



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Sprężystość i plastyczność

### Przedmiot

Kierunek studiów

Budownictwo

Studia w zakresie (specjalność)

Structural Engineering

Poziom studiów

drugiego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

1/1

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

angielski

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

30

Laboratoria

0

Inne (np. online)

0

Ćwiczenia

15

Projekty/seminaria

15

### Liczba punktów

4

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

prof. dr hab. inż. Mieczysław Kuczma

e-mail: mieczyslaw.kuczma@put.poznan.pl

tel: 61 665 2155

Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu

Instytut Budownictwa

ul. Piotrowo 5, 60-965 Poznań

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

prof. dr hab. inż. Mieczysław Kuczma

e-mail: mieczyslaw.kuczma@put.poznan.pl

tel: 61 665 2155

Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu

Instytut Budownictwa

ul. Piotrowo 5, 60-965 Poznań

### Wymagania wstępne

WIEDZA: Podstawowa wiedza z następujących przedmiotów: matematyka, mechanika teoretyczna, wytrzymałość materiałów i mechanika konstrukcji na studiach inżynierskich lub innych tego typu studiach kończących się stopnia Bachelor of Science.

UMIEJĘTNOŚCI: Umiejętność zastosowania zdobytej wiedzy i uzyskania dalszych informacji z literatury. Potrafi zastosować wiedzę teoretyczną do rozwiązywania problemów praktycznych.



KOMPETENCJE SPOŁECZNE: Świadomość konieczności poszerzania wiedzy teoretycznej w celu uzasadnienia jej stosowania w trakcie kariery zawodowej. Rozumienie konieczności ciągłego dokształcania.

### Cel przedmiotu

Celem przedmiotu jest sformułowanie sprężystych i sprężysto-plastycznych relacji konstytutywnych dla ośrodków ciągłych. Omówione zostaną również techniki rozwiązywania odpowiednich zagadnień brzegowych, w tym metodę analizy nośności granicznej konstrukcji.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

#### Wiedza

Student zna pojęcia tensorów naprężenia i odkształcenia, wektor przemieszczenia w punkcie odkształcalnego ciała sprężystego oraz zależności między nimi.

Student zna metody rozwiązywania zagadnień dwuwymiarowych z zakresu teorii sprężystości.

Student zna modele materiałów sprężysto-plastycznych, warunki plastyczności oraz teorie opisujące zachowania plastyczne.

#### Umiejętności

Potrafi rozwiązywać zadania dotyczące rachunku tensorowego w notacji absolutnej, indeksowej i macierzowej.

Potrafi rozwiązywać 2-wymiarowe problemy brzegowe dla tarcz sprężystych (stan płaskiego naprężenia lub odkształcenia).

Potrafi obliczyć nośność graniczną układów prętowych (belki i ramy sprężysto-plastyczne).

#### Kompetencje społeczne

Potrafi pracować indywidualnie jak i w zespole.

Student ma świadomość odpowiedzialności wynikającej z dokładności uzyskanych wyników i potrafi dokonać interpretacji.

Student ma świadomość konieczności ciągłego dokształcania się i poszerzania wiedzy.

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Testy i ćwiczenia pisemne. Wykłady zakończone będą egzaminem pisemnym.

1) Egzamin: (dwa terminy: pierwszy w zwykłym okresie egzaminacyjnym, drugi w sesji poprawkowej) - każdy egzamin trwa 2 godziny - każdy student otrzymuje kolokwium z zadaniami indywidualnymi - ocena końcowa jest sumą wszystkich odpowiedzi udzielonych na zadane problemy, zaliczenie na skali 2 = niedostateczne, 5 = bardzo dobrze można otrzymać po uzyskaniu co najmniej 50% maksymalnej liczby punktów

2) Ćwiczenia i projekty:



- dwa kolokwia pisemne w trakcie semestru
- każdy student otrzymuje zestaw dwóch unikalnych problemów, które należy rozwiązać i opisać indywidualnie (projekty)
- podczas konsultacji udzielona zostanie indywidualna pomoc oraz sprawdzona będzie znajomość rozwiązywania problemów
- ocena końcowa z każdego projektu będzie oparta na poprawności i staranności wykonania projektu oraz wyniku testu (obrony projektu)
- terminy testów zostaną ustalone na początku semestru.

### Treści programowe

Elementy rachunku tensorowego. Tensor naprężenia. Analiza stanu naprężenia, naprężenia główne i kierunki główne. Równania równowagi i warunki brzegowe. Opis ruchu, współrzędne Lagrange'a i Eulera. Analiza stanu odkształcenia. Tensor odkształcenia i jego interpretacja. Równania geometryczne. Relacje konstytutywne, uogólnione prawo Hooke'a. Główne odkształcenia i ich kierunki. Równania Lamé'go i Michella-Beltramięgo. Zasady energetyczne. Dwuwymiarowe zagadnienia naprężeń i odkształceń. Funkcja naprężenia Airy'ego. Problemy płaskie we współrzędnych biegunowych. Zagadnienia brzegowe i metody ich rozwiązywania. Zagadnienia Boussinesq'a i Flamanta i ich rozwiązania. Zachowanie sprężysto-plastyczne materiałów. Odkształcenia plastyczne i płynięcie plastyczne. Wyidealizowane modele materiałów sprężysto-plastycznych. Warunki plastyczności, kryteria Tresca i Hubera-von Misesa. Zginanie sprężysto-plastyczne belek. Teoria obciążenia granicznego i jej twierdzenia. Przykłady obliczeń dla belek i ram.

### Metody dydaktyczne

Wykład – wykład tradycyjny („kreda i dyskusja”), czasami z prezentacjami wspomaganymi komputerowo.

Ćwiczenia – omawianie i rozwiązywanie problemów na tablicy przy dużym udziale studentów.

Projekty – dwa projekty dotyczące tematów przedstawionych na wykładach.

### Literatura

Podstawowa

1. Fung Y. C.: Foundations of solid mechanics, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1965
2. Mase G.E., Theory and problems of continuum mechanics, Mc-Graw Hill, New York 1970
3. Ragab A.-R., Bayoumi S.E.: Engineering Solid Mechanics. Fundamentals and Applications, CRC, Boca Baton 1999.
4. Skrzypek J., Hetnarski R.B.: Plasticity and creep, CRC Press 1993



5. Stein E., Barthold F.-J.: Elastizitätstheorie, Skript, Hannover 2004.

6. Mang H.A., Hofstetter G.: Festigkeitslehre, Springer Vieweg 2018

Uzupełniająca

1. Brunarski L., Kwiecinski M.: Wstęp do teorii sprężystości i plastyczności, Wyd. PW, Warszawa 1976.

2. Brunarski L., Górecki B., Runkiewicz L.: Zbiór zadań z teorii sprężystości i plastyczności, Wyd. PW, Warszawa 1976

3. Gawęcki A., Mechanika materiałów i konstrukcji prętowych, (tom I+II), Wyd. PP, Poznań 1998

4. Krzyś W., Życzkowski M.: Sprężystość i plastyczność, PWN, Warszawa 1962.

5. Nowacki W.: Teoria sprężystości, PWN, Warszawa 1970.

6. Ostrowska-Maciejewska J., Podstawy mechaniki ośrodków ciągłych, PWN, Warszawa 1982

**Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta**

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	110	4,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	60	2,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu) <sup>1</sup>	50	2,0

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