**Nazwa przedmiotu:**

Silniki spalinowe

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. inż. Zdzisław Chłopek

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechanika Pojazdów i Maszyn Roboczych

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

1150-MB000-ISP-0302

**Semestr nominalny:**

5 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

3

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

1) Liczba godzin kontaktowych – 50, w tym:
a) wykład – 30 godz.;
b) laboratorium – 15 godz.;
c) konsultacje - 2 godz.;
d) egzamin – 3 godz.
2) Praca własna studenta – 25 godz., w tym:
a) 8 godz. – bieżące przygotowywanie się studenta do ćwiczeń, wykonywanie sprawozdań,
b) 5 godz. – studia literaturowe,
c) 12 godz. – przygotowywanie się do egzaminu.
3) Razem – 75 godz.

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

2 pkt ECTS – liczba godzin kontaktowych – 50 w tym:
a) wykład – 30 godz.;
b) laboratorium – 15 godz.;
c) konsultacje - 2 godz.;
d) egzamin – 3 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1 pkt ECTS –23 godz., w tym:
a) uczestnictwo w zajęciach laboratoryjnych – 15 godz..
b) 8 godz. pracy własnej – praca nad przygotowywanie się studenta do ćwiczeń, wykonywaniem sprawozdań.

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 30h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 15h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Matematyka. Chemia. Fizyka. Ochrona środowiska. Mechanika. Termodynamika. Mechanika płynów.

**Limit liczby studentów:**

zgodnie z zarządzeniem Rektora PW

**Cel przedmiotu:**

Poznanie procesów zachodzących w silnikach spalinowych. Umiejętność wykorzystania wiedzy o procesach zachodzących w silnikach spalinowych do ich konstruowania, badań i eksploatacji. Świadomość wymagań i ograniczeń, wynikających z praw przyrody, w konstruowaniu, badaniach i eksploatacji silników spalinowych.

**Treści kształcenia:**

Wykład
1. Wstęp. Klasyfikacja silników spalinowych.
2. Układy strukturalne silników spalinowych.
3. Układy konstrukcyjne silników spalinowych.
4. Obiegi cieplne silników spalinowych i ich podstawowe parametry.
5. Wymiana ładunku w tłokowych silnikach spalinowych.
6. Mechanika układu rozrządu tłokowych silników spalinowych.
7. Paliwa silnikowe. Klasyfikacja i właściwości paliw silnikowych.
8. Zasilanie tłokowych silników spalinowych.
9. Spalanie w tłokowych silnikach spalinowych. Termochemia spalania. Wydzielanie się ciepła.
10. Bilans energetyczny silnika spalinowego.
11. Doładowanie tłokowych silników spalinowych.
12. Sterowanie tłokowych silników spalinowych.
13. Emisja zanieczyszczeń z tłokowych silników spalinowych.
14. Charakterystyki tłokowych silników spalinowych. Parametry charakteryzujące silniki spalinowe.
15. Metody badań tłokowych silników spalinowych w celu oceny ich właściwości.
16. Mechanika układu korbowego: kinematyka i dynamika układu korbowego.
17. Wyrównoważanie tłokowych silników spalinowych.
Laboratorium
1. Metody badań silników spalinowych.
2. Charakterystyka szybkościowa silnika spalinowego ZI.
3. Charakterystyka obciążeniowa silnika spalinowego ZS.
4. Charakterystyka szybkościowa pompy wtryskowej.
5. Badania toksyczności spalin silników i samochodów.

