



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Biomimetyka w projektowaniu [S1IBio1E>BwP]

---

### Przedmiot

Kierunek studiów

Inżynieria biomedyczna/Biomedical Engineering

Rok/Semestr

3/6

Studia w zakresie (specjalność)

–

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

angielski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obieralny

---

### Liczba godzin

Wykład

15

Laboratorium

15

Inne

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

2,00

---

### Koordynatorzy

### Wykładowcy

---

### 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 ze szczególnym uwzględnieniem metod biomimetycznych. Realizacja pojęć heurystyka, bionika, biomimetyka. Wraz z opanowaniem możliwości wytwarzania addytywnego wyrobów bezpośrednio w metalu, skokowo wzrosło zapotrzebowanie na proces projektowania, który zrywa z tradycyjnymi ograniczeniami technologicznymi. Podejście biomimetyczne stało się nie tylko możliwe, ale i bardzo potrzebne. Największym wyzwaniem w rozwoju podejścia bionicznego jest teraz brak oprogramowania. Nie ma oprogramowania bo jest to zupełna nowość w rozumieniu klasycznego środowiska CAD. Nie ma już wielu ograniczeń produkcyjnych, ale klasyczne oprogramowanie nie może tych nowych możliwości wykorzystać. Oprogramowanie opracowane na Politechnice Poznańskiej - Cosmoprojector ([cosmoprojector.eu](http://cosmoprojector.eu)) bazujące na biomimetycznej metodzie optymalizacji może ten problem skutecznie rozwiązać. W szczególności, metody takie są przydatne w projektowaniu lekkich struktur o wysokiej wytrzymałości - Lightweight Structure. Zapoznanie studentów ze sposobami wykorzystania podejścia biomimetycznego do projektowania, a w szczególności do optymalizacji strukturalnej, będącej wyrazem podobnych wyzwań, jakie spotyka Natura.

## 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, ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą zagadnienia funkcjonowania organizmów żywych oraz wykorzystywania biomimetycznych metod projektowania. K\_W14
3. Student ma podstawową wiedzę o trendach rozwojowych w zagadnieniach modelowania i symulacji numerycznej procesów zachodzących w organizmach żywych. 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 wzorując się na osiągnięciach Natury. K\_U08
4. Student potrafi rozwiązywać problemy techniczne w oparciu o prawa mechaniki; powinien rozumieć istotę ewolucji biologicznej, potrafić wykorzystywać narzędzia numeryczne dla potrzeb modelowania i projektowania według sposobów znanych z Natury. K\_U15

Kompetencje społeczne:

-

## 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, w szczególności algorytmów biomimetycznych.
- Praktyczne przykłady wykorzystania opisu procesu adaptacyjnej przebudowy kości beleczkowej do optymalizacji strukturalnej.

- Praktyczne ćwiczenia z użyciem procedur optymalizacyjnych w środowisku CAD.  
Warunkiem otrzymania pozytywnej oceny jest uzyskanie co najmniej 50% możliwych do zdobycia punktów. Dotyczy to każdej formy prowadzonych zajęć.

## Treści programowe

Tematyka wykładów:

1. Wprowadzenie do zagadnienia wykorzystania biomimetyki w inżynierii mechanicznej..
2. Optymalizacja rozmiarów przekroju i parametryczna optymalizacja kształtu oraz optymalizacja topologiczna bazująca na ewolucji gęstości sztucznego materiału, istota, podstawy teoretyczne i specyfika użycia w projektowaniu.
3. Optymalizacji strukturalna i sposób jej realizacji przez organizmy żywe.
4. Istota procesu adaptacyjnej przebudowy kości beleczkowej - proces biologiczny i jego charakterystyka z punktu widzenia inżynierii mechanicznej..
5. Proces adaptacyjnej przebudowy kości beleczkowej jako optymalizacja strukturalna - jednoczesna optymalizacja kształtu i topologii.
6. Optymalizacja z użyciem algorytmów genetycznych.
7. Podsumowanie i omówienie kierunków rozwoju metod biomimetycznych w projektowaniu mechanicznym.

