętowych i uzasadnić występujące różnice..</p>
EK10	<p>Student zna budowę i działanie zaworowego mechanizmu rozrządu silnika. Nie potrafi opisać funkcjonowanie poszczególnych elementów układu wraz z rodzajami jego napędu.</p>	<p>Student zna budowę i działanie zaworowego mechanizmu rozrządu silnika. Zna ogólnie zasady doboru faz rozrządu oraz profilu krzywek. Potrafi opisać funkcjonowanie poszczególnych elementów układu wraz z rodzajami jego napędu.</p>	<p>Student zna budowę i działanie zaworowego mechanizmu rozrządu silnika. Zna szczegółowo zasady doboru faz rozrządu oraz projektowania profili krzywek. Potrafi opisać funkcjonowanie poszczególnych elementów układu wraz z rodzajami jego napędu.</p>	<p>Student zna różne rodzaje mechanizmu rozrządu, budowę i działanie zaworowego mechanizmu rozrządu silnika. Potrafi uzasadnić zasady doboru faz rozrządu oraz projektować profile krzywek. Potrafi opisać warianty funkcjonowania i rozwoju, w aspekcie zmienności faz, poszczególnych elementów układu wraz z rodzajami jego napędu.</p>
EK11	<p>Student zna instalacje wtrysku paliwa do silnika i sposoby sterowania podawaniem paliwa do cylindra. Zna działanie podstawowych rodzajów regulatorów prędkości obrotowej. Nie potrafi opisać wymagań towarzystw klasyfikacyjnych odnośnie do ich konstrukcji i działania. Nie zna systemów rozruchu, nawrotu i sterowania.</p>	<p>Student zna instalacje wtrysku paliwa do silnika i sposoby sterowania podawaniem paliwa do cylindra. Zna klasyfikacje i istotę rodzajów regulatorów prędkości obrotowej i wymagania towarzystw klasyfikacyjnych odnośnie do ich konstrukcji i działania. Zna systemy rozruchu, nawrotu i sterowania i zasadę ich działania.</p>	<p>Student zna instalacje wtrysku paliwa do silnika i sposoby sterowania podawaniem paliwa do cylindra. Zna klasyfikacje rodzajów regulatorów prędkości obrotowej i wymagania towarzystw klasyfikacyjnych odnośnie do ich konstrukcji i działania. Zna systemy ich rozruchu, nawrotu i sterowania. Potrafi określić procedury wykorzystania tych systemów.</p>	<p>Student zna instalacje wtrysku paliwa do silnika i sposoby sterowania podawaniem paliwa do cylindra. Zna klasyfikacje rodzajów regulatorów prędkości obrotowej i wymagania towarzystw klasyfikacyjnych odnośnie do ich konstrukcji i działania. Potrafi opisać regulatory bezpośredniego i pośredniego działania z różnymi sprzężeniami zwrotnymi. Zna procesy regulacji prędkości obrotowej silników, systemy ich rozruchu, nawrotu i sterowania. Potrafi określić i uzasadnić procedury wykorzystania tych systemów.</p>

EK12	<i>Student zna budowę i działanie układów chłodzenia i smarowania (olejenia) silników okrętowych. Potrafi interpretować ich rozwiązania konstrukcyjne i funkcjonalne oraz formułować przesłanki do ich użytkowania w siłowni okrętowej.</i>			
	Student zna budowę i działanie układów chłodzenia i smarowania silników okrętowych. Potrafi opisać ich rozwiązania konstrukcyjne i funkcjonalne. Nie potrafi formułować przesłanek do ich użytkowania w siłowni okrętowej.	Student zna budowę i działanie układów chłodzenia i smarowania (olejenia) silników okrętowych. Potrafi interpretować ich rozwiązania konstrukcyjne i funkcjonalne oraz formułować przesłanki do ich użytkowania w siłowni okrętowej.	Student zna budowę i działanie układów chłodzenia i smarowania (olejenia) silników okrętowych. Potrafi uogólnić ich budowę i interpretować szczegółowe rozwiązania konstrukcyjne i funkcjonalne oraz formułować przesłanki do ich użytkowania w siłowni okrętowej.	Student zna podstawy projektowania, budowę i działanie układów chłodzenia i smarowania (olejenia) różnych rodzajów silników okrętowych. Potrafi opisywać różnorodności rozwiązań konstrukcyjne i funkcjonalne, uzasadnić warunki skutecznego ich działania oraz formułować zasady ich użytkowania w siłowni okrętowej.