**Metody oceny:**

Zaliczenie wykładu jest w postaci egzaminu. Egzamin obejmuje wiedzę i umiejętności nabyte przez studentów w zakresie programu przedmiotu, obejmującego materiał wykładów i laboratorium. Egzamin składa się części pisemnej i ustnej. Wyniki egzaminu pisemnego są ogłaszane studentom w dniu egzaminu w formie pisemnej po zakończeniu egzaminu i sprawdzeniu prac przez prowadzącego przedmiot. Ostateczne wyniki egzaminu są ogłaszane poszczególnym egzaminowanym po zakończeniu egzaminu ustnego.
Zaliczenie laboratorium jest na podstawie indywidualnego udziału w zajęciach laboratoryjnych, oceny zespołowych sprawozdań z ćwiczeń oraz oceny indywidualnego zaliczenia materiału dotyczącego wiedzy i umiejętności związanych z poszczególnymi ćwiczeniami.
Ocena zaliczenia przedmiotu jest obliczana jako średnia ważona ocen zaliczenia laboratorium ze współczynnikiem wagowym równym 0,25 i egzaminu ze współczynnikiem wagowym równym 0,75 pod warunkiem, że obydwie oceny są pozytywne. W przeciwnym wypadku ocena zaliczenia przedmiotu jest niedostateczna.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. AVL Emission Testing Handbook 2016. (Internet).
2. Chłopek Z.: Ekologiczne aspekty motoryzacji i bezpieczeństwo ruchu drogo¬wego. Politechnika Warszawska. Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych. Warszawa 2012.
3. Chłopek Z.: Pojazdy samochodowe. Ochrona środowiska naturalnego. WKŁ. Warszawa 2002.
4. Guzzella L., Onder Ch. H.: Introduction to modeling and control of internal combustion engine systems. Springer. 2004. (Internet).
5. Heywood J. B.: Internal combustion engine fundamentals. McGraw-Hill Series in Mechanical Engineering. 1989. (Internet).
6. https://www.dieselnet.com/standards.
7. Kowalewicz A.: Podstawy procesów spalania. WNT. Warszawa 2000.
8. Luft S.: Pojazdy samochodowe. Podstawy budowy silników. WKŁ. Warszawa 2003.
9. Merkisz J., Pielecha J., Radzimirski S.: Emisja zanieczyszczeń motoryzacyj-nych w świetle nowych przepisów Unii Europejskiej. WKŁ. Warszawa 2012.
10. Merkisz J.: Ekologiczne problemy silników spalinowych. Wydawnictwo Politech¬niki Po¬znańskiej. Tom I i II. Poznań, 1998.
11. Pulkrabek W. W.: Engineering fundamentals of the internal combustion engine. Pearson Prince Hall. Upper Saddle River, New Jersey 07458. (Internet).
12. Rychter T., Teodorczyk A.: Pojazdy samochodowe. Teoria silników tłokowych. WKŁ. Warszawa 2006.
13. Wajand J.A., Wajand J.T.: Tłokowe silniki spalinowe. WNT. Warszawa 2000.
14. Worldwide emission standards. Heavy duty & off-road vehicles. Delphi. Innovation for the real world. 2016/2017. (Internet).
15. Worldwide emission standards. Passenger cars and light duty vehicles. Delphi. Innovation for the real world. 2016/2017. (Internet).
16. Zając P., Kołodziejczyk L. M.: Silniki spalinowe. WSiP. Warszawa 2001.
17. Zając P.: Silniki pojazdów samochodowych. Część 1. Podstawy budowy oraz główne zespoły i układy mechaniczne. WKŁ. Warszawa 2009.
18. Zając P.: Silniki pojazdów samochodowych. Część 2. Układy zasilania, chło-dzenia, smarowania, dolotowe i wylotowe. WKŁ. Warszawa 2010.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

-

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt 1150-MB000-ISP-0302 W1:**

Student zna procesy zachodzące w silnikach spalinowych. Potrafi ocenić ograniczenia, wynikające z praw przyrody, determinujące właściwości silników spalinowych. Zna współzależności właściwości silników spalinowych.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W03, KMiBM\_W04, KMiBM\_W14, KMiBM\_W15

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

**Efekt 1150-MB000-ISP-0302 W2:**

Student zna sposoby oddziaływania silników spalinowych na środowisko. Zna sposoby zmniejszania szkodliwych skutków oddziaływania silników spalinowych na środowisko.