Zajęcia praktyczne (laboratorium komputerowe):

1. Parametryzacja modeli geometrycznych.
2. Metoda elementów skończonych i jej specyfika w przypadku procedur optymalizacyjnych.
3. Problem optymalizacji strukturalnej świata ożywionego - przykłady oprogramowania, algorytmy genetyczne, przebudowa adaptacyjna.
4. Sposoby uzyskiwania informacji oraz opis geometryczny wzrostu i przebudowy tkanek biologicznych - dostępne oprogramowanie..
5. Praktyczne zastosowanie algorytmów biomimetycznej optymalizacji strukturalnej, bazującej na zjawisku adaptacyjnej przebudowy kości beleczkowej - system Cosmoprojector.
6. Podobieństwa i różnice w praktycznej realizacji biomimetycznego algorytmu optymalizacji strukturalnej i optymalizacji topologicznej bazującej na ewolucji gęstości sztucznego materiału.
7. Sprawdzian końcowy.

## Tematyka zajęć

brak

## Metody dydaktyczne

Interaktywny wykład z wykorzystaniem prezentacji multimedialnych.

## Literatura

Podstawowa:

1. Iniewski, K., Introduction to bionics. In S. Carrara & K. Iniewski (Eds.), Handbook of Bioelectronics: Directly Interfacing Electronics and Biological Systems (pp. 277-280). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9781139629539.027, 2015
2. Tkacz E., Borys P., Bionika, ISBN: 9788320434040, WNT, 2015
3. Samek A., Bionika w kształceniu, Wydawnictwa AGH, 2013
4. Gwiazda T.D., Algorytmy genetyczne. Kompendium, Wydawnictwo Naukowe PWN, ISBN-13, 978-83-01-15168-3, 2009
5. Huiskes R et al (2000) Effects of mechanical forces on maintenance and adaptation of form in trabecular bone. Nature 404:704-706, 2000
6. Klarbring A, Torstenfelt B, Lazy zone bone remodelling theory and its relation to topology optimization. Ann Solid Struct Mech 4(1):25-32, 2012
7. Nowak M, Structural optimization system based on trabecular bone surface adaptation. J Struct Multidiscip Optim 32(3):241- 251, 2006
8. Nowak M, On some properties of bone functional adaptation phenomenon useful in mechanical design. Acta Bioeng Biomech 12(2):49-54, 2010
9. Sigmund O, On the optimality of bone microstructure. Synthesis in Bio Solid Mechanics, Kluwer 221-234, 1999
10. Nowak M., Projektowanie konstrukcji o wysokiej sztywności z zastosowaniem optymalizacji

strukturalnej, HYPERLINK "<https://sin.put.poznan.pl/organizations/details/wydawnictwo-politechniki-poznanskiej>"Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej , ISBN 978-83-7775-460-3, 2017.

Uzupełniająca:

1. Michał Nowak, Optymalizacja strukturalna według wzorca biologicznego, Politechnika Poznańska, Rozprawy nr 402, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, ISBN 83-7143-259-3, Poznań, 2006
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
4. Ohlsen J., Herzog F., Raso S. et al., Function Integrated, Bionic Optimised Vehicle Lightweight Structure in Flexible Production. ATZ Worldw 117, pp. 34-39, <https://doi.org/10.1007/s38311-015-0060-7>, 2015.
5. Zander K., Sokolov D., Schwarz W. et al., Headlamp of 2025 Bionically Inspired, Additively Manufactured. ATZ World 118, pp. 36-41, <https://doi.org/10.1007/s38311-015-0099-5>, 2016.

### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

|                                                                                                                                                      | Godzin | ECTS |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------|
| Łączny nakład pracy                                                                                                                                  | 50     | 2,00 |
| Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem                                                                                            | 30     | 1,00 |
| Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwίων/egzaminu, wykonanie projektu) | 20     | 1,00 |