



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Obliczenia komputerowe w projektowaniu nadwozi

### Przedmiot

Kierunek studiów

Mechanika i budowa pojazdów

Studia w zakresie (specjalność)

Pojazdy samochodowe

Poziom studiów

Forma studiów

Rok/semestr

2/2

Profil studiów

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

### Liczba godzin

Wykład

30

Ćwiczenia

0

Laboratoria

30

Projekty/seminaria

0

Inne (np. online)

0

### Liczba punktów

4

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr inż. Marek Maciejewski,

email: [marek.maciejewski@put.poznan.pl](mailto:marek.maciejewski@put.poznan.pl)

tel. 61 665 22 26

Wydział Inżynierii Transportu

ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr inż. Mikołaj Spadło

[mikolaj.spadlo@put.poznan.pl](mailto:mikolaj.spadlo@put.poznan.pl)

tel. 61 665 22 26

Wydział Inżynierii Transportu

ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań

### Wymagania wstępne

WIEDZA: Teoretyczne i praktyczne wiadomości z zakresu konstrukcji maszyn, budowy samochodów, podstaw metod komputerowego wspomaganie projektowania pojazdów, wytrzymałości materiałów i metaloznastwa. Znajomość zasad mechaniki konstrukcji (statyka, stateczność i dynamika) oraz zagadnień przepływowych.



**UMIEJĘTNOŚCI:** Umiejętność projektowania podzespołów samochodów i ich elementów w tradycyjnym ujęciu inżynierskim. Podstawowa praktyka w obsłudze systemów obliczeniowych działających w oparciu o metodę elementów skończonych.

**KOMPETENCJE SPOŁECZNE:** Zdolność do samodzielnego formułowania problemów analizy mechanicznej konstrukcji i rozstrzygania dylematów z tym związanych. Zdolność do poprawnego zaplanowania i terminowego wykonywania działań przy realizacji przedsięwzięć obliczeniowych.

### Cel przedmiotu

Przekazanie studentom wiedzy na tematy: podstaw teoretycznych oraz realizacji numerycznych metod obliczeniowych przeznaczonych do modelowania układów nośnych pojazdów oraz ich analizy statycznej, statecznościowej, dynamicznej w zakresie liniowym i nieliniowym, a także zasad wnioskowania odnośnie wytrzymałości i trwałości konstrukcji, oraz w zakresie analizy aerodynamicznej samochodów.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

#### Wiedza

1. Ma poszerzoną wiedzę z matematyki w zakresie metod numerycznych stosowanych w zadaniach optymalizacji, symulacji komputerowej, algebry liniowej, interpolacji i aproksymacji.
2. Ma podstawową wiedzę w zakresie mechaniki brył i układów dyskretnych o wielu stopniach swobody, modelowania matematycznego systemów fizycznych i mechanicznych oparciu o zasadę d'Alemberta i równania Lagrange'a, opisu matematycznego materiałów za pomocą równań konstytutywnych.
3. Ma poszerzoną wiedzę z termodynamiki i mechaniki płynów w zakresie niezbędnym dla zrozumienia zasady działania i obliczeń procesów termodynamicznych i przepływowych zachodzących w maszynach roboczych takich jak nagrzewanie, chłodzenie, suszenie, aglomeracja termiczno – ciśnieniowa itp. transport pneumatyczny, konwersja energii itp.

#### Umiejętności

1. Potrafi posłużyć się popularnym systemem do obliczeń numerycznych do zaprogramowania prostego zadania symulacji systemu o niewielkiej liczbie stopni swobody.
2. Potrafi zaplanować i przeprowadzić eksperymentalne badania specyficznych procesów zachodzących w maszynach oraz rutynowe badania maszyny roboczej lub pojazdu z wybranej grupy maszyn.
3. Potrafi wykorzystać przyswojoną wiedzę w zakresie termodynamiki i mechaniki płynów do symulacji procesów termodynamicznych w układach technologicznych maszyn, za pomocą specjalistycznych programów komputerowych.

#### Kompetencje społeczne

1. Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści.
2. Jest gotów do uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu.



3. Jest gotów do wypełniania zobowiązań społecznych, inspirowania i organizowania działalności na rzecz środowiska społecznego.

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Egzamin pisemny z materiału wykładowego oraz zaliczenie na podstawie dokumentacji z wykonania analiz obliczeniowych podzespołów lub elementów pojazdów

### Treści programowe

Znaczenie stosowania metod obliczeniowych w projektowaniu nadwozi. Zagadnienia ciągłe i zagadnienia dyskretne. Przekształcenie zagadnienia ciągłego w dyskretne poprzez dyskretyzację i aproksymację. Metody obliczeniowe: metoda różnic skończonych (MRS), metoda elementów skończonych (MES), metoda elementów brzegowych (MEB) i metoda objętości skończonych (MOS).

Obliczenia statyczne z wykorzystaniem MES. Przegląd elementów skończonych: objętościowych, powierzchniowych i liniowych. Przebieg analizy statycznej. Metody rozwiązywania układów równań liniowych: bezpośrednie i iteracyjne.

Obliczenia statecznościowe z wykorzystaniem MES. Idea bifurkacji. Stateczność początkowa. Uogólnione zagadnienie własne stateczności. Przebieg analizy bifurkacyjnej. Metody rozwiązania zagadnienia własnego: iteracyjne i bezpośrednie.

Obliczenia dynamiczne z wykorzystaniem MES. Równanie dynamiki na poziomie dyskretnym. Metoda superpozycji modalnej. Bezpośrednie całkowanie równań ruchu: metody jawne i uwikłane, oraz metody jednokrokowe i wielokrokowe. Omówienie wybranych metod. Ocena metod całkowania. Problem tłumienia.

Obliczenia aerodynamiczne z wykorzystaniem MOS. Równania Naviera-Stokesa dla przepływu ściśliwego i nieściśliwego. Turbulencja i metody jej parametryzacji. Symulacje przepływów wokół samochodów w przestrzeni 2D i 3D. Procedury adaptacji siatek obliczeniowych. Przykłady symulacji.

### Metody dydaktyczne

1. Wykład z prezentacją multimedialną
2. Laboratoria - rozwiązywanie zadań

### Literatura

Podstawowa

1. Kleiber M., Wprowadzenie do metody elementów skończonych, Poznań, WPP 1984
2. Kleiber M., Numeryczna analiza statycznych i dynamicznych zagadnień stateczności konstrukcji, Poznań, WPP 1987



3. Łodygowski T., Kąkol W., Metoda elementów skończonych w wybranych zagadnieniach mechaniki konstrukcji inżynierskich, Poznań, WPP 1994
4. Drikakis D., Rider W., High-resolution methods for incompressible and low-speed flows, Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag 2005
5. Jayanti S., Computational Fluid Dynamics for Engineers and Scientists, Springer Netherlands 2018

Uzupełniająca

1. Pulliam T.H., Zingg D.W., Fundamental Algorithms in Computational Fluid Dynamics, Springer International Publishing 2014

**Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta**

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	100	4,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	60	2,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwίων/egzaminu, wykonanie projektu) <sup>1</sup>	40	2,0

<sup>1</sup> niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności