**Nazwa przedmiotu:**

Aerodynamika Pojazdów

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Janusz Piechna, prof. PW

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny dowolnego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechanika i Projektowanie Maszyn

**Grupa przedmiotów:**

Specjalnościowe

**Kod przedmiotu:**

ML.NS632

**Semestr nominalny:**

6 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

1) Liczba godzin kontaktowych: 40, w tym:
a) wykład – 15 godz.,
b) laboratorium – 15 godz.,
c) konsultacje – 10 godz.
2) Praca własna studenta – 15 godzin, w tym:
a) 5 godz. – przygotowywanie się do laboratoriów i wykładów,
b) 10 godz. – opracowanie sprawozdania z laboratorium.

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

1,7 punktu ECTS - 40 godzin, w tym:
 a) uczestnictwo w wykładzie -15 godzin,
 b)udział w ćwiczeniach laboratoryjnych - 15 godzin,
 c) konsultacje 10 godzin.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1 punkt ECTS - 25 godzin pracy studenta, w tym:
a) udział w ćwiczeniach laboratoryjnych - 15 godzin,
b) przygotowywanie się do laboratorium i wykonanie sprawozdania - 10 godzin.

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

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

**Wymagania wstępne:**

Elementarna wiedza z zakresu mechaniki płynów.

**Limit liczby studentów:**

Grupy laboratoryjne max 12 osób. Ogółem max 48 osób.

**Cel przedmiotu:**

Nauczenie sposobu ustalania związków pomiędzy kształtem pojazdu, jego własnościami aerodynamicznymi i jezdnymi.

**Treści kształcenia:**

1. Podstawowe wiadomości o przepływach.
2. Siły i momenty aerodynamiczne – płaty i dyfuzory.
3. Opony – poślizg i znoszenie.
4. Samochody osobowe – jedno i wielo-bryłowe- opór i stabilność 5. Samochody użytkowe – zmniejszenie oporów aerodynamicznych.
6. Samochody wyścigowe- docisk aerodynamiczny.
7. Dynamika pojazdów – przyspieszanie, hamowanie.
8. Przepływy wewnętrzne – wentylacja, chłodzenie, akustyka.
9. Tunele aerodynamiczne, pomiary i wizualizacje.
10. Obliczenia numeryczne przepływów.

**Metody oceny:**

Punktowy system oceny pracy i postępów studenta na zajęciach ( testy na zajęciach, sprawozdania z laboratorium, testy podczas laboratorium). Na zakończenie semestru egzamin końcowy.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Zalecana literatura:
1. J. Piechna: Podstawy aerodynamiki pojazdów, WKŁ, Warszawa, 2000.
 2. W. H. Hucho, Aerodynamika samochodu, WKŁ, Warszawa 1988.
Dodatkowa literatura:
1. Materiały na stronie http:// http://www.formula1.com/, http://www.f1technical.net/.
2. Katz J., Race Car Aerodynamics, RB.
3. Materiały dostarczone przez wykładowcę.

**Witryna www przedmiotu:**

www.meil.pw.edu.pl

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka ML.NS632\_W1:**

 Zna podstawowe własności, zalety i wady laminarnej i turbulentnej warstwy przyściennej, metody wymuszania zmiany typu warstwy i wpływu na opór kształtu.

Weryfikacja:

Testy na zajęciach, sprawozdania z laboratorium, testy podczas laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS632\_W1:**

 Zna podstawowe własności, zalety i wady laminarnej i turbulentnej warstwy przyściennej, metody wymuszania zmiany typu warstwy i wpływu na opór kształtu.

Weryfikacja:

Testy na zajęciach, sprawozdania z laboratorium, testy podczas laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS632\_W1:**

 Zna podstawowe własności, zalety i wady laminarnej i turbulentnej warstwy przyściennej, metody wymuszania zmiany typu warstwy i wpływu na opór kształtu.

