



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Optymalizacja strukturalna

### Przedmiot

Kierunek studiów

Inżynieria biomedyczna

Studia w zakresie (specjalność)

-

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

3/6

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obieralny

### Liczba godzin

Wykład

15

Laboratoria

30

Inne (np. online)

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów

3

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

prof. dr hab. inż. Michał Nowak

email: Michal.Nowak@put.poznan.pl

tel. 61-6652041

Wydział Inżynierii Mechanicznej

ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

### 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.

Wskazanie podobieństwa pomiędzy optymalizacją strukturalną w zastosowaniach mechanicznych i procesami adaptacji funkcjonalnej struktur ożywionych na przykładzie zjawiska przebudowy adaptacyjnej kości beleczkowej.

Zapoznanie studentów z dostępnym oprogramowaniem dla optymalizacji strukturalnej. Omówienie autorskiego oprogramowania Cosmoprojector ([cosmoprojector.eu](http://cosmoprojector.eu)) – optymalizacja według wzorca biologicznego.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza

1. Student ma podstawową wiedzę z projektowania inżynierskiego i grafiki inżynierskiej, pozwalającą projektować obiekty i procesy, układy w ujęciu systemowym, elementy maszyn; formułować i analizować problemy; poszukiwać koncepcje rozwiązania; stosować obliczenia inżynierskie, wybierać i oceniać warianty rozwiązania; stosować modelowanie, optymalizację oraz bazy wiedzy w projektowaniu inżynierskim, komputerowe wspomaganie procesu projektowania, rysunek techniczny; odczytać rysunki i schematy maszyn, urządzeń i układów technicznych; opisywać ich budowę i zasady działania. K\_W05
2. Student ma szczegółową wiedzę obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu funkcjonowania i wzrostu tkanek, komunikację między komórkami, wpływ pól zewnętrznych w szczególności oddziaływań mechanicznych i ich roli w samoorganizacji i optymalizacji struktur kostnych. K\_W14



3. Student ma podstawową wiedzę o trendach rozwojowych wspomaganego komputerowo projektowania inżynierskiego, zna wybrane metody numeryczne optymalizacji, oraz trendy rozwojowe systemów Cax. K\_W20

#### Umiejętności

1. Student potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł; w szczególności potrafi opisywać zagadnienia biochemii i biofizyki i łączyć je z zagadnieniami technicznymi i projektowaniem inżynierskim, potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także znajdować podobieństwa opracowanych metod w dziedzinie inżynierii i osiągnięć Natury. K\_U01

2. Student potrafi posługiwać się technikami informacyjno-komunikacyjnymi właściwymi do realizacji zadań typowych dla działalności inżynierskiej. K\_U07

3. Student potrafi przeprowadzać symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski. Potrafi korzystać z komputerowego wspomaganie do rozwiązywania zadań technicznych w szczególności w obszarze optymalizacji strukturalnej. K\_U08

4. Potrafi rozwiązywać problemy techniczne w oparciu o prawa mechaniki; stosować wiedzę z elektrotechniki i elektroniki do projektowania i analizy układów elektrycznych i elektronicznych; wykonywać analizy wytrzymałościowe elementów maszyn i układów mechanicznych oraz wykorzystywać narzędzia numeryczne dla potrzeb optymalizacji strukturalnej także z wykorzystaniem metod biomimetycznych. K\_U15

#### Kompetencje społeczne

1. Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role. K\_K03

2. Student potrafi ustalać priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania, szczególnie w obszarze optymalizacji strukturalnej. K\_K04

#### 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. Zapoznanie studentów z dostępnym oprogramowaniem dla optymalizacji strukturalnej. Omówienie autorskiego oprogramowania Cosmoprojector (cosmoprojector.eu) – optymalizacja strukturalna według wzorca biologicznego.
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 i optymalizacji parametrycznej kształtu.
4. Budowa zadania optymalizacji topologicznej.
5. Interpretacja wyników optymalizacji topologicznej.
6. Podobieństwa i różnice procesu adaptacji funkcjonalnej tkanek i optymalizacji strukturalnej.
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. Huiskes R et al (2000) Effects of mechanical forces on maintenance and adaptation of form in trabecular bone. Nature 404:704–706, 2000
7. Nowak M, Structural optimization system based on trabecular bone surface adaptation. J Struct Multidiscip Optim 32(3):241– 251, 2006
8. Kleiber M. i inni, Mechanika techniczna, tom XI, Komputerowe metody mechaniki ciał stałych, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1995
9. Michał Nowak, Optymalizacja strukturalna według wzorca biologicznego, Politechnika Poznańska, Rozprawy nr 402, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, ISBN 83-7143-259-3, Poznań, 2006
10. Kutyłowski R., Optymalizacja topologii kontinuum materialnego, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2004

Uzupełniająca

1. Nowak M., Projektowanie konstrukcji o wysokiej sztywności z zastosowaniem optymalizacji strukturalnej, "<https://sin.put.poznan.pl/organizations/details/wydawnictwo-politechniki-poznanskiej>"Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej , ISBN 978-83-7775-460-3, 2017.
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
Łączny nakład pracy	75	3,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	45	2,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu) <sup>1</sup>	35	1,0

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