



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Teoria sprężystości i plastyczności

### Przedmiot

Kierunek studiów

Mechanika i budowa maszyn

Studia w zakresie (specjalność)

Poziom studiów

drugiego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

1/2

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

15

Laboratoria

Inne (np. online)

Ćwiczenia

15

Projekty/seminaria

### Liczba punktów ECTS

2

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr hab. inż. Grażyna Sypniewska-Kamińska

email: grazyna.sypniewska-kaminska@put.poznan.pl

tel. 61 665 23 29

Instytut Mechaniki Stosowanej

Wydział Inżynierii Mechanicznej

ul. Jana Pawła II 24, 60-965 Poznań

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr Agnieszka Fraska

email: agnieszka.fraska@put.poznan.pl

tel. 61 665 2177

Instytut Mechaniki Stosowanej

Wydział Inżynierii Mechanicznej

ul. Jana Pawła II 24, 60-965 Poznań

### Wymagania wstępne

1. Podstawowa wiedza z mechaniki, wytrzymałości materiałów i matematyki zgodna z podstawą programową dla studiów pierwszego stopnia.
2. Umiejętność logicznego myślenia oraz umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł.
3. Rozumienie konieczności poszerzania swoich kompetencji i kształcenia umiejętności.

### Cel przedmiotu

1. Poznanie i zrozumienie podstawowych pojęć, praw i równań teorii sprężystości i teorii plastyczności.



2. Umiejętność zastosowania poznanej wiedzy do modelowania zagadnień inżynierskich, krytycznej analizy wyników symulacji numerycznych i wnioskowania.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

#### Wiedza

1. Student potrafi zdefiniować i objaśnić podstawowe pojęcia, prawa i równania teorii sprężystości.
2. Zna różnice między płaskim stanem naprężenia i płaskim stanem odkształcenia i wie, w jakich warunkach oba stany mogą być zastosowane przy modelowaniu obciążenia ciał stałych.
3. Potrafi scharakteryzować podstawowe modele materiałów sprężysto-plastycznych.

#### Umiejętności

1. Student potrafi przeprowadzić analizę stanu naprężenia oraz stanu odkształcenia.
2. Umie formułować zagadnienia początkowo-brzegowe teorii sprężystości właściwe dla typowych zastosowań inżynierii mechanicznej.
3. Rozumie powszechnie stosowany w mechanice ciała stałego zapis wskaźnikowy wraz z umową sumacyjną i potrafi się nimi posługiwać przy elementarnych obliczeniach.

#### Kompetencje społeczne

1. Student rozumie znaczenie wiedzy we współczesnym świecie. Rozumie wynikającą z szybkiego rozwoju nauki potrzebę uczenia się przez całe życie.
2. Potrafi organizować procesy uczenia się i samokształcenia.

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wykłady: Przy zaliczeniu brana jest pod uwagę liczba punktów uzyskanych na ćwiczeniach oraz wynik końcowego kolokwium (w formie pisemnej); zaliczenie po zgromadzeniu przynajmniej 50% przewidzianych punktów; skala ocen liniowa.

Ćwiczenia: Dwa sprawdziany przeprowadzane w trakcie semestru, ocena aktywności przy wspólnym rozwiązywaniu zadań; zaliczenie po zgromadzeniu przynajmniej 50% przewidzianych punktów; skala ocen liniowa.

### Treści programowe

Wykłady: Zasady zapisu wskaźnikowego i umowy sumacyjnej Einsteina. Transformacja współrzędnych wektorów i tensorów przy obrocie układu współrzędnych. Modelowanie zewnętrznych i wewnętrznych sił działających na ciało stałe. Analiza stanu naprężenia - wektor naprężenia, tensor naprężenia, związki Cauchy'ego, naprężenia główne i kierunki główne, ekstremalne naprężenia normalne i styczne. Opis materialny (Lagrange'a) i przestrzenny (Eulera). Wektor przemieszczenia, gradient deformacji i gradient wektora przemieszczenia. Tensory skończonych odkształceń Greena i Almansięgo. Interpretacja składowych tensora odkształcenia Greena. Tensor nieskończenie małych odkształceń. Interpretacja współrzędnych tensora nieskończenie małych odkształceń. Związki konstytutywne liniowej teorii



sprężystości. Równania naprężeniowe i przemieszczeniowe liniowej teorii sprężystości. Warunki początkowe i brzegowe. Płaski stan naprężenia i płaski stan odkształcenia. Podstawowe modele materiałów sprężysto-plastycznych. Warunki plastyczności.

Ćwiczenia: Zapis wskaźnikowy i konwencja sumacyjna. Wybrane elementy algebry i analizy tensorów kartezyjskich. Wektor naprężenia i tensor naprężenia - związki Cauchy'ego. Składowa styczna i normalna wektora naprężenia. Wyznaczanie kierunków i naprężeń głównych. Opis materialny i przestrzenny w kinematyce ośrodków ciągłych. Wyznaczanie odkształcenia liniowego i postaciowego na podstawie znajomości tensora Greena oraz tensora nieskończenie małych odkształceń. Formułowanie warunków brzegowych dla zagadnień statycznych teorii sprężystości.

### Metody dydaktyczne

Wykłady: wykład wspomagany prezentacjami multimedialnymi, rozwiązywanie zadań przy tablicy wraz z dyskusją.

Ćwiczenia: rozwiązywanie zadań, dyskusja.

Na platformie Moodle dostępny jest kurs on-line obejmujący prezentacje z wykładów, rozwiązania zadań z komentarzami, propozycje zadań do pracy samodzielnej oraz zagadnienia ułatwiające studentom przygotowanie do sprawdzianów i kolokwium.

### Literatura

Podstawowa

1. Sprężystość, Mechanika techniczna t. IV, red. M. Sokołowski, PWN.
2. T. Chmielewski, S. Imiełowski, Wybrane zagadnienia teorii sprężystości i plastyczności, OWPW, 2018.

Uzupełniająca

1. W. Nowacki, Teoria sprężystości, PWN.
2. G. E. Mase, Theory and problems of continuum mechanics, McGraw Hil, 1970.
3. F. M. Capaldi, Constitutive Modeling of Structural and Biological Materials, Cambridge University Press, 2012.



**Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta**

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	60	2,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	34	1,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do ćwiczeń, przygotowanie do sprawdzianów oraz do kolokwium, samokształcenie z wykorzystaniem kursu on-line, rozwiązywanie proponowanych zadań) <sup>1</sup>	26	1,0

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