**Nazwa przedmiotu:**

Projektowanie silników spalinowych

**Koordynator przedmiotu:**

Dr inż. Piotr Laskowski

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechanika Pojazdów i Maszyn Roboczych

**Grupa przedmiotów:**

Specjalnościowe

**Kod przedmiotu:**

1150-MBSIS-IZP-0323

**Semestr nominalny:**

6 / rok ak. 2020/2021

**Liczba punktów ECTS:**

4

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

1) Liczba godzin kontaktowych – 26, w tym:
a) wykład – 16 godz.;
b) ćwiczenia – 8 godz.;
c) konsultacje – 2 godz.;
2) Praca własna studenta - 70 godzin, w tym:
a) 10 godz. – bieżące przygotowywanie się studenta do wykładu;
b) 15 godz. – studia literaturowe;
c) 20 godz. – przygotowywanie się studenta do kolokwiów;
d) 25 godz. – przygotowywanie się studenta do ćwiczeń;
3) RAZEM – 96 godz.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

 1,2 punktu ECTS – liczba godzin kontaktowych - 26, w tym:
a) wykład – 16 godz.;
b) ćwiczenia – 8 godz.;
c) konsultacje – 2 godz.;

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

1,4 punktu ECTS – 33 godz., w tym:
1) ćwiczenia – 8 godz.;
2) przygotowywanie się do ćwiczeń - 25 godz.

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 16h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 8h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Podstawowa wiedza z mechaniki ogólnej, podstaw konstrukcji maszyn, termodynamiki i silników spalinowych (wysłuchanie wykładów: Mechanika, PKM, Termodynamika i Silniki spalinowe)

**Limit liczby studentów:**

zgodnie z zarządzeniem Rektora PW

**Cel przedmiotu:**

Poznanie podstawowych zależności i zasad związanych z projektowaniem silników spalinowych. Umiejętność zaprojektowania wybranych elementów i zespołów silnika spalinowego oraz doboru wybranych zespołów. Świadomość wymagań i ograniczeń w działaniach inżynierskich, a w szczególności świadomość wpływu konstrukcji silnika, w tym organizacji procesu spalania na oddziaływanie silnika spalinowego na środowisko naturalne człowieka.

**Treści kształcenia:**

Wykład.
1. Podstawowe pojęcia dotyczące budowy silników spalinowych.
2. Wymagania stawiane silnikom pojazdów samochodowych.
3. Zasady tworzenia tzw. "rodzin silników".
4. Unifikacja konstrukcyjna i technologiczna.
5. Wyznaczenie wymiarów głównych.
6. Rozkład sił w mechanizmie korbowym.
7. Wyrównoważenie zewnętrzne i wewnętrzne silnika.
8. Obliczenia wytrzymałościowe części silnika.
9. Materiały, wytwarzanie, pasowania, obliczenia części układu korbowego: kadłuby i tuleje cylindrowe, tłoki, sworznie tłokowe, pierścienie tłokowe, korbowody i śruby korbowodowe, wały korbowe, panewki wału korbowego, pokrywy łożysk głównych i śruby je mocujące, koło zamachowe i śruby je mocujące.
10. Obliczanie przepływu przez zawory silnika.
11. Zarysy i kinematyka krzywek zaworowych.
12. Materiały, wytwarzanie, pasowania, obliczanie części układu rozrządu: zawory, zamki zaworów, gniazda i prowadnice zaworów, popychacze mechaniczne i hydrauliczne, dźwigienki zaworowe i drążki popychaczy, sprężyny zaworowe, wałki rozrządu i ich napęd. Układy rozrządu o zmiennych fazach.
13. Układy zasilania silników o zapłonie iskrowym i samoczynnym.
14. Cel i sposoby doładowania.
15. Smarowanie silnika - systemy olejenia, pompy olejowe.
16. Chłodzenie silnika.

Ćwiczenia
1. Obliczenia cieplne silnika.
2. Obliczenia kinematyczne układu tłokowo-korbowego.
3. Obliczenia dynamiczne układu tłokowo-korbowego..
4. Projekt wybranych elementów silnika /np. tłoka/.
5. Dobór turbosprężarki do silnika spalinowego.

**Metody oceny:**

Wykład: Dwa sprawdziany.
Ćwiczenia: Ocena za wykonywane zadań w trakcie ćwiczeń.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. Kevin L. Hoag: Vehicular Engine Design, Springer-Verlag, Wien, 2006
2. Shi, Yu, Ge, Hai-Wen, Reitz, Rolf D: Computational Optimization of Internal Combustion Engines, Springer-Verlag, Wien, 2011
3. Heywood J.: Internal Combustion Engine Fundamentals, McGraw-Hill Education, New York 1988
4. Teodorczyk A. Rychter T.: Teoria silników spalinowych, WŁK, Warszawa 2006
5. Niewiarowski K.: Tłokowe silniki spalinowe, WŁK, Warszawa 1983
6. Jędrzejowski J.: Mechanika układów korbowych silników samochodowych, WKŁ, Warszawa 1986
7. Matzke W.: Projektowanie głowic silników trakcyjnych, WKŁ, Warszawa 1979
8. Jezierski J.: Technologia tłokowych silników wysokoprężnych, WNT, Warszawa 1999
9. Kowalewicz A., Litwin J., Pawlak G., Różycki A., Zagrodzki S.: Ćwiczenia projektowe z silników spalinowych, WSI Radom, 1992
10. Van Basshuysen R., Schäfer F.: Internal Combustion Engine Handbook: Basics, Components, Systems, and Perspectives, SAE International, 2004
11. Ullman D.: The Mechanical Design Process, McGraw-Hill Education, New York 2015,
12. Mysłowski J.: Doładowanie silników, WŁK, Warszawa 2016.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

Zajęcia zostały przygotowane i będą prowadzone z wykorzystaniem umiejętności prezentacyjnych.