EK13	<i>Student zna zasady użytkowania i obsługi silnika. Potrafi analizować dokumentację eksploatacyjną silnika i generować na jej podstawie procedury sterowania użytkowaniem i obsługiwaniem silnika.</i>			
	Student zna zasady użytkowania i obsługi silnika. Nie potrafi analizować dokumentacji eksploatacyjnej silnika i generować na jej podstawie procedury sterowania użytkowaniem i obsługiwaniem silnika.	Student zna zasady użytkowania i obsługi silnika. Potrafi analizować dokumentację eksploatacyjną silnika i ogólne wymagania sterowania użytkowaniem i obsługiwaniem silnika	Student zna zasady użytkowania i obsługi silnika. Potrafi analizować dokumentację eksploatacyjną silnika i generować na jej podstawie ogólne procedury sterowania użytkowaniem i obsługiwaniem silnika	Student zna zasady użytkowania i obsługi silnika i metody tworzenia tych zasad. Potrafi analizować dokumentację eksploatacyjną silnika i opracowywać na jej podstawie szczegółowe procedury sterowania użytkowaniem i obsługiwaniem silnika
EK14	<i>Student zna wymagania przepisów odnośnie do emisji zanieczyszczeń w spalinach silnika. Potrafi scharakteryzować metody pierwotne i wtórne ograniczenia emisji NOx i SOx w spalinach i oceniać ich skuteczność i efektywność.</i>			
	Student zna wymagania przepisów odnośnie do emisji zanieczyszczeń w spalinach silnika. Nie potrafi scharakteryzować metod pierwotnych i wtórnych ograniczenia emisji NOx i SOx w spalinach.	Student zna wymagania przepisów odnośnie do emisji zanieczyszczeń w spalinach silnika. Potrafi scharakteryzować metody pierwotne i wtórne ograniczenia emisji NOx i SOx w spalinach.	Student zna wymagania przepisów odnośnie do emisji zanieczyszczeń w spalinach silnika. Potrafi scharakteryzować metody pierwotne i wtórne ograniczenia emisji NOx i SOx w spalinach i oceniać ich skuteczność i efektywność.	Student zna wymagania przepisów odnośnie do emisji zanieczyszczeń w spalinach silnika. Potrafi scharakteryzować metody pierwotne i wtórne ograniczenia emisji NOx i SOx w spalinach i, podać schematy ilustrujące te metody oraz umie oceniać ich skuteczność i efektywność. Potrafi podać przykłady stosowania tych metod w okrętownictwie.

	<i>Student zna problematykę wpływu stosowania paliw ciężkich na konstrukcję i eksploatację silnika. Potrafi określić wymagania stosowania określonych procedur eksploatacji w odniesieniu do stosowania tych paliw w układach zasilania silników. Potrafi opisać działanie okrętowych silników dwupaliwowych.</i>			
EK15	Student zna problematykę wpływu stosowania paliw ciężkich na konstrukcję i eksploatację silnika. Nie potrafi określić wymagań stosowania określonych procedur eksploatacji w odniesieniu do stosowania tych paliw w układach zasilania silników. Potrafi opisać ogólnie istotę działania okrętowych silników dwupaliwowych.	Student zna ogólnie problematykę wpływu stosowania paliw ciężkich na konstrukcję i eksploatację silnika. Potrafi wymienić wymagania stosowania określonych procedur eksploatacji w odniesieniu do stosowania tych paliw w układach zasilania silników. Potrafi opisać zasadę działania okrętowych silników dwupaliwowych.	Student zna dość szczegółowo problematykę wpływu stosowania paliw ciężkich na konstrukcję i eksploatację silnika. Potrafi określić wymagania stosowania określonych procedur eksploatacji w odniesieniu do stosowania tych paliw w układach zasilania silników. Potrafi opisać działanie okrętowych silników dwupaliwowych.	Student zna szczegółowo problematykę wpływu stosowania paliw ciężkich na konstrukcję i eksploatację silnika. Potrafi określić i uzasadnić wymagania stosowania określonych procedur eksploatacji w odniesieniu do stosowania tych paliw w układach zasilania silników. Potrafi szczegółowo opisać i uzasadnić działanie okrętowych silników dwupaliwowych.
	<i>Student uważnie śledzi treści wykładu, zadaje pytania gdy ma trudności ze zrozumieniem, dyskutuje podczas zajęć, w celu lepszego zrozumienia materiału wyszukuje informacje uzupełniające z innych źródeł.</i>			
EK16	Nie słucha uważnie treści wykładu, nie zadaje pytania gdy ma trudności ze zrozumieniem	Słucha uważnie treści wykładu, zadaje pytania gdy ma trudności ze zrozumieniem	dyskutuje trudniejsze fragmenty zajęć w celu lepszego zrozumienia	wyszukuje informacje uzupełniające z innych źródeł
	<i>Student przestrzega zasad obowiązujących na wykładach. Dyskutuje o możliwościach modyfikacji zasad w celu podniesienia efektywności odbywania wykładów przez innych studentów.</i>			
EK17	Student nie przestrzega zasad obowiązujących na wykładach	Student przestrzega zasad obowiązujących na wykładach	student dba o przestrzeganie zasad obowiązujących na wykładach przez innych studentów	student wskazuje możliwe modyfikacje zasad w celu podniesienia efektywności odbywania wykładów przez innych studentów
	<i>Aktywnie uczestniczy w wykładzie, ćwiczeniu, laboratorium i zgłasza się do odpowiedzi w przypadku gdy wykładowca zadaje pytanie dotyczące ich treści. Zgłasza wykładowcy swoje uwagi lub uzupełnienia odnoszące się do treści wykładów i laboratorium. dostarcza wykładowcy nowe materiały odnoszące się do treści poprzednich wykładów i laboratorium.</i>			
EK18	Biernie uczestniczy w wykładzie, laboratorium i nie zgłasza się do odpowiedzi w przypadku gdy wykładowca zadaje pytanie dotyczące ich treści	Aktywnie uczestniczy w wykładzie, laboratorium i zgłasza się do odpowiedzi w przypadku gdy wykładowca zadaje pytanie dotyczące ich treści	zgłasza wykładowcy swoje uwagi lub uzupełnienia odnoszące się do treści wykładów i laboratorium	dostarcza wykładowcy nowe materiały odnoszące się do treści poprzednich wykładów i laboratorium