



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Analiza MES w zagadnieniach biomedycznych

### Przedmiot

Kierunek studiów

Inżynieria biomedyczna

Studia w zakresie (specjalność)

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

2/4

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

15

Ćwiczenia

0

Laboratoria

30

Projekty/seminaria

0

Inne (np. online)

0

### Liczba punktów ECTS

3

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr hab. Tomasz Stręć, prof. uczelni PP

Instytut Mechaniki Stosowanej

Wydział Inżynierii Mechanicznej

ul. Jana Pawła II 24, 60-965 Poznań

tomasz.strek (at) put.poznan.pl

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:



## Wymagania wstępne

Wiedza z matematyki, mechaniki, mechaniki płynów, wytrzymałości materiałów, wymiany ciepła oraz równań różniczkowych, metod numerycznych. Umiejętność logicznego myślenia, korzystania z informacji pozyskiwanych z biblioteki i Internetu. Kompetencje społeczne - rozumienie potrzeby uczenia się i pozyskiwania nowej wiedzy.

## Cel przedmiotu

Poznanie wiadomości teoretycznych oraz nabycie praktyki inżynierii modelowania i symulacji układów i systemów biomedycznych. Nabycie umiejętności użycia metody elementów skończonych do rozwiązywania podstawowych problemów zagadnień biomedycznych opisywanych przez cząstkowe równania różniczkowe.

## Przedmiotowe efekty uczenia się

### Wiedza

Ma podstawową wiedzę o trendach rozwojowych wspomaganego komputerowo projektowania inżynierskiego, metody elementów skończonych (MES), zastosowanie MES w komputerowym wspomaganie projektowania, stosowanie grafiki komputerowej w procesie tworzenia dokumentacji technicznej.

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, urządzeń i układów technicznych; opisywać ich budowę i zasady działania.

### Umiejętności

Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł (także w języku angielskim, lub innym obcym) w obszarze inżynierii biomedycznej; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny oraz wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie.

Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, posiada umiejętność modelowania komputerowego i symulacji w inżynierii biomedycznej.

### Kompetencje społeczne

Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie; potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób.

Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.

## Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wykład: Zaliczenie w formie pisemnej na podstawie pytania lub pytań ogólnych punktowanych



(zaliczenie w przypadku uzyskania 51% punktów: >50% – dst, >60% – dst plus, >70% – db, >80% – db plus, >90% punktów – bdb) przeprowadzane na koniec semestru. W przypadku pracy zdalnej dopuszcza się zaliczenie w formie opracowania i rozwiązania problemu technicznego (z użyciem MES) opisanego w wybranej publikacji naukowej.

Laboratorium / projekt: Zaliczenie na podstawie projektu opracowanego problemu/zagadnienia z zakresu treści zagadnień wykonywanych na ćwiczeniach laboratoryjnych. Oceniana jest forma oraz jakość przygotowanych materiałów (opis zagadnień, teoria, równania i warunki początkowo-brzegowe, metoda, wyniki oraz analiza).

### Treści programowe

Wykład: Podstawy matematyczne metody elementów skończonych. Istota MES. Etapy obliczeń: "preprocessing-solving-postprocessing"; analiza modelu, rozwiązywanie i analiza wyników. Uogólniona koncepcja elementów skończonych. Zagadnienia brzegowe dla równań różniczkowych cząstkowych. Rodzaje warunków brzegowych. Rozwiązywanie podstawowych zagadnień początkowo-brzegowych. Podstawy wymiany ciepła. Podstawowe mechanizmy wymiany ciepła. Właściwości termo-mechaniczne materiałów. Modelowanie i symulacja zagadnienia wymiany ciepła. Związki konstytutywne ciał stałych dla modeli 3D oraz 2D. Modelowanie i symulacja zagadnienia mechaniki ciała stałego. Modelowanie i symulacja postaci drgań własnych. Modelowanie i symulacja zagadnień odkształceń termicznych. Modelowanie i symulacja zagadnienia mechaniki płynów.

Laboratorium: Rozwiązywanie problemów inżynierskich w zakresie treści wykładu w programie komputerowym (Comsol Multiphysics lub innym w przypadku pracy zdalnej). Do przedstawionych na wykładzie treści na zajęciach laboratoryjnych przygotowane zostaną modele komputerowe oraz matematyczne (równania z warunkami początkowo-brzegowymi). Przygotowane dane pozwolą na wykonanie obliczeń oraz wykonanie graficznej reprezentacji obliczeń. Przykłady dotyczyć będą prostych modeli stosowanych w inżynierii biomedycznej (np. prosta proteza stopy).

### Metody dydaktyczne

Wykład: wykład / wykład problemowy / wykład z prezentacją multimedialną.

Treści prezentowane na wykładzie są przekazywane w formie prezentacji multimedialnej w połączeniu z klasycznym wykładem tablicowym wzbogaconymi o pokazy odnoszące się do prezentowanych zagadnień.

Laboratorium komputerowe: metoda projektów (projekt badawczy, wdrożeniowy, praktyczny) / praca w grupach / rozwiązywanie zadań.

### Literatura

Podstawowa

O.C. Zienkiewicz , R.L. Taylor , The Finite Element Method, Volume 1-3, 5th edition, Butterworth-Heinemann, Oxford, 2000. (7th edition - 2013: <https://www.elsevier.com/books/the-finite-element-method-its-basis-and-fundamentals/zienkiewicz/978-1-85617-633-0>)



William B. J. Zimmerman, Multiphysics Modeling With Finite Element Methods, Series on Stability Vibration and Control of Systems, Series A - Vol. 18, 2006.

Andriy Milenin, Podstawy metody elementów skończonych. Zagadnienia termomechaniczne, Wydawnictwo AGH, 2010.

Stefan Wiśniewski, Tomasz S. Wiśniewski, Wymiana ciepła (wyd 6), PWN, Warszawa, 2017.

Adrian Bejan, Allan D. Kraus, Heat Transfer Handbook, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2003.

Allan F. Bower, Applied Mechanics of Solids, <http://solidmechanics.org/index.html>

Introduction to Structural Mechanics: <https://www.comsol.com/multiphysics/introduction-to-structural-mechanics>

Ryszard Tadeusiewicz, Inżynieria biomedyczna - księga współczesnej wiedzy tajemnej w wersji przystępnej i przyjemnej, Wydawnictwo AGH, 2008.

Henryk Leda, Materiały inżynierskie w zastosowaniach biomedycznych, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 2011.

Irving P. Herman, Physics of Human Body, Springer, Berlin, 2007.

#### Uzupełniająca

Taler J., Duda P.: Rozwiązywanie prostych i odwrotnych zagadnień przewodzenia ciepła, WNT, Warszawa 2003.

A.J.H. Frijns, G.M.J. van Leeuwen, A.A. van Steenhoven, Modelling Heat Transfer in Humans, Ergohtac Bulletin, nr 68(2006), str. 43 – 47.

Yu.I. Luchakov, A.D. Nozdrachev, Mechanism of Heat Transfer in Different Regions of Human Body, Biology Bulletin, nr 36(2009), str. 53 – 57.

V. Mitvalsky, Heat Transfer in the Laminar Flow of Human Blood through Tube and Annulus, Nature 206(1965).

Marek Paruch, Zastosowanie metod identyfikacji w wybranych zagadnieniach przepływu biociepła, Gliwice, 2005.



**Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta**

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	100	3,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	45	1,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do zaliczenia, wykonanie projektu) <sup>1</sup>	55	2,0

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