Weryfikacja:

Testy na zajęciach, sprawozdania z laboratorium, testy podczas laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS632\_W2:**

 Zna podstawowe charakterystyki profili wysoko-nośnych i wieloelementowych oraz zna zasady ich działania.

Weryfikacja:

Testy na zajęciach, sprawozdania z laboratorium, testy podczas laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS632\_W3:**

 Zna podstawowe zależności dotyczące przenoszenia sił przez opony i ich wpływu na zachowanie się pojazdu.

Weryfikacja:

Testy na zajęciach, sprawozdania z laboratorium, testy podczas laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS632\_W4:**

 Zna zasady kształtowania charakterystyk aerodynamicznych pojazdów.

Weryfikacja:

 Testy na zajęciach, sprawozdania z laboratorium, testy podczas laboratorium, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS632\_W4:**

 Zna zasady kształtowania charakterystyk aerodynamicznych pojazdów.

Weryfikacja:

 Testy na zajęciach, sprawozdania z laboratorium, testy podczas laboratorium, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS632\_W5:**

 Zna podstawy wpływu charakterystyk aerodynamicznych nadwozia na własności jezdne pojazdu.

Weryfikacja:

Testy na zajęciach, sprawozdania z laboratorium, testy podczas laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS632\_W5:**

 Zna podstawy wpływu charakterystyk aerodynamicznych nadwozia na własności jezdne pojazdu.

Weryfikacja:

Testy na zajęciach, sprawozdania z laboratorium, testy podczas laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS632\_W6:**

 Zna zasady wytwarzania efektu przyziemnego.

Weryfikacja:

Testy na zajęciach, sprawozdania z laboratorium, testy podczas laboratorium, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS632\_W7:**

 Zna wpływ geometrii pojazdu na jego charakterystyki aerodynamiczne.

Weryfikacja:

Testy na zajęciach, sprawozdania z laboratorium, testy podczas laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS632\_W7:**

 Zna wpływ geometrii pojazdu na jego charakterystyki aerodynamiczne.

Weryfikacja:

Testy na zajęciach, sprawozdania z laboratorium, testy podczas laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka ML.NS632\_U1:**

 Potrafi wykorzystać informacje o typie warstwy przyściennej do uzyskania zakładanego efektu przepływowego.

Weryfikacja:

Testy na zajęciach, sprawozdania z laboratorium, testy podczas laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS632\_U1:**

 Potrafi wykorzystać informacje o typie warstwy przyściennej do uzyskania zakładanego efektu przepływowego.

Weryfikacja:

Testy na zajęciach, sprawozdania z laboratorium, testy podczas laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS632\_U1:**

 Potrafi wykorzystać informacje o typie warstwy przyściennej do uzyskania zakładanego efektu przepływowego.

Weryfikacja:

Testy na zajęciach, sprawozdania z laboratorium, testy podczas laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS632\_U1:**

 Potrafi wykorzystać informacje o typie warstwy przyściennej do uzyskania zakładanego efektu przepływowego.

Weryfikacja:

Testy na zajęciach, sprawozdania z laboratorium, testy podczas laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U20

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS632\_U2:**

 Potrafi zaprojektować i wykorzystać płat z profilem wysoko-nośnym do poprawy charakterystyk jezdnych pojazdu.

Weryfikacja:

Testy na zajęciach, sprawozdania z laboratorium, testy podczas laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS632\_U2:**

 Potrafi zaprojektować i wykorzystać płat z profilem wysoko-nośnym do poprawy charakterystyk jezdnych pojazdu.

Weryfikacja:

Testy na zajęciach, sprawozdania z laboratorium, testy podczas laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U20

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS632\_U2:**

 Potrafi zaprojektować i wykorzystać płat z profilem wysoko-nośnym do poprawy charakterystyk jezdnych pojazdu.

