



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Projektowanie wirtualne z elementami optymalizacji topologicznej

### Przedmiot

Kierunek studiów

Rok/semestr

Mechanika i Budowa Maszyn

Studia w zakresie (specjalność)

Profil studiów

Wirtualna Inżynieria Projektowania

ogólnoakademicki

Poziom studiów

Język oferowanego przedmiotu

drugiego stopnia

polski

Forma studiów

Wymagalność

stacjonarne

obligatoryjny

Rok/semestr

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

Laboratoria

Inne (np. online)

15

15

0

Ćwiczenia

Projekty/seminaria

0

0

### Liczba punktów

4

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

prof. dr hab. inż. Michał Nowak

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

email: Michal.Nowak@put.poznan.pl

tel. 61-6652041

Wydział Inżynierii Mechanicznej

ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań

### Wymagania wstępne

WIEDZA: Znajomość metod modelowania geometrii w systemach CAD.



Podstawowa wiedza z zakresu budowy systemów komputerowych.

podstawowa wiedza w zakresie analizy strukturalnej.

UMIEJĘTNOŚCI: Umiejętność obsługi systemów komputerowych.

Umiejętność posługiwania się systemem CAD w podstawowym zakresie.

Umiejętność modelowania geometrii w systemie CAD.

Umiejętność wykorzystania metody elementów skończonych w praktyce.

KOMPETENCJE SPOŁECZNE: Umiejętność pracy w zespole.

Rozumienie potrzeby uczenia się i pozyskiwania nowej wiedzy.

### Cel przedmiotu

Przekazanie wiedzy o metodach i procesach związanych z zaawansowanym projektowaniem wirtualnym z użyciem systemów projektowania CAD. Wykształcenie praktycznych umiejętności w zakresie tworzenia projektu wirtualnego. Wskazanie roli optymalizacji strukturalnej w procesie projektowania. Praktyczne zapoznanie studentów ze współczesnymi możliwościami prowadzenia optymalizacji wymiarów przekroju, kształtu oraz optymalizacji topologicznej. Wskazanie czynników stymulujących potrzebę rynkową rozwoju takich metod projektowania, jakim jest wzrastający potencjał wytwórczy metod addytywnych. Wraz z opanowaniem możliwości wytwarzania addytywnego wyrobów bezpośrednio w metalu, skokowo wzrosło zapotrzebowanie na proces projektowania, który zrywa z tradycyjnymi ograniczeniami technologicznymi.

Zapoznanie studentów z dostępnym oprogramowaniem dla optymalizacji strukturalnej.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

#### Wiedza

1. Student ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą zagadnienia optymalizacji strukturalnej.
2. Student ma podstawową wiedzę o trendach rozwojowych w projektowaniu wirtualnym, szczególnie w procedur optymalizacji strukturalnej w systemach CAD.

#### Umiejętności

1. Student powinien scharakteryzować cel optymalizacji strukturalnej.
2. Student powinien scharakteryzować rodzaje optymalizacji strukturalnej.
3. Student potrafi zastosować praktycznie algorytmy optymalizacji strukturalnej w środowisku CAD.
4. Student potrafi opisać dostępne oprogramowanie w zakresie optymalizacji strukturalnej.
5. Student potrafi opisać sposób wykorzystania metod optymalizacji strukturalnej w procesie projektowania.



#### Kompetencje społeczne

1. Student potrafi współdziałać i pracować w grupie.
2. Student potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji przez siebie i innych postawionego zadania.

#### **Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny**

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Testy ustne i pisemne. Ocena indywidualna wykonanych projektów.

- Zapoznanie studentów z procedurami optymalizacji strukturalnej, możliwymi do wykorzystania w procesie projektowania wirtualnego.
- Przekazanie wiedzy teoretycznej i praktycznej na temat podstaw działania algorytmów numerycznych optymalizacji strukturalnej.
- Praktyczne ćwiczenia z użyciem procedur optymalizacyjnych w środowisku CAD.

#### **Treści programowe**

Tematyka wykładów:

1. Rola optymalizacji w projektowaniu wirtualnym.
2. Wprowadzenie do zagadnienia optymalizacji strukturalnej.
3. Optymalizacja rozmiarów przekroju i parametryczna optymalizacja kształtu.
4. Praktyczne zastosowanie metod optymalizacji rozmiarów przekroju i parametrycznej optymalizacji kształtu.
5. Optymalizacja topologiczna: istota i podstawy teoretyczne.
6. Praktyczne zastosowanie metod optymalizacji topologicznej.
7. Podsumowanie i przegląd oprogramowania dla optymalizacji strukturalnej.

Zajęcia praktyczne (laboratorium komputerowe):

1. Parametryzacja modeli geometrycznych.
2. Metoda elementów skończonych i jej specyfika w przypadku procedur optymalizacyjnych.
3. Budowa zadania optymalizacji wymiarów przekroju.



4. Budowa zadania optymalizacji parametrycznej kształtu.
5. Budowa zadania optymalizacji topologicznej.
6. Interpretacja wyników optymalizacji topologicznej.
7. Sprawdzian końcowy.

### Metody dydaktyczne

Interaktywny wykład z wykorzystaniem prezentacji multimedialnych.

### Literatura

#### Podstawowa

1. Bendsoe M.P., Sigmund O., Topology optimization, Theory, Methods and Applications, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2003
2. Bochenek B., Kruzelecki J., Optymalizacja stateczności konstrukcji ? współczesne problemy, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków, 2007
3. Brandt A. M., Kryteria i metody optymalizacji konstrukcji, P WN, Warszawa , 1977.
4. Brandt A. M., Podstawy optymalizacji elementów konstrukcji budowlanych, PWN, Warszawa 1977
5. Chlebus E., Techniki komputerowe CAx w inżynierii produkcji, WNT, 2000
6. Haftka, R., Gürdal, Z., Elements of structural optimization, 3rd edition, Kluwer, 1992
7. Kirsch U., Optimum Structural Design, McGraw-Hill, New York, 1981
8. Kleiber M. i inni, Mechanika techniczna, tom XI, Komputerowe metody mechaniki ciał stałych, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1995
9. Kleiber M., Metoda elementów skończonych w nieliniowej mechanice, PW N, Warszawa, 1985
10. Kutyłowski R., Optymalizacja topologii kontinuum materialnego, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2004

#### Uzupełniająca

1. Dzieniszewski W., Zeszyt IPPT PAN, Optymalizacja wytrzymałościowa konstrukcji: Optymalizacja kształtów konstrukcji w założeniach teorii sprężystości, 114-137, Ossolineum, 1983
2. Krog L., Tucker A., Kemp M., Boyd R., Topology optimization of aircraft wing box ribs, AIAA-Paper 2004-4481, 2004
3. Nowak M., Gnarowski W. and Abratowski P., Structural Optimization of Helicopter AirLanding Rope Console with Multiple Loading Conditions, The 40th Solid Mechanics Conference SolMech2016, 29.08-2.09 2016, Warsaw, 2016



Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
łączy nakład pracy	60	4,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	30	2,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu) <sup>1</sup>	30	2,0

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