



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Metoda elementów skończonych [N1MiBM2>MES]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Mechanika i budowa maszyn

Rok/Semestr

3/5

Studia w zakresie (specjalność)

–

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

polski

Forma studiów

niestacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

8

Laboratorium

16

Inne (np. online)

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

3,00

### Koordynatorzy

### Wykładowcy

### 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 i nabycie praktyki obliczeniowej oraz numerycznej metody elementów skończonych do rozwiązywania podstawowych problemów liniowych i nieliniowych w zagadnieniach technicznych oraz naukowych opisywanych przez cząstkowe równania różniczkowe (zagadnienia stacjonarne oraz niestacjonarne).

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu mechaniki technicznej i 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. Ma podstawową wiedzę z zakresu metod obliczeniowych w mechanice, mechanice płynów i wytrzymałości (MES). Ma podstawową wiedzę z

technologii informacyjnych i informatyki w zakresie podstaw funkcjonowania sprzętu komputerowego oraz oprogramowania do wspomagania prac inżynierskich w mechanice, budowie maszyn i technice.

#### Umiejętności:

Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł (także w j. angielskim) w zakresie mechaniki i budowy maszyn oraz innych zagadnień inżynierskich i technicznych zgodnych z kierunkiem studiów; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.

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.

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 większości punktów: >50% - 3.0, >60% - 3.5, >70% - 4.0, >80% - 4.5, >90% punktów - 5.0) 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 komputerowe: Zaliczenie na podstawie opracowania rozwiązania zagadnienia (praktycznego lub poglądowego) / praca w grupach / rozwiązywanie zadań z zakresu treści zagadnień wykonywanych na ćwiczeniach laboratoryjnych. Oceniana jest forma oraz jakość przygotowanych materiałów (opis zagadnień, teoria, metoda, wyniki, analiza oraz literatura). Przygotowane dane pozwolą na wykonanie obliczeń oraz wykonanie graficznej reprezentacji obliczeń.

### Treści programowe

Wykład: 1) Podstawy matematyczne metody elementów skończonych. Istota MES. Etapy obliczeń: "preprocessing-solving-postprocessing"; analiza modelu, rozwiązywanie i analiza wyników. 2) Uogólniona koncepcja elementów skończonych. 3) Rozwiązywanie podstawowych zagadnień początkowo-brzegowych opisanych równaniami równań różniczkowych cząstkowych. 4) Zagadnienia początkowo-brzegowe dla równań różniczkowych cząstkowych. Rodzaje warunków brzegowych. Mechanika ciała stałego - równanie Naviera i związek konstytutywny dla zagadnień 3D. Modelowanie i symulacja postaci drgań własnych oraz odpowiedzi układu na wymuszenia harmoniczne. 5) Podstawy wymiany ciepła. Podstawowe mechanizmy wymiany ciepła. Właściwości termo-mechaniczne materiałów. Modelowanie i symulacja zagadnienia wymiany ciepła. Modelowanie i symulacja zagadnień odkształceń termicznych. Modelowanie wymienników ciepła z użyciem metody elementów skończonych. 6) Rodzaje elementów skończonych, metody całkowania w metodzie elementów skończonych. 7) Modelowanie i zastosowania materiałów auksetycznych. 8) Zaliczenie.

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).

### Tematyka zajęć

brak

### 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. Możliwość pokazania pewnych wybranych możliwości oprogramowania MES.

Laboratorium komputerowe: rozwiązywanie zagadnień przykładowych i praktycznych z użyciem

oprogramowania MES / praca w grupach / rozwiązywanie zadań.

## Literatura

Podstawowa:

Jan Sikora, Numeryczne metody rozwiązywania zagadnień brzegowych. Podstawy metody elementów skończonych i metody elementów brzegowych, Politechnika Lubelska, 2012.

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>

Uzupełniająca:

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

Mechanika techniczna. Komputerowe metody ciał stałych, pod red. M. Kleibera, PWN, Warszawa, 1995.

Wiesław Pudlik, Wymiana i wymienniki ciepła, Politechnika Gdańska, Gdańsk 2012 (źródło: <http://pbc.gda.pl/Content/4404/wymiana-i-wymienniki-final.pdf> )

## Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	75	3,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	24	1,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	51	2,00