Weryfikacja:

Egzamin i zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W03, KMiBM\_W14, KMiBM\_W15

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

**Efekt 1150-MB000-ISP-0302 W3:**

Student zna wpływ właściwości paliw na właściwości silników spalinowych. Zna możliwości wpływania na właściwości ekologiczne silników spalinowych dzięki znajomości właściwości paliw.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W03, KMiBM\_W15

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W06, T1A\_W08

**Efekt 1150-MB000-ISP-0302 W4:**

Student ma przygotowanie do badań silników spalinowych w celu oceny ich właściwości użytkowych. Zna podstawowe procedury badań silników spalinowych. Zna metody badań silników spalinowych i zasady obsługi aparatury do badań silników spalinowych.

Weryfikacja:

Egzamin i zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W10, KMiBM\_W16

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04, InzA\_W02, T1A\_W03, T1A\_W04

**Efekt 1150-MB000-ISP-0302 W5:**

Student zna obciążenia układów konstrukcyjnych silników spalinowych.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W04, KMiBM\_W06, KMiBM\_W12, KMiBM\_W14, KMiBM\_W18

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

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt 1150-MB000-ISP-0302 U1:**

Student potrafi ocenić krytycznie wpływ czynników konstrukcyjnych na właściwości użytkowe silników spalinowych.

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U02, KMiBM\_U16, KMiBM\_U19, KMiBM\_U24

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U09, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U10, T2A\_U01, T2A\_U02, T2A\_U07, InzA\_U05, T1A\_U05

**Efekt 1150-MB000-ISP-0302 U2:**

Student potrafi ocenić oddziaływanie silników spalinowych na środowisko. Potrafi ocenić skuteczność sposobów zmniejszania szkodliwych skutków oddziaływania silników spalinowych na środowisko.

Weryfikacja:

Egzamin. Krótki sprawdzian wiedzy ustny/ pisemny, ocena sprawozdania.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U16, KMiBM\_U19, KMiBM\_U20, KMiBM\_U24

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U10, T2A\_U01, T2A\_U02, T2A\_U07, InzA\_U05, T1A\_U02, T1A\_U11, T1A\_U05

**Efekt 1150-MB000-ISP-0302 U3:**

Student potrafi ocenić wpływ właściwości paliw na właściwości użytkowe silników spalinowych.

Weryfikacja:

Egzamin. Krótki sprawdzian wiedzy ustny/ pisemny, ocena sprawozdania.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U02, KMiBM\_U19, KMiBM\_U24

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U09, T2A\_U01, T2A\_U02, T2A\_U07, InzA\_U05, T1A\_U05

**Efekt 1150-MB000-ISP-0302 U4:**

Student potrafi wykonywać podstawowe badania silników spalinowych i opracowywać wyniki badań.

Weryfikacja:

Ocena sprawozdania. Ocena wykonywania zadań przez studenta w trakcie ćwiczeń.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U20, KMiBM\_U21, KMiBM\_U24

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U02, T1A\_U11, T1A\_U03, InzA\_U02, T1A\_U05

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt 1150-MB000-ISP-0302 K1:**

Student ma świadomość ważności i rozumie aspekty i skutki działalności inżyniera-mechanika oraz, związaną z tym, odpowiedzialność za podejmowane decyzje.

Weryfikacja:

Egzamin. Krótki sprawdzian wiedzy ustny/ pisemny, ocena sprawozdania.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_K02

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K02, InzA\_K01

**Efekt 1150-MB000-ISP-0302 K2:**

Student ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną oraz gotowość podporządkowania się zasadom pracy w zespole i ponoszenia odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania.

Weryfikacja:

Ocena sprawozdania. Ocena wykonywania zadań przez studenta w trakcie ćwiczeń.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_K04

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