



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Wymiana ciepła w bioinżynierii

### Przedmiot

Kierunek studiów

Inżynieria biomedyczna

Studia w zakresie (specjalność)

Inżynieria implantów i protezowania

Poziom studiów

drugiego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

2/3

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obieralny

### Liczba godzin

Wykład

15

Laboratoria

15

Inne (np. online)

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

2

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr hab. Tomasz Stręć, prof. uczelni PP

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

Instytut Mechaniki Stosowanej

Wydział Inżynierii Mechanicznej

ul. Jana Pawła II 24, 60-965 Poznań

tomasz.strek (at) put.poznan.pl

### Wymagania wstępne



Wiadomości z matematyki, mechaniki, mechaniki płynów, wytrzymałości materiałów, wymiany ciepła oraz równań różniczkowych, metody elementów skończonych.

### Cel przedmiotu

Poznanie wiadomości teoretycznych i nabycie praktyki obliczeniowej do rozwiązywania problemów wymiany ciepła oraz biociepła w inżynierii biomedycznej. Nabycie umiejętności uwzględniania wpływu ciepła i temperatury na organizm. Nabycie umiejętności analizy wpływu właściwości termiczno-mechanicznych na materiały i urządzeń biomedyczne.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

#### Wiedza

Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu mechaniki technicznej i obliczeniowej mechaniki płynów, która pozwala obliczać: elementy teorii stanu naprężenia i odkształcenia, przepływu laminarnego i turbulentnego, przepływy przez kanały zamknięte i otwarte, równania Naviera-Stokesa, zagadnienia wymiany ciepła oraz termosprężystości.

#### Umiejętności

Potrafi stosować aparat matematyczny do opisu zagadnień mechanicznych, konstrukcji i procesów technologicznych, potrafi stosować poznane metody i modele matematyczne, a także symulacje komputerowe do analizy i oceny działania elementów i układów w urządzeniach.

#### Kompetencje społeczne

Ma świadomość ważności i rozumienia pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje.

### 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.

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: Wymiana ciepła przez przewodzenie, konwekcje i promieniowanie. Wymiana ciepła w płynie. Wymiana ciepła w organizmach (równanie biociepła). Przepływ płynu ustrojowego przez tkankę lub narząd (perfuzja). Podstawowe prawa przewodzenia ciepła i naprężeń cieplnych. Modele matematyczne wymiany ciepła i naprężeń cieplnych. Warunki brzegowe i początkowe. Metoda elementów skończonych w zagadnieniach wymiany ciepła.



Projektownie urządzeń biomedycznych z uwzględnieniem wymiany ciepła i naprężeń cieplnych. Modelowanie i analiza: właściwości termicznych skóry, krioterapi, ablacji guzów, nagrzewania mikrofalowego guza nowotworowego, stożkowej sondy dielektrycznej w diagnostyce raka skóry. Wpływ promieniowania słonecznego na organizmy. Wymiana ciepła z uwzględnieniem promieniowania słonecznego.

Modelowanie i rozwiązywanie zagadnień odkształceń termicznych. Modelowanie i rozwiązywanie zagadnień przepływu biociepła. Modelowanie i rozwiązywanie wymiany ciepła i naprężeń cieplnych w materiałach biomedycznych.

Laboratorium: Rozwiązywanie problemów inżynierskich w zakresie treści wykładu w programie komputerowym (np. Comsol Multiphysics). Do przedstawionych na wykładzie treści na zajęciach laboratoryjnych przygotowane zostaną modele komputerowe oraz matematyczne (równania z warunkami początkowo-brzegowymi) do: analizy wpływu temperatury na skórę ludzką, modelowania zabiegu krioterapi oraz ablacji, oraz wpływu promieniowania słonecznego na organizm. Przygotowane dane pozwolą na wykonanie obliczeń oraz wykonanie graficznej reprezentacji obliczeń.

### **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

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.

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.

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

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



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.

#### 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, Ercoftac 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	50	2,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	30	1,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do zaliczenia, wykonanie projektu) <sup>1</sup>	20	1,0

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