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt 1150-MBSIS-IZP-0323\_W01:**

Zna zasady określania i wyznaczania kryteriów niezbędnych do projektowania silników spalinowych.

Weryfikacja:

Sprawdzian w ramach wykładu

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W17, KMiBM\_W18, KMiBM\_W19, KMiBM\_W20

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W06, InzA\_W02, InzA\_W05, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W07, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W08

**Efekt 1150-MBSIS-IZP-0323\_W02:**

Zna podstawowe metody obliczeniowe i eksperymentalne, stosowane przy rozwiązywaniu prostych zagadnień związanych z projektowaniem silników spalinowych. Potrafi wyznaczyć obciążenia wybranych elementów silnika.

Weryfikacja:

Sprawdzian w ramach wykładu

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W15, KMiBM\_W16, KMiBM\_W17, KMiBM\_W18

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W06, T1A\_W08, InzA\_W02, T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W06, InzA\_W02, InzA\_W05, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W07

**Efekt 1150-MBSIS-IZP-0323\_W03:**

Ma wiedzę o materiałach stosowanych w konstrukcji silników spalinowych i ich podstawowych właściwościach mechanicznych wynikających z procesu technologicznego wytwarzania części silników.

Weryfikacja:

Sprawdzian w ramach wykładu

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W15, KMiBM\_W16, KMiBM\_W17, KMiBM\_W18

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W06, T1A\_W08, InzA\_W02, T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W06, InzA\_W02, InzA\_W05, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W07

**Efekt 1150-MBSIS-IZP-0323\_W04:**

Potrafi przewidzieć sposoby uszkodzenia konstrukcji silnika spalinowego, wyznaczyć miejsca krytyczne i sformułować stosowne kryteria projektowe.

Weryfikacja:

Sprawdzian w ramach wykładu

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W15, KMiBM\_W16, KMiBM\_W17, KMiBM\_W18

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W06, T1A\_W08, InzA\_W02, T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W06, InzA\_W02, InzA\_W05, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W07

**Efekt 1150-MBSIS-IZP-0323\_W05:**

Zna zasady doboru podzespołów silnika

Weryfikacja:

Sprawdzian w ramach wykładu

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W15, KMiBM\_W16, KMiBM\_W17, KMiBM\_W18

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W06, T1A\_W08, InzA\_W02, T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W06, InzA\_W02, InzA\_W05, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W07

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt 1150-MBSIS-IZP-0323\_U01:**

Potrafi wyznaczyć obciążenia cieplne i mechaniczne wybranych elementów silnika.

Weryfikacja:

Sprawdzian w ramach wykładu

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U15, KMiBM\_U16, KMiBM\_U17, KMiBM\_U18

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U11, T1A\_U12, InzA\_U06, InzA\_U08, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U15, T1A\_U10, T1A\_U13, T1A\_U16

**Efekt 1150-MBSIS-IZP-0323\_U02:**

Potrafi dobrać wybrane podzespoły silnika np. turbosprężarkę dostosowanej do projektowanego silnika.

Weryfikacja:

Sprawdzian w ramach wykładu, ustny sprawdzian przed dopuszczeniem do wykonywania ćwiczeń, ocena wykonywania zadań w trakcie realizacji ćwiczeń

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U15, KMiBM\_U16, KMiBM\_U17, KMiBM\_U18

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U11, T1A\_U12, InzA\_U06, InzA\_U08, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U15, T1A\_U10, T1A\_U13, T1A\_U16

**Efekt 1150-MBSIS-IZP-0323\_U03:**

Potrafi wykorzystać dostępne oprogramowanie do prac związanych z projektowaniem silnika.

Weryfikacja:

Sprawdzian w ramach wykładu, ustny sprawdzian przed dopuszczeniem do wykonywania ćwiczeń, ocena wykonywania zadań w trakcie realizacji ćwiczeń

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U15, KMiBM\_U16, KMiBM\_U17, KMiBM\_U18

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U11, T1A\_U12, InzA\_U06, InzA\_U08, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U15, T1A\_U10, T1A\_U13, T1A\_U16

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt 1150-MBSIS-IZP-0323\_K01:**

Potrafi współdziałać i pracować w grupie przy realizacji ćwiczeń laboratoryjnych i opracowywaniu sprawozdania, przyjmując w niej różne role

Weryfikacja:

Ocena wykonywania zadań w trakcie realizacji ćwiczeń

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_K04

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K03, T1A\_K04, InzA\_K02