Weryfikacja:

Testy na zajęciach, sprawozdania z laboratorium, testy podczas laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U21

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS632\_U3:**

 Potrafi wykorzystać informacje o własnościach opony do poprawy własności jezdnych pojazdu.

Weryfikacja:

Testy na zajęciach, sprawozdania z laboratorium, testy podczas laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS632\_U3:**

 Potrafi wykorzystać informacje o własnościach opony do poprawy własności jezdnych pojazdu.

Weryfikacja:

Testy na zajęciach, sprawozdania z laboratorium, testy podczas laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U16

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS632\_U3:**

 Potrafi wykorzystać informacje o własnościach opony do poprawy własności jezdnych pojazdu.

Weryfikacja:

Testy na zajęciach, sprawozdania z laboratorium, testy podczas laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U20

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS632\_U3:**

 Potrafi wykorzystać informacje o własnościach opony do poprawy własności jezdnych pojazdu.

Weryfikacja:

Testy na zajęciach, sprawozdania z laboratorium, testy podczas laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U21

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS632\_U4:**

 Potrafi wykorzystać zasady kształtowania charakterystyk aerodynamicznych pojazdów do uzyskania pożądanych i poprawy własności jezdnych pojazdu.

Weryfikacja:

Testy na zajęciach, sprawozdania z laboratorium, testy podczas laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS632\_U4:**

 Potrafi wykorzystać zasady kształtowania charakterystyk aerodynamicznych pojazdów do uzyskania pożądanych i poprawy własności jezdnych pojazdu.

Weryfikacja:

Testy na zajęciach, sprawozdania z laboratorium, testy podczas laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS632\_U4:**

 Potrafi wykorzystać zasady kształtowania charakterystyk aerodynamicznych pojazdów do uzyskania pożądanych i poprawy własności jezdnych pojazdu.

Weryfikacja:

Testy na zajęciach, sprawozdania z laboratorium, testy podczas laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS632\_U5:**

 Potrafi wykorzystać zasady wytwarzania efektu przyziemnego do zaprojektowania nadwozia o lepszych charakterystykach jezdnych.

Weryfikacja:

Testy na zajęciach, sprawozdania z laboratorium, testy podczas laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS632\_U5:**

 Potrafi wykorzystać zasady wytwarzania efektu przyziemnego do zaprojektowania nadwozia o lepszych charakterystykach jezdnych.

Weryfikacja:

Testy na zajęciach, sprawozdania z laboratorium, testy podczas laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U20

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS632\_U5:**

 Potrafi wykorzystać zasady wytwarzania efektu przyziemnego do zaprojektowania nadwozia o lepszych charakterystykach jezdnych.

Weryfikacja:

Testy na zajęciach, sprawozdania z laboratorium, testy podczas laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U21

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS632\_U6:**

 Potrafi modyfikować geometrię pojazdu dla uzyskania zakładanych własności aerodynamicznych pojazdu.

Weryfikacja:

Testy na zajęciach, sprawozdania z laboratorium, testy podczas laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS632\_U6:**

 Potrafi modyfikować geometrię pojazdu dla uzyskania zakładanych własności aerodynamicznych pojazdu.

Weryfikacja:

Testy na zajęciach, sprawozdania z laboratorium, testy podczas laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS632\_U6:**

 Potrafi modyfikować geometrię pojazdu dla uzyskania zakładanych własności aerodynamicznych pojazdu.

Weryfikacja:

Testy na zajęciach, sprawozdania z laboratorium, testy podczas laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS632\_U6:**

 Potrafi modyfikować geometrię pojazdu dla uzyskania zakładanych własności aerodynamicznych pojazdu.

Weryfikacja:

Testy na zajęciach, sprawozdania z laboratorium, testy podczas laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U20

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS632\_U6:**

 Potrafi modyfikować geometrię pojazdu dla uzyskania zakładanych własności aerodynamicznych pojazdu.

Weryfikacja:

Testy na zajęciach, sprawozdania z laboratorium, testy podczas laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U